Emisor	Magtel INNOVATION & TECHNOLOGY
Receptor	frv
Proyecto	PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO DE HIBRIDACIÓN DE LA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA “IERON” MEDIANTE LA INSTALACIÓN DE 11MW DE BATERÍAS EN EL T.M. DE MONTÁNCHEZ (CÁCERES)”

Firmado por REYES BLANCO OSCAR - ***0304** el día 10/06/2026 con un certificado emitido por AC FNMT Usuarios

Revisión/ Edición	Fecha	Realizado	Revisado	Aprobado	Modificaciones
1	11/02/2026	ORB/SAS	JMCM	ORB	

INDICE DE DOCUMENTOS

DOCUMENTO 1.	MEMORIA DESCRIPTIVA
ANEJO 1.	CÁLCULOS ELÉCTRICOS
ANEJO 2.	OBRA CIVIL
ANEJO 3.	FICHAS TÉCNICAS
ANEJO 4.	PLAN DE OBRA
ANEJO 5.	SEGURIDAD Y CONTROL
ANEJO 6.	PLAN DE GESTIÓN DE RESIDUOS
ANEJO 7.	DESMANTELAMIENTO
ANEJO 8.	CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS
DOCUMENTO 2.	PLANOS
DOCUMENTO 3.	PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES
DOCUMENTO 4.	PRESUPUESTO
DOCUMENTO 5.	ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

Emisor	Magtel INNOVATION & TECHNOLOGY
Receptor	frv
Proyecto	PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO DE HIBRIDACIÓN DE LA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "IERÓN" MEDIANTE LA INSTALACIÓN DE 11MW DE BATERÍAS EN EL T.M. DE MONTÁNCHEZ (CÁCERES)"
Título	DOCUMENTO 1. MEMORIA DESCRIPTIVA

Código	Negocio	Proyecto	Emisor	Disciplina	Documento	Nº Documento	Revisión
	[AAA]	[BBB]	[CCCCCC]	[DDD]	[EEE]	[#####]	[FF]
	BES	IER	MAGOP	PEJ	MEM	0001	1
	BES-IER-MAGOP-PEJ-MEM-0001					**Fecha**	11/02/2026

Revisión/ Edición	**Fecha**	**Realizado**	**Revisado**	**Aprobado**	**Modificaciones**
1	11/02/2026	ORB/SAS	JMCM	ORB	

ÍNDICE GENERAL

1. ANTECEDENTES 9

2. OBJETO 9

3. PROMOTOR 10

4. NORMATIVA APLICABLE 10

4.1. PRODUCCIÓN ELÉCTRICA 10

4.2. INSTALACIONES DE BAJA TENSIÓN 11

4.3. INSTALACIONES DE ALTA TENSIÓN 11

4.4. ESTRUCTURAS Y OBRA CIVIL 11

4.5. SEGURIDAD Y SALUD 12

4.6. MEDIO AMBIENTE 13

4.7. LEGISLACIÓN AUTONÓMICA, MUNICIPAL Y LOCAL 13

5. ORGANISMOS AFECTADOS 14

6. UBICACIÓN Y EMPLAZAMIENTO 14

6.1. CARACTERIZACIÓN DEL TERRITORIO 14

6.2. EMPLAZAMIENTO 16

7. CARACTERIZACIÓN FÍSICA Y JURÍDICA DEL EMPLAZAMIENTO 22

7.1. CARACTERIZACION FÍSICA 22

8. COMPATIBILIDAD DE LA ACTUACIÓN CON EL PLANEAMIENTO VIGENTE 30

9. COMPATIBILIDAD DE LA ACTUACIÓN CON EL PATRIMONIO CULTURAL Y MEDIOAMBIENTAL 32

10. CARACTERIZACIÓN DEL ENTORNO 33

10.1. SISTEMA DE POBLAMIENTO 33

10.2. AFECCIÓN SOBRE DOMINIOS PÚBLICOS 33

10.3. ANÁLISIS Y VALORACIÓN DE LAS INCIDENCIAS PAISAJÍSTICAS 33

11. INSTALACIONES EXISTENTES 35

11.1. PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA 35

11.2. CENTRO DE SECCIONAMIENTO 35

11.3. SUBESTACIÓN 36

12. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA INSTALACION DE ALMACENAMIENTO DE BATERIAS Y JUSTIFICACION DE SU INSTALACION 36

12.1. PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO DE LA HIBRIDACIÓN PSFV–BESS 37

12.2. DESCRIPCIÓN GENERAL DE UN SISTEMA BESS 38

13. CONFIGURACIÓN DE LA INSTALACIÓN DE ALMACENAMIENTO 40

14. DESCRIPCIÓN DE LOS EQUIPOS PRINCIPALES DE LA INSTALACIÓN DE ALMACENAMIENTO 42

14.1. BATERÍAS 43

14.2. CONTENEDORES DE BATERÍAS 44

14.3. CONVERTIDOR DE POTENCIA (PCS) 45

14.4. ESTACIÓN DE POTENCIA (EP) 47

15. DESCRIPCIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA ELECTRICA 49

15.1. INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE GENERACIÓN 49

15.2. INSTALACIÓN ELÉCTRICA MT 51

15.3. PUESTA A TIERRA 55

16. DESCRIPCIÓN DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS AUXILIARES 56

16.1. SERVICIOS AUXILIARES 56

16.2. MEDIDAS DE SEGURIDAD 57

17. SISTEMA DE SUPRESIÓN DE INCENDIOS (FSS) 58

18. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE MONITORIZACION, COMUNICACIÓN Y CONTROL 60

18.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES 60

18.2. RED DE COMUNICACIONES 61

18.3. APLICACIONES Y PRESTACIONES 62

18.4. SISTEMA DE CONTROL COORDINADO DE INSTALACIÓN HÍBRIDA 63

19. DESCRIPCIÓN DE OBRA CIVIL DE LA PLANTA DE ALMACENAMIENTO 64

19.1. ACCESOS A LA INSTALACION DE ALMACENAMIENTO DE BATERIAS 64

19.2. DESBROCE Y EXPLANACIÓN DEL TERRENO 66

19.3. MOVIMIENTOS DE TIERRAS 66

19.4. VALLADO PERIMETRAL 67

19.5. VIALES Y DRENAJES 67

19.6. EXCAVACIÓN DE ZANJAS PARA CANALIZACIONES ELÉCTRICAS Y COMUNICACIONES 68

19.7. CIMENTACIONES Y ESTRUCTURAS 68

19.8. EDIFICIOS 69

20. EDIFICIO PARA CENTRO DE SECCIONAMIENTO, CONTROL Y ALMACÉN 69

20.1. URBANIZACIÓN 69

20.2. CARACTERÍSTICAS DE DISEÑO EQUIPAMIENTO ELÉCTRICO DE MT 70

20.3. OBRA CIVIL EXTERIOR 73

20.4. INSTALACIONES COMPLEMENTARIAS 73

21. LÍNEA SUBTERRÁNEA DE EVACUACIÓN EN MT 75

22. ACTUACIONES A REALIZAR EN EL CENTRO DE SECCIONAMIENTO EXISTENTE 77

22.1. SISTEMA DE MEDIDA 77

22.2. INSTALACIONES COMPLEMENTARIAS 78

23. PLAZO DE EJECUCIÓN DEL PROYECTO 79

24. PRESUPUESTO 79

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Situación y localización seleccionada 15

Figura 2. Climograma zona implantación (Montánchez). Fuente: portal climate-data.org 16

Figura 3. Tabla Climática. Fuente: portal climate-data.org 16

Figura 4. Relieve zona implantación 17

Figura 5. Pendientes zona implantación 18

Figura 6. Orientaciones zona implantación 18

Figura 7. Ficha catastral de la parcela de ubicación de "BESS IERÓN". Fuente: Oficina Virtual. Dirección General del Catastro 21

Figura 8. Dominio Público Hidráulico (Fuente: MAGRAMA) 23

Figura 9. Situación respecto a Cauces Naturales 23

Figura 10. Situación Planta a Espacios Naturales Protegidos 24

Figura 11. Situación respecto a instalaciones eléctricas 25

Figura 12. Situación respecto a carreteras 26

Figura 13. Situación respecto a caminos 27

Figura 14. Situación respecto a Vías Pecuarias 28

Figura 15. Perímetro de defensa contra incendios forestales 30

Figura 16. Situación con respecto a la calificación urbanística 31

Figura 17. Parcela de 1,5 Has para "BESS IERÓN" 32

Figura 18. Localización Planta respecto Dominios Paisajes 34

Figura 19. Situación planta según tipología de paisajes 35

Figura 20. Esquema de configuración BESS 38

Figura 21. Diagrama de instalación de almacenamiento 39

Figura 22. Sistema de almacenamiento. 43

Figura 23. Módulo de batería. 44

Figura 24. Contenedor de baterías 45

Figura 25. Convertidor de potencia 47

Figura 26. Estación de potencia 48

Figura 27. Características de los cables BT en DC 50

Figura 28. Sistema de protección contra incendios BESS 58

Figura 29. Diagrama de lógica orientativo Sistema Supresión Incendios 59

Figura 30. Esquema de configuración de comunicaciones hibridas 64

Figura 31. Punto de acceso desde Carretera CC-339. 65

Figura 32. Ubicación puertas acceso BESS 66

Figura 33. Croquis vallado con placas de señalización anticolisión de la avifauna. 67

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Coordenadas perímetro vallado 19
Tabla 2. Coordenadas línea de evacuación "BESS IERÓN" 19
Tabla 3. Coordenadas arquetas "BESS IERÓN" 19
Tabla 4. Coordenadas línea de comunicaciones "BESS IERÓN" 19
Tabla 5. Coordenadas arquetas "BESS IERÓN" 20
Tabla 6. Datos catastrales de las parcelas afectadas 20
Tabla 7. Ocupaciones edificaciones construidas 20
Tabla 8. Superficie de ocupación de la línea de evacuación 20
Tabla 9. Superficie de ocupación de los caminos de acceso 20
Tabla 10. Superficie de ocupación de las cámaras de empalme 21
Tabla 11. Superficie de ocupación de la línea de comunicaciones 21
Tabla 12. Coordenadas parcela 1,5 Has 32
Tabla 13. Parámetros principales del sistema 41
Tabla 14. Características del rack de batería 43
Tabla 15. Características del convertidor de potencia tipo 1 46
Tabla 16. Características del convertidor de potencia tipo 2 46
Tabla 17. Características del transformador tipo 1 49
Tabla 18. Características del transformador tipo 2 49
Tabla 19. Tensiones nominales 49
Tabla 20. Características cables BT en DC 50
Tabla 21. Red de MT proyectada. 52
Tabla 22. Distancias reglamentarias de Cruces, Proximidades y Paralelismos para líneas eléctricas de AT 55
Tabla 23. Coordenadas puertas de acceso 65
Tabla 24. Coordenadas edificio Centro Seccionamiento -Control - Almacén 69
Tabla 25. Características de diseño del equipamiento eléctrico en sala de MT edificio BESS 70
Tabla 26. Descripción celdas de línea de llegada circuitos MT BESS y PSFV a instalar en nuevo edificio BESS 71
Tabla 27. Descripción celda de línea de salida circuito MT BESS a instalar en nuevo edificio BESS 72
Tabla 28. Descripción celdas de protección de trafo SSAA a instalar en nuevo edificio BESS 73
Tabla 29. Descripción módulo medida en barras a instalar en sala de celdas de nuevo edificio BESS 73

Tabla 30. Evacuación 30kV proyectada. 76

GLOSARIO DE TÉRMINOS

Abreviatura	Nombre en Inglés	Significado en Español
Art.		Artículo
BMS	Battery Management System	Sistema de control y monitorización de batería
BMM		Módulo de Gestión de Batería
BPC	Battery Plant Controller	Controlador de la Instalación de Baterías
BoL		A comienzo de vida
BESS	Battery Energy Storage System	Sistema de Almacenamiento de Energía mediante Baterías
CA/AC		Corriente Alterna
CC/DC		Corriente Continua
CR		Centro de Reparto
DOD	Depth Of Discharge	Profundidad de Descarga
EoL		A final de vida
EMS	Energy Management System	Sistema de gestión de la energía
EP		Estación de Potencia
ESS	Energy Storage System	Sistema de Almacenamiento de Energía
ESSU	Energy Storage System Units	Unidades de Sistema de Almacenamiento de Energía
HVAC	Heating, Ventilation and Air Conditioning	Sistema de refrigeración de las baterías
Li-ion		Baterías de iones de Litio
LFP	Lithium Iron Phosphate	Química de baterías de litio hierro fosfato (LiFePO4)
MAR		Módulos de Almacenamiento Reversibles
MGE		Módulo de Generación Eléctrica
MITERD		Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico
O+M		Operación y mantenimiento
PCS	Power Converter System	Sistema de conversión de potencia
POI	Point of Interconnection	Punto de Conexión
PLC	Programmable Logic Controller	Controlador Lógico Programable
PSFV		Planta Solar Fotovoltaica
RTE	Round Trip Ef iciency	Eficiencia de Carga y Descarga
RD		Real Decreto
SCADA	Supervisory Control and Data Acquisition	Supervisory Control and Data Acquisition
SE		Subestación
SET	Substation Transformer	Subestación Transformadora
SGEE		Subdirección General de Energía Eléctrica del MITECO
SAI		Sistema de Alimentación Ininterrumpida
SKID		Estructura metálica que contiene uno o más convertidores de potencia y un centro de transformación BT/MT
SOC	State of Charge	Estado de Carga
SOH	State of Health	Estado de Salud
SSAA		Servicios auxiliares
String		Agrupación eléctrica de celdas de baterías
Rack		Agrupación mecánica de celdas de baterías
Ref. cat.		Referencia catastral
REE		Red Eléctrica de España

1. ANTECEDENTES

La sociedad **IERON SOLAR, S.L.U**., promueve la construcción de una instalación de almacenamiento de energía mediante baterías hibridada con la PSFV existente "**IERÓN**" en el término municipal de Montánchez (Cáceres), con una conexión común en la SE existente "Valdemantilla 30/220 kV". Dicha instalación PSFV "IERÓN", se encuentra en explotación y cuenta con las autorizaciones necesarias para ello.

La instalación proyectada de módulo de almacenamiento de energía por baterías, denominada en esta memoria como "**BESS IERÓN**", corresponde a una hibridación de esta con la planta solar fotovoltaica existente PSFV "IERÓN" (propiedad de FRV), en el término municipal de Montánchez (Cáceres), compartiendo punto de acceso a red otorgado por el operador del sistema, en la posición de generación existente en el nudo Carmonita 400 kV, y para lo cual se ha obtenido la correspondiente actualización de los permisos de acceso y conexión por parte de REE.

Dicha instalación BESS se encontrará ubicada en el interior del recinto de la PSFV "IERÓN" (no ámbito del presente proyecto esta PSFV) haciendo uso de los viales internos de esta para dar acceso a la nueva instalación BESS.

2. OBJETO

El objeto del presente documento, sobre el Proyecto Técnico Administrativo de Hibridación de la Planta Solar Fotovoltaica "IERÓN" mediante la instalación de 11 MW de Baterías, es realizar la descripción de la misma incluyendo sus infraestructuras eléctricas de evacuación en 30 kV hasta la Subestación Eléctrica existente "Valdemantilla 30/220 kV" (no ámbito del presente proyecto), accesos y demás elementos integrantes de la instalación, situados en el término municipal de Montánchez (Cáceres), junto con las separatas de afección a las entidades posiblemente afectadas, para que constituya la documentación técnica necesaria para que sean realizadas las Consultas del Órgano competente en materia de energía, en base a los artículos 122, 127, 130 y 131 del *Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica* y según lo regulado en artículo 53 de la Ley 24/2013 del Sector Eléctrico en la tramitación que desemboque en la obtención de la preceptiva Autorización Administrativa Previa y de Construcción.

Este proyecto abarca la implementación de instalaciones de almacenamiento energético mediante la Instalación de almacenamiento de baterías de litio, con una potencia instalada de 11 MW. Este componente del proyecto también tiene como finalidad acumular energía eléctrica para potenciar la integración de fuentes renovables y optimizar la flexibilidad del sistema eléctrico.

Por tanto, y con esa intención a continuación, se detalla la información más relevante según los distintos apartados requeridos de las siguientes instalaciones:

- Planta "BESS IERÓN" de 11 MW de potencia instalada y capacidad total de 62,50 MWh, situada en el T.M. de Montánchez (Cáceres).
- Edificio destinado a Centro de Seccionamiento, Control y Almacén.
- Líneas Subterráneas Media Tensión 30 kV internas de interconexión entre estaciones de potencia y desde estación de potencia puntera hasta nuevo centro de seccionamiento de la "BESS IERÓN".

- Líneas Subterráneas en Media Tensión 30 kV desde arquetas proyectadas para apertura de línea de evacuación existente de la PSFV "IERÓN" hasta nuevo Centro de Seccionamiento, haciendo entrada/salida en este con el fin de compartir infraestructura de evacuación existente en 30 kV entre PSFV y BESS hasta centro de seccionamiento existente de la PSFV "IERÓN" (no ámbito del proyecto este último).
- Sistema de comunicaciones necesario para el control de la propia instalación BESS y sincronización con la PSFV y subestación asociada.

3. PROMOTOR

El promotor y peticionario de las instalaciones, es:

Titular: **IERON SOLAR, S.L.U**

CIF: **B-90351594**

Dirección: **Calle María de Molina 40, 5ª planta, 28006, Madrid.**

4. NORMATIVA APLICABLE

Para la redacción del presente proyecto se ha tenido en cuenta toda aquella normativa estatal y autonómica vigente:

4.1. PRODUCCIÓN ELÉCTRICA

- Real Decreto 2019/1997, de 26 de diciembre, por el que se organiza y regula el mercado de producción de energía eléctrica.
- Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- Real Decreto 2351/2004, de 23 de diciembre, por el que se modifica el procedimiento de resolución de restricciones técnicas y otras normas reglamentarias del mercado eléctrico.
- Real Decreto 1454/2005, de 2 de diciembre, por el que se modifican determinadas disposiciones relativas al sector eléctrico.
- Orden ITC/3860/2007, de 28 de diciembre, por la que se revisan las tarifas eléctricas a partir del 1 de enero de 2008.
- Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.
- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.
- Reglamento (UE) 2016/631 de la Comisión, de 14 de abril de 2016, que establece un código de red sobre requisitos de conexión de generadores a la red.
- Todas las instalaciones cumplirán la Normativa Europea EN, la Normativa CENELEC, las Normas UNE y las Recomendaciones de la Comisión Electrotécnica Internacional (CEI).
- Normas particulares de REE.

- Real Decreto 1074/2015, de 27 de noviembre, por el que se modifican distintas disposiciones en el sector eléctrico.
- Real Decreto-ley 23/2020, de 23 de junio, por el que se aprueban medidas en materia de energía y en otros ámbitos para la reactivación económica.
- Real Decreto 1183/2020, de 29 de diciembre, de acceso y conexión a las redes de transporte y distribución de energía eléctrica.
- Real Decreto 997/2025, de 5 de noviembre, por el que se aprueban medidas urgentes para el refuerzo del sistema eléctrico, tiene por objeto establecer un conjunto de medidas urgentes que contribuyan a un sistema eléctrico más resiliente y descarbonizado.

4.2. INSTALACIONES DE BAJA TENSIÓN

- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba Reglamento electrotécnico para baja tensión, y sus Instrucciones técnicas complementarias ITC-BT 01 a 52.
- Real Decreto 1053/2014, de 12 de diciembre, por el que se aprueba una nueva Instrucción Técnica Complementaria (ITC) BT 52 "Instalaciones con fines especiales. Infraestructura para la recarga de vehículos eléctricos", del Reglamento electrotécnico para baja tensión, aprobado por Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, y se modifican otras instrucciones técnicas complementarias del mismo.

4.3. INSTALACIONES DE ALTA TENSIÓN

- Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23.
- Real Decreto 223/2008 de 15 de febrero, por el que se aprueba el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en las líneas eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-LAT 01 a 09.
- UNE 21144-1-1, UNE 21144-1-2, UNE 21144-1-3, UNE 21144-2-1, UNE 21144-2-2, UNE 21144-3-1, UNE 21144-3-2 y UNE 21144-3-3.
- UNE 211003-2:2001.
- UNE-EN 60228:2005.
- UNE-HD 620-10E:2012/1M:2020.
- UNE 211620:2020.
- UNE 211027:2013.
- UNE 211028:2013 y UNE 211028:2013/1M:2016.
- UNE-EN 62271-103:2012.
- UNE-EN 62271-100:2011.

4.4. ESTRUCTURAS Y OBRA CIVIL

- Decreto 3565/2017, de 23 de diciembre, por el que se establecen las normas tecnológicas de la edificación (NTE) y modificaciones posteriores, tanto en cuanto a la ejecución de los trabajos, como en lo relativo a mediciones.

- Orden de 6 de febrero de 1976 del Ministerio de Obras Públicas, por la que se aprueba el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes (PG-3) y sus modificaciones posteriores.
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- Documentos Básicos del CTE aplicables.
- Real Decreto 105/2008 de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición
- Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural.
- Orden FOM/298/2016, de 15 de febrero, por la que se aprueba la norma 5.2 - IC drenaje superficial de la Instrucción de Carreteras.
- UNE-EN-1990/2019 Eurocódigos. Bases de cálculo de estructuras.
- UNE-EN 1991-1-4:2018 Eurocódigos 1: Acciones en estructuras. Parte 1-4: Acciones generales. Acciones de viento.

4.5. SEGURIDAD Y SALUD

- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los servicios de prevención.
- Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción
- Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 487/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorso lumbar, para los trabajadores.
- Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Real Decreto 780/1998, de 30 de abril, por el que se modifica el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los servicios de prevención.
- Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- Ley 54/2003, de 12 de diciembre, de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales.
- Real Decreto 1311/2005, de 4 de noviembre, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores frente a los riesgos derivados o que puedan derivarse de la exposición a vibraciones mecánicas.

- Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido.
- Real Decreto 604/2006, de 19 de mayo, por el que se modifican el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.
- Real Decreto 330/2009, de 13 de marzo, por el que se modifica el Real Decreto 1311/2005, de 4 de noviembre, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores frente a los riesgos derivados o que puedan derivarse de la exposición a vibraciones mecánicas.
- Real Decreto 187/2016, de 6 de mayo, por el que se regulan las exigencias de seguridad del material eléctrico destinado a ser utilizado en determinados límites de tensión.

4.6. MEDIO AMBIENTE

- Real Decreto 9/2005, de 14 de enero, por el que se establece la relación de actividades potencialmente contaminantes del suelo y los criterios y estándares para la declaración de suelos contaminados.
- Ley 26/2007, de 23 de octubre, de Responsabilidad Medioambiental, que regula la responsabilidad de los operadores de prevenir, evitar y reparar los daños medioambientales.
- Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados.
- Directiva 2011/92/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 13 de diciembre de 2011, relativa a la evaluación de las repercusiones de determinados proyectos públicos y privados sobre el medio ambiente.
- Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de Evaluación Ambiental.
- Ley 11/2014, de 3 de julio, por la que se modifica la ley 26/2007, de 23 de octubre, de Responsabilidad Medioambiental.
- Real Decreto 99/1985, de 17 de octubre, por el que se aprueban las normas sobre condiciones técnicas de los proyectos de aislamiento acústico y de vibraciones.

4.7. LEGISLACIÓN AUTONÓMICA, MUNICIPAL Y LOCAL

- Ley 16/2015, de 23 de abril, de protección ambiental de la Comunidad Autónoma de Extremadura.
- Ley 6/2015, de 24 de marzo, Agraria de Extremadura.
- Ley 2/2008, de 16 de junio, de Patrimonio de la Comunidad Autónoma de Extremadura y sus normas de desarrollo.
- Decreto 49/2000, de 8 de marzo de 2000, por el que se establece el Reglamento de Vía Pecuarias de la Comunidad Autónoma de Extremadura.
- Ley 5/2004, de 24 de junio, de prevención y lucha contra los incendios forestales en Extremadura.
- Decreto 260/2014, de 2 de diciembre, por el que se regula la Prevención de los Incendios Forestales en la Comunidad Autónoma de Extremadura (Plan PREIFEX).
- Orden de 24 de octubre de 2016, Técnica del Plan de Prevención de Incendios Forestales en la Comunidad Autónoma de Extremadura.
- Decreto 47/2004, de 20 de abril, por el que se dictan Normas de Carácter Técnico de adecuación de las líneas eléctricas para la protección del medio ambiente en Extremadura.
- Resolución de 14 de julio de 2014, de la Dirección General de Medio Ambiente, por la que se delimitan las áreas prioritarias de reproducción, alimentación, dispersión y concentración de las especies de

aves incluidas en el Catálogo de Especies Amenazadas de Extremadura y se dispone la publicación de las zonas de protección existentes en la Comunidad Autónoma de Extremadura en las que serán de aplicación las medidas para la protección de la avifauna contra la colisión y la electrocución en las líneas eléctricas aéreas de alta tensión.

- Ley 15/2001, de 14 de diciembre, del Suelo y Ordenación Territorial de Extremadura.
- Ley 2/2018, de 14 de febrero, de coordinación intersectorial y de simplificación de los procedimientos urbanísticos y de ordenación del territorio de Extremadura.
- Ley 2/2008, de 16 de junio, de Patrimonio de la Comunidad Autónoma de Extremadura y sus normas de desarrollo.
- Decreto 81/2011, de 20 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento de autorizaciones y comunicación ambiental de la Comunidad Autónoma de Extremadura.
- Ley 7/1995, de 27 de abril, de Carreteras de Extremadura.
- Plan General Municipal y Normas Subsidiarias del Ayuntamiento de Montánchez (Cáceres).

Esta normativa cubre los aspectos administrativos, técnicos, de seguridad y ambientales necesarios para el desarrollo de un proyecto de almacenamiento de energía en baterías en Montánchez, Cáceres.

5. ORGANISMOS AFECTADOS

Se han realizado separatas específicas para realizar consultas a los siguientes organismos y entidades:

- Excmo. Ayuntamiento de Montánchez.
- Dirección General de Sostenibilidad. Servicio de Conservación de la Naturaleza y Áreas Protegidas. Consejería de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Sostenible.
- Confederación Hidrográfica del Guadiana.
- Diputación de Cáceres. Servicio de Red Viaria.

6. UBICACIÓN Y EMPLAZAMIENTO

6.1. CARACTERIZACIÓN DEL TERRITORIO

La Instalación de Baterías "BESS IERÓN" se encuentra en un enclave del término municipal de Montánchez al sur del término municipal de Alcuéscar, en la provincia de Cáceres, limítrofe con la provincia de Badajoz, al igual que la Subestación Colectora "Valdemantilla"

Montánchez es un municipio español de la provincia de Cáceres. Se sitúa en el extremo sur de la provincia, dando nombre a la Sierra de Montánchez. Se encuentra situado en pleno centro del triángulo formado por Cáceres, Trujillo y Mérida, a poco más de 40 Km. de cada una de ellas.

La población en 2025 era de 1.597 habitantes en una extensión de 112,66 km^2.

El término de Montánchez limita con: Albalá al noroeste; Torremocha y Valdefuentes al norte; Torre de Santa María y Valdemorales al este; Arroyomolinos y Alcuéscar al sur y oeste.

Tiene un enclave al sur del término municipal de Alcuéscar, limítrofe con la provincia de Badajoz.

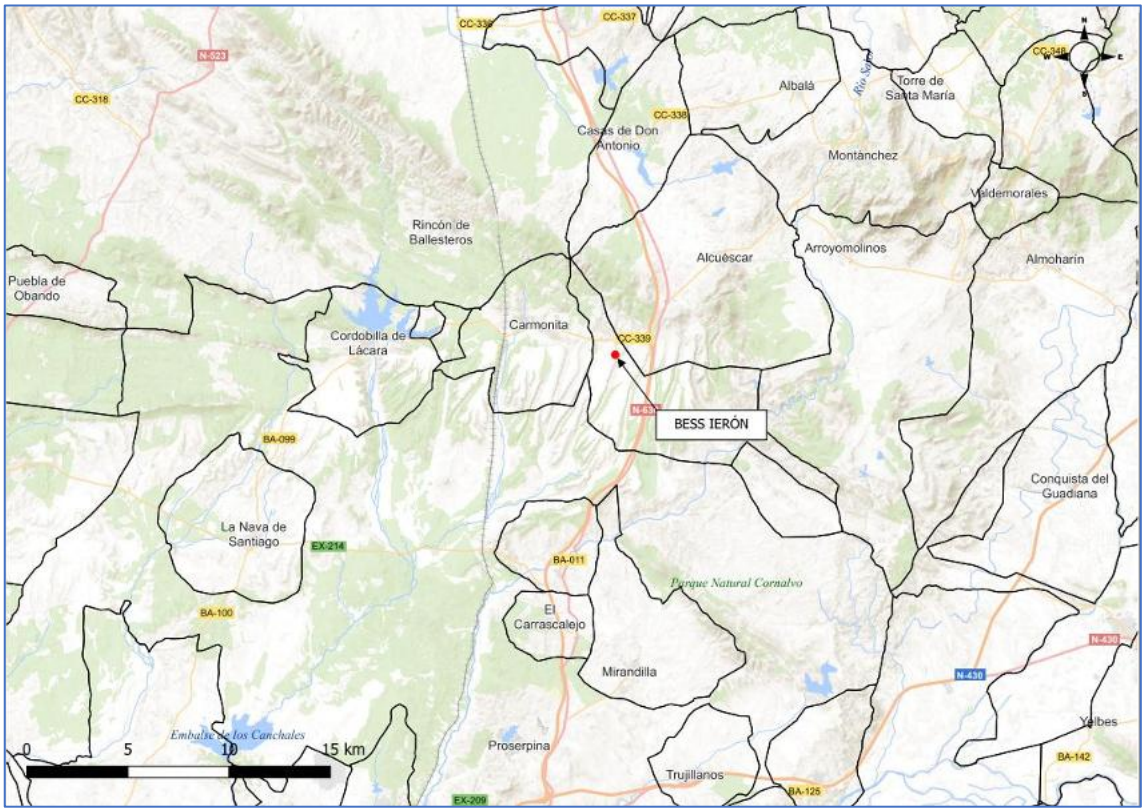


Figura 1. Situación y localización seleccionada

El clima de esta zona se caracteriza por el largo, caluroso y seco verano y un invierno en general bonancible y soleado. Las primaveras suelen ser turbulentas y cortas, con un prolongado y agradable otoño. El máximo de precipitaciones se da en los primeros meses del año. La precipitación media anual está en el entorno de los 600 mm. Cuando llueve los vientos son generalmente del SO. y O.

Tomando como referencia los datos climáticos de la localización próxima de Carmonita, de acuerdo con Köppen y Geiger el clima se clasifica como Mediterráneo Típico (Csa). La temperatura media anual es de 16,1 °C. y la precipitación media es de 520 mm.

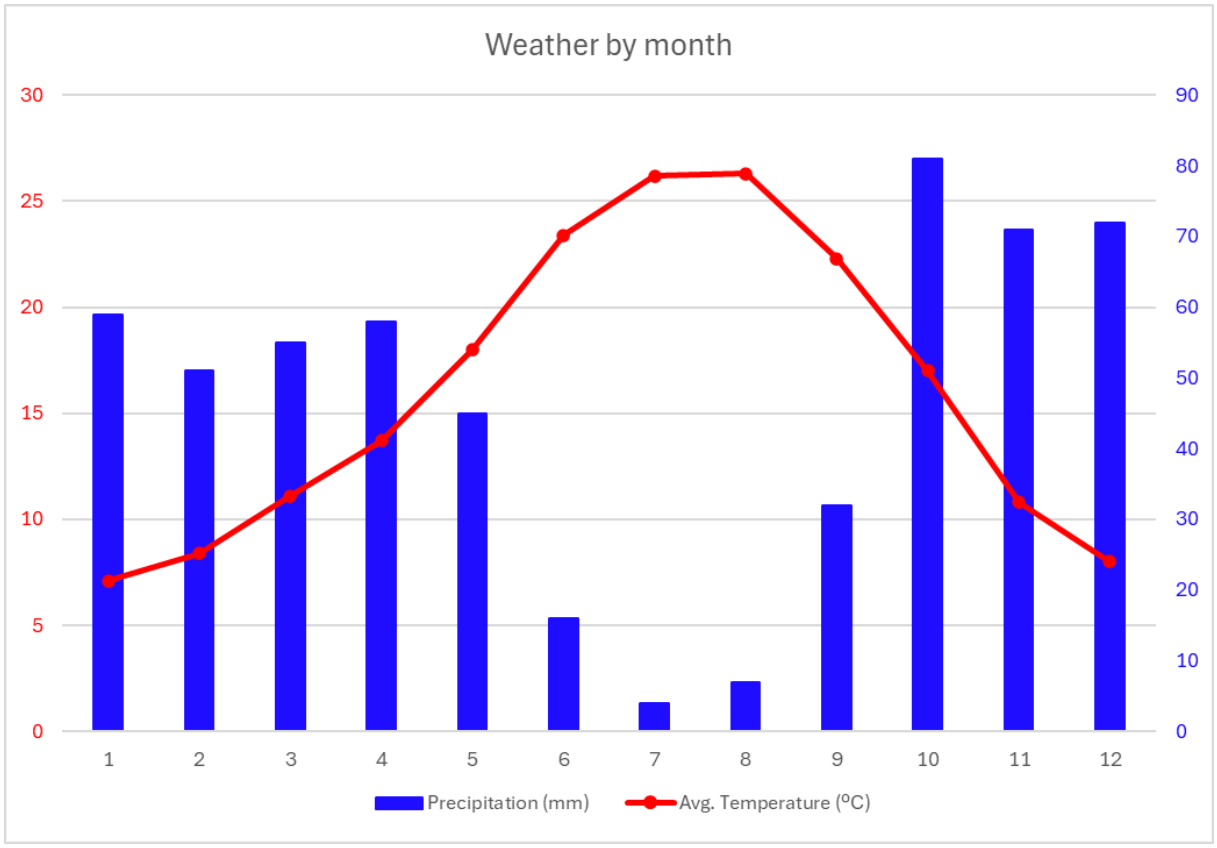


Figura 2. Climograma zona implantación (Montánchez). Fuente: portal climate-data.org

Agosto es el mes más cálido del año. La temperatura en agosto promedia los 26,3 ºC. mientras que enero con 7,1 ºC. es el mes más frío del año.

La precipitación en julio es la más baja, con un promedio de 4 mm. En octubre se promedia la máxima precipitación del año con 81 mm.

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Temperatura media (°C)	7.1	8.4	11.1	13.7	18	23.4	26.2	26.3	22.3	17	10.8	8
Temperatura min. (°C)	3.1	3.7	6.1	8.3	11.9	16.6	19	19.3	16.3	12.2	6.9	4.2
Temperatura máx. (°C)	11.8	13.5	16.5	19.1	23.7	29.5	32.6	32.6	28.2	22.2	15.4	12.5
Precipitación (mm)	59	51	55	58	45	16	4	7	32	81	71	72
Humedad(%)	79%	71%	64%	61%	52%	41%	34%	35%	44%	61%	73%	79%
Días lluviosos (días)	6	5	5	7	6	2	1	1	4	7	6	6
Horas de sol (horas)	5.5	6.9	7.7	8.9	10.9	12.5	12.8	11.9	10.2	7.9	6.2	5.6

Figura 3. Tabla Climática. Fuente: portal climate-data.org

Entre los meses más secos y más húmedos, la diferencia en las precipitaciones es 63 mm. Durante el año, las temperaturas medias varían en 18,3 ° C.

6.2. EMPLAZAMIENTO

Los criterios en los que se basa la definición del potencial solar del emplazamiento son:

- Facilidad de accesos hacia el emplazamiento.

- Tipología del terreno.
- Suave orografía.

El emplazamiento escogido para la instalación de baterías se trata de una zona de una orografía muy suave y fácil acceso desde los viales existentes, encontrándose dentro del perímetro de la PSFV “IERÓN”.

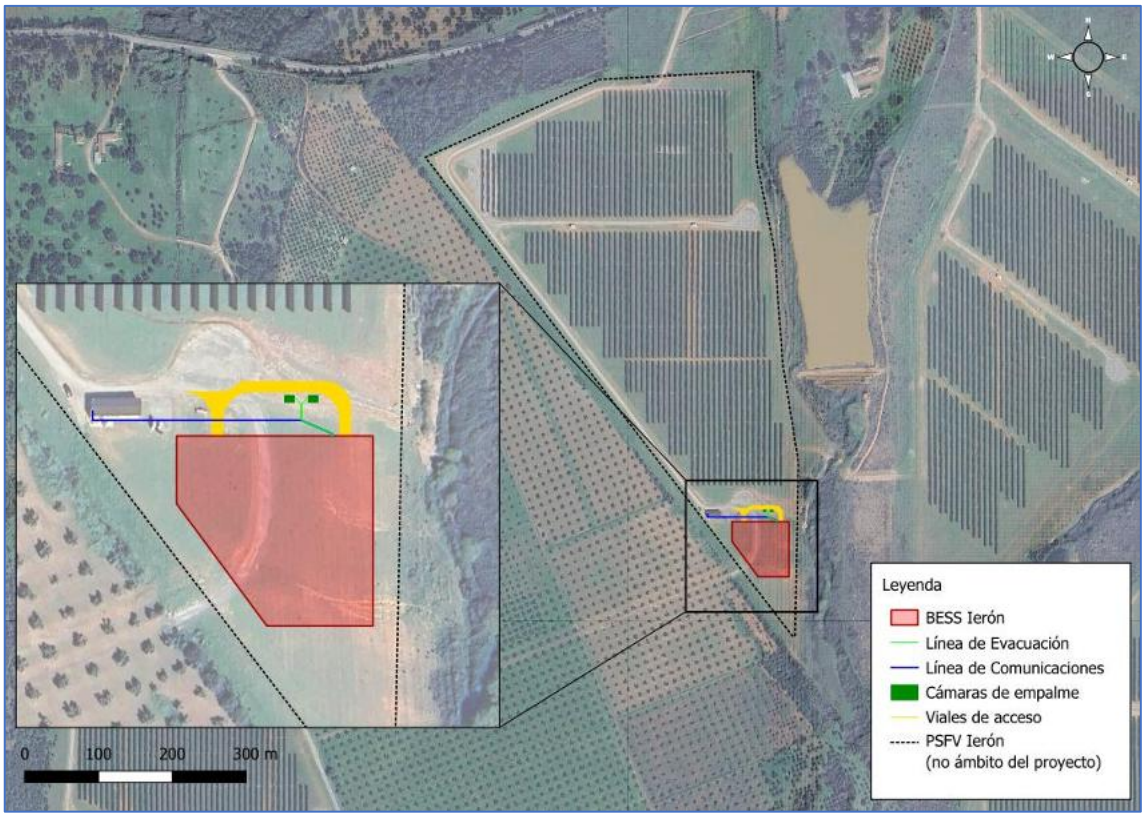


Figura 4. Relieve zona implantación

La parcela en cuestión tiene actualmente un uso agrícola, labor secano, encontrándose la planta en una zona bastante escarpada, con pendientes que alcanzan el 11%, según se puede observar en las imágenes adjuntas.

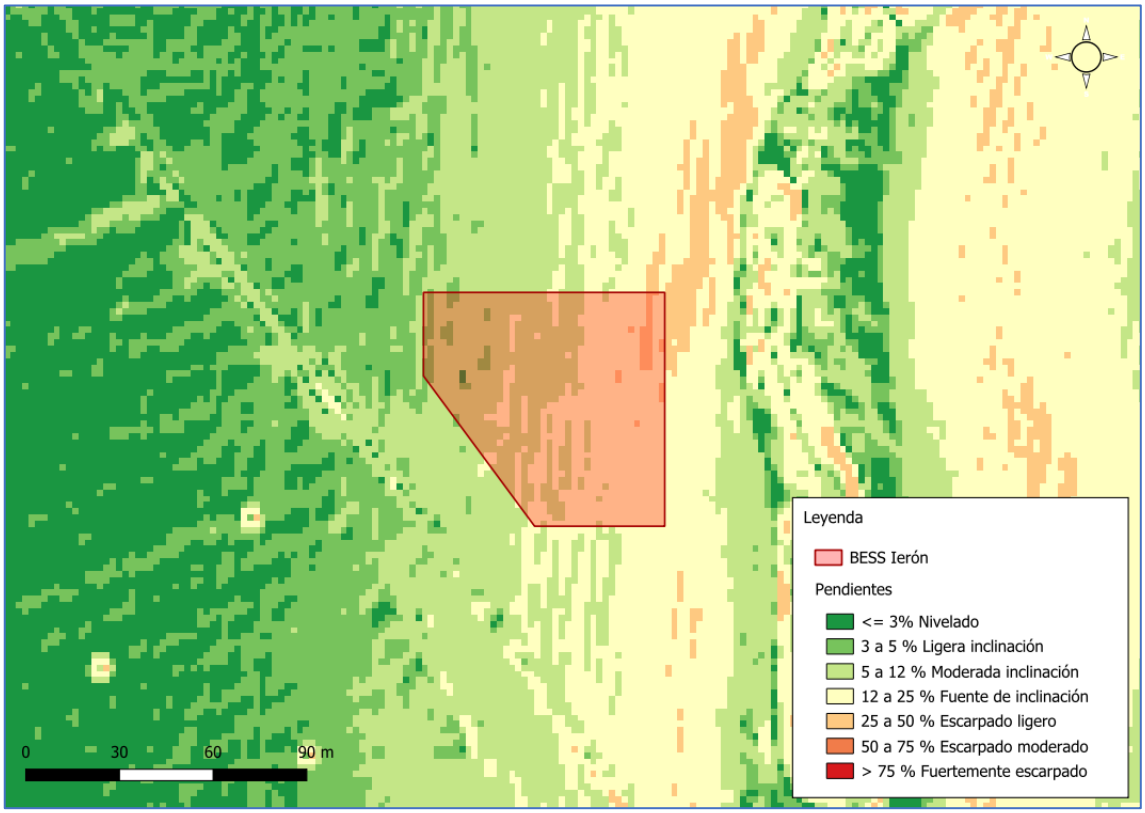


Figura 5. Pendientes zona implantación

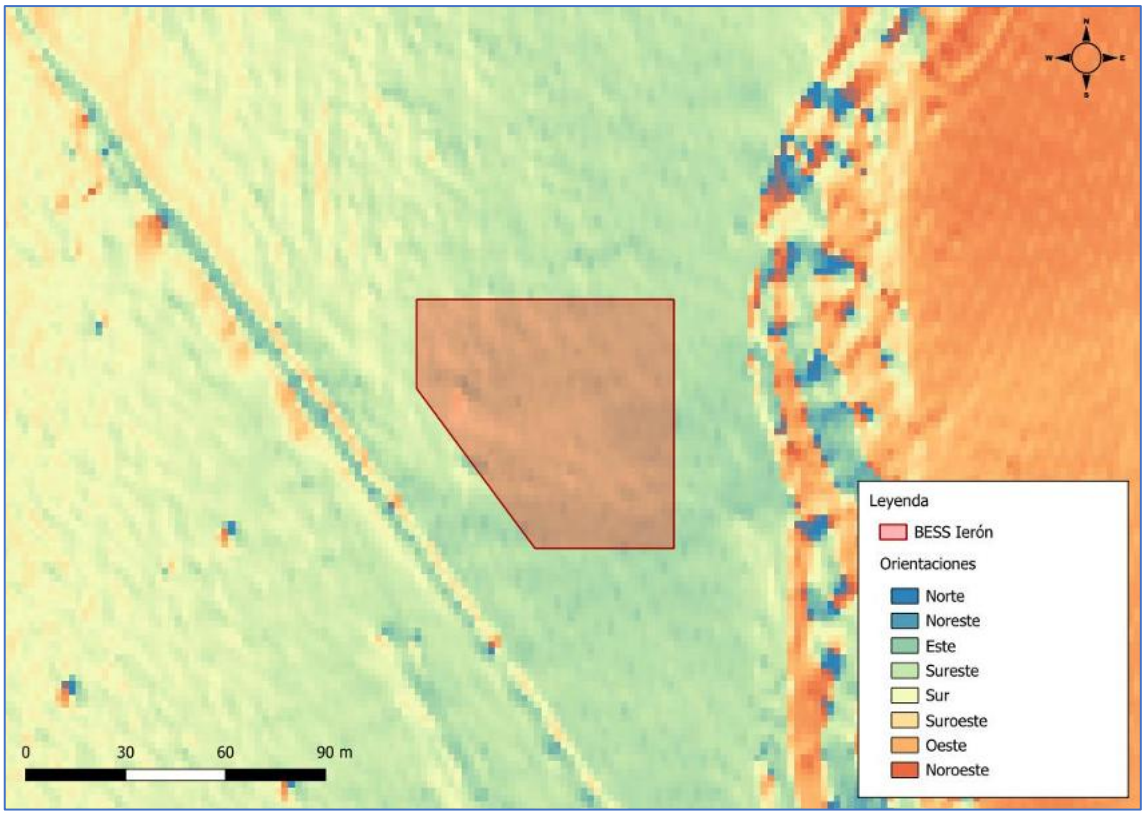


Figura 6. Orientaciones zona implantación

En cuanto al perímetro vallado de la BESS, las coordenadas poligonales (ETRS89 huso 29) son las siguientes:

COORDENADAS VALLADO PERIMETRAL "BESS IERÓN"			
PUNTO	**X**	**Y**	**Z (msnm)**
1	733.753	4.335.827	412
2	733.718	4.335.875	417
3	733.718	4.335.902	418
4	733.795	4.335.902	409
5	733.795	4.335.827	407

Tabla 1. Coordenadas perímetro vallado

Por otro lado, las coordenadas (ETRS89 huso 29) de la línea de evacuación y arquetas son las siguientes:

COORDENADAS LINEA DE EVACUACIÓN "BESS IERÓN"			
PUNTO	**X**	**Y**	**Z (msnm)**
1	733.779	4.335.902	412
2	733.779	4.335.903	412
3	733.767	4.335.908	414
4	733.767	4.335.914	414
5	733.765	4.335.916	415
6	733.764	4.335.916	415
7	733.769	4.335.916	414
8	733.769	4.335.916	414

Tabla 2. Coordenadas línea de evacuación "BESS IERÓN"

COORDENADAS CÁMARAS DE EMPALME "BESS IERÓN" (EXTERIOR PLANTA)			
PUNTO	**Arqueta**	**X**	**Y**
1	1	733.760	4.335.915
2	1	733.760	4.335.918
3	1	733.764	4.335.918
4	1	733.764	4.335.915
5	2	733.769	4.335.915
6	2	733.769	4.335.918
7	2	733.773	4.335.918
8	2	733.773	4.335.915

Tabla 3. Coordenadas arquetas "BESS IERÓN"

COORDENADAS LINEA SUBTERRÁNEA DE COMUNICACIONES "BESS IERÓN"			
PUNTO	**X**	**Y**	**Z (msnm)**
1	733.779	4.335.902	412
2	733.779	4.335.903	412
3	733.767	4.335.908	414
4	733.685	4.335.908	419
5	733.684	4.335.908	419
6	733.684	4.335.909	419

Tabla 4. Coordenadas línea de comunicaciones "BESS IERÓN"

COORDENADAS ARQUETAS "BESS IERÓN" (EXTERIOR PLANTA)			
PUNTO	Arqueta	X	Y
1	1	733.726	4.335.907
2	1	733.726	4.335.909
3	1	733.727	4.335.909
4	1	733.727	4.335.907
5	2	733.740	4.335.907
6	2	733.740	4.335.909
7	2	733.741	4.335.909
8	2	733.741	4.335.907

Tabla 5. Coordenadas arquetas "BESS IERÓN"

El terreno afectado es un suelo no urbanizable de titularidad privada. Las parcelas afectadas tienen como uso labor secano y encinar. Las referencias catastrales y afecciones sobre las mismas son las siguientes:

PLANTA "BESS IERÓN"							
POL	PARC	T.M.	REF. CATASTRAL	ÁREA	SUP. TOTAL PARCELA (Ha)	SUP. OCUPADA (Ha)	% OCUPACION S/PARC CAT
30	11	Montánchez	10129A030000110000LL	Vallado	29,75	0,49	1,657%
30	11	Montánchez	10129A030000110000LL	Taludes		0,09	0,308
SUBTOTAL					**29,75**	**0,58%**	**1,965%**

Tabla 6. Datos catastrales de las parcelas afectadas

Dentro de la planta, se distinguen las siguientes instalaciones y edificios con sus respectivas ocupaciones:

EDIFICACIONES PROYECTADAS			
ESTANCIA	CANTIDAD	SUPERF. OCUPADA (m^2)	SUPERF. OCUPADA TOTAL (m^2)
Edificio Centro de Seccionamiento / Centro de Control / Almacén	1	105,00	420,00
Contenedores de baterías	5	214,42	
Estaciones de potencia	2	100,58	

Tabla 7. Ocupaciones edificaciones construidas

LÍNEA SUBTERRANEA 30 kV DE EVACUACIÓN "BESS IERÓN" (EXTERIOR PLANTA)						
POL	PARC	T.M.	REF. CATASTRAL	SUP. TOTAL PARCELA (Ha)	SUP. OCUPADA (m^2)	% OCUPACION S/PARC CAT
30	11	Montánchez	10129A030000110000LL	29,75	14,85	0,005 %
SUBTOTAL				**29,75**	**14,85**	**0,005%**

Tabla 8. Superficie de ocupación de la línea de evacuación

ACCESO PLANTA "BESS IERÓN"						
POL	PARC	T.M.	REF. CATASTRAL	SUP. TOTAL PARCELA (Ha)	SUP. OCUPADA (m^2)	% OCUPACION S/PARC CAT
30	11	Montánchez	10129A030000110000LL	29,75	445,83	0,150%
SUBTOTAL				**29,75**	**445,83**	**0,150%**

Tabla 9. Superficie de ocupación de los caminos de acceso

CÁMARAS DE EMPALME "BESS IERÓN"						
POL	PARC	T.M.	REF. CATASTRAL	SUP. TOTAL PARCELA (Ha)	SUP. OCUPADA (m²)	% OCUPACION S/PARC CAT
30	11	Montánchez	10129A030000110000LL	29,75	26,65	0,009%
SUBTOTAL				**29,75**	**26,65**	**0,009%**

Tabla 10. Superficie de ocupación de las cámaras de empalme

LÍNEA SUBTERRÁNEA DE COMUNICACIONES "BESS IERÓN" (EXTERIOR PLANTA)						
POL	PARC	T.M.	REF. CATASTRAL	SUP. TOTAL PARCELA (Ha)	SUP. OCUPADA (m²)	% OCUPACION S/PARC CAT
30	11	Montánchez	10129A030000110000LL	29,75	32,17	0,011%
SUBTOTAL				**29,75**	**32,17**	**0,011%**

Tabla 11. Superficie de ocupación de la línea de comunicaciones

Notas:

- *La ocupación de línea subterránea equivale a ancho de zanja sin contar servidumbre de la misma.*
- *La ocupación de acceso equivale a aquellos viales que se encuentra exterior al vallado de la instalación BESS.*

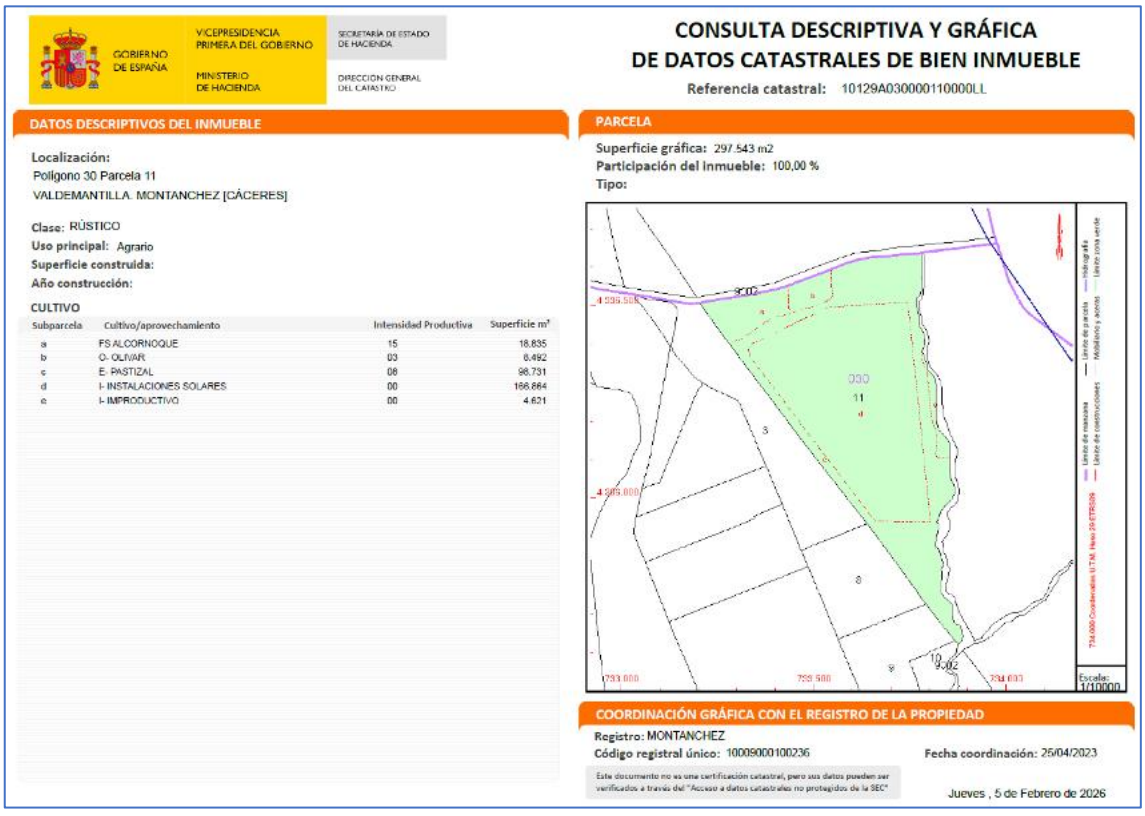


Figura 7. Ficha catastral de la parcela de ubicación de "BESS IERÓN". Fuente: Oficina Virtual. Dirección General del Catastro

En lo que se refiere a la Planta BESS, sin considerar su línea de evacuación, la altura media sobre el nivel del mar de la superficie afectada es de 413 m. La superficie de ocupación total de la planta, incluyendo el perímetro de la BESS, accesos y línea de evacuación, es de 0.64 Has., constituyendo el 2.14 % del total de la parcela afectada.

Se distinguen los siguientes tipos de afecciones para el proyecto, tanto en bienes de titularidad pública como bienes de titularidad privada:

- **Servidumbre permanente de paso subterráneo:** comprende la ocupación del subsuelo por los cables conductores, a la profundidad y con las demás características que señale la legislación urbanística aplicable, todo ello incrementado en las distancias de seguridad que reglamentariamente se establezcan. Esta servidumbre debe permitir su mantenimiento futuro y garantizar la no ejecución de obras o construcciones en esa zona que puedan afectar a las instalaciones de la línea objeto del proyecto.
- **Ocupación permanente:** estas instalaciones (planta BESS) necesitará la ocupación de bienes de carácter privativo para su instalación, montaje, funcionamiento y mantenimiento durante toda su vida útil. En el caso que nos ocupa, esta ocupación vendrá determinada por toda la superficie de implantación de la BESS y el nuevo acceso definido.
- **Ocupaciones temporales** por obras y elementos auxiliares, conformada por la superficie de terreno cuya ocupación es necesaria para las instalaciones de obra, áreas de trabajo, áreas de acopios, logísticas, accesos, etc. durante la ejecución de los trabajos. Afectan a la parcela ocupada, pero únicamente por un período de tiempo, y nunca representan una transmisión de dominio.

7. CARACTERIZACIÓN FÍSICA Y JURÍDICA DEL EMPLAZAMIENTO

7.1. CARACTERIZACION FÍSICA

Como ya se ha indicado anteriormente, la parcela tiene una topografía regular, cuyo uso podría estar condicionado por diversos espacios y figuras de protección establecidos por la distinta normativa sectorial.

7.1.1. CAUCES

Es necesario tener presentes las prescripciones legales de rango superior que tienen especial relevancia respecto a la implantación de cualquier instalación en la zona de influencia del Dominio Público Hidráulico, para cada una de las partes del espacio fluvial: cauces, su zona de servidumbre, su zona de policía, la zona de flujo preferente y las zonas inundables.

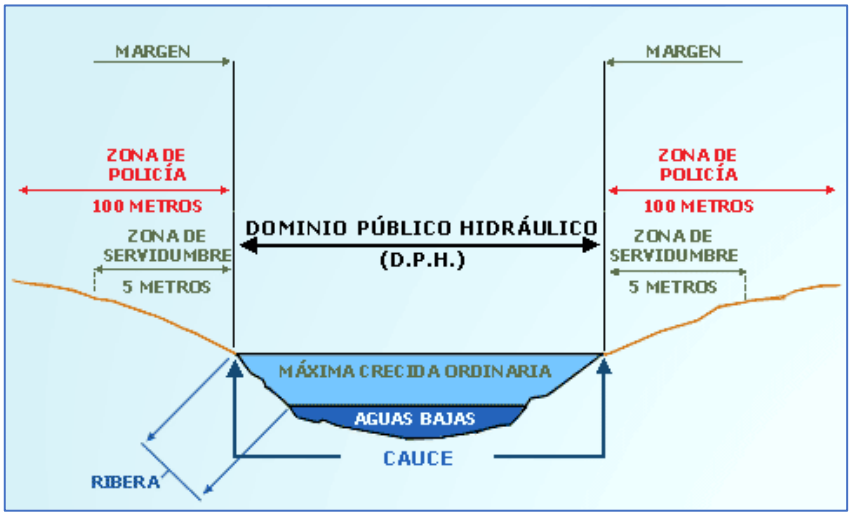


Figura 8. Dominio Público Hidráulico (Fuente: MAGRAMA)

La BESS se ha diseñado teniendo en cuenta la Red Hidrográfica de la Demarcación Hidrográfica del Guadiana, así como la delimitación del Dominio Público Hidráulico derivada del estudio hidrológico efectuado. Según esta información, se puede ver que existen cauces en los alrededores del perímetro del vallado proyectado para la instalación BESS, encontrándose la mayor parte de esta en la zona de policía del Arroyo del Alcornocal, catalogado en la Confederación Hidrográfica del Guadiana.

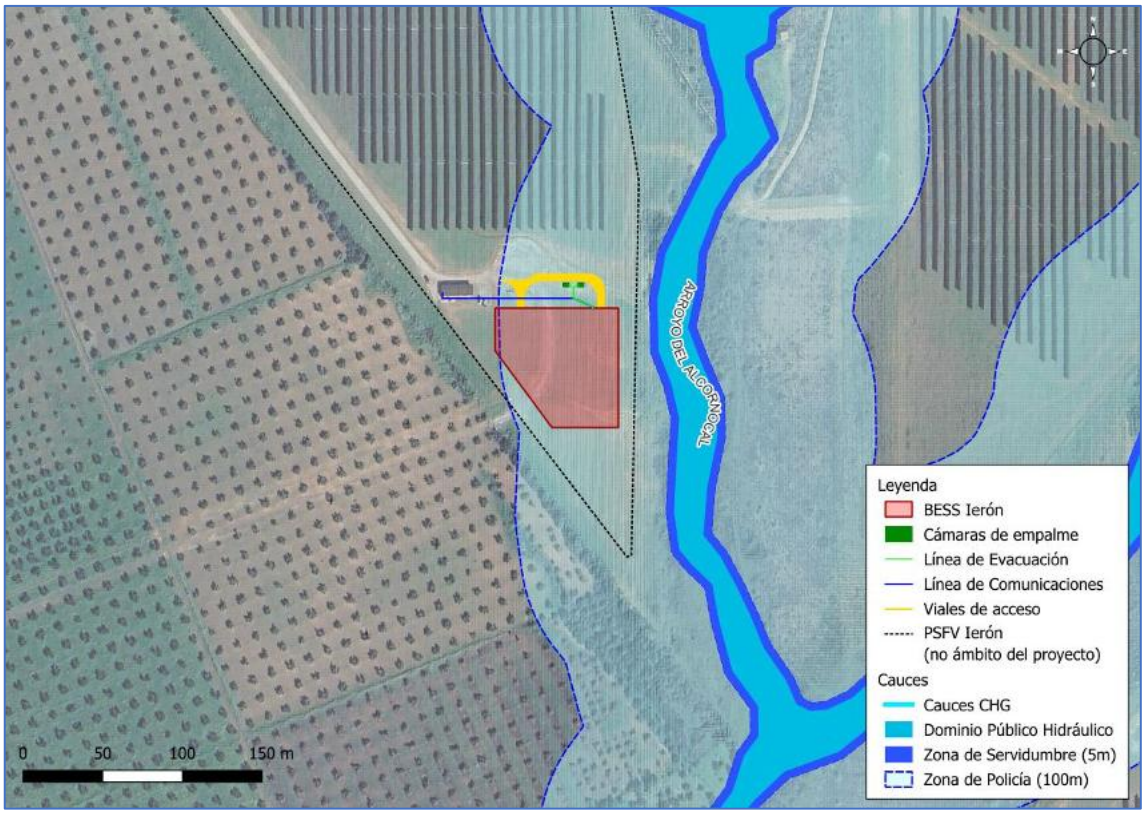


Figura 9. Situación respecto a Cauces Naturales

7.1.2. ESPACIOS NATURALES PROTEGIDOS

A priori, no se consideran afecciones directas o indirectas sobre los espacios naturales protegidos, encontrándose los más cercanos al sur del emplazamiento a 4,8 km. aproximadamente de distancia: Corredor del Lácara (ZEC) y Embalse de Cornalvo y Sierra Bermeja (ZEPA), ambos pertenecientes a la Red de Espacios Naturales Protegidos de Extremadura (RENPEX).



Figura 10. Situación Planta a Espacios Naturales Protegidos

7.1.3. INSTALACIONES ELÉCTRICAS EXISTENTES

La instalación “BESS IERÓN” se encuentra alejada de líneas eléctricas existentes y otras instalaciones eléctricas, siendo la más cercana una línea aérea de alta tensión situada a aproximadamente 1,6 km en línea recta, por lo que no se prevén afecciones sobre la misma.

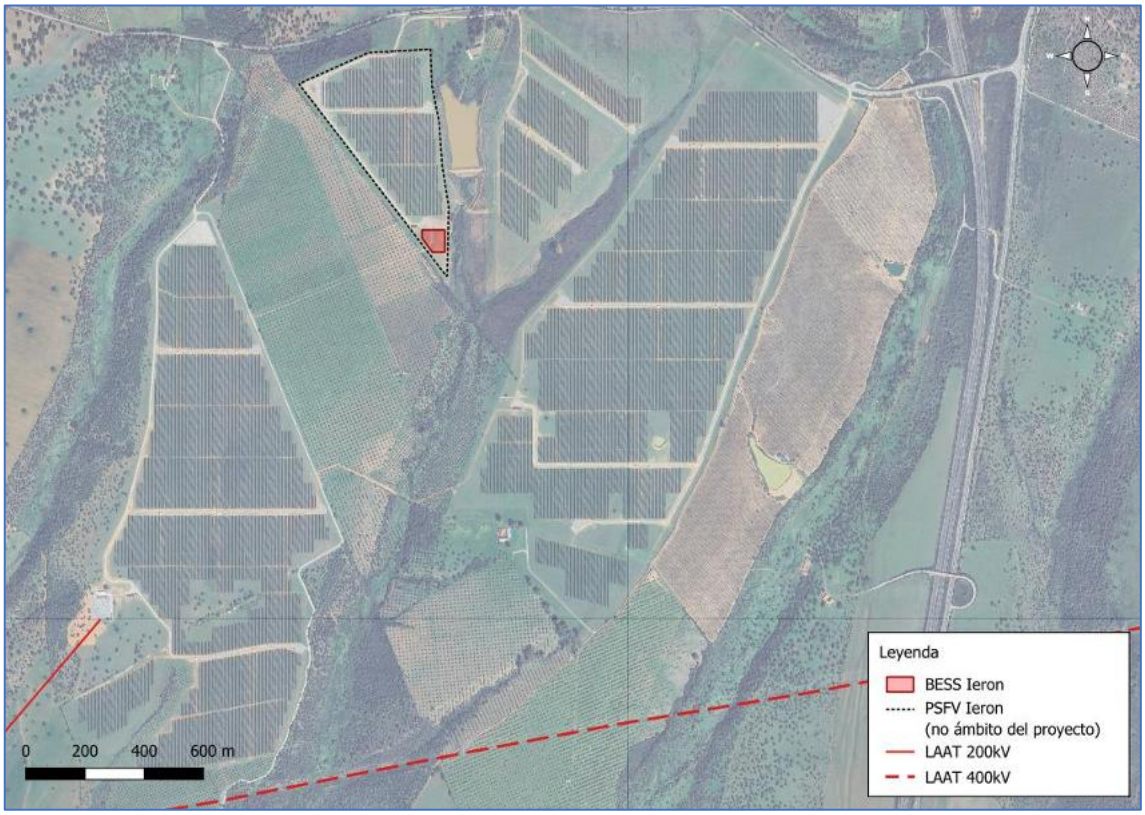


Figura 11. Situación respecto a instalaciones eléctricas

7.1.4. CARRETERAS

Al norte de la instalación BESS se sitúa la carretera CC-339, a 720 m en línea recta de la planta, por lo que no se prevén afecciones a la misma derivada de la implantación de la BESS.

El acceso a la instalación se establece por la zona Norte de esta a través de la carretera CC-339 (antigua CC-78). Cuenta con dos puntos de acceso, el primero entre los puntos kilométricos 1-2 (1,8 aproximadamente) y el segundo entre 2-3 (2,1 aproximadamente), la cual enlaza con la carretera A-66 (Autovía Ruta de la Plata). Desde esta carretera se podrán tomar dos caminos de acceso existentes hasta llegar a la puerta de acceso de la PSFV “IERÓN” (no ámbito del presente proyecto) donde, una vez en el interior de esta y empleando los viales existentes de la misma, se llegará a la nueva instalación BESS.

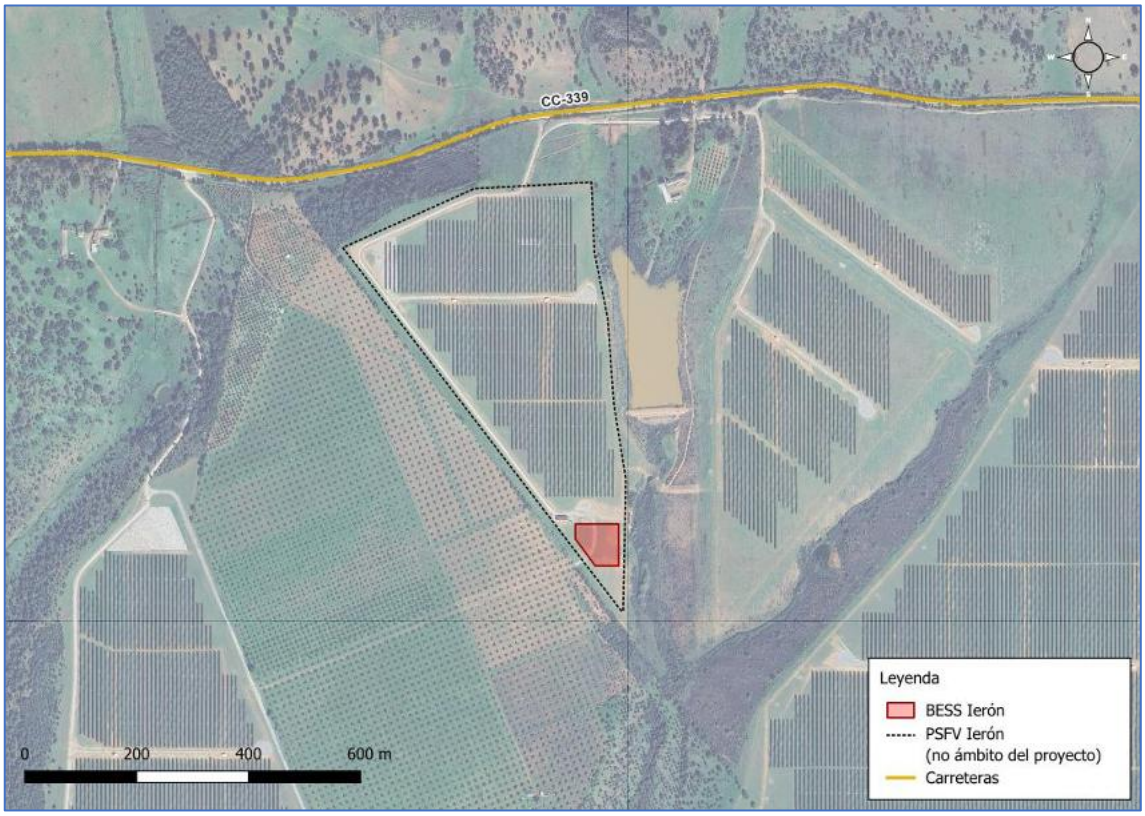


Figura 12. Situación respecto a carreteras

7.1.5. CAMINOS

En Extremadura, los caminos públicos están actualmente regulados por la Ley 6/2015 de 24 de marzo Agraria de Extremadura, donde se definen los caminos públicos municipales de la siguiente forma:

"*La red secundaria de caminos rurales será titularidad de los Ayuntamientos por cuyo término municipal discurran y estará formada por los caminos rurales aptos para tránsito rodado que den acceso y servicio a fincas agrícolas, ganaderas, forestales o de otra naturaleza situadas en el suelo no urbanizable. Forman parte también de la red secundaria los caminos de herradura, veredas y sendas, definidos como caminos públicos no aptos para el tránsito rodado" (Artº 172 y 173)*."

En el emplazamiento de la planta no existe ningún camino público que condicione o se vea afectado por la implantación de la instalación.

Por ello, se entiende que la instalación no tiene afección directa sobre la red de caminos públicos de Extremadura.

A continuación, se muestra un mapa de situación respecto a caminos:



Figura 13. Situación respecto a caminos

7.1.6. VÍAS PECUARIAS

Las Vías Pecuarias son rutas o itinerarios por los que hace siglo transitaba el ganado entre los pastos de verano en las montañas del norte y los pastos de invierno en las llanuras del sur. Estas vías se pueden clasificar por su anchura: Cañada (75 metros); Cordel (37,5 metros), Vereda (20 metros) y Coladas-Descansaderos (según determine la clasificación).

Las Vías Pecuarias se encuentran reguladas por la Ley 3/1995 de 23 de marzo de Vías Pecuarias y por la Ley 6/2015, de 24 de marzo, Agraria de Extremadura.

A 700 m de la planta se sitúa la Colada del Camino de Carmonita.

Como se puede apreciar en la imagen posterior, no se prevén afecciones a vías pecuarias en la ubicación de la planta BESS, debido a su situación dentro del vallado de la PSFV existente y a la distancia a las mismas, ni por parte de la línea de evacuación.



Figura 14. Situación respecto a Vías Pecuarias

7.1.7. PREVENCIÓN DE INCENDIOS FORESTALES

Ante el grave problema que suponen los incendios forestales, la prevención se convierte en una de las herramientas más eficaces en la lucha contra el fuego.

En Extremadura, la protección de instalaciones en terrenos forestales o su zona de influencia, está regulada mediante la Ley 5/2004, de 24 de junio, de prevención y lucha contra los incendios forestales, así como el Decreto 260/2014, de 2 de diciembre, por el que se regula la Prevención.

La prevención se llevará a cabo mediante un conjunto de medidas que basadas en la planificación, gestión y participación ciudadana pretenden: elevar la protección de personas, del medio ambiente, de los bienes y servicios; suprimir o reducir ostensiblemente la propagación de los incendios y sus efectos, tales como la continuidad, velocidad, intensidad, alcance y escape; mejorar la operatividad en la detección y extinción; regular el uso del fuego y de las actividades que pueden causarlo o afectar al riesgo de incendio forestal; y responder a la investigación de su origen o causa.

Como instalación de generación energética en ámbito forestal, según se establece en la sección 6ª del Decreto 260/2014, corresponde la realización y tramitación de una Memoria Técnica de Prevención como documento técnico de definición y diseño de las medidas específicas para la prevención de la propagación del fuego. En el citado documento se especificará toda la planificación y ejecución de las medidas de prevención de incendios forestales que contendrá la actuación, entre las que se encontrarán:

- Sistema Lineal Preventivo de Defensa (SLPD) como el conjunto de infraestructuras lineales básicamente interconectadas, en las que se aplica selvicultura preventiva en anchuras que variarán

básicamente en función de la pendiente y los combustibles presentes, al objeto de dificultar la propagación del incendio y facilitar la operatividad en su extinción.

- Fajas cortafuegos. Son líneas preventivas de defensa, en adelante LPD: bandas marcadamente despejadas de vegetación y desprovistas de la misma hasta el suelo.
- Fajas auxiliares. Fajas preventivas de defensa, en adelante FPD: bandas con desbroce y poda o laboreo, junto a líneas o vías de tránsito rodado.
- Áreas cortafuegos. Áreas preventivas de defensa, en adelante APD: franjas amplias en las que se reduce la espesura arbórea o arbustiva, se desbroza y poda, y opcionalmente se dejan golpes o rodales dispersos con menor radio que separación al borde de la vegetación sin tratar.
- Perimetrales. Cuando estas infraestructuras se dispongan rodeando en lo posible el monte o terrenos objeto de la prevención.
- Interiores. Cuando las infraestructuras se dispongan contribuyendo a sectorizar o fragmentar el monte o terrenos objeto de la prevención.
- Plan de Autoprotección. Instrumento para la prevención de incendios forestales que contiene las actuaciones a realizar en edificaciones aisladas, infraestructuras, equipamientos, construcciones, instalaciones o explotaciones.

Las instalaciones se encuentran dentro del perímetro contra incendios de la PSFV “IERÓN”. Por su propia configuración, la planta solar puede considerarse como un área cortafuegos al integrar en su diseño y explotación elementos y medidas de mantenimiento de la vegetación que supondrán extensas zonas de discontinuidad del combustible, como son los caminos, viales, calles, losas de cimentación, etc.

Adicionalmente a la zona libre de vegetación interior al vallado perimetral, se considerará una franja perimetral exterior de 10 m. de anchura donde se actuará anualmente sobre la vegetación herbácea, arbustiva y arbórea según normativa y de acuerdo a lo definido en la preceptiva Memoria Técnica de Prevención.

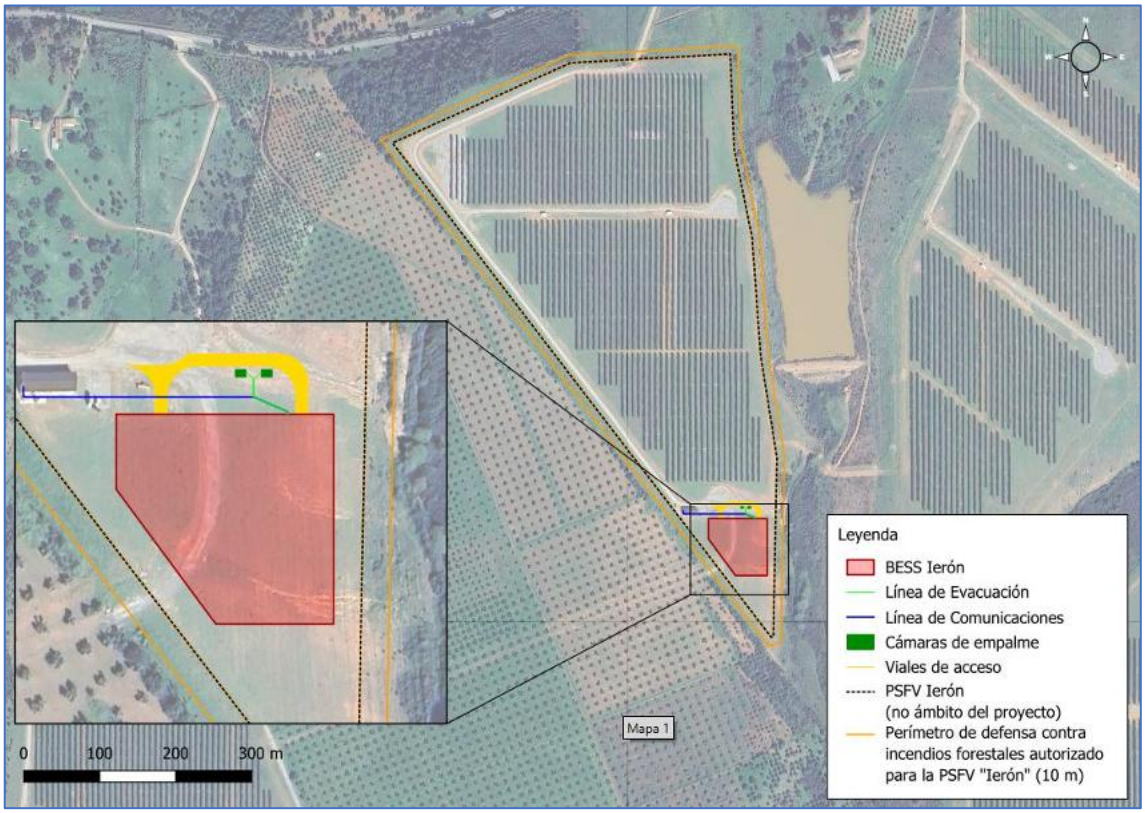


Figura 15. Perímetro de defensa contra incendios forestales

8. COMPATIBILIDAD DE LA ACTUACIÓN CON EL PLANEAMIENTO VIGENTE

El Plan General de Ordenación Urbana (PGOU) de **Montánchez** fue aprobado definitivamente el 29 de octubre de 2009 y publicado en el Diario Oficial de Extremadura nº89 de fecha 12 de mayo de 2005.

La instalación que se pretende implantar se ha diseñado conforme a dicho plan y a la propuesta de modificación puntual del Plan general Municipal de Montánchez consistente en añadir como uso compatible en Suelo No Urbanizable de Protección del Espacio Agrícola y Suelo No Urbanizable Común las instalaciones de Energía Solar Fotovoltaicas. Se propone establecer condiciones de edificación concretas para las instalaciones destinadas a la obtención de energía solar fotovoltaica para el SNU-PA y SNU-C mediante los parámetros establecidos en el artículo 153.1 y 193.3 del Plan General de Montánchez, siendo:

- Parcela mínima de 1,5 hectáreas.
- Ocupación máxima de edificaciones auxiliares: 0,25%
- Edificabilidad máxima de edificaciones auxiliares: 0,0025 m2/m2
- Altura máxima de edificaciones auxiliares: 4 m a alero y 6 a cumbrera para SNU-PA y 6 m al alero y 8 a cumbrera en SNU-C desde todo punto del terreno.
- Separación a linderos y caminos: 15 metros.
- Separación a autopistas y autovías: 50 metros.
- Separación a carreteras nacionales y provinciales: 25 metros.
- Separación a cauces: el que la legislación sectorial determine.

- Hábitats potencialmente excluyentes (Directiva 92/43/CEE): Se establecen como zonas de exclusión los hábitats establecidos por la directiva de Hábitats de Interés Comunitario.

En concreto, la instalación "BESS IERÓN" se sitúa en Suelo No Urbanizable de Protección del Espacio Agrícola, por lo que la actuación planteada será una actividad compatible con el planeamiento.

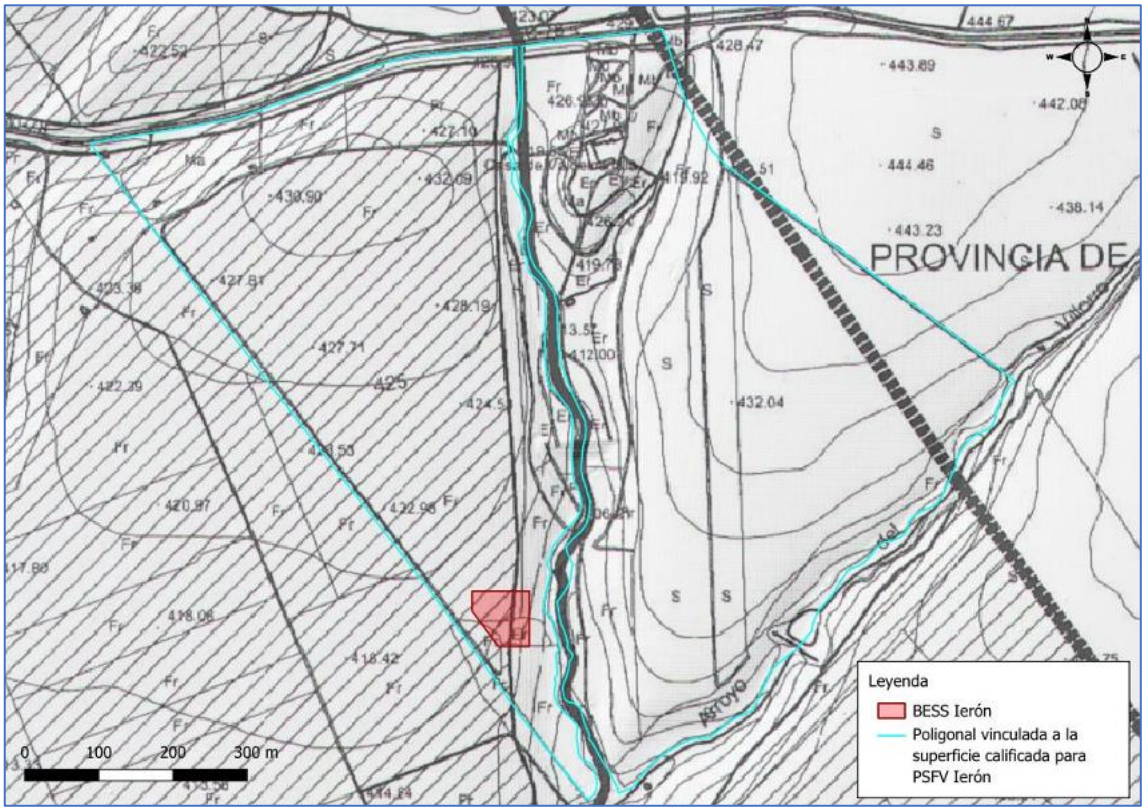




Figura 16. Situación con respecto a la calificación urbanística

Por otro lado, la Ley 11/2018, de 21 de diciembre, de ordenación territorial y urbanística sostenible de Extremadura indica que:

> *"3. La superficie mínima de suelo que sirva de soporte físico a las edificaciones, construcciones e instalaciones de nueva planta será de 1,5 hectáreas, salvo que el planeamiento territorial establezca otra distinta."*

En la imagen posterior se muestra la parcela de 1,5 Ha a ocupar, en cumplimiento con la normativa mencionada.

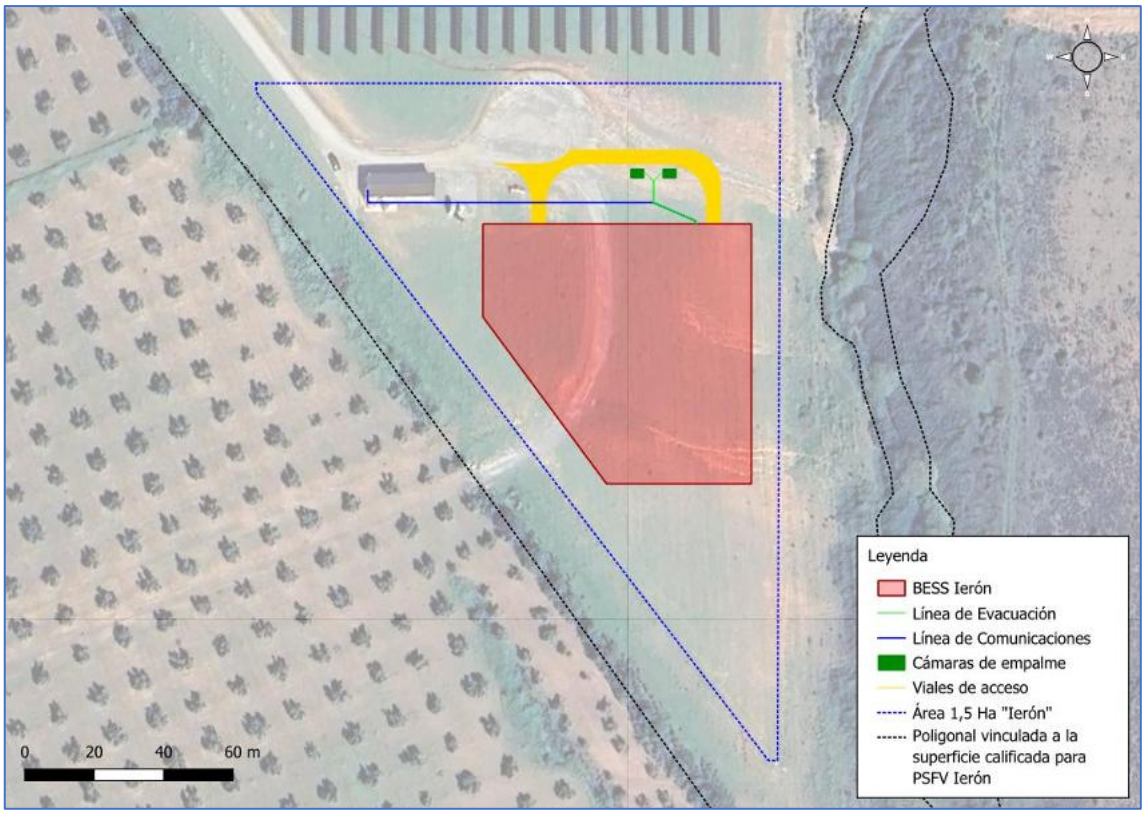


Figura 17. Parcela de 1,5 Has para "BESS IERÓN"

Las coordenadas poligonales (ETRS89 huso 29) son las siguientes:

COORDENADAS PARCELA DE 1,5 Has “BESS IERÓN”			
PUNTO	X	Y	Z (msnm)
1	733.800	4.335.747	404
2	733.652	4.335.940	420
3	733.652	4.335.942	420
4	733.803	4.335.942	409
5	733.802	4.335.747	403

Tabla 12. Coordenadas parcela 1,5 Has

9. COMPATIBILIDAD DE LA ACTUACIÓN CON EL PATRIMONIO CULTURAL Y MEDIOAMBIENTAL

Tal y como se ha venido detallando, en el diseño de la planta se ha evitado que cualquier elemento de la propia instalación de generación, así como cualquiera de las infraestructuras asociadas, afecten zonas con algún tipo de protección patrimonial o de interés arqueológico conocido y/o identificado.

Ambientalmente, se estima que la actuación presenta una afección reducida al medio ambiente. De esta forma se elaborará un Documento Ambiental donde se desarrollan los correspondientes estudios previos específicos y estudio de impacto ambiental correspondiente, que se someterá a la preceptiva tramitación de acuerdo a la Ley 16/2015, de 23 de abril de protección ambiental de la Comunidad Autónoma de Extremadura.

10. CARACTERIZACIÓN DEL ENTORNO

10.1. SISTEMA DE POBLAMIENTO

La situación de la Instalación de Baterías “BESS IERÓN” en pleno entorno rural en las estribaciones sur de las Sierras de la Lombriz y del Centinela hace que en su entorno más cercano no exista ningún núcleo de población, existiendo cortijos y casas rurales dispersas, propios del entorno rural en el que se inscribe el emplazamiento. Las edificaciones más cercanas son dos cortijos situados al norte y al este de la planta, a más de 1 km de distancia.

El núcleo de población más cercano es el de Carmonita a unos 3,5 km. en línea recta.

10.2. AFECCIÓN SOBRE DOMINIOS PÚBLICOS

Como se ha indicado y se refleja en la cartografía, el diseño de la instalación ha tenido en cuenta la existencia de todos los dominios públicos circundantes, así como sus zonas de protección, limitando la implantación de todos sus elementos e infraestructura necesaria en las zonas compatibles y autorizables.

La ejecución de las instalaciones estará sometida a la obtención de todos los permisos sectoriales correspondientes.

10.3. ANÁLISIS Y VALORACIÓN DE LAS INCIDENCIAS PAISAJÍSTICAS

Según la tipología paisajística de la Junta de Extremadura, las instalaciones se sitúan en el Dominio Cuencas Sedimentarias y Vegas, siendo su clasificación de Paisaje Rañas y Bordes Detríticos.

La valoración de las incidencias paisajísticas por parte del proyecto se realizado en base a los términos recogidos en el Convenio Europeo del Paisaje en los términos de definición de paisaje.

El Estudio de Impacto Ambiental del proyecto, mediante un estudio específico y más pormenorizado, determina la evaluación de la capacidad de acogida o capacidad de absorción visual, que es la aptitud que tiene el paisaje de absorber visualmente modificaciones o alteraciones sin detrimento de su calidad visual.

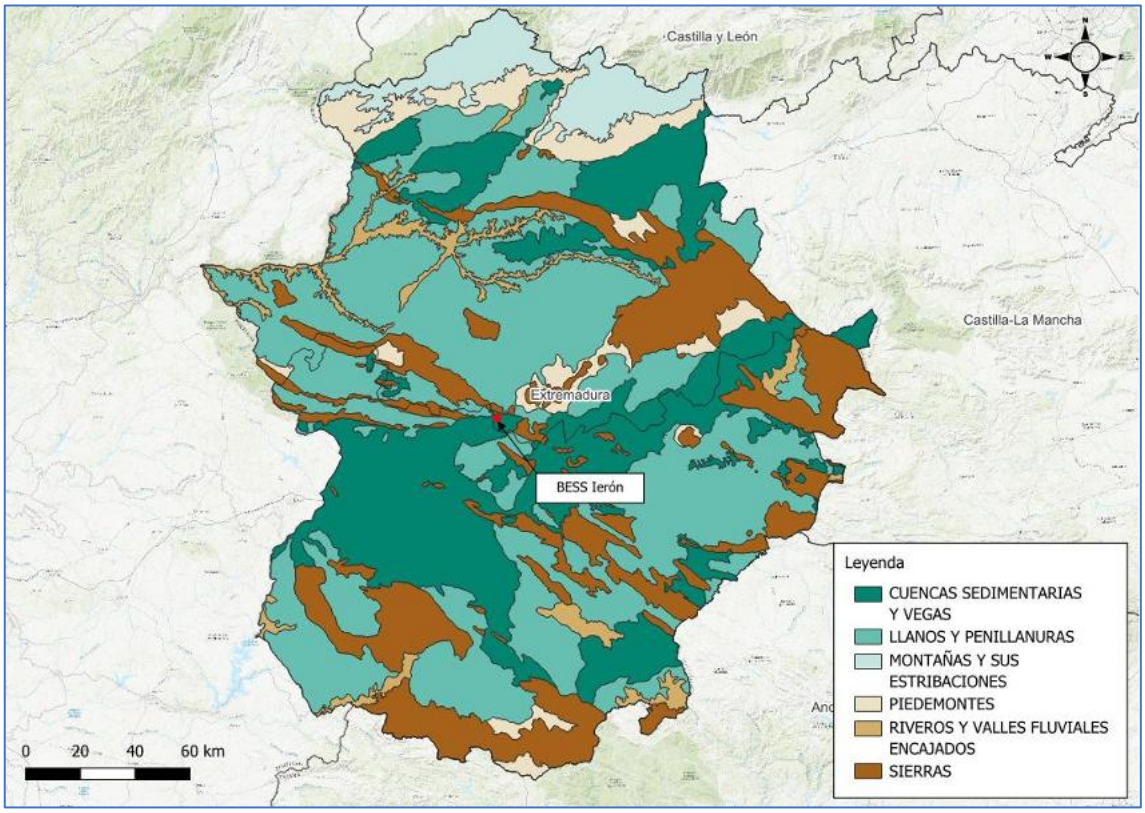


Figura 18. Localización Planta respecto Dominios Paisajes

La Instalación de Baterías “BESS IERÓN”, al igual que la PSFV “IERÓN”, se ubicará en terrenos cuya calidad total puede valorarse como baja, donde el factor condicionante está directamente relacionado con la cobertura vegetal existente. El terreno a ocupar corresponde en gran parte a plantaciones herbáceas, con árboles y matorrales típicos de dehesa aislados, considerándose paisajísticamente como un entorno de gran homogeneidad.

De esta forma se puede considerar una afección paisajística con valor poco relevante y que la propia naturaleza de la instalación hace que su impacto sea limitado, con una muy buena capacidad de acogida en el territorio.

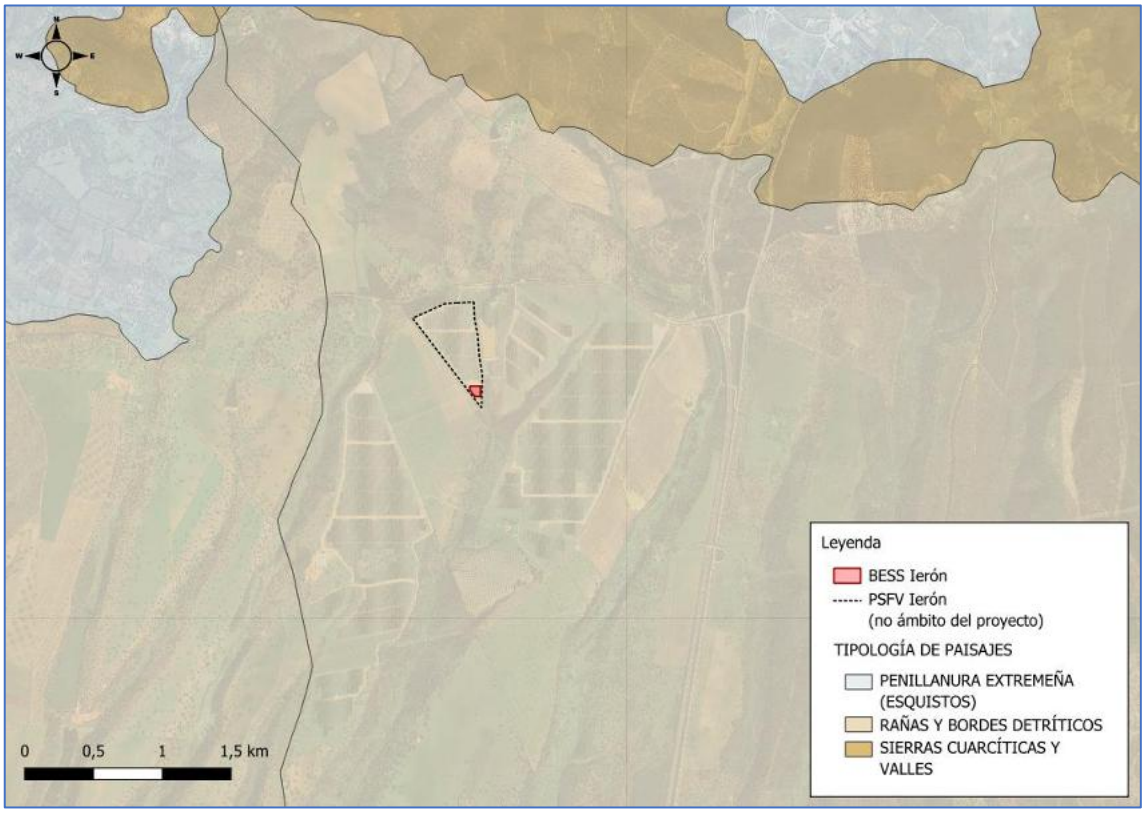


Figura 19. Situación planta según tipología de paisajes

11. INSTALACIONES EXISTENTES

En este punto se citan aquellas instalaciones existentes correspondientes a la PSFV "IERÓN" y la SE "Valdemantilla 30/220 kV" las cuales no serían ámbito del presente proyecto, solo se citan como información adicional ya que el presente proyecto se basa en una instalación de hibridación de sistema BESS con una PSFV existente con conexión común en el juego de barras de 30 kV en subestación existente.

11.1. PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA

La infraestructura de generación fotovoltaica con la que se realizará la hibridación de la nueva instalación "BESS IERÓN" proyectada, arroja las siguientes características:

- Nombre de la PSFV: Ierón.
- Punto de Conexión: SE Valdemantilla 30/220 kV.
- Potencia concedida en Punto de Conexión: 13 MW.
- Potencia instalada: 13,65 MWn.
- Tipo Estructura: Seguimiento a 1 eje, configuración 1V.
- Inversor: Tipo string.

11.2. CENTRO DE SECCIONAMIENTO

La PSFV cuenta con un edificio de O&M dentro del vallado perimetral de la propia planta. En dicho edificio, se ubica el Centro de Seccionamiento (CS) asociado a esta. En dicho CS se encuentran:

- Celdas de media tensión para una tensión nominal de 30kV asociadas a la PSFV.
- Transformador de tipo seco para servicios auxiliares.
- Instalaciones auxiliares del propio edificio.
- Sistema de comunicaciones para conexión con SCADA de planta.

11.3. SUBESTACIÓN

La SE “Valdemantilla 30/220 kV” se trata de una subestación con parque intemperie de tipo convencional con 3 posiciones de transformación, una posición de barra simple y una posición de línea. Dentro del recinto de la misma se encuentra el edificio que alberga las celdas de MT de llegada de las líneas soterradas de evacuación en 30 kV de las PSFV Carmonita I, Carmonita V e Ierón.

Actualmente la sala de celdas arroja la siguiente configuración:

Juego de Barras 1: Compuesto por 1 cabina de llegada de línea de PSFV Carmonita I, 1 cabina de salida de protección de transformador de potencia de la subestación y 1 cabina para transformador de SS.AA.

Juego de Barras 2: Compuesto por 1 cabina de llegada de línea de PSFV Carmonita V y 1 cabina de salida de protección de transformador de potencia de la subestación.

Juego de Barras 3: Compuesto por 1 cabina de llegada de línea de PSFV Ierón y 1 cabina de salida de protección de transformador de potencia de la subestación.

12. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA INSTALACION DE ALMACENAMIENTO DE BATERIAS Y JUSTIFICACION DE SU INSTALACION

La evolución del sistema eléctrico nacional, impulsada por los objetivos estratégicos del Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (PNIEC) 2021–2030, la Ley 7/2021 de Cambio Climático y Transición Energética y el Reglamento (UE) 2018/1999, exige la incorporación de tecnologías que garanticen la gestionabilidad de la generación renovable y la seguridad de suministro.

Las instalaciones de generación renovable, como la solar fotovoltaica, presentan una producción dependiente del recurso primario y, por tanto, sujeta a intermitencia y variabilidad. Esto limita su firmeza y capacidad de respuesta ante fluctuaciones de la demanda o incidencias en la red, afectando a parámetros críticos como la frecuencia, tensión y reserva operativa.

En este contexto, los Sistemas de Almacenamiento de Energía en Baterías (Battery Energy Storage Systems – BESS) constituyen una solución tecnológica avanzada que permite:

- Almacenar excedentes de generación renovable en periodos de baja demanda o elevada disponibilidad del recurso solar.
- Despachar energía almacenada en horas de alta demanda o baja generación renovable.
- Prestar servicios de ajuste y soporte a red, como control de rampa, regulación primaria y secundaria de frecuencia, control de tensión y compensación de potencia reactiva, de acuerdo con las Procedimientos de Operación PO 7.4, PO 9 y PO 12.3 de Red Eléctrica de España (REE).
- Aumentar la capacidad de integración renovable en la red de transporte y distribución sin comprometer la estabilidad del sistema eléctrico.

La instalación proyectada se alinea plenamente con los marcos normativos aplicables, incluyendo:

- Ley 24/2013, del Sector Eléctrico.
- Real Decreto 1183/2020, sobre acceso y conexión a redes eléctricas.
- UNE-EN IEC 62933, relativa a sistemas de almacenamiento de energía eléctrica.
- UNE-EN 50549, sobre conexión de generadores y sistemas de almacenamiento a redes de distribución.

Con una potencia instalada de 11 MW y una capacidad de almacenamiento de 62,5 MWh, la “BESS IERÓN” permitirá maximizar el aprovechamiento de la capacidad de evacuación disponible, reducir vertidos por restricciones de red, y desplazar energía renovable a franjas horarias de mayor valor económico y demanda, contribuyendo así al cumplimiento de los objetivos nacionales de descarbonización y seguridad energética.

12.1. PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO DE LA HIBRIDACIÓN PSFV–BESS

La hibridación de la PSFV “IERÓN” con el Sistema de Almacenamiento en Baterías (“BESS IERÓN”) se basa en la conexión común de ambos sistemas al mismo juego de barras de 30 kV de la SE “Valdemantilla 30/220 kV”, lo que permite una operación coordinada y optimizada en tiempo real.

El esquema funcional es el siguiente:

1. Generación fotovoltaica: la PSFV inyecta energía en el punto de conexión, priorizando el cumplimiento de los compromisos de entrega establecidos por el operador del sistema (REE).
2. Almacenamiento de excedentes: cuando la generación fotovoltaica supera la demanda asignada o las condiciones de red limitan la inyección, el excedente se desvía automáticamente hacia el BESS, que inicia el proceso de carga.
3. Descarga programada: en periodos de baja generación o alta demanda, el BESS inyecta energía almacenada en el mismo punto de conexión, contribuyendo a mantener el perfil de entrega y evitando desvíos en la programación.
4. Servicios de soporte a red: el BESS, gracias a su electrónica de potencia (PCS bidireccionales), es capaz de responder en milisegundos a requerimientos de regulación de frecuencia, control de tensión y compensación de potencia reactiva, mejorando la estabilidad de la red local y cumpliendo con las especificaciones de PO y PO de Red Eléctrica de España.
5. Control y supervisión centralizada: la gestión coordinada PSFV–BESS se realiza mediante un sistema SCADA único, que optimiza el despacho energético, garantiza la operación segura y permite la comunicación con el Centro de Control de Generación (CCG) para el envío de consignas y la recepción de alarmas.

Esta arquitectura híbrida permite:

- Maximizar el aprovechamiento de la capacidad de evacuación disponible.
- Reducir vertidos de energía no aprovechada por restricciones de red.
- Desplazar la generación renovable a franjas horarias de mayor valor económico y de mayor demanda.
- Contribuir a la integración segura y estable de renovables en la red.

El resultado es una instalación con mayor valor añadido para el sistema eléctrico, más flexible y con capacidad de prestar servicios auxiliares y de ajuste, cumpliendo así con las directrices establecidas en el PNIEC 2021-2030 y las recomendaciones del Plan de Desarrollo de la Red de Transporte de Energía Eléctrica.

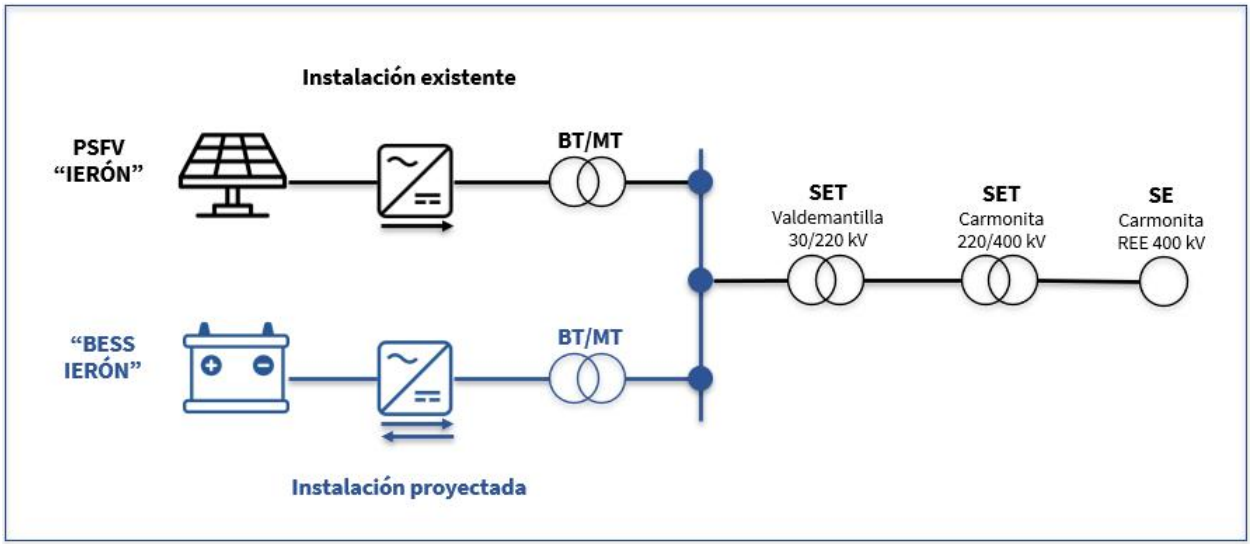


Figura 20. Esquema de configuración BESS

12.2. DESCRIPCIÓN GENERAL DE UN SISTEMA BESS

Un sistema BESS, independientemente de la tecnología de baterías utilizada, consta de los siguientes subsistemas:

1. **Sistema de baterías**: Es el componente central del BESS, encargado de almacenar la energía. Se compone de:
    a) **Bastidores de baterías**: Formados por módulos conectados en serie hasta alcanzar la tensión de bus en corriente continua. Cada módulo contiene celdas en configuración serie-paralelo, con control y protección integrados. Pueden instalarse tanto en interiores como exteriores, y tener refrigeración por aire o líquido (en este caso, se trata de refrigeración líquida para instalaciones exteriores).
    b) **Sistema de gestión de baterías (BMS)**: Este sistema monitoriza variables críticas como la temperatura, tensión de las celdas, corriente, estado de carga (SOC) y salud (SOH) de las baterías, además de proteger ante sobretensiones o sobrecargas durante la operación.
2. **Sistema de conversión de potencia (PCS):** Es responsable de la carga y descarga de las baterías y de ajustar la tensión continua a la salida del sistema. Sus dos componentes principales son:
    a) **Convertidor bidireccional AC/DC:** Estos inversores híbridos son capaces de gestionar el flujo de energía en ambas direcciones, siendo esenciales en sistemas de almacenamiento.
    b) **Convertidor DC/DC bidireccional**: Actúa como cargador, estabilizando la tensión durante las fases de carga y descarga, y elevando la salida de las baterías al nivel adecuado para el convertidor.

3. **Sistema de gestión de energía (EMS):** Controla el BESS completo, integrando requisitos del Código de Red, gestionando el PCS y el BMS, y monitorizando el sistema mediante SCADA. Además, gestiona el estado de carga (SOC) y supervisa la degradación del sistema (SOH). Suele incluir:

    a) Hardware y sof ware de control (PLC Y algoritmos).

    b) SCADA, para monitorización remota, normalmente ejecutado en un PC industrial

4. **Sistemas auxiliares:** Aseguran la seguridad y rendimiento del sistema, incluyendo refrigeración, detección y extinción de incendios, y sistemas de respaldo (SAIs)

5. **Infraestructuras de evacuación:** son el punto de enlace de las instalaciones y la red de conexión y tienen la función de adaptar la energía eléctrica a las necesidades requeridas, aparte de una función importante de protección y control. Suelen ser infraestructuras y circuitos de conexión de AT. El punto de medida de la energía generada y consumida suele estar instado en este punto

6. **Punto de conexión a la red de transporte o distribución.** Se trata del punto de interconexión donde se tiene concedido el POI

Dependiendo del diseño, los componentes de baterías, convertidores y estaciones de potencias pueden estar alojados en contenedores marítimos de 20 o 40 pies o en Skids exteriores (estructuras metálicas). También es común encontrar racks de baterías instalados en exteriores o contenedores pequeños.

A continuación, se muestra un esquema físico de la distribución y conexionado de un sistema de almacenamiento.

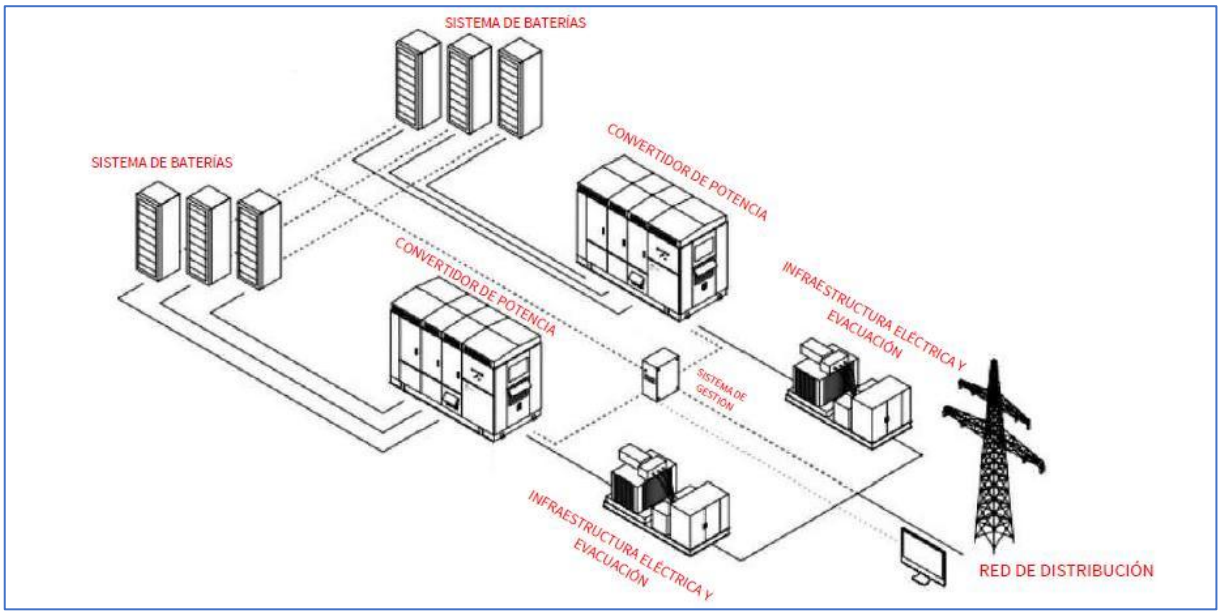


Figura 21. Diagrama de instalación de almacenamiento

Los principales parámetros que caracterizan a un sistema BESS:

- Potencia nominal.
- Energía nominal.
- Relación entre potencia y energía o potencia en función del tiempo de carga y descarga, Crate.

- Profundidad de descarga.
- Estado de carga.
- Estado de Salud.
- Eficiencia de carga y descarga.

13. CONFIGURACIÓN DE LA INSTALACIÓN DE ALMACENAMIENTO

El sistema de almacenamiento de energía con baterías (*Battery Energy Storage System*, BESS) proyectado se ha diseñado para una **potencia instalada** de **11.000 kW** y una capacidad de almacenamiento total a **62.500 kWh**.

La elección de la potencia instalada se basa según lo establecido en el RD 997/2025, de 5 de noviembre, concretamente en el Artículo 5 del Capítulo III.

La instalación BESS se compone de 10 **contenedores modulares de baterías de 1.564,16 kW** de potencia y 6,25 MWh de capacidad, dispuestos en dos (2) Estaciones de Potencia (EP). Una de las estaciones de potencia contará con dos (2) **convertidores bidireccionales (PCS) de 4.375 kW** de potencia y ocho (8) contenedores modulares de almacenamiento energético (4 contenedores por cada convertidor). La estación de potencia restante contará con un (1) **convertidor bidireccional (PCS) de 2.250 kW** de potencia y dos (2) contenedores modulares de almacenamiento energético. La primera estación también contará con un **transformador asociado de 8.780 kW** de potencia mientras que la segunda estación contará con un **transformador asociado de 3.290 kW** de potencia (2 transformadores en total).

A continuación, se presentan los principales parámetros que caracterizan la instalación objeto del proyecto.

CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LA INSTALACIÓN	
Potencia del POI (kW)	13.000
Potencia Total de baterías (KWcc)	15.642
Potencia Total de PCS (KW)	11.000
Potencia Total de Transformador (KW)	12.070
Nº Horas	5,68
Capacidad Total almacenamiento (kWh)	62.500
Nº de contenedores de baterías	10
Potencia total instalada (KWac)	**11.000**
Nº de Estaciones de Potencia (EP)	2
Nº de Convertidores de Potencia (PCS)	3
Nº Contenedores de Baterías / EP	8 y 2
CARACTERÍSTICAS DE LOS CONTENEDORES DE BATERÍAS	
Fabricante	HiTHIUM
Modelo	Power 6,25 MWh 4h
Tipo de célula	LFP
Capacidad por contenedor (kWh)	6.250
C-rate (Carga/Descarga)	C0,25
Nº Módulos de baterías por contenedor	32
Nº Celdas de bterías por módulo	52
Capacidad nominal celda de batería (Ah)	1.175
Voltaje nominal celda de batería (V)	3,2

Potencia contenedor batería (kW) (capacidad x voltaje x ratio descarga)	1.564,16
Rango de tensiones (V)	1040-1500
Dimensiones (mm)	6058x2438x2896
CARACTERÍSTICAS DE LOS CONVERTIDORES DE POTENCIA	
Fabricante	POWER ELECTRONICS
Modelo	FREEMAQ MULTI PCSK FP4390K4 y FREEMAQ MULTI PCSK FP3290K3
Tensión Nominal (V)	690
Rango de tensiones AC (V)	690V ±10%
Nº PCS / Estación de Potencia TWIN SKID COMPACT	2
Nº PCS / Estación de Potencia MV SKID COMPACT	1
Nº Total de PCS FP4390K4	2
Nº Total de PCS FP3290K3	1
Potencia nominal PCS FP4390K4 (kW) **(Limitada fábrica)**	**4.375**
Potencia nominal PCS FP3290K3 (kW) **(Limitada fábrica)**	**2.250**
Eficiencia Inversor (%)	98,94
Factor de potencia (cos phi)	0.5 leading … 0.5 lagging
Dimensiones (mm)	3000x2000x2200
CARACTERÍSTICAS DE LAS ESTACIONES DE POTENCIA	
Fabricante	POWER ELECTRONICS
Modelo	TWIN SKID COMPACT 8780 KVA y MV SKID COMPACT 3290 KVA
Nº Total de EP TWIN SKID COMPACT	1
Nº Total de EP MV SKID COMPACT	1
Tensiones Trasformador (V)	690 / 30.000
Potencia Transformador máx. (kW) EP TWIN SKID COMPACT	8.780
Potencia Transformador máx. (kW) EP MV SKID COMPACT	3.290
Configuración	Dy11y11
Refrigeración	ONAN
Dimensiones (mm)	4100x2240x2300

Tabla 13. Parámetros principales del sistema

***(*) Nota**: La limitación de fábrica de la potencia activa de los PCS proyectados ha sido verificada y contrastada por el fabricante de estos equipos del cual se ha obtenido un documento firmado acreditando dicha limitación. Este documento se ha anexado en el Anejo "FICHAS TÉCNICAS" del presente proyecto.*

Donde:

- Potencia del POI: Potencia otorgada en el punto de interconexión con la red.
- Potencia total nominal: Es la potencia máxima a medida en CA que el conjunto puede entregar al POI.
- Capacidad de almacenaje: Se define como la capacidad de las baterías (kWh) a inicio de su vida útil.

Como se puede apreciar, la potencia instalada del módulo de almacenamiento es de 11 MW al ser la menor entre:

- La suma de las potencias unitarias de las celdas de baterías (15.642 kW).
- La suma de las potencias de los PCS o inversores (11.000 kW).
- La suma de las potencias de los transformadores de las estaciones de potencia (12.070 kW).

Por otro lado, la potencia instalada de la instalación híbrida sería de 19 MW al ser la menor entre:

- La suma de las potencias instaladas del módulo de solar fotovoltaica existente (13,65 MW) y el módulo de almacenamiento (11 MW).
- Potencia del transformador asociado a la instalación híbrida en la subestación “Valdemantilla 30/220 kV” (19 MW).

14. DESCRIPCIÓN DE LOS EQUIPOS PRINCIPALES DE LA INSTALACIÓN DE ALMACENAMIENTO

Esta infraestructura de almacenamiento energético está diseñada para proporcionar una potencia instalada de 11 MW, con una capacidad de almacenamiento que permite la operación durante un periodo de 5,68 horas (62,5 MWh).

El sistema de almacenamiento BESS (Battery Energy Storage System) se compone de un total de 10 contenedores de baterías de 6,25 MWh cada uno. Para la conversión y gestión de la energía, la instalación incorpora 3 inversores bidireccionales o PCS y 2 transformadores de potencia, que están diseñados para una potencia aparente de 8,78 MVA y 3,29 MVA. El transformador de mayor potencia está destinado a conectar dos inversores y el de menor potencia conectará un único inversor. Ambos transformadores elevarán la tensión de 0,69 a 30 kV, esta tensión corresponde a la utilizada por las líneas subterráneas de media tensión (MT) que trasladan la energía hacia el nuevo edificio técnico de seccionamiento y control asociado a la “BESS IERÓN”. En este nuevo centro de seccionamiento también conectará la línea soterrada en 30kV procedente de la PSFV “IERÓN” una vez realizado el seccionamiento/apertura de la misma haciendo entrada/salida en este para llevar a cabo la evacuación de forma conjunta de la “BESS IERÓN” y la PSFV “IERÓN” hasta el centro de seccionamiento existente de dicha PSFV ubicado dentro del recinto de la misma (no ámbito del presente este último centro de seccionamiento). Por último, desde el centro de seccionamiento existente de la PSFV, parte la línea de evacuación en 30 kV existente la cual conecta con la subestación “Valdemantilla 30/220kV” y servirá de forma común para evacuar la energía de la “BESS IERÓN”, la PSFV “IERÓN” y otra PSFV denominada “AMPLIACIÓN IERÓN”.

Los módulos BESS, que albergarán los elementos acumuladores, consisten en racks de baterías instalados en contenedores. Cada rack está conformado por un conjunto de celdas de ion de litio, dispuestas en configuraciones en serie y paralelo, lo que permite alcanzar los parámetros eléctricos deseados para el sistema de almacenamiento.

A modo resumen, cada módulo de almacenamiento BESS consta de los siguientes componentes principales:

- Contenedores de baterías.
- Sistema de conversión de energía.
- Transformador e interruptor de MT.
- Celdas de MT.

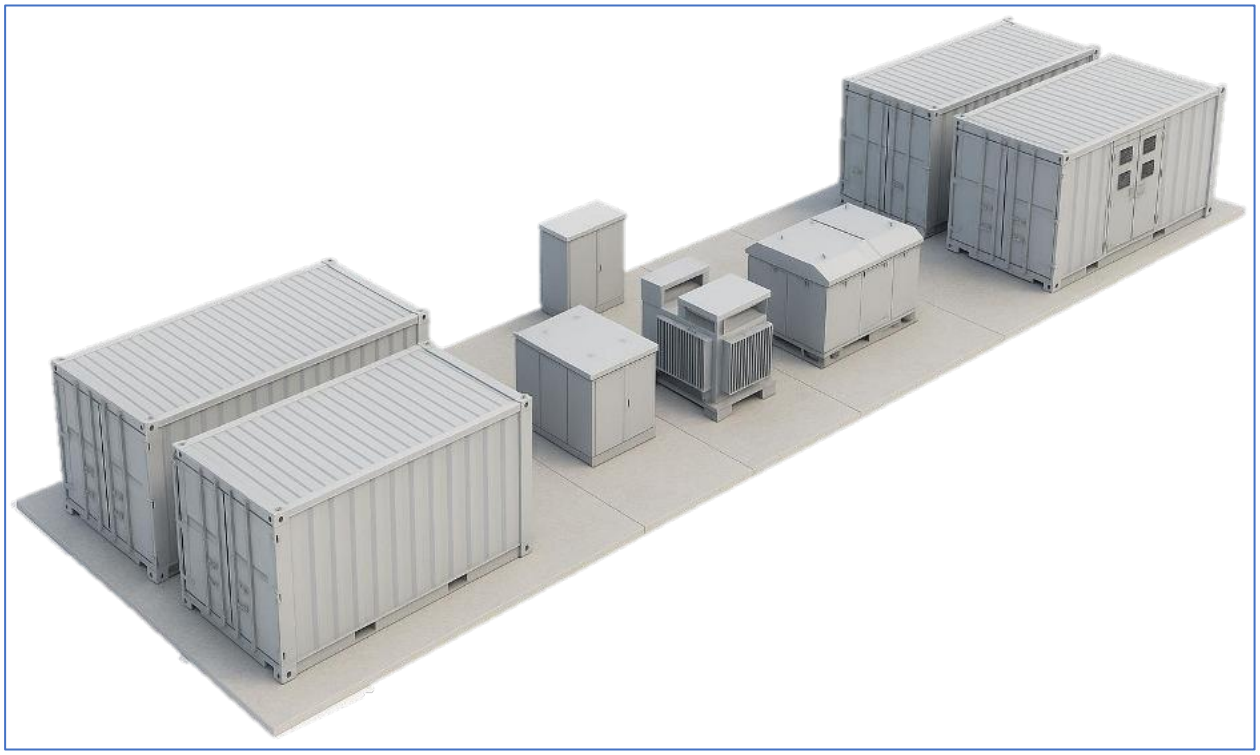


Figura 22. Sistema de almacenamiento.

14.1. BATERÍAS

Para el diseño de la instalación se empleará los módulos de baterías de ion-litio de la marca HiTHIUM o similar tipo LFP (litio-ferrofosfato). Estas baterías estarán conectadas en serie para lograr el voltaje necesario. Dichas baterías precisan de un bajo mantenimiento y se encuentran apiladas para mejorar la disipación térmica.

Caracteristicas	Rack de Batería
Material de la celda	LFP
Numero de celdas	52
Configuración	1P52S
Capacidad nominal	195,50 kWh
Peso	≤ 810 kg
Grado de protección	IP65

Tabla 14. Características del rack de batería

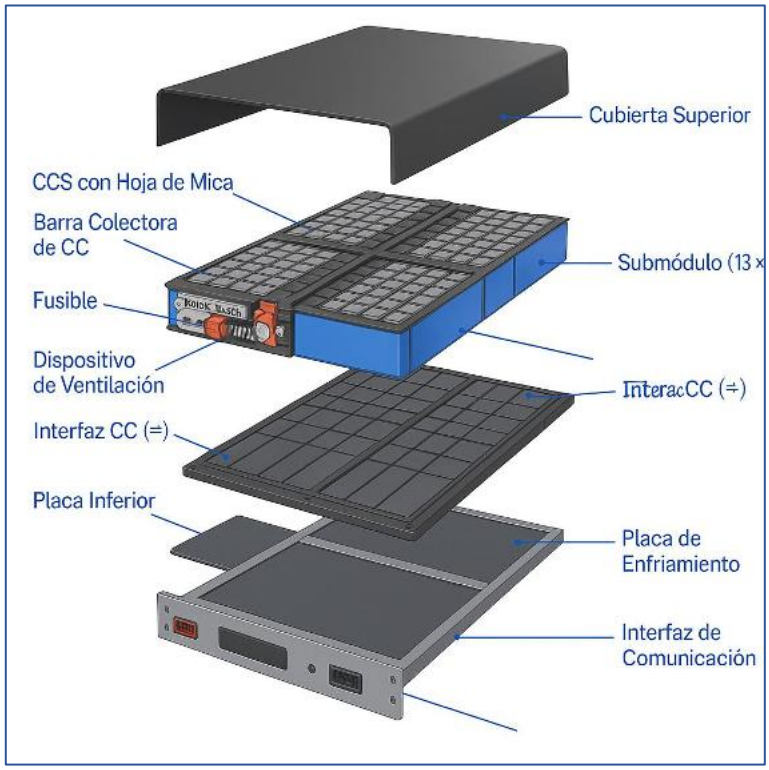


Figura 23. Módulo de batería.

14.2. CONTENEDORES DE BATERÍAS

Los racks de baterías se instalarán de forma contenerizada. Estos contenedores también albergarán la instalación del sistema de Calefacción, Ventilación y Aire Acondicionado (cuyas siglas en ingles son HVAC) en su parte superior, respetando una distancia de seguridad suficiente respecto a los racks de baterías.

El contenedor se compone de los siguientes subsistemas principales:

- Cada contenedor contendrá armarios rack de baterías conectados en paralelo. A su vez, cada armario está compuesto por módulos de baterías.
- Existirán armarios de conexión de cc para el cableado entre contenedores y PCS. Los armarios irán protegidos con fusibles y descargadores de tensión.
- Todos los contenedores dispondrán de sistemas de gestión térmica basados en un HVAC (por sus siglas en inglés: Calefacción, Ventilación y Aire Acondicionado) localizados en la parte superior.
- El sistema de control y monitorización de batería estará implementado en cada uno de los contenedores que su vez estará gobernado por el sistema de gestión de energía en el cual está integrado el algoritmo de control.
- Cada uno de los contenedores dispondrá de un sistema, a de control antincendios.
- Existirá un respaldo de alimentación para los consumos críticos a través de un SAI.



Figura 24. Contenedor de baterías

14.3. CONVERTIDOR DE POTENCIA (PCS)

Los convertidores de potencia son dispositivos encargados de transformar la corriente continua proveniente de la batería en corriente alterna sincronizada con la red eléctrica a la que está conectado el sistema. Estos equipos deben ser bidireccionales, ya que también son responsables de rectificar la corriente alterna de la red para recargar las baterías.

El funcionamiento de los convertidores de potencia es completamente automático. Cuando se alcanza un nivel adecuado de potencia de entrada, la electrónica de potencia integrada en los convertidores monitorea la tensión y la frecuencia de la red, iniciando así el proceso de conversión y acondicionamiento de la energía.

Los convertidores operan de manera eficiente, utilizando la energía tanto de la red como de las baterías según sea necesario, controlando la cantidad de energía que requiere el sistema. Dado que los componentes electrónicos del equipo obtienen su energía de la fuente externa, cuando las baterías no se están cargando ni descargando, el sistema no consumirá energía.

El convertidor de potencia se desconectará en las siguientes situaciones:

- Fallo en la red eléctrica: Si se produce una interrupción en el suministro eléctrico, el convertidor se desconectará automáticamente y no operará en modo aislado, reconectándose solo cuando la red recupere la tensión adecuada.
- Tensión fuera de rango: Si la tensión excede o está por debajo de los límites operativos, el convertidor se desconectará de manera automática hasta que se restauren las condiciones adecuadas.
- Variación en la frecuencia de la red: Si la frecuencia de la red está fuera de los valores permitidos, el convertidor se detendrá inmediatamente para evitar operar en condiciones inestables o en modo isla.

- Exceso de temperatura: El convertidor está equipado con un sistema de refrigeración mediante convección y ventilación forzada. Si la temperatura interna supera los niveles seguros, el dispositivo reducirá su potencia, y en caso de que la temperatura siga aumentando, se apagará automáticamente.

Los convertidores de potencia (PCS) elegidos para la instalación objeto serán de la marca POWER ELECTRONICS o similar, los cuales vendrán integrados en formato Skid en la estación de potencia modelo TWIN SKID COMPACT FP8780KVA y en la estación de potencia modelo MV SKID COMPACT FP3290KVA. Estas estaciones albergarán:

- TWIN SKID COMPACT FP8780KV: 2 PCS modelo FREEMAQ PCSK FP4390K4 contando cada uno con una potencia de 4.375 kW lo cual haría un total de 8.750 kW por esta estación de potencia del sistema BESS.
- MV SKID COMPACT FP3290KV: 1 PCS modelo FREEMAQ PCSK FP3290K3 contando cada uno con una potencia de 2.250 kW lo cual haría un total de 2.250 kW por esta estación de potencia del sistema BESS.

Características	PCS
Fabricante	POWER ELECTRONICS
Modelo	FREEMAQ MULTI PCSK FP4390K4
Tensión Nominal (V)	690
Rango de tensiones AC (V)	690V ±10%
Nº PCS / Estación de Potencia	2
Nº Total de PCS	2
Potencia nominal PCS (kW)	4.390
Potencia nominal PCS (kW) **(Limitada fábrica)**	4.375
Eficiencia Inversor (%)	98,94
Factor de potencia (cos phi)	0.5 leading … 0.5 lagging
Dimensiones (mm)	3000x2000x2200

Tabla 15. Características del convertidor de potencia tipo 1

Características	PCS
Fabricante	POWER ELECTRONICS
Modelo	FREEMAQ MULTI PCSK FP3290K3
Tensión Nominal (V)	690
Rango de tensiones AC (V)	690V ±10%
Nº PCS / Estación de Potencia	1
Nº Total de PCS	1
Potencia nominal PCS (kW)	3.290
Potencia nominal PCS (kW) **(Limitada fábrica)**	2.250
Eficiencia Inversor (%)	98,94
Factor de potencia (cos phi)	0.5 leading … 0.5 lagging
Dimensiones (mm)	3000x2000x2200

Tabla 16. Características del convertidor de potencia tipo 2

***(*) Nota**: La limitación de fábrica de la potencia activa de los PCS proyectados ha sido verificada y contrastada por el fabricante de estos equipos del cual se ha obtenido un documento firmado acreditando dicha limitación. Este documento se ha anexado en el Anejo "FICHAS TÉCNICAS" del presente proyecto.*

Estos convertidores de potencia son esenciales para el funcionamiento óptimo del sistema BESS, ya que optimizan la instalación de almacenamiento sin presentar derating a temperaturas inferiores a 40ºC. Además, los

convertidores son capaces de realizar funciones de apoyo a la red, tales como control de regulación de rampa, regulación de frecuencia, nivelación de carga y regulación de voltaje. Estas funciones están gestionadas por el sistema de control de energía, que permite su monitoreo y supervisión.



Figura 25. Convertidor de potencia

14.4. ESTACIÓN DE POTENCIA (EP)

Las estaciones de potencia se definen como un compacto prefabricado de intemperie que contiene los siguientes elementos:

- Convertidores de potencia
- Transformadores de potencia BT/AT
- Cuadro de protecciones de BT
- Celdas de MT incluido protección y control
- Módulo de comunicaciones
- Transformador de SSAA y equipos auxiliares
- Interconexiones internas eléctricas y de PAT

Todos los equipos irán fijado a una estructura metálica, llamada SKID y permite un su diseño compacto puede ser transportado fácilmente, minimizando los costes de logística para ser colocado en la instalación. Esta apoyara sobre la solución de cimentación elegida.

Todos los armarios estarán cerrados con una cerradura especial, permitiendo la apertura de estos a toda persona autorizada. Los armarios estarán dispuestos bajo una envolvente metálica para cumplir la ITC-16 del Reglamento de Baja y Alta Tensión.



Figura 26. Estación de potencia

La solución incluye puente de interconexión entre el armario concentrador de BT y el transformador, el cual está incluido en el SKID. Las celdas de control están alojadas en una envolvente de metal resistente a las condiciones meteorológicas más adversas en la que se incluye cubículo adicional con ventilación opcional proporcionando de esta forma espacio de reserva para montar posibles equipos auxiliares tales como analizadores de red, contadores, SAI’s, transformadores de auxiliares, etc.

El transformador de media tensión outdoor incluye; depósito de aceite, filtro, relé de protección DGPT2 de sobrecalentamiento y sobrepresión y nivel de aceite. Como opcionales se pueden añadir los siguientes accesorios: vallado perimetral del transformador, caja de protección para puente de baja tensión, transformador para servicios auxiliares, protecciones auxiliares, analizadores de red, contadores, SAI, aire acondicionado y cualquier elemento que se pueda requerir.

El puente de interconexión del Skid queda alineado con el convertidor de potencia por medio de un soporte de posicionamiento. Este soporte facilita la localización exacta entre elementos para asegurar la correcta instalación de estos.

El transformador de las estaciones de potencia posee las siguientes características.

Transformadores de EP	Características
Fabricante	POWER ELECTRONICS
Modelo	TWIN SKID COMPACT 8780
Nº de Bloques de PCS asociados	2

Transformadores de EP	Características
Máxima Potencia (kVA)	8.780
Tensión BT / MT (kV)	0,66 / 30
Conexión	Dy11
Refrigeración	ONAN
Aceite	Mineral

Tabla 17. Características del transformador tipo 1

Transformadores de EP	Características
Fabricante	POWER ELECTRONICS
Modelo	MV SKID COMPACT 3290
Nº de Bloques de PCS asociados	1
Máxima Potencia (kVA)	3.290
Tensión BT / MT (kV)	0,66 / 30
Conexión	Dy11
Refrigeración	ONAN
Aceite	Mineral

Tabla 18. Características del transformador tipo 2

15. DESCRIPCIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA ELECTRICA

15.1. INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE GENERACIÓN

La característica principal de la instalación eléctrica en BT de generación consta fundamentalmente de los siguientes circuitos:

- Circuitos de CC que unen los módulos de baterías con los convertidores de potencia (PCS).
- Circuitos en CA desde los convertidores de potencia a los transformadores BT/MT.
- Circuitos de SSAA desde los equipos auxiliares de las baterías (BESS), equipos de iluminación y otros hasta la parte de BT de los transformadores de SSAA.

Los cables de BT serán dimensionados y seleccionados atendiendo a los siguientes criterios de diseño en función de su tensión nominal y su intensidad máxima.

Criterio de tensión

La tensión nominal del conductor estará siempre por encima de la tensión nominal del sistema, tal como se aprecia en la siguiente tabla.

Parámetro	Tipo de Corriente	Tensión nominal sistema	Tensión nominal cable
Circuito Batería – PCS	Continua	1040-1500 V	1,8 kV CC
Circuito PCS – CGBT de EP	Alterna	690 V	0,6/1 kV AC
Circuito SSAA – Baterías y otros	Alterna	400 V	0,6/1 kV AC

Tabla 19. Tensiones nominales

Selección de la sección

Los conductores serán de cobre o aluminio y la sección mínima de este será aquella que cumpla con la más restrictiva de las siguientes condiciones:

- Intensidad máxima admisible en función del método de instalación elegido para el cable.
- Intensidad de cortocircuito.
- Caída de tensión admisible.

15.1.1. CABLEADO DE BT EN DC

El cableado de las celdas de baterías forma parte de la solución contenerizada suministrada por el fabricante, por lo que vendrán interconectadas de fábrica dentro de cada contenedor.

Para el tramo comprendido entre los contenedores de baterías y la entrada a convertidor de potencia se utilizará un cable de cobre de distribución de BT, tipo H1Z2Z2-K o similar, diseñado para ir enterrado. Dispone de las características siguientes:

Parámetro	Características
Cubierta	Goma flexible de baja emisión de humos y libre de halógenos
Aislamiento	Goma reticulada de baja emisión de humos y libre de halógenos
Conductor	Cobre electrolítico recocido y estañado, clase 5 (flexible)

Tabla 20. Características cables BT en DC

Cable de seguridad con características de no propagación de la llama, libre de halógenos, baja acidez y corrosividad de los gases y baja opacidad de los humos emitidos durante la combustión. Resistencia a la intemperie, al desgarro y a la abrasión. Resistencia a la entrada de agua por adherencia de la cubierta al aislamiento. La temperatura de servicio de hasta 90ºC.

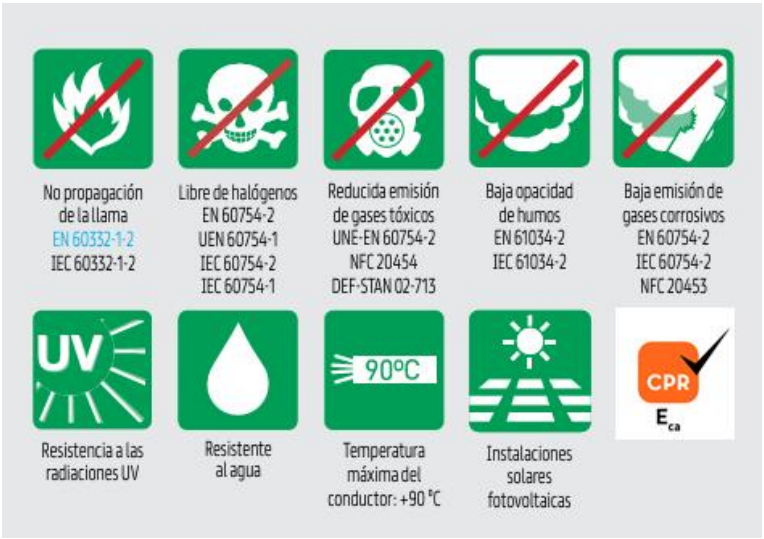


Figura 27. Características de los cables BT en DC

15.1.2. CABLEADO DE BT EN AC

Este apartado corresponde a la interconexión en baja tensión en corriente alterna (AC) entre los convertidores de potencia ubicados en el skid y el transformador elevador. El cableado empleado será de tipo AL XZ1 o similar, con un aislamiento doble de 0,6/1 kV, lo que asegura una alta resistencia y seguridad en su funcionamiento. La interconexión entre el convertidor de potencia y el transformador elevador se llevará a cabo mediante cables unipolares, los cuales serán dimensionados según las condiciones del proyecto y las especificaciones técnicas correspondientes. Se realizarán las pruebas pertinentes para validar el correcto funcionamiento del sistema y asegurar que la instalación cumpla con los requerimientos normativos aplicables.

15.1.3. PROTECCIONES

Será necesario instalar protecciones contra contactos directos e indirectos, sobrecarga y sobretensiones.

Las protecciones en el lado de BT son las siguientes:

- Cada armario de conexiones en DC del contenedor estará equipado con un descargador de sobretensión y un fusible ultrarrápido y una intensidad de corte necesaria para proteger los módulos de baterías frente a cortocircuitos. Además, cada armario contará con un seccionador para facilitar la operación y el mantenimiento. Para faltas a tierra, Cada convertidor cuenta con un vigilante de aislamiento para sistemas IT, que mide rápidamente si hay una falta tanto en el lado de DC como en el lado de AC.
- Cada embarrado de entrada de los transformadores tendrá una protección contra sobretensiones tipo I+II. También contarán con una protección frente a cortocircuitos que consiste en dos fusibles ultrarrápidos conectados en paralelo Para protección general y desconexión, cada embarrado cuenta con un interruptor.

15.2. INSTALACIÓN ELÉCTRICA MT

El sistema eléctrico de media tensión (MT) asociado a la instalación “BESS IERÓN” estará constituido por un conjunto de dos (2) Estaciones de Potencia, cada una de ellas dotada de transformador elevador y celdas de media tensión. Las estaciones se interconectarán mediante un circuito trifásico a 30 kV, formando un bucle de dos estaciones conectadas en serie. Esta agrupación convergerá en la sala de celdas de MT (centro de seccionamiento) situada en el nuevo edificio destinado a centro de seccionamiento, control y almacén para la “BESS IERÓN” el cual estará ubicado dentro del perímetro de la instalación BESS.

Las Estaciones de Potencia serán un suministro tipo skid del fabricante del convertidor de potencia el cual incluirá las celdas de línea y protección del transformador en 30 kV. Todos los seccionadores serán en carga, dimensionados conforme a los niveles de aislamiento, corriente nominal y poder de corte requerido, que quedarán definidos en el proyecto de detalle proporcionado por el fabricante, de conformidad con los requisitos de la normativa.

Los circuitos de MT entre Estaciones de Potencia y desde la Estación de Potencia puntera hasta el centro de seccionamiento de la “BESS IERÓN”, estarán compuestos por uno o dos conductores por fase, en función de la sección necesaria para cumplir los criterios de intensidad de corriente, caída de tensión y disipación térmica. Dichos conductores se instalarán directamente enterrados, respetando las condiciones establecidas en la ITC-

RAT 13 y la normativa complementaria, con un trazado adaptado a la red de viales interiores de la instalación. En la medida de lo posible, los tendidos se realizarán en paralelo a dichos viales, y los cruces se ejecutarán de forma perpendicular, con la conducción canalizada en prisma de hormigón debidamente entubado. La profundidad mínima de instalación será de 70 cm bajo rasante.

El conductor especificado será de tipo AL RHZ1 H16 o equivalente, con aislamiento de XLPE 18/30 kV, libre de halógenos, no propagador del incendio y con baja emisión de humos, conforme a norma UNE 21123-2 y ensayos de CPR (Reglamento de Productos de la Construcción) en clasificación mínima Eca. Los terminales de conexión serán de aislamiento seco (tipo premoldeado o contráctil en frío), compatibles con la sección del cable y su naturaleza.

Al tratarse de cables directamente enterrados, a lo largo de la zanja, se encontrará una placa de protección en la parte superior de dichos cables.

A continuación, se detallan los circuitos proyectados para la evacuación de energía dentro de la instalación BESS correspondiente a los tramos desde estaciones de potencia hasta centro de seccionamiento de la "BESS IERÓN":

Circuito	Tramo	Nº Ternas	Sección de conductor (mm2)	Longitud (m)
Circuito 1 (L1)	EP nº 2 – EP nº 1	1	300	54,5
	EP nº 1 – Centro Seccionamiento BESS	1	300	47,5

Tabla 21. Red de MT proyectada.

15.2.1. CRUZAMIENTOS, PROXIMIDADES Y PARALELISMOS

Las normas aplicables a los cruzamientos de esta línea están recogidas en el 5º apartado de la ITC-LAT-06 del vigente Reglamento de condiciones técnicas y de seguridad en líneas de alta tensión aprobado por el Real Decreto 223/2008 de 15 de febrero.

Cuando no se puedan respetar aquellas distancias, deberán añadirse las protecciones mecánicas especificadas en el propio reglamento. En la Tabla se resumen las distancias entre servicios subterráneos para cruces, paralelismos y proximidades.

Instalaciones u obstáculos	Distancias		Condiciones
	Cruzamientos	Paralelismos	
Calles y carreteras	La profundidad hasta la parte superior del tubo más próximo a la superficie será: ≥ 0,60 m El cruce será perpendicular al vial, siempre que sea posible		Los cables se colocarán en canalizaciones entubadas hormigonadas en toda su longitud
Ferrocarriles	La profundidad hasta la parte superior del tubo más próximo a la superficie, respecto a la cara inferior de la traviesa, será:		Los cables se colocarán en canalizaciones entubadas hormigonadas en toda su longitud

Instalaciones u obstáculos	Distancias		Condiciones
	Cruzamientos	Paralelismos	
Otros cables de energía eléctrica	≥ 1,10 m El cruce será perpendicular a la vía, siempre que sea posible. La canalización rebasará la vía férrea en 1,5 m por cada extremo. Distancia entre cables: ≥ 0,25 m La distancia del punto de cruce a los empalmes será superior a 1 m.	Distancia entre cables de MT de una misma empresa: ≥ 0,20 m Distancia entre cables de MT y BT o MT de diferentes empresas: ≥ 0,25 m	Cuando no pueda respetarse alguna de estas distancias, el cable que se tienda en último lugar se dispondrá separado mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales incombustibles de adecuada resistencia mecánica.
Cables de telecomunicación	Distancia entre cables: ≥ 0,20 m La distancia del punto de cruce a los empalmes, tanto del cable de energía como del cable de telecomunicación, será superior a 1 m.	Distancia entre cables: ≥ 0,20 m	Cuando no pueda respetarse alguna de estas distancias, el cable que se tienda en último lugar se dispondrá separado mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales incombustibles de adecuada resistencia mecánica.
Canalizaciones de agua	Distancia entre cables y canalización: ≥ 0,20 m Se evitará el cruce por la vertical de las juntas de la canalización de agua. La distancia del punto de cruce a los empalmes o a las juntas será superior a 1 m.	Distancia entre cables y canalización: ≥ 0,20 m En arterias importantes esta distancia será de 1 m como mínimo. Se procurará mantener dicha distancia en proyección horizontal y que la canalización del agua quede por debajo del nivel del cable. La distancia mínima entre empalmes y juntas será de 1 m.	Cuando no pueda respetarse alguna de estas distancias, el cable que se tienda en último lugar se dispondrá separado mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales incombustibles de adecuada resistencia mecánica.
Canalizaciones y acometidas de gas	Distancia entre cables y canalización: Sin protección suplementaria ≥ 0,40 m Con protección suplementaria ≥ 0,25 m	Distancia entre cables y canalización: Sin protección suplementaria AP ≥ 0,40 m MP y BP ≥ 0,25 m Con protección suplementaria La distancia mínima entre empalmes y juntas será de 1 m.	

Instalaciones u obstáculos	Distancias		Condiciones
	Cruzamientos	Paralelismos	
Canalizaciones y acometida interior de gas	En caso de canalización entubada, se considerará como protección suplementaria el propio tubo. La distancia mínima entre los empalmes de cables de energía eléctrica y las juntas de las canalizaciones de gas será de 1 m. Distancia entre cables y canalización: Sin protección suplementaria AP ≥ 0,40 m MP y BP ≥ 0,20 m Con protección suplementaria La distancia mínima entre empalmes y juntas será de 1 m. En caso de canalización entubada, se considerará como protección suplementaria el propio tubo. AP ≥ 0,25 m MP y BP ≥ 0,10 m AP, Alta presión, > 4 bar. MP y BP, Media y baja presión, ≤ 4 bar.	AP, Alta presión, > 4 bar. MP y BP, Media y baja presión, ≤ 4 bar. AP ≥ 0,25 m MP y BP ≥ 0,15 m Distancia entre cables y canalización: Sin protección suplementaria AP ≥ 0,40 m MP y BP ≥ 0,20 m Con protección suplementaria La distancia mínima entre empalmes y juntas será de 1 m. En caso de canalización entubada, se considerará como protección suplementaria el propio tubo. AP ≥ 0,25 m MP y BP ≥ 0,10 m AP, Alta presión, > 4 bar. MP y BP, Media y baja presión, ≤ 4 bar.	
Conducciones de alcantarillado	Se procurará pasar los cables por encima de las conducciones de alcantarillado.		Cuando no sea posible, el cable se pasará por debajo y se dispondrán separados mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales incombustibles de adecuada resistencia mecánica.
Depósitos de carburante	La distancia de los tubos al depósito será: AP ≥ 0,25 m MP y BP ≥ 0,10 m La canalización rebasará al depósito en 2 m por cada extremo.		Los cables de MT se dispondrán dentro de tubos o conductos de suficiente resistencia mecánica.
Acometidas o Conexiones de servicio a un edificio	Distancia entre servicios: ≥ 0,25 m		Cuando no pueda respetarse esta distancia, la conducción que se establezca en último lugar se dispondrá separada

Instalaciones u obstáculos	Distancias		Condiciones
	Cruzamientos	Paralelismos	
			mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales incombustibles de adecuada resistencia mecánica. La entrada de las conexiones de servicio a los edificios, tanto de BT como de MT, deberá taponarse hasta conseguir una estanqueidad perfecta

Tabla 22. Distancias reglamentarias de Cruces, Proximidades y Paralelismos para líneas eléctricas de AT

15.3. PUESTA A TIERRA

La instalación de puesta a tierra en un Sistema de Almacenamiento de Energía en Baterías (BESS) es un aspecto fundamental para la seguridad, la estabilidad operativa y la protección de los equipos eléctricos. Su diseño debe cumplir con las normativas vigentes, como el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (ITC-BT-18), la ITC-RAT-13 y estándares internacionales aplicables, garantizando una correcta disipación de corrientes de falla y evitando riesgos para el personal.

El sistema de puesta a tierra de la instalación estará compuesto por una red de tierras equipotencial, asegurando la conexión de todos los contactos metálicos de la planta. Para su correcta ejecución, se diseñará un sistema de mallas y electrodos de puesta a tierra que garantice la baja resistencia de contacto con el terreno, permitiendo una rápida disipación de corrientes y minimizando las diferencias de potencial en la instalación.

El sistema de puesta a tierra estará compuesto por los siguientes elementos principales:

- Líneas de puesta a tierra: Se instalarán conductores de cobre desnudo, clase 2, conforme a la norma UNE 60228. Estos conductores estarán dispuestos en una configuración de malla equipotencial que cubra toda la planta, conectando los principales elementos eléctricos y metálicos.
- Electrodo enterrado: La instalación incluirá un sistema de electrodos compuesto por picas de acero recubiertas de cobre, de Ø14x1500 mm, colocadas estratégicamente para garantizar la dispersión de corrientes de fuga. Estas picas estarán interconectadas con la red de puesta a tierra mediante conductores de cobre desnudo, asegurando una resistencia de tierra adecuada.

Conexiones equipotenciales: Se instalarán conexiones equipotenciales entre todos los elementos metálicos de la instalación, asegurando la correcta distribución de potenciales y evitando la aparición de diferencias de tensión peligrosas.

Debido a la naturaleza del sistema BESS y su combinación de corriente continua (CC) y corriente alterna (CA), la puesta a tierra se ha diseñado teniendo en cuenta las características operativas y de seguridad:

- Sistemas de corriente continua: La puesta a tierra del sistema de corriente continua se realizará con una configuración aislada (flotante). Esto reduce el riesgo de corrosión galvánica en los conductores y permite una mejor detección de fallas a tierra.

- Sistemas de corriente alterna: En el sistema de corriente alterna, también se aplicará una configuración aislada (flotante), permitiendo una mayor estabilidad operativa y reduciendo la posibilidad de circulación de corrientes no deseadas a través de la red de tierras.
- Sistemas de media tensión: En los sistemas de media tensión de la instalación, la puesta a tierra se realizará mediante una reactancia de puesta a tierra, limitando las corrientes de falla y reduciendo el impacto en la red eléctrica de la instalación.

Para garantizar la protección de los distintos elementos de la instalación, se aplicarán las siguientes medidas de puesta a tierra:

- Se dispondrá cable de tierra de cobre en todos los trazados donde discurran los circuitos de media tensión de la planta de almacenamiento. Estos cables estarán dimensionados para soportar los valores máximos de corriente de falla y asegurar una correcta disipación de energía.
- Los racks de baterías, así como sus equipos asociados (cuadros eléctricos, transformadores, etc.), estarán conectados a la red de puesta a tierra mediante un sistema interior de malla de cobre desnudo, que se unirá a la red de tierras del edificio principal. Esta conexión se realizará mediante conductores de cobre dispuestos en una configuración rectangular, con electrodos enterrados en cada uno de sus extremos.
- El vallado perimetral se aterrizará conectando los postes metálicos a la red general de tierras mediante líneas de puesta a tierra. Para mejorar la disipación de corrientes de falla y garantizar la seguridad, se instalarán picas de tierra cada 5 báculos a lo largo del vallado.

Dado que el sistema BESS está expuesto a descargas atmosféricas y fluctuaciones de tensión, se implementará un sistema de protección contra sobretensiones y un sistema de protección contra rayos, compuesto por pararrayos y derivadores de sobretensión que redirigirán cualquier corriente inducida hacia la red de puesta a tierra.

16. DESCRIPCIÓN DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS AUXILIARES

16.1. SERVICIOS AUXILIARES

La función de los servicios auxiliares es la de garantizar el suministro de energía eléctrica en baja tensión, necesario para la explotación y mantenimiento de todos los equipos de la instalación. Las principales instalaciones auxiliares son:

- Consumos internos de los módulos de baterías
- Consumos internos de las estaciones de potencia
- Alumbrado
- Otros consumos (alimentación de cuadros de comunicaciones, reservas de consumos para operación y mantenimiento, etc)

Los circuitos de SSAA serán de cobre de una sección mínima 6 mm2, con aislamiento RV-K 0,6/1 KV, alojado en un tubo también de material plástico de diámetro adecuado.

El consumo de los servicios auxiliares será asumido por dos fuentes principales:

- La red de transformadores de SSAA instalados en cada PCS (transformadores de hasta 45 kVA en cada PCS) y que se abastecerá principalmente a las cargas críticas de los propios PCS y módulos de almacenamiento.
- El transformador a instalar en el nuevo edificio destinado a albergar el centro de seccionamiento, control y almacén el cual tendrá una potencia de 400 kVA tipo seco destinado únicamente para alimentación de los consumos de los equipos de baterías.
- El transformador a instalar en el nuevo edificio destinado a albergar el centro de seccionamiento, control y almacén el cual tendrá una potencia de 25 kVA tipo seco destinado únicamente para alimentación de los consumos del edificio.

16.1.1. CONSUMOS DE SSAA EN MÓDULOS DE BATERÍAS Y ESTACIONES DE POTENCIA

Los principales consumos vendrán relacionados con el sistema de control, refrigeración, monitorización y protecciones. Estos sistemas son críticos y se alimentaran de los SSAA de las propias estaciones de potencia y/o del transformador de SSAA ubicado en el nuevo edificio proyectado para la instalación BESS. En caso extremo también estarán respaldados mediante SAI/UPS dedicados para garantizar continuidad a las cargas esenciales (BMS, protecciones, comunicaciones, detección y extinción de incendios, así como alumbrado de emergencia). Estos consumos tienen como alcance el sistema de alumbrado interior y de emergencia de estos equipos y el sistema contraincendios.

16.1.2. ALUMBRADO

Será necesario disponer de alumbrado exterior perimetral y principalmente en las cercanías de las estaciones de potencia y contenderos de baterías, todos ellos gobernados desde un cuadro eléctrico y respetando el REBT.

Las luminarias a instalar serán de tipo proyector empleando lámparas LED de bajo consumo. En el caso de iluminación perimetral, las luminarias se instalarán sobre báculos de unos 5,5 metros de altura mientras que las luminarias destinadas a alumbrado de las estaciones de potencia y contendedores de batería se instalarán sobre el propio contenedor con el enfoque adecuado para garantizar la correcta visión en labores de mantenimiento o reparación.

Los báculos a instalar deberán estar pintados de colores ocres oscuros o verde carruaje y en ningún caso serán galvanizados o reflectantes.

El cableado de alimentación seguirá la UNE21123 "Cables eléctricos de utilización industrial de tensión asignada 0,6/1kV". Será de cobre de 6 mm2 de sección nominal, con aislamiento RV 0,6/1 KV, alojado en un tubo también de material plástico de diámetro adecuado.

16.1.3. OTROS CONSUMOS

Se tendrá en cuanta las derivaciones necesarias para otro tipo de consumos como pueden ser alimentación de los distintos armarios de comunicación, tomas de fuerza y otros equipos menores que se usen en labores de operación y mantenimiento.

16.2. MEDIDAS DE SEGURIDAD

Se llevará a cabo la correspondiente OCA para las instalaciones iniciales antes de la puesta en marcha de la planta, tanto en baja tensión, alta tensión como en sistemas de puesta a tierra (PAT), conforme a los requisitos

normativos aplicables. Posteriormente, se realizarán las inspecciones periódicas obligatorias en estos mismos ámbitos.

Para la protección del personal y de los equipos, se garantiza lo siguiente: se colocarán suficientes señales de advertencia con instrucciones claras en las zonas peligrosas, y se proporcionarán a los operarios los medios de protección necesarios, como calzado aislante, guantes, banquetas o alfombrillas aislantes.

No se permitirá el acceso a áreas con tensión eléctrica activa sin antes haber sido correctamente puestas a tierra. Por esta razón, el sistema de enclavamiento de las celdas afectará al control del dispositivo principal, al seccionador de puesta a tierra y a las tapas de acceso a los cables.

En lo referente a las estaciones de potencia y la subestación, las celdas de entrada y salida estarán equipadas con aislamiento integral y corte en gas. Además, las conexiones entre embarrados estarán apantalladas, garantizando la insensibilidad a factores externos y evitando la interrupción del suministro eléctrico, incluso en caso de una eventual inundación en las estaciones de potencia interconectadas.

Las bornas de conexión de cables y fusibles serán fácilmente accesibles a los operarios de forma que, en las operaciones de mantenimiento, la posición de trabajo normal no carezca de visibilidad sobre estas zonas.

Se debe disponer suelos o pavimentos que aíslen suficientemente de tierra las zonas de servicio peligrosas.

17. SISTEMA DE SUPRESIÓN DE INCENDIOS (FSS)

La siguiente imagen muestra los principales componentes del sistema de protección contra incendios integrados en el contenedor de baterías “HiTHIUM Power 6,25 MWh 4h”:

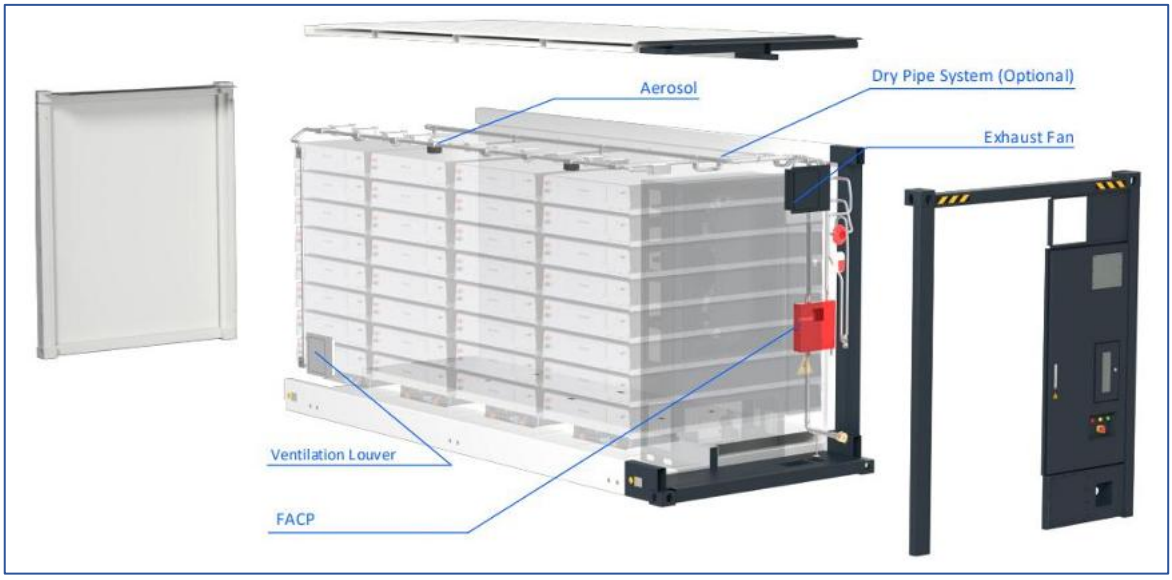


Figura 28. Sistema de protección contra incendios BESS

A continuación, se describen los componentes existentes del sistema de extinción de incendios de la instalación BESS:

Sistema automático de alarma contra incendios:

Cada sistema de almacenamiento está equipado con un panel de control de alarmas contra incendios (FACP) encargado de recibir las señales de los detectores de incendio y activar los sistemas de supresión correspondientes.

Sistema de ventilación (Ventilation Louver y Exhaust Fan):

El sistema cuenta con compuertas de ventilación (ventilation louver) y un ventilador de extracción (exhaust fan) diseñados para facilitar la circulación de aire y evacuar gases peligrosos en caso de detección de anomalías. Es fundamental garantizar que la compuerta de ventilación no esté obstruida para permitir una apertura total de 90° y un funcionamiento eficaz.

Sistema de extinción por aerosol:

Se incorpora un sistema de extinción basado en aerosol, ubicado en la parte superior del contenedor. Este sistema se activa tras una señal de alarma de incendio, liberando un agente extintor en forma de aerosol para suprimir rápidamente el fuego.

Sistema de tubería seca (Dry Pipe System - Opcional):

Este sistema opcional proporciona protección mediante rociadores conectados a una red de tuberías secas presurizadas con aire. En caso de detección de incendio, las válvulas se abren para permitir el paso del agua desde una fuente externa hacia los rociadores.

El siguiente diagrama de lógica muestra el Sistema de Supresión de Incendios (FSS) a modo de referencia.

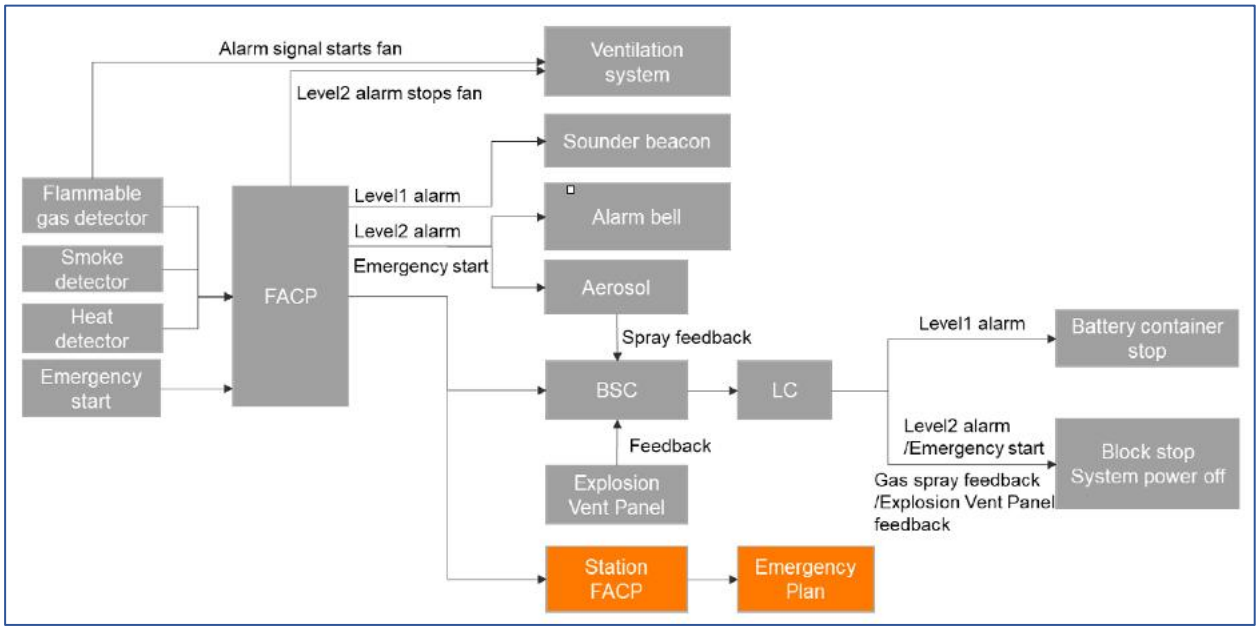


Figura 29. Diagrama de lógica orientativo Sistema Supresión Incendios

La correcta operatividad del sistema depende de que todos los elementos del sistema de ventilación estén libres de obstáculos. En particular, la compuerta de ventilación debe poder abrirse completamente para garantizar la extracción de calor y gases durante una emergencia.

18. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE MONITORIZACION, COMUNICACIÓN Y CONTROL

18.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES

El sistema de monitorización y control permitirá monitorizar, supervisar y gestionar la instalación en tiempo real. La supervisión se podrá realizar tanto localmente desde el equipo servidor en la sala de control, así como en remoto vía internet para operación y mantenimiento mediante VPN.

El sistema esta jerarquizado y comandado por el sistema de gestión de energía y el SCADA de la planta. Este se le conoce como el Sistema de Gestión de Planta (SGP).

Su conexión al exterior será a través de un router y una conexión exterior, que dependerá de las opciones de la ubicación (conexión por FO, 5G o radiofrecuencia). Entre el sistema de comunicación y el router se instalará un firewall donde estará implementado el sistema de ciberseguridad, y que a través de él se dará los accesos exclusivos para poder entrar en el SGP. Debido a criticidad de la conexión a exterior, el router y firewall se instalarán por duplicado.

Paralelamente a la conexión de SGP existen otros dos sistemas independientes que necesitan conexión a través del router:

- Sistemas de medidas y facturación: se trata de la conexión mediante un modem, o equipo similar, a los armarios de contadores para medida y facturación, por parte de la REE y la Distribuidora eléctrica. Esta comunicación es mediante una IP publica y tiene como objetivo la monitorización y facturar según los establecido en el Punto de Medida. Para que esto sea posible. Los contadores estarán homologados y medirá de los transformadores de medias correspondientes.
- El PPC (Power Plant Controller): es el sistema de control de más alto nivel que coordina en tiempo real la potencia activa y reactiva del conjunto de baterías para cumplir consignas externas y requisitos de red. El PPC recibe órdenes de potencia, factor de potencia o control de tensión, las traduce en consignas individuales para los PCS/inversores y supervisa límites operativos (SOC, rampas, disponibilidad, alarmas), asegurando una respuesta estable y conforme al código de red. La comunicación con Red Eléctrica de España se realiza a través del SCADA del operador, intercambiando consignas, estados y medidas en tiempo real, mientras que el PPC se encarga de ejecutar localmente esas órdenes con la dinámica exigida por el sistema eléctrico.

En lo que respecta al SGP su arquitectura está estructurada de la siguiente forma:

- En el nuevo edificio proyectado para la planta BESS se ubicará el armario principal de comunicaciones, el cual contendrá los armarios de SCADA de la instalación BESS y el EMS el cual gestiona información externa como es el coste de energía a la vez que gestiona el algoritmo predefinido para tomar la decisión de almacenar energía o verter energía. También encontrará el sistema SCADA Maestro, que aglutinará y coordina tanto las consignas de la planta FV como la de la planta BESS. Dicho centro de control se conectará mediante fibra óptica con el centro de control de la PSFV existente.
- En el nuevo edificio proyectado para la planta BESS se ubicará el sistema de gestión de energía "PPC BESS" que se compone de un PLC y otros equipos para la nueva instalación BESS. Este PPC se

conectará mediante fibra óptica con el analizador de red a instalar. Dicho analizador conectará y medirá el flujo constante energía a través de los transformadores de medida incorporados en las cabinas de MT destinadas a la nueva instalación BESS.

- El "PPC PSFV" correspondiente a la planta solar fotovoltaica existente se encuentra actualmente instalado en el edificio existente donde se encuentra ubicado el centro de seccionamiento y control de la PSFV "IERÓN". Habría que trasladar dicho PPC al nuevo edificio proyectado para la BESS.
- En el nuevo edificio proyectado para la planta BESS se ubicará el sistema de gestión de energía "PPC MAESTRO" el cual recopilará toda la información de las instalaciones y enviará las consignas de control y gestión a los PPC de cada tecnología.
- BESS: es uno de los sistemas más importantes para el funcionamiento de la planta. Este gestiona a su vez los siguientes subsistemas:
    - El sistema de gestión de baterías (BMS) el cual monitoriza todas las variables críticas de las baterías y controla los equipos secundarios como son el sistema de refrigeración.
    - El sistema de conversión de potencia controla y monitoriza los conversores de potencia dándole las consignas necesarias según el algoritmo propio o consignas exteriores del despacho delegado.
    - Control de la estación de potencia: al ser un equipo compacto, la integración de las señales del sistema de MT y SSAA de las EPs se hace a través de este subsistema.

  Existirá un armario que centralice todas las comunicaciones del subsistema BESS y que a la vez conecte con el armario principal a través de la red de FO de la planta.
- Otros equipos e instalaciones como puedan ser:
    - Sistema de protección contra incendios.
    - Analizadores de calidad de redes o armarios de medida extras para una mayor obtención de datos de la planta y subestación.
    - Monitorización del sistema de respaldo (Grupos electrógenos, SAIs, etc).
    - Puesto de control y operaciones.

18.2. RED DE COMUNICACIONES

El sistema gestión de planta usará un protocolo de comunicaciones modbus TCP/IP, por lo que cualquier equipo que no comparta dicho protocolo tendrá que instalarse un convertidor de protocolos.

La red de cableado de comunicación se divide en las siguientes tipologías:

- Red de FO. Se usarán para la comunicación de equipos con distancia grandes como son los armarios de campo de CCTV o los armarios de los sistemas BESS.
- Red de comunicación en serie (RS485 o RS 232) está definida para comunicaciones en distancias medias y siempre que no se pueda usar por la red de ethernet.
- Red de Ethernet. Es la comunicación que requiere el armario principal de comunicaciones, por lo que cualquier otra tipología de red tendrá que pasar por pasarelas hagan la transformación a Ethernet. Otros

equipos usan esta tipología para comunicación y alimentación, como pueden ser las cámaras de videovigilancia con un sistema POE.

18.3. APLICACIONES Y PRESTACIONES

El SGP permitirá el monitoreo y control local en tiempo real de la instalación, brindando acceso a todas las señales y parámetros clave de los equipos del sistema de almacenamiento a través de las siguientes aplicaciones y herramientas:

- **Unifilar interactivo**: Proporciona control en tiempo real sobre el estado y rendimiento de los componentes de media tensión de la instalación.
- **Vistas esquemáticas y distribuciones de la instalación**: Facilita la visualización y análisis de la potencia y energía de todos los dispositivos involucrados.
- **Gestor de alertas**: Ofrece un seguimiento de todas las incidencias de la instalación, con opciones avanzadas de filtrado y personalización.
- **Información contextual de dispositivos**: Permite acceder de forma rápida al estado, descripción y valores actuales de cada dispositivo.

El sistema SCADA, con múltiples funcionalidades, es ideal para las siguientes tareas:

- Gestión de datos según necesidades:
    - Monitoreo en tiempo real: Permite importar, filtrar y normalizar cualquier señal digital o analógica de los dispositivos de manera inmediata.
    - Cálculo de variables: Proporciona métricas sobre la generación y carga eléctrica, el rendimiento y la eficiencia de cada dispositivo e instalación.
    - Personalización de variables: Posibilidad de crear nuevas variables combinando datos preexistentes o fijos.
    - Integración total: Uso de variables monitorizadas o personalizadas en informes, gráficas o alertas.
- Operación y mantenimiento:
    - Alarmas configurables: Permite la creación de alarmas para la planta o dispositivos basadas en condiciones complejas de activación y desactivación.
    - Gestión integral de alertas: Incluye activación, notificación, asignación, creación de partes de mantenimiento y generación de informes detallados.
    - Mantenimiento preventivo: Permite la planificación y organización de tareas de mantenimiento preventivo.
- Control remoto:
    - Gestión de la instalación: Permite gestionar las variables clave, proporcionando al usuario información detallada del sistema y permitiendo ajustes conforme a los requisitos del operador de red.
    - Operación remota: Permite controlar los distintos modos operativos de la instalación a distancia.
- Generación de informes:

- Informes automatizados y personalizables: Permite configurar la frecuencia y contenido de los informes.
- Envío automático de informes: Los informes pueden enviarse a destinatarios predeterminados de manera automática.
- Informes de producción y rendimiento: Generación de informes sobre el rendimiento de la instalación, incidencias y tareas de mantenimiento.

18.4. SISTEMA DE CONTROL COORDINADO DE INSTALACIÓN HÍBRIDA

Los sistemas de generación fotovoltaica y el almacenamiento (BESS) contarán con su propio controlador o PPC (*Power Plant Controller*). Cada controlador actuará directamente sobre el control y la gestión de cada tecnología hibridada: uno para la planta fotovoltaica y otro para el sistema de almacenamiento. A su vez, estos dos PPC individuales estarán comunicados y coordinados con el PPC “MAESTRO”, el cual recopilará toda la información de las instalaciones y enviará las consignas de control y gestión a los PPC de cada tecnología.

El PPC “MAESTRO” controlará la generación y el consumo energético de las diferentes tecnologías, evitando que en ningún caso se supere la capacidad de acceso de la instalación conjunta hibridada (POI). Para ello, enviará las pertinentes consignas de generación o vertido a los distintos PPC, tanto de generación como de almacenamiento (BESS), cumpliendo con lo dispuesto en el artículo 27.4 del Real Decreto 1183/2020, de 29 de diciembre, que establece que, cuando la potencia instalada sea superior a la máxima potencia de acceso otorgada, la instalación debe disponer de un control coordinado que impida que la potencia activa inyectada a la red supere el límite autorizado en el punto de acceso y conexión a red. Concretamente:

- En el caso de la planta fotovoltaica, si el PPC “MAESTRO” indica reducir potencia de generación al PPC FV, este último enviará consignas a los inversores para que reduzcan la generación de energía eléctrica.
- En el caso del sistema de almacenamiento, si el PPC “MAESTRO” indica reducir potencia de generación al PPC BESS, este último enviará consignas a los inversores bidireccionales para reducir o parar la descarga de las baterías.

La principal ventaja de la hibridación de la tecnología de generación con el almacenamiento es, que son complementarias durante el tiempo de operación. El rango de operación de la FV es mayor en verano y durante el día, en esos momentos (y en todos aquellos que por producción o capacidad de red sea viable), se utilizará el excedente de generación en la carga del sistema de almacenamiento, completando de esta manera la sinergia energética de las tecnologías hibridadas. Además, el sistema de almacenamiento aporta las bondades intrínsecas a esta tecnología gestionable referentes al control del vertido de energía, dotando al sistema de estabilidad de red, respuesta rápida y desplazamiento de la curva de generación entre otras.

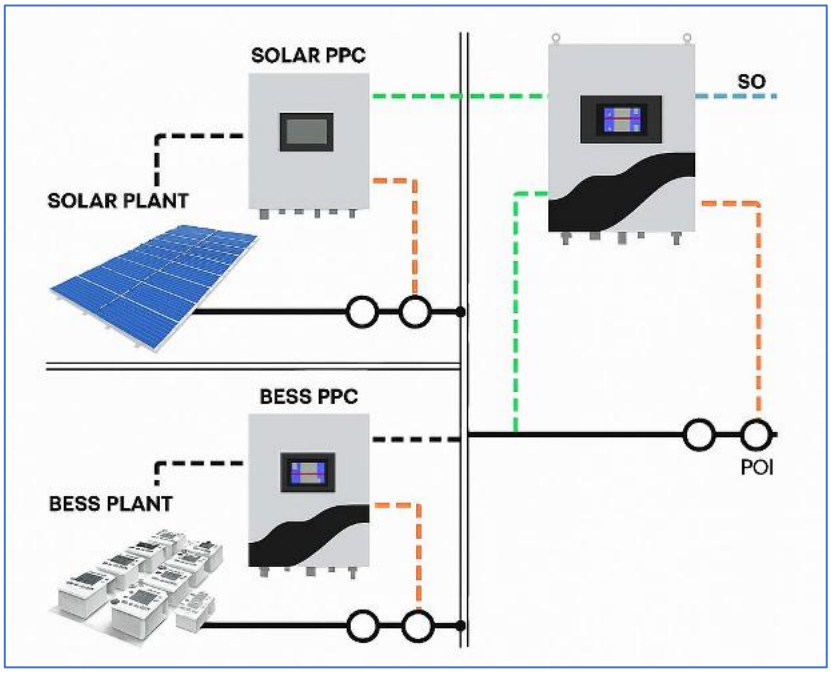


Figura 30. Esquema de configuración de comunicaciones hibridas

19. DESCRIPCIÓN DE OBRA CIVIL DE LA PLANTA DE ALMACENAMIENTO

La planta de almacenamiento requiere de una serie de actuaciones de obra civil que permitan una adecuada ejecución e instalación. Estás actuaciones son:

- Desbroces y explanaciones del terreno.
- Movimientos de tierras necesarios.
- Vallado perimetral.
- Accesos y viales.
- Drenajes.
- Excavación de zanjas para canalizaciones eléctricas y comunicaciones.
- Cimentaciones.

19.1. ACCESOS A LA INSTALACION DE ALMACENAMIENTO DE BATERIAS

El acceso a las infraestructuras de almacenamiento “BESS IERÓN”, se efectuará a través del mismo vial de acceso ya autorizado para la instalación solar fotovoltaica, ubicado en las coordenadas aproximadas ETRS 89 huso 29 S X: 733.931 m E Y: 4.336.659 m N, en el P.K. (Punto Kilométrico) 1+935, margen izquierda de la carretera CC-339, de N-630 a Carmonita, conforme a la autorización incluida en el expediente 22.0103, numero de resolución 2022-04/27222 aprobado por la Diputación Provincial de Cáceres.

Desde esta carretera se tomará el camino de acceso existente hasta llegar a la puerta de acceso de la PSFV “IERÓN” (no ámbito del presente proyecto).

Una vez llegado a dicha puerta, se accederá al interior de la PSFV “IERÓN” y se emplearán parte los caminos internos existentes de esta para enlazar con el camino de acceso de nueva creación destinado a la “BESS IERÓN” ubicada en la zona sur del recinto de la instalación FV.

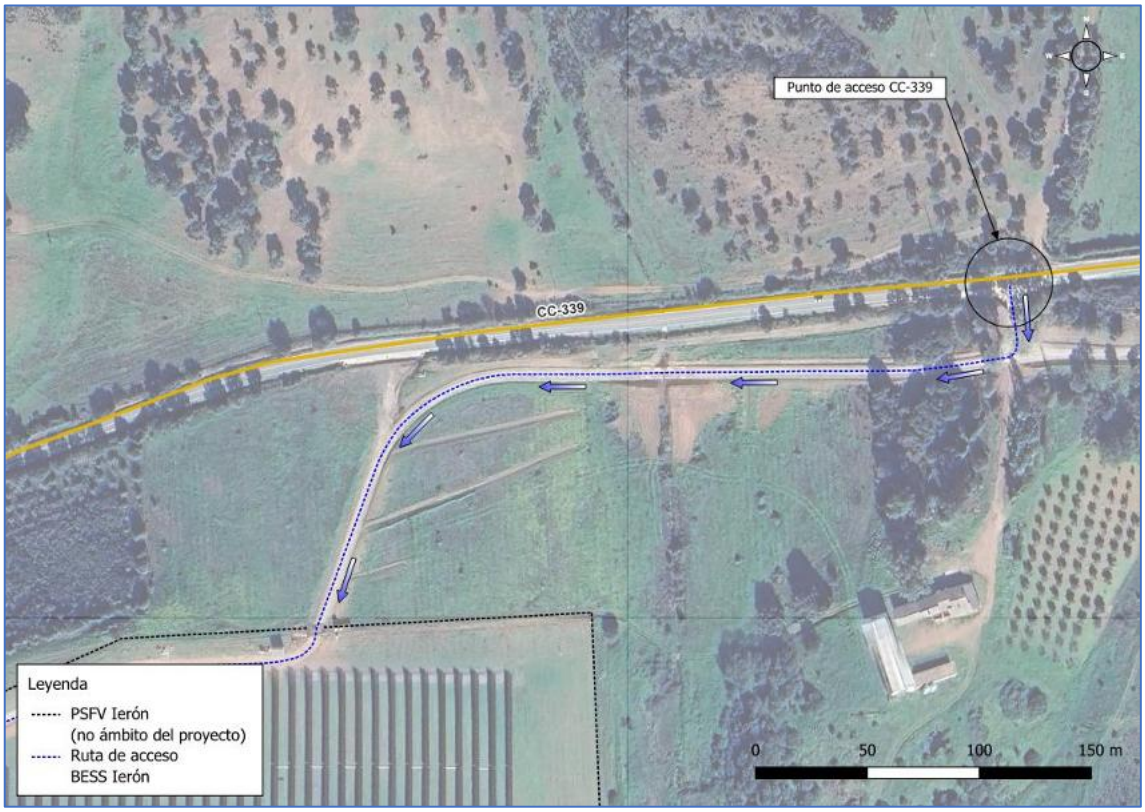


Figura 31. Punto de acceso desde Carretera CC-339.

Las coordenadas (ETRS89 huso 29) de las puertas de acceso serían:

COORDENADAS PUERTAS DE ACCESO A INSTALACIÓN BESS			
PUERTA	X	Y	Z (msnm)
Puerta BESS Noroeste	733.734	4.335.902	417
Puerta BESS Noreste	733.784	4.335.902	412

Tabla 23. Coordenadas puertas de acceso



Figura 32. Ubicación puertas acceso BESS

En la planimetría adjunta al presente proyecto se puede encontrar la ruta de acceso descrita anteriormente junto a los viales de acceso de nueva creación para la instalación BESS.

19.2. DESBROCE Y EXPLANACIÓN DEL TERRENO

La parcela donde se llevará a cabo la implantación del sistema de almacenamiento dispone de una orografía bastante escarpada con pendiente entorno al 11%. La parcela presenta bastante vegetación a fecha de redacción del proyecto, es por ello, que se llevará a cabo una labor de desbroce. Se reducirá la superficie de desbroce a la de ocupación de obra, de manera que se minimice la superficie afectada.

Además, se llevará a cabo la retirada de la capa de tierra vegetal, unos 30 cm aproximadamente, acopiándose el material para posteriores labores de revegetación de taludes y otras zonas de la planta.

19.3. MOVIMIENTOS DE TIERRAS

Como se menciona anteriormente, la parcela donde se ubicará la planta de almacenamiento presenta una topografía bastante irregular que requiere su adecuación para garantizar la correcta disposición de las instalaciones proyectadas. Para ello, se ha previsto la formación de una plataforma mediante la adecuación del terreno existente, obteniendo una superficie con una pendiente del 2% que facilita la evacuación natural de las aguas pluviales y el adecuado funcionamiento de la planta.

19.4. VALLADO PERIMETRAL

El vallado perimetral estará formado por una malla cinegética anudada de 200/16/30 y una altura de 2 metros. Dicho vallado contará con pasos de fauna para permitir el paso de pequeños mamíferos con unas dimensiones de 30 x 20cm y separados unos de otros 50 metros. También estará provisto con placas de señalización para evitar la colisión de la avifauna, separadas 2 metros entre sí y dispuestas en dos hileras alternas con diferencia de 20 cm en altura.

El vallado perimetral también contará con las siguientes características con el fin de no suponer un riesgo para la conservación y circulación de la fauna silvestre de la zona:

- Separación entre hilos verticales de 30 cm, guardando, además, los dos hilos o alambres horizontales inferiores una separación mínima de 15 cm.
- Toda la longitud del vallado carecerá de elementos cortantes o punzantes, así como de la instalación de dispositivos de anclaje o fijación de la malla al suelo diferente a la de los propios postes de sustentación.
- No incorporará dispositivos para conectar corriente eléctrica.
- Los postes deberán estar pintados de colores ocres oscuros o verde carruaje y en ningún caso serán galvanizados o reflectantes.

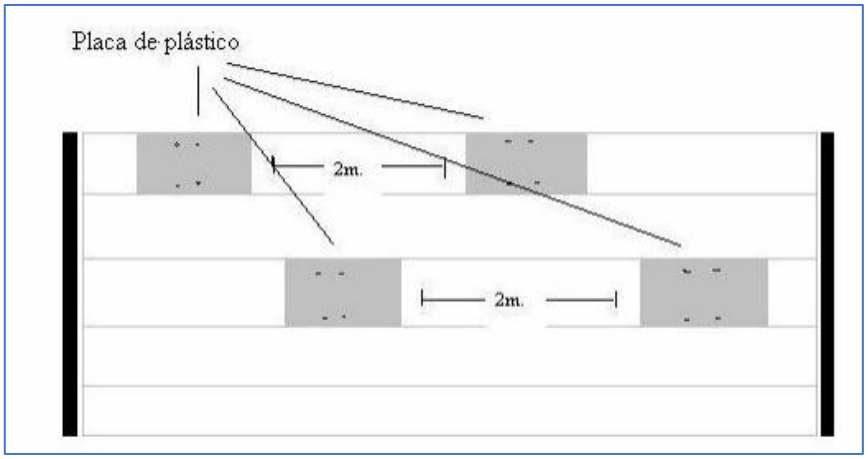


Figura 33. Croquis vallado con placas de señalización anticolisión de la avifauna.

Para la puerta de acceso se empleará una malla electrosoldada modelo PBH o similar, galvanizada en caliente sin acabado de poliéster, postes en chapa de acero soldado de 60 x 60 cm y 1,5 mm de espesor galvanizados. Dicha puerta de acceso será de 5 metros de ancho.

19.5. VIALES Y DRENAJES

El acceso a la instalación se realizará desde los viales existentes de la PSFV "IERÓN" (no ámbito del presente proyecto). La instalación contará con dos puntos de acceso destinados a entrada-salida.

Los viales de acceso contarán con una anchura alrededor de 4 metros, con radios de curvaturas que permiten la entrada de vehículos articulados para el transporte de los equipos de la instalación BESS. Estos viales dispondrán de un paquete de firme compuesto de una base de 20 cm de zahorra artificial, compactada al 100% del Proctor modificado, dispuesta sobre una capa de suelo seleccionado de unos 40 cm de espesor.

Los viales interiores de la planta contarán con una anchura de 4 metros, con radios de curvaturas que permiten la entrada de vehículos articulados para el transporte de los equipos de la instalación BESS y dando accesibilidad a toda la instalación mediante automóvil o furgón durante la explotación. Estos viales dispondrán de un firme de doble capa de zahorra artificial de 20 cm de espesor compactada al 100% del Proctor modificado.

Las aguas de lluvia serán evacuadas de forma natural hacia el punto más bajo de la parcela de implantación. Tras el análisis previo del terreno y de las condiciones de escorrentía, se considera necesaria la ejecución de cunetas y vados con el fin de garantizar una adecuada recogida y conducción de las aguas pluviales.

En el interior del recinto destinado a la instalación BESS, el drenaje superficial de pluviales se realizará mediante cunetas de sección y pendiente suficiente, así como mediante vados en los puntos necesarios, que permitirán dirigir las escorrentías generadas sobre la propia plataforma hacia el punto de salida. Asimismo, se dispondrá una red de drenaje transversal (ODT) en las zonas susceptibles de acumulación, con objeto de evitar encharcamientos y asegurar la correcta evacuación del agua. Complementariamente, se proyectan canaletas bajantes de talud para encauzar de forma controlada las escorrentías procedentes de los taludes de la plataforma, minimizando fenómenos erosivos y garantizando la estabilidad de los mismos.

19.6. EXCAVACIÓN DE ZANJAS PARA CANALIZACIONES ELÉCTRICAS Y COMUNICACIONES

La ejecución de las zanjas para las canalizaciones eléctricas y de comunicaciones y pozos para instalación de arquetas se llevará a cabo siguiendo las especificaciones técnicas necesarias para garantizar la seguridad y la funcionalidad del sistema.

El relleno de las zanjas se realizará con materiales procedentes de la propia excavación, con un cribado en caso necesario para la eliminación de material de elevada granulometría que pueda dañar los cables o tubos, y posterior compactación del material en la zanja. Los tubos serán sellados con espuma de poliuretano para evitar la entrada de roedores que puedan destruir el aislamiento de los conductores.

Adicionalmente, se instalará longitudinalmente en la zanja cintas de señalización o placa de protección de cables que adviertan de la presencia de la línea, conforme a los criterios establecidos en la normativa vigente.

En el caso de cruzamiento de canalizaciones con viales, los circuitos eléctricos irán en interior de tubo y la canalización irá hormigonada en toda la longitud de la vía creando un prisma de hormigón con los tubos a instalar. Dichos tubos circularán bajo la vía a una distancia mínima a la parte superior del tubo de 0,80 m.

En el capítulo de planos, se incluyen las secciones tipo de las zanjas que se utilizarán en las instalaciones del presente proyecto.

19.7. CIMENTACIONES Y ESTRUCTURAS

Cada agrupación de contenedores de baterías, convertidores, estaciones de potencia y edificios contarán con una solera de hormigón armado que trasmitirá las cargas al terreno. Además, los contenedores serán fijados a esta solera mediante pernos post-instalados. Las estaciones de potencia también se encuentran instaladas sobre contenedores/bastidores que serán fijados a la solera de hormigón.

19.8. EDIFICIOS

Los elementos que componen la instalación, como los racks de baterías, los inversores y las estaciones de potencia, se encontrarán alojados en contenedores de acuerdo a las características descritas por el fabricante, siendo generalmente contenedores de 20 pies. Estos contenedores han sido seleccionados por su resistencia y capacidad para proporcionar un ambiente adecuado para el funcionamiento seguro y eficiente de los equipos.

Las dimensiones de los distintos bloques que conforman la instalación:

- Contenedor de baterías: 6,06 x 2,90 x 2,44 m (largo, alto y ancho).
- Convertidor PCS: 3 x 2,2 x 2 m (largo, alto y ancho).
- Estación de potencia: 6 x 2,3 x 2,24 m (largo, alto y ancho).

Adicionalmente se ha proyectado un edificio prefabricado de hormigón destinado a centro de seccionamiento, control y almacén.

20. EDIFICIO PARA CENTRO DE SECCIONAMIENTO, CONTROL Y ALMACÉN

El edificio prefabricado destinado a Centro de Seccionamiento, Control y Almacén se encontrará ubicado del recinto destinado a la planta de almacenamiento BESS y deberá contar con:

- Una sala para ubicación de celdas de MT (centro seccionamiento 30kV).
- Una sala de control con los dispositivos de control y comunicación de la instalación, escritorios, sillas y dispositivos de aire acondicionado/calefacción.
- Una sala destinada a almacén.
- Una sala para el transformador de alimentación de las instalaciones de SSAA.

Sus coordenadas UTM ETRS89 huso 30 son las siguientes:

COORDENADAS EDIFICIO PARA CENTRO CONTROL - ALMACÉN		
PUNTO	**X**	**Y**
1	733.770	4.335.880
2	733.770	4.335.897
3	733.776	4.335.897
4	733.776	4.335.880

Tabla 24. Coordenadas edificio Centro Seccionamiento -Control - Almacén

20.1. URBANIZACIÓN

El edificio prefabricado destinado a Centro de Seccionamiento, Control y Almacén tendrá una superficie de 105 m^2 y formado por un rectángulo de 17,5 metros de longitud por 6 metros de anchura.

El edificio estará dividido en las siguientes salas:

- Sala de MT (centro de seccionamiento) donde se instalarán las cabinas de MT y transformador de SS.AA. del propio edificio.
- Sala de Control donde se instalarán las baterías, convertidores y equipos de comunicaciones necesarios.

- Sala de SS.AA. donde se instalará el transformador para alimentación de los SS.AA. de la instalación además de los cuadros de protecciones de BT necesarios.
- Sala de Almacén.

En el exterior habrá espacio suficiente, anexo al edificio, para la eventual instalación de grupo electrógeno insonorizado.

Los componentes principales que formarán el edificio son los que se indican a continuación:

- Bases: Cimentación a base de losa de hormigón armado en la que se apoyan los cerramientos.
- Cerramiento. Los cerramientos serán paneles prefabricados de hormigón que incluirán los huecos para puertas, ventanas y rejillas de ventilación.
- Cubiertas. La cubierta será a dos aguas y estará ejecutada mediante paneles tipo sándwich especial para cubiertas. Sobre esta se instalará una lámina autoprotegida impermeabilizante para evitar las filtraciones entre juntas de las placas y en los puntos de conexión entre placas y muros.
- Suelos. El suelo será en la zona de cabinas de MT de placas prefabricadas de hormigón para mejora de las tensiones de paso y contacto y en el resto de zonas se construirán canales para alojamiento de los cables. Las placas de hormigón armado dispondrán de un mallazo electrosoldado con redondos de diámetro no inferior a 4 mm. formando una retícula no superior a 0,30 x 0,30 m. El mallazo se cubrirá con una capa de hormigón de 10 cm. de espesor como mínimo, gracias a un sistema de unión apropiado de los diferentes elementos, garantizará la perfecta equipotencialidad del suelo.
- Puertas de acceso. Estarán construidas en chapa de acero galvanizado recubierta con pintura epoxy. Esta doble protección, galvanizado más pintura, las hará muy resistentes a la corrosión causada por los agentes atmosféricos.

20.2. CARACTERÍSTICAS DE DISEÑO EQUIPAMIENTO ELÉCTRICO DE MT

Las características de diseño del equipamiento eléctrico a instalar en la sala de MT (Centro de Seccionamiento) del nuevo edificio destinado a la "BESS IERÓN":

CARACTERÍSTICAS	UND.	POS. 30 kV.
Tensión nominal	kV.	30
Tensión más elevada para el material	kV.	36
Número de fases		3
Identificación de fases		L1-L2-L3
Frecuencia nominal	Hz.	50
Tensión soportada a frecuencia industrial	kV.	70
Tensión soportada rayo	kV.	170
Corriente asignada sistema de barras	A.	630
Intensidad cortocircuito simétrico	kA.	20*

Tabla 25. Características de diseño del equipamiento eléctrico en sala de MT edificio BESS

(*) Nota: Este dato se verificará en la ingeniería de detalle del proyecto constructivo.

La sala destinada a Centro de Seccionamiento de la instalación BESS tendrá el siguiente alcance:

- 3 Celdas de línea. 1 para llegada de circuito de BESS, 1 para llegada de circuito de PSFV y 1 para circuito de salida.
- 2 Celdas de servicios auxiliares.
- 1 Módulo de medida en barras.

La descripción detallada de las mismas:

Celda de línea (llegada BESS / PSFV)

Dimensiones	
Profundidad (mm)	1.225 mm
Anchura (mm)	600 mm
Altura (mm)	2.250 mm
Características	
Corriente asignada de derivación	630 A
Intensidad nominal de corta duración	20 kA
Intensidad de cortocircuito dinámica	80 kA
Equipamiento	
Medio de aislamiento para el compartimento principal	SF6
Seccionador	
Corriente asignada	400 A (BESS) / 630 A (PSFV)
Mando seccionador	Manual
Posiciones (cerrado-abierto-P. a T.)	3 posiciones
Interruptor automático	
Tecnología de corte	Vacío
Mando del interruptor	Motorizado
Corriente asignada (A)	400 A (BESS) / 630 A (PSFV)
Corriente asignada de corte (kA)	20 kA
Transformadores de corriente 1º juego	
Cantidad	3
Primarios/Secundarios	300-600/5-5-5A (10VA- cl0,2s - 10VA 5P20 – 10VA cl0,2s) (BESS) 400-800/5-5-5A (10VA- cl0,2s - 10VA 5P20 – 10VA cl0,2s) (PSFV)

Tabla 26. Descripción celdas de línea de llegada circuitos MT BESS y PSFV a instalar en nuevo edificio BESS

Celda de línea (salida)

Dimensiones	
Profundidad (mm)	1.225 mm
Anchura (mm)	600 mm
Altura (mm)	2.250 mm
Características	

Corriente asignada de derivación	630 A
Intensidad nominal de corta duración	20 kA
Intensidad de cortocircuito dinámica	80 kA
Equipamiento	
Medio de aislamiento para el compartimento principal	SF6
Seccionador	
Corriente asignada	630 A
Mando seccionador	Manual
Posiciones (cerrado-abierto-P. a T.)	3 posiciones
Interruptor automático	
Tecnología de corte	Vacío
Mando del interruptor	Motorizado
Corriente asignada (A)	1250 A
Corriente asignada de corte (kA)	20 kA
Transformadores de corriente 1º juego	
Cantidad	3
Primarios/Secundarios	400-800/5-5-5A (10VA- cl0,2s - 10VA 5P20 – 10VA cl0,2s)

Tabla 27. Descripción celda de línea de salida circuito MT BESS a instalar en nuevo edificio BESS

Celda de SSAA

Dimensiones	
Profundidad (mm)	1.225 mm
Anchura (mm)	600 mm
Altura (mm)	2.250 mm
Características	
Corriente asignada de derivación	630 A
Intensidad nominal de corta duración	20 kA
Intensidad de cortocircuito dinámica	80 kA
Equipamiento	
Medio de aislamiento para el compartimento principal	SF6
Interruptor-Seccionador con fusibles	
Corriente asignada	400 A
Mando seccionador	Manual
Posiciones (cerrado-abierto-P. a T.)	3 posiciones
Bases portafusibles equipadas con:	
Fusibles	10 A
Interruptor con fusibles y disparo combinado	Si
Transformadores de corriente 1º juego	

Cantidad	3
Primarios/Secundarios	100-200/5-5A (10VA- cl0,2s - 10VA 5P20) (trafo 400 kVA) / 50-100/5-5A (10VA- cl0,2s - 10VA 5P20) (trafo 25 kVA)

Tabla 28. Descripción celdas de protección de trafo SSAA a instalar en nuevo edificio BESS

Módulo medida en barras

Conjunto de 3 transformadores de tensión, montados sobre el embarrado general de las celdas, tipo enchufable, aislados y apantallados, tensión asignada 36 kV, con las siguientes características:

Transformador de Tensión	
Cantidad	3
Primario/Secundario	30/0,11-0,11-0,1 1kV (25VA cl0,2; 25VA cl0,2; 30VA cl 0,5; 50VA cl3P)

Tabla 29. Descripción módulo medida en barras a instalar en sala de celdas de nuevo edificio BESS

El edificio también contará con los siguientes elementos los cuales alimentarán los SS.AA. de dicho edificio y parte de los equipos de la instalación BESS:

- 1 Transformador tipo seco de 400 kVA, 30.000/400 V.
- 1 Transformador tipo seco de 25 kVA, 30.000/400 V.
- 2 Rectificadores-batería 125 Vcc 100 Ah.
- 2 Convertidores 125/48 Vcc.
- 1 Armario de B.T. para distribución de corriente alterna (400 / 230 V c.a.).

20.3. OBRA CIVIL EXTERIOR

La obra civil a realizar exteriormente estará constituida básicamente por:

- Solería exterior de 1 m de anchura de placas de hormigón prefabricadas.

20.4. INSTALACIONES COMPLEMENTARIAS

Sistema de puesta a tierra:

Dispondrá de los sistemas puesta a tierra de protección y servicio independientes, que se instalarán a una distancia mínima entre ambas justificado, según el reglamento de alta tensión R.D. 337/2014 aplicando el método UNESA.

Las tierras interiores tendrán la misión de poner en continuidad eléctrica todos los elementos de la unidad que deban estar conectados con sus tierras exteriores.

La tierra interior de protección se realizará con cable de 50 mm2 de cobre desnudo formando un anillo. Este cable conectará a tierra los elementos indicados en la ITC-RAT 13, e irá sujeto a las paredes mediante bridas de sujeción y conexión, conectando el anillo al final a una caja de seccionamiento con un grado de protección IP54.

La tierra interior de servicio se realizará con cable de 50 mm2 de cobre aislado formando un anillo. Este cable conectará a tierra los elementos indicados en la ITC-RAT 13, e irá sujeto a las paredes mediante bridas de sujeción y conexión, conectando el anillo al final a una caja de seccionamiento con un grado de protección IP54.

Las cajas de seccionamiento de la tierra de servicio y protección estarán separadas por una distancia mínima de 1m.

La conexión del tendido del circuito se hará de forma que a 30 cm del suelo se empotrarán dos cajas aislantes, en la que se instalen las bornas de comprobación para la tierra de neutro y las bornas de comprobación de la tierra de los herrajes, accesibles a fin de que puedan comprobarse en todo momento la continuidad de los mismos.

Sistema de alumbrado:

- Alumbrado interior: Estará constituido por lámparas tipo LED de 35 W.
- Alumbrado de emergencia: Estará constituido por luminarias autónomas con alimentación independiente del resto.

Sistema de protección contra incendios:

- El alcance de los sistemas de protección contra incendios será el siguiente:

Medidas activas

- Sistema automático de detección de incendios: Consistirá en un sistema de detección mediante detectores de humo del tipo iónico, en sala de baterías y telecomunicaciones, y del tipo termovelocimétrico en las salas que contienen las celdas de MT y en la del transformador de servicios auxiliares, de doble cámara de ionización y en un sistema de alarmas mediante pulsadores manuales localizados en puntos estratégicos con el fin de que el personal que primero localice un incendio pueda dar la alarma sin esperar la actuación del sistema de detección.
- Se instalará una central de alarmas y señalización con capacidad para todas las zonas de detección.
- Extintores móviles. Se instalarán en el interior del edificio extintores móviles de CO2 de 5 kg en la zona de MT y de 3,5 kg para en el resto de zonas del edificio. Ubicado en las cercanías del transformador de potencia se instalará un extintor móvil de 25 kg de polvo polivalente.

Medidas pasivas

Se realizará una compartimentación en todas las salas con una RF-120. Se cumplirá lo dispuesto en el Reglamento de Protección contra Incendios en Establecimientos Industriales, así como el Código Técnico de la Edificación, en caso de que aplique.

Sistema de climatización:

La zona donde se ubican los equipos de control, protecciones y equipo rectificador-batería se dotará de aire acondicionado proporcionado por una máquina partida refrigerada por aire y sólo frío “free-cooling” con tecnología inverter.

Igualmente, y en general, donde pudiera haber personal de mantenimiento trabajando, se instalará en el equipo de aire acondicionado una bomba de calor para calefacción.

Protección contra intrusión:

Se adoptarán las siguientes medidas:

- Las ventanas del edifico serán enrejadas.
- Puertas de seguridad de alta resistencia con llave y bombín tipo Abloy.

21. LÍNEA SUBTERRÁNEA DE EVACUACIÓN EN MT

La energía generada en la planta de almacenamiento energético mediante baterías “BESS IERÓN” será evacuada hacia la subestación colectora denominada “Valdemantilla 30/220 kV”, la cual es objeto de otro proyecto, utilizando como infraestructura de transporte la línea de evacuación en media tensión actualmente en servicio en la planta fotovoltaica asociada PSFV “IERÓN”.

Se proyecta un nuevo edificio donde se alojará el nuevo centro de seccionamiento destinado a la instalación BESS para la llegada de la línea de MT procedente de las estaciones de potencia y alimentación de los transformadores de SS.AA. asociados. A dicho centro también llegará la línea de MT procedente de la PSFV “IERÓN” con el fin de concentrar la instalación híbrida en una única sala.

Para ello, en la línea de MT procedente de la PSFV “IERÓN” que conecta actualmente con el centro de seccionamiento existente de dicha PSFV, se realizará las labores de seccionamiento/apertura de línea para que pueda hacer entrada/salida en el nuevo centro de seccionamiento proyectado para la BESS. Se destinará una celda de línea de llegada en MT en el nuevo centro de seccionamiento de la BESS para la entrada de la línea procedente de la PSFV (línea seccionada) y una celda de línea de salida para la conexión de la otra parte de la línea seccionada la cual se encuentra conectada en la celda de MT ubicada en el centro de seccinamiento existente de la PSFV (actual celda de línea de llegada de la PSFV “IERÓN”).

En el nuevo centro de seccionamiento se llevará a cabo la interconexión en paralelo entre la planta fotovoltaica PSFV “IERÓN” y la planta de almacenamiento “BESS IERÓN”, de manera que la energía generada por ambas instalaciones se evacúe hasta la subestación “Valdemantilla 30/220 kV” mediante un circuito existente que parte desde el centro de seccionamiento existente de la PSFV y se encuentra compuesto por una terna de cables unipolares con conductor de aluminio del tipo XLPE RHZ1-OL 18/30 kV de 630 mm^2, el cual constituye en la actualidad la línea de evacuación de la planta fotovoltaica. Previamente al circuito mencionado, se deberá realizar el seccionamiento/apertura de la línea de MT procedente de la PSFV “IERÓN”.

Con el objeto de ejecutar el seccionamiento de la línea de MT existente procedente de la PSFV “IERÓN” para que pueda realizar entrada/salida en el nuevo centro de seccionamiento proyectado para la BESS, se proyecta la instalación de dos arquetas de empalme adyacentes, conforme a la documentación gráfica que acompaña al presente proyecto. La línea proyectada se compone de dos recorridos claramente diferenciados:

- Recorrido 1 (“Tramo 2” conforme esquema unifilar): entre la arqueta nº 2 y el centro de seccionamiento de la BESS, donde se llevará a cabo la apertura controlada de la línea de MT en servicio de la planta fotovoltaica y sus empalmes, con el fin de habilitar la entrada al nuevo Centro de Seccionamiento de la instalación BESS.
- Recorrido 2 (“Tramo 3” conforme esquema unifilar): entre el nuevo Centro de Seccionamiento de la instalación BESS y la arqueta nº 1 proyectada, en la que se efectuarán los empalmes con la línea existente de la PSFV la cual tendrá destino en la celda de MT ubicada en el centro de seccionamiento existente de la PSFV (actual celda de llegada de línea de MT procedente de la PSFV “IERÓN”).

A partir de la arqueta de empalme nº 2, la evacuación de la energía hacia la subestación “Valdemantilla 30/220 kV” se realizará íntegramente a través de la infraestructura de evacuación ya construida (líneas de MT y centro de seccionamiento existente), quedando esta parte fuera del ámbito del presente proyecto. En consecuencia, se definen como objeto de esta memoria exclusivamente los tramos de línea comprendidos entre la apertura de la línea existente de la PSFV y el centro de seccionamiento de la BESS, así como la salida de dicho centro hasta los empalmes con la línea en servicio (incluido arquetas de empalme).

Los circuitos en media tensión estarán conformados por conductores de aluminio tipo RHZ1-OL 18/30 kV (conductor empleado en la línea de MT existente de la PSFV), con aislamiento XLPE, específicamente seleccionados para asegurar una elevada capacidad de transporte de energía, un adecuado comportamiento térmico y mecánico en condiciones nominales y de cortocircuito, y una óptima resistencia a su instalación mediante enterramiento directo en zanja con mayor resistencia de absorción de agua.

El desarrollo lineal de la infraestructura proyectada se concreta en los siguientes tramos:

Circuito	Recorrido	Nº Ternas	Sección de conductor (mm2)	Longitud (m)
Apertura de Línea MT existente PSFV	Arqueta de empalme nº 2 - Centro Seccionamiento BESS	1	630	58
Cierre Línea MT existente PSFV + BESS	Centro Seccionamiento BESS - Arqueta de empalme nº 1	1	630	57,5
Circuito Evacuación PSFV + BESS (*)	Arqueta de empalme nº 1– Centro Seccionamiento existente PSFV	1	630	95

Tabla 30. Evacuación 30kV proyectada.

(*) Este tramo constituye la infraestructura preexistente y, por tanto, no es objeto del presente proyecto

Se deja expresamente fuera del alcance del proyecto los tramos de línea de MT procedente la PSFV entre arquetas de empalme y puntos de conexión, la conexión en celda de MT en centro de seccionamiento existente de PSFV, la línea de evacuación hasta la subestación y la conexión física de esta línea en la propia subestación, al tratarse de instalaciones ya construidas y en servicio.

La conexión de los tramos proyectados esta ejecutada mediante terminales de aislamiento seco, seleccionados en función de la sección y características del cable de media tensión, lo que asegura una instalación fiable y con elevada vida útil. Las pantallas metálicas de los cables de MT estarán conectadas a la red de puesta a tierra general de la planta de almacenamiento en cada uno de los extremos de los tramos, garantizando la disipación de cargas parásitas y la minimización de interferencias electromagnéticas.

Este diseño garantiza un sistema de evacuación robusto, eficiente y seguro, que optimiza la integración de la planta de almacenamiento energético “BESS IERÓN” con la red eléctrica existente, reduciendo al mismo tiempo el impacto ambiental y asegurando la explotación conjunta y coordinada con la planta fotovoltaica asociada.

Las pantallas de los cables de MT estarán conectadas a la red de puesta a tierra general de la planta de almacenamiento en cada uno de los extremos de los diferentes tramos, asegurando una correcta disipación de cargas parásitas y minimizando interferencias electromagnéticas. Este diseño garantiza un sistema de evacuación de energía eficiente, seguro y con un impacto ambiental reducido, optimizando la integración de la planta BESS con la red eléctrica.

La zanja de distribución a lo largo del trazado de los circuitos de evacuación en MT se diseñará de acuerdo con las normativas técnicas vigentes y garantizará la correcta disposición de los cables de media tensión.

22. ACTUACIONES A REALIZAR EN EL CENTRO DE SECCIONAMIENTO EXISTENTE

Para poder evacuar la energía procedente de la “BESS IERÓN” y la PSFV “IERÓN” en el Centro de Seccionamiento existente (no ámbito del presente proyecto) de la PSFV, como ya se ha mencionado anteriormente, se realizará el seccionamiento/apertura de línea de MT que une la estación de potencia puntera de la PSFV con el centro de seccionamiento existente. Una vez realizada la apertura de línea mediante la ejecución de arquetas de empalme y su conexión con los nuevos circuitos de MT a instalar para realizar entrada/salida en el nuevo centro de seccionamiento.

Esta solución viene motivada por la hibridación de ambas tecnologías (BESS + FV) donde se tiene que poder diferenciar la energía entregada y/o consumida por cada instalación de manera independiente tomando las mediciones de las celdas de MT instaladas en el nuevo centro de seccionamiento destinadas a cada instalación.

Actualmente, la PSFV “IERÓN” toma sus lecturas principales tanto para tarificación como para envío de información a su PPC de los transformadores de tensión y corriente ubicados en la celda de llegada de línea de MT de esta PSFV la cual se encuentra alojada en el centro de seccionamiento existente de la PSFV.

Al realizar el seccionamiento/apertura de la línea de MT procedente de la PSFV “IERÓN”, las lecturas pasarían a tomarse en la nueva celda de línea a instalar en el nuevo centro de seccionamiento destinado a la BESS por lo que los equipos de control y medida (analizador de red, PPC, contadores de medida, etc.) de la instalación FV pasarían a ubicarse en el nuevo edificio proyectado para la BESS quedando los equipos actuales para el control y medida de la instalación híbrida.

22.1. SISTEMA DE MEDIDA

Actualmente, el punto de medida principal de la energía generada e inyectada a la red por parte de la PSFV “IERÓN”, se realiza en su propio centro de seccionamiento, en la cabina de MT ubicada en el interior del mismo.

El punto de medida totalizador (nudo Valdemantilla) se encuentra en la posición de línea de 220 kV donde, mediante los TI instalados en dicha posición, se realizará la medición de la energía total de salida de la SE “Valdemantilla 30/220 kV” correspondiente a la suma de todas las PSFV asociadas a esta subestación.

Con la hibridación de la “BESS IERÓN” con la PSFV “IERÓN” (esta última no ámbito del presente proyecto), el punto de medida principal destinado a la PSFV “IERÓN” debe de cambiar de ubicación ya que, al entrar en juego la instalación BESS y realizar una hibridación de ambas tecnologías, se tiene que poder diferenciar la energía entregada de cada instalación de manera independiente. Como se ha comentado, actualmente la medida principal de la instalación FV se encuentra en la cabina de MT ubicada en el centro de seccionamiento existente de la PSFV por lo que, en caso de no realizar esta modificación, la medición que se tomaría sería la suma de la energía entregada por la “BESS IERÓN” y la PSFV “IERÓN” sin poder conocer con exactitud qué cantidad corresponde a una u otra instalación.

La propuesta proyectada sería:

Medida principal instalación “BESS IERÓN”

Se realizará a través de los TI ubicados en la nueva celda de línea de MT (celda del circuito “MT3” conforme el esquema unifilar que acompaña al presente proyecto) de llegada de línea de evacuación 30 kV procedente de la BESS la cual se instalará en el nuevo centro de seccionamiento existente de la BESS

Medida principal instalación PSFV “IERÓN”

Se realizará a través de los TI ubicados en la nueva celda de línea de MT (celda del circuito “MT1” conforme el esquema unifilar que acompaña al presente proyecto) de llegada de línea de evacuación 30 kV procedente de la PSFV “IERÓN” (seccionamiento línea existente) la cual se instalará en el nuevo centro de seccionamiento existente de la BESS

Las lecturas de tensión para ambas instalaciones de tomarán desde el nuevo TT de barras a instalar en el tren de celdas de MT ubicado en el en el nuevo centro de seccionamiento existente de la BESS.

Una vez establecidos los puntos de medida principal de la instalación BESS y la instalación FV, tendríamos los siguientes puntos de medida:

- Medida Totalizadora Nudo Valdemantilla (posición de línea 220 kV de subestación).
- Medida Principal Instalación Híbrida (Celda de línea de MT ubicada en centro de seccionamiento existente donde conectaría el nuevo centro de seccionamiento de la instalación BESS. Esta cabina corresponde a la llegada de la PSFV “IERÓN” en la actualidad antes de que se ejecute el seccionamiento/apertura de la línea de MT existente procedente de la PSFV).
- Medida Principal Instalación BESS (nueva celda de línea 30 kV destinada a BESS en nuevo centro de seccionamiento de la “BESS IERÓN”).
- Medida Principal Instalación FV (nueva celda de línea 30 kV destinada a FV en nuevo centro de seccionamiento de la “BESS IERÓN”).

Todos los elementos del punto de medida cumplirán con lo dispuesto en el Reglamento de Puntos de Medida del Sistema Eléctrico, así como sus Instrucciones Técnicas Complementarias.

22.2. INSTALACIONES COMPLEMENTARIAS

Para el proceso de hibridación de la planta “BESS IERÓN” que se lleva a cabo en el presente proyecto, es necesario llevar a cabo las siguientes actuaciones.

Todo el sistema de control y Comunicaciones se llevará a cabo, en todo lo posible, en el nuevo edificio proyectado para esta BESS. Por lo tanto, las actuaciones a realizar son descritas a continuación:

- Armario de Contadores: Se instalará un armario de contadores donde se encontrarán los contadores de medida fiscal y de medida redundante de ambas instalaciones para poder ser enviada a los diferentes organismos involucrados. Este armario se ubicará próximo al nuevo edificio de la “BESS IERÓN”, cercano al centro de seccionamiento de dicha BESS. Este armario se instalará sobre monolito prefabricado o de obra a una distancia suficientemente cercana del edificio.
- Armario de Scada local BESS: la planta “BESS IERÓN” tendrá un armario Scada en el nuevo edificio destinado a la BESS donde se concentrará dentro del rack, el PPC local de la planta BESS, el PPC Maestro, el Scada de la propia planta, así como el EMS (Energy management system). El nuevo edificio también alojará el Scada de la PSFV “IERÓN” y el PPC de la PSFV.

23. PLAZO DE EJECUCIÓN DEL PROYECTO

El plazo de ejecución estimado para la construcción de la instalación es de NUEVE (9) meses. Este plazo indica únicamente el tiempo de construcción incluido dentro de una época favorable, no incluyendo ingenierías EPC, otros estudios, puesta en marcha, etc.

24. PRESUPUESTO

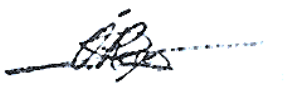
A continuación, se anexa la tabla del presupuesto del proyecto del sistema de almacenamiento de energía con baterías "BESS IERÓN".

RESUMEN DE PRESUPUESTO.	
CAPÍTULOS	**IMPORTE**
CAPÍTULO 1. TRABAJOS PREVIOS	**55.947,42 €**
CAPÍTULO 2. OBRA CIVIL	**177.082,86 €**
CAPÍTULO 3. VIALES Y DRENAJES	**30.430,68 €**
CAPÍTULO 4. CIRCUITOS ELECTRICOS	**164.574,01 €**
CAPÍTULO 5. SISTEMA DE ALMACENAMIENTO	**5.544.424,34 €**
CAPÍTULO 6. EDIFICIO PARA CENTRO DE SECCIONAMIENTO/CONTROL/ALMACÉN	**144.934,88 €**
CAPÍTULO 7. SISTEMA DE COMUNICACIONES, CONTROL Y SEGURIDAD	**465.972,00 €**
CAPÍTULO 8. CIRCUITOS DE COMUNICACIÓN	**2.548,30 €**
CAPÍTULO 9. LÍNEA SUBTERRANEA DE EVACUACIÓN (LSMT)	**60.779,55 €**
CAPÍTULO 10. PUESTA EN MARCHA	**36.214,41 €**
CAPÍTULO 11. ENSAYOS, PRUEBAS Y APLICACIÓN DE SISTEMA DE CALIDAD	**88.615,80 €**
CAPÍTULO 12. TRAMITACIÓN Y LEGALIZACIÓN	**55.733,36 €**
CAPÍTULO 13. SEGURIDAD Y SALUD	**169.380,93 €**
CAPÍTULO 14. GESTIÓN DE RESIDUOS	**12.338,44 €**
CAPÍTULO 15. IMPREVISTOS	**35.220,99 €**
PRESUPUESTO EJECUCIÓN MATERIAL	**7.044.197,96 €**
13% Gastos generales	915.745,74 €
6% Beneficio industrial	422.651,88 €
TOTAL PRESUPUESTO DE INVERSIÓN (SIN IVA)	**8.382.595,58 €**

El Presupuesto de inversión sin IVA asciende a la cantidad de OCHO MILLONES TRESCIENTOS OCHENTA Y DOS MIL QUINIENTOS NOVENTA Y CINCO EUROS con CINCUENTA Y OCHO CÉNTIMOS.

En Sevilla, a febrero de 2026

El Graduado en Ingeniería Eléctrica



Óscar Reyes Blanco

Colegiado nº: 12.188. C.O.G.I.T.I.S.E.

Emisor	Magtel INNOVATION & TECHNOLOGY						
Receptor	frv						
Proyecto	PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO DE HIBRIDACIÓN DE LA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "IERÓN" MEDIANTE LA INSTALACIÓN DE 11MW DE BATERÍAS EN EL T.M. DE MONTÁNCHEZ (CÁCERES)"						
Título	ANEJO 1. CÁLCULOS ELÉCTRICOS						
Código	Negocio	Proyecto	Emisor	Disciplina	Documento	Nº Documento	Revisión
	[AAA]	[BBB]	[CCCCCC]	[DDD]	[EEE]	[#####]	[FF]
	BES	IER	MAGOP	PEJ	ANE	0001	1
	BES-IER-MAGOP-PEJ-ANE-0001					**Fecha**	11/02/2026

Revisión/ Edición	Fecha	Realizado	Revisado	Aprobado	Modificaciones
1	11/02/2026	PRS	JMCM	ORB	

ÍNDICE GENERAL

1. OBJETO 5

2. ALCANCE DEL DOCUMENTO 5

3. CÓDIGOS Y ESTANDARES 5

4. ESTIMACIÓN DE LOS CICLOS DE CARGA Y DESCARGA DEL CONJUNTO 6

4.1. OPERACIÓN DEL SISTEMA 7

5. CÁLCULOS DE BAJA TENSIÓN EN CORRIENTE CONTINUA 8

5.1. PREMISAS DE CÁLCULO 8

5.2. CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA DE DC 14

5.3. RESULTADOS 14

6. CÁLCULO DE CABLES DE CORRIENTE ALTERNA 16

6.1. CABLEADO DE MEDIA TENSIÓN 16

6.2. CABLEADO DE SERVICIOS AUXILIARES 23

7. CÁLCULOS ELÉCTRICOS DE LAS ESTACIONES DE POTENCIA 24

7.1. INTENSIDAD EN PRIMARIO DEL TRANSFORMADOR (30 KV) 24

7.2. INTENSIDAD EN SECUNDARIO DEL TRANSFORMADOR (690 V) 24

7.3. CÁLCULO DE CORTOCIRCUITO EN EL LADO DE BAJA TENSIÓN 24

7.4. SELECCIÓN DE LAS PROTECCIONES EN EL LADO DE ALTA TENSIÓN (30 KV) 25

8. CÁLCULO DE LA RED DE PUESTA A TIERRA DE LAS ESTACIONES DE POTENCIA 26

8.1. DETERMINACIÓN DE LAS CORRIENTES MÁXIMAS DE PUESTA A TIERRA Y TIEMPO MÁXIMO CORRESPONDIENTE DE ELIMINACIÓN DE DEFECTO 26

8.2. DISEÑO PRELIMINAR DE LA INSTALACIÓN DE TIERRA 26

8.3. CÁLCULO DE LA RESISTENCIA DEL SISTEMA DE TIERRAS 28

9. RED DE PUESTA A TIERRA DEL PARQUE DE ALMACENAMIENTO 28

9.1. CÁLCULO DE LA RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA EN SISTEMA TT 29

9.2. ESTIMACIÓN DE LA RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA DEL PARQUE ALMACENAMIENTO 29

ANEXO I: **RESULTADOS DEL CÁLCULO ELÉCTRICO 34**

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ciclo Energético Diario 0,25C 8

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Características del parque de almacenamiento 6

Tabla 2. Composición de la BESS 6

Tabla 3. Guía de Tablas para intensidades máximas admisibles. 10

Tabla 4. Intensidades Máximas Admisibles 11

Tabla 5. Factor de Corrección por Temperatura del terreno. 11

Tabla 6. Factor de Corrección por Resistividad Térmica del Terreno. 12

Tabla 7. Factor de Corrección por Agrupamiento 12

Tabla 8. Características Eléctricas del sistema de Corriente Continua en Baja Tensión 14

Tabla 9. Resumen de Datos de Dimensionamiento de BT CC. 15

Tabla 10. Definición de los circuitos de Corriente Alterna en Media Tensión 16

Tabla 11. Intensidades máximas admisibles (A), en servicio permanente y AC, para cables unipolares aislados hasta 18/30 kV directamente enterrados. 17

Tabla 12.Factor de Corrección por distancia entre ternas o cables tripolares. 18

Tabla 13. Factor de Corrección por cable enterrado a diferentes profundidades. 18

Tabla 14. Cálculo según criterio térmico para el circuito 1.1, entre EP2 y EP1 19

Tabla 15. Cálculo según criterio térmico para el circuito 1.2, entre EP1 y CS BESS 19

Tabla 16. Cálculo según criterio térmico para el circuito 2, entre CE 2 y CS BESS 19

Tabla 17. Cálculo según criterio térmico para el circuito 2.2, entre CS BESS y CE 1 19

Tabla 18. Resistencia del conductor a la frecuencia de 50 Hz (90°C). 20

Tabla 19. Reactancia de la línea a la frecuencia de 50 Hz. 20

Tabla 20. Caída de tensión en circuito 1.1 (EP2-EP1). 21

Tabla 21. Caída de tensión en circuito 1.2 (EP1-CS BESS). 21

Tabla 22. Caída de tensión en circuito 2.1 (CE 2-CS BESS). 21

Tabla 23. Caída de tensión en circuito 2.2 (CS BESS-CE 1). 21

Tabla 24. Intensidad de cortocircuito, en amperios, en pantallas constituidas por una corona de alambres de cobre de diámetro inferior a 1 mm (cables unipolares). 22

Tabla 25. Densidad de corriente, en A/mm2, en función del tiempo de duración del cortocircuito para conductores de aluminio. 22

Tabla 26. Sección conductores de alimentación de los Servicios Auxiliares. 23

Tabla 27. Datos del circuito 1 a baterías de SSAA. 23

Tabla 28. Datos del circuito 2 a baterías de SSAA. 24

Tabla 29. Datos del circuito de luminarias de SSAA. 24

Tabla 30. Datos del circuito de CCTV de SSAA. 24

Tabla 31. Protecciones 30 kV Circuito 1.1. 25

Tabla 32. Protecciones 30 kV Circuito 2. 25

Tabla 33. Protecciones 30 kV Circuito 3. 26

Tabla 34. Valores admisibles de la tensión de contacto aplicada en función de la corriente de falta 31

Tabla 35. Cálculo eléctrico de Baja Tensión en corriente Continua 1

Tabla 36. Cálculo eléctrico de Servicios Auxiliares 2

Tabla 37. Cálculo eléctrico de Media Tensión 3

1. OBJETO

El objeto del presente documento es establecer las características, condiciones mínimas y requerimientos fundamentales que rigen la instalación eléctrica de las líneas de baja y media tensión, así como los requerimientos básicos que definen las instalaciones eléctricas del parque de almacenamiento.

En particular, se definen los criterios y parámetros necesarios para el diseño del sistema de almacenamiento de energía mediante baterías de 6,25 MWh de capacidad. Esto incluye la formulación de los diseños de los centros de transformación, las líneas subterráneas de media tensión, los sistemas de puesta a tierra, así como el análisis de los efectos electromagnéticos. Adicionalmente, se incorporan estimaciones de almacenamiento energético en función de los ciclos de carga y descarga de las baterías, asegurándose así el cumplimiento de las normativas y estándares aplicables.

2. ALCANCE DEL DOCUMENTO

El alcance del documento incluye la descripción de los materiales, equipos y cálculos justificativos que se indican a continuación:

- Cálculo de conductores de corriente continua en baja tensión.
- Cálculo de conductores de corriente alterna en media tensión.
- Cálculos eléctricos de las estaciones de potencia.
- Cálculos eléctricos del centro de transformación.
- Cálculos Líneas Subterráneas Media Tensión.
- Calculo Instalaciones de Puesta a Tierra.

3. CÓDIGOS Y ESTANDARES

Estatal:

- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.
- Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23.
- Real Decreto 244/2019, de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica.

Instalaciones eléctricas:

- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.
- 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 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-BT 01 a 51.
- 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 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 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.

4. ESTIMACIÓN DE LOS CICLOS DE CARGA Y DESCARGA DEL CONJUNTO

La potencia máxima del sistema de almacenamiento es de 11 MW, con la capacidad de almacenar y suministrar energía según las necesidades de la red. La capacidad máxima del almacenamiento es de 200,00 MWh, en un ciclo de 4 horas. El sistema de almacenamiento (BESS) está compuesto por un conjunto de baterías de ion-litio, alojadas en contenedores y en el equipo PCS que se integra en el SKID que incluye los centros de transformación (TWIN SKID COMPACT 8780 kVA y MV SKID COMPACT 3290 kVA).

Para este proyecto, se ha seleccionado la batería Power 6,25 MWh 4h (HiTHIUM), cuyas características técnicas se detallan en el "ANEXO I: Fichas Técnicas" de la memoria del proyecto. A continuación, se detallan las características clave del sistema y los ciclos de energía considerados un factor de descarga de 0,25C (4 horas).

CICLOS DE ENERGIA (4 HORAS)	
BATERIA	**Power 6,25 MWh 4h**
Capacidad BOL DC	6.250,00
Nº de Baterías	9,00
Potencia nominal (KVA)	12.070,00
Capacidad máxima DC (kWh)	56.250,00

Tabla 1. Características del parque de almacenamiento

El sistema de almacenamiento se organiza en varios grupos de baterías (UBA) que trabajan en conjunto para alcanzar la capacidad total del sistema. La siguiente tabla describe la configuración de los grupos de baterías y su capacidad total de almacenamiento:

GRUPOS			CANTIDAD			ENERGIA	
Circuito	**UBA**	**Modelo**	**EP**	**UA**	**Inversores/PCS**	**Energía (DC)**	**Máxima**
1	UBA1	Power 6,25 MWh 4h	1	3	2	6.250,00 kWh	18.750,00 kWh
	UBA2	Power 6,25 MWh 4h		3		6.250,00 kWh	18.750,00 kWh
2	UBA3	Power 6,25 MWh 4h	1	3	1	6.250,00 kWh	18.750,00 kWh
			2	**9**	**3**		**56.250,00 kWh**
						Ciclo (0.25)	**14.062,50 kWh**

Tabla 2. Composición de la BESS

4.1. OPERACIÓN DEL SISTEMA

La integración del sistema de almacenamiento en baterías (BESS) con la planta fotovoltaica (FV) existente se basa en una estrategia operativa optimizada que permite maximizar el aprovechamiento del recurso solar, reducir la dependencia de la red eléctrica y optimizar la participación del sistema en el mercado energético.

El sistema híbrido FV–BESS opera bajo los siguientes principios:

- Aprovechamiento de excedentes fotovoltaicos: Durante las horas de máxima radiación solar, cuando la generación fotovoltaica supera el consumo interno o la capacidad de exportación a red, el excedente se destina a la carga del sistema BESS. Esto evita vertidos no remunerados y maximiza el uso de la energía renovable local.
- Descarga programada según demanda o señales de precio: El BESS descarga su energía en periodos de alta demanda o alto precio del mercado (horas pico, periodo P1), reduciendo el consumo de red y mejorando la rentabilidad operativa. En caso de participar en mercados de balance o servicios complementarios, la descarga puede programarse en respuesta a las señales del operador del sistema.
- Gestión dinámica mediante EMS (Energy Management System): El sistema cuenta con un EMS que supervisa continuamente la generación FV, el estado de carga del BESS, el consumo del sistema y las condiciones del mercado. Este optimiza las consignas de carga y descarga en tiempo real para maximizar el beneficio económico y la estabilidad operativa del sistema híbrido.
- Curva de operación adaptativa: A diferencia de un sistema stand-alone, el ciclo diario de carga/descarga del BESS no es fijo, sino que se adapta a la disponibilidad solar y a las condiciones tarifarias. El BESS puede operar con un factor de capacidad nominal de 0,25C, ajustando la profundidad de descarga (DoD) para prolongar la vida útil de las baterías y maximizar el rendimiento energético.
- Soporte a la red y mejora de sostenibilidad: En situaciones de alta demanda o baja generación renovable en el sistema eléctrico, el BESS puede aportar energía o potencia de respaldo, reduciendo el uso de generación fósil y contribuyendo a la estabilidad del sistema.

Este enfoque de operación híbrida permite una gestión energética más eficiente, con reducción de costos operativos, mejora del autoconsumo y una mayor integración de energías renovables en el mix eléctrico.

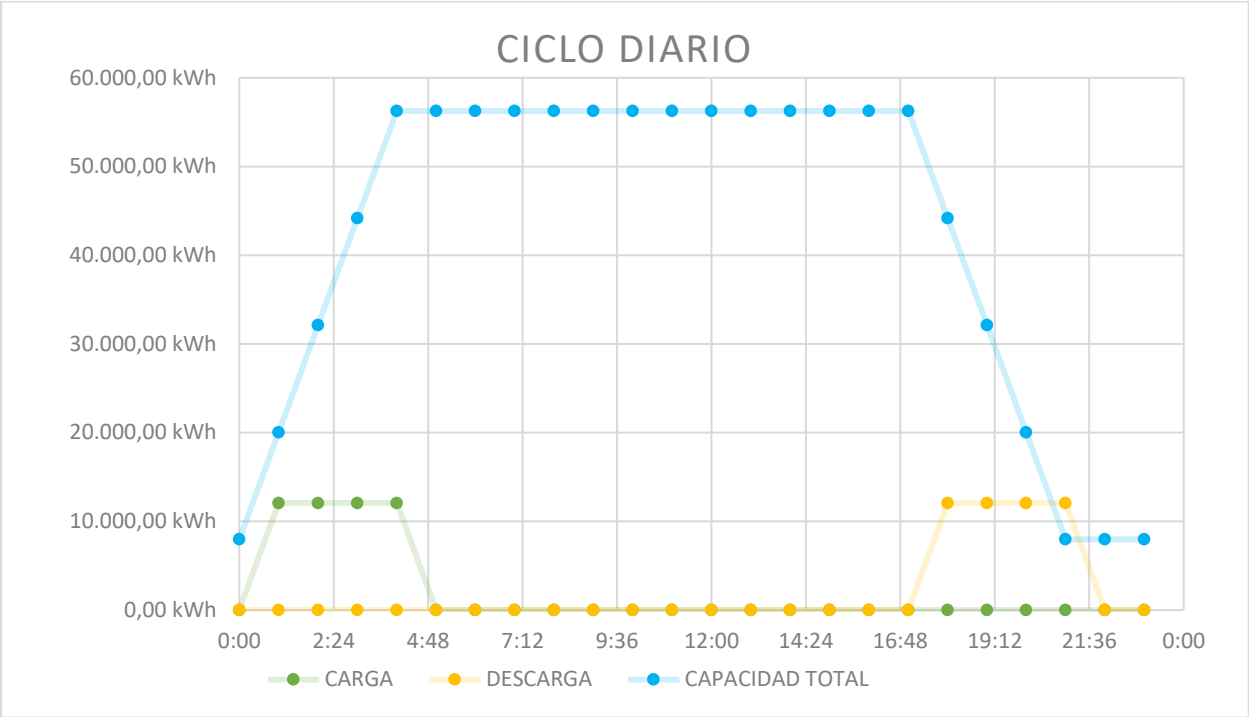


Figura 1. Ciclo Energético Diario 0,25C

5. CÁLCULOS DE BAJA TENSIÓN EN CORRIENTE CONTINUA

5.1. PREMISAS DE CÁLCULO

En este apartado se definen los criterios de diseño para el dimensionamiento del cableado y protecciones de baja tensión del Sistema BESS.

El cableado de baja tensión engloba:

- Cables de interconexión de CC del contenedor hasta los PCS.
- Cables de interconexión de CA de los PCS a los transformadores.

El cableado entre equipos convertidores de potencia y transformadores de será parte del suministro de las estaciones de potencia las cuales vendrá cableadas y probadas de taller.

La selección del calibre de los cables de BT CC se realizará considerando las siguientes premisas de cálculo:

- Los cables de BT CC serán dimensionados de acuerdo con lo establecido en el estándar internacional IEC-60364-5-52 sobre intensidades admisibles en sistemas de conducción de cables.
- Se considera que la instalación de los cables será directamente enterrada. En este caso, a efectos de cálculo de intensidad máxima admisible, se considerará el método de cable directamente enterrado (método D2 s/ IEC-60364-5-52) por ser el más desfavorable.
- Para los circuitos de CC se ha elegido un cable H1z2z2 de conductor de Cu unipolar, aislamiento de polietileno reticulado (XLPE) y temperatura máxima de servicio de 90ºC, tensión asignada de 0,6/1 kV (apto para uso en 1500 Vcc).

- Para el cálculo de los cables de CC se ha partido de la intensidad máxima de carga/descarga según se indica en la Tabla 1 del siguiente subcapítulo, convenientemente mayorada según se justifica en apartado de metodología de cálculo siguiente.
- Las intensidades máximas admisibles para los distintos tipos de cables y métodos de instalación indicados arriba serán acorde con los valores de la Tabla B.52.3 de la norma IEC-60364-5-52.
- A efectos del cálculo de la intensidad máxima admisible, se consideran las condiciones ambientales indicadas en la Tabla 2 del siguiente subcapítulo en lo relativo a temperatura del terreno, así como resistividad térmica del terreno. En relación con estos parámetros ambientales, la intensidad máxima admisible de los conductores se ha corregido utilizando los factores indicados en las tablas siguientes de la norma IEC-60364-5-52:

o Tabla B. 52.15 - Factores de corrección para temperaturas ambiente del terreno diferentes de 20 °C a aplicar a los valores de las corrientes admisibles para cables en conductos en el suelo.

o Tabla B.52.16 - Factores de corrección para cables enterrados directamente en el suelo o en conductos enterrados para terrenos de resistividad diferente de 2,5 K·m/W a aplicar a los valores de las corrientes admisibles para el método de referencia D.

- A efectos de intensidad máxima admisible se ha considerado también el factor de reducción por agrupamiento de distintos circuitos en una misma zanja. A estos efectos se han considerado los factores indicados en la siguiente tabla de la norma IEC-60364-5-52:

o Tabla B.52.19 - Factores de reducción para más de un circuito, cables en conductos enterrados en el suelo Método de instalación D1 de las tablas B.52.2 a B.52.5.

- El factor de seguridad eléctrica considerado para el cálculo de la corriente máxima admisible es de 1,25.

- La caída de tensión en cada circuito será menor al 0,5%.
- Los cables deben de ser capaces de resistir la corriente de cortocircuito hasta que las protecciones intervengan.

5.1.1. CRITERIO DE INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE

La corriente máxima admisible para el conductor eléctrico seleccionado en los circuitos de Corriente Alterna, se calcula mediante la siguiente expresión:

$$Iz = I\text{corregida} = IMax\_\text{Admisible} \cdot FT \cdot FR \cdot FC \cdot \text{FP}$$

Siendo:

- ICorregida: Intensidad máxima admisible de cableado corregida por los factores de temperatura, resistividad térmica del terreno, agrupación de cables en la zanja.
- IMax_Admisible: Intensidad máxima admisible del conductor seleccionado según condiciones de instalación y según lo definido en tablas de IEC-60364-5-52:
- FT: Factor de corrección de la temperatura del terreno.
- FR: Factor de corrección de la resistividad térmica del terreno.
- FC: Factor de corrección por el agrupamiento de cables en la zanja.

- FP: Factor de corrección por profundidad del conductor

La Tabla B.52.1 determina en función del tipo de cable y el método de instalación dónde se encuentra el valor de corriente máxima admisible a tener en cuenta. En este caso, tenemos que, para circuitos de dos conductores aislados, aislamiento termoestable y con método de instalación D, habrá que buscar en la columna 7 de la Tabla B.52.3 la intensidad máxima admisible.

Tabla B.52.1 – Métodos de instalación de referencia que forman la base de las corrientes admisibles tabuladas

Método de instalación de referencia		Tabla y columna						
		Corrientes admisibles para los circuitos simples					Factor de temperatura ambiente	Factor de reducción por agrupamiento
		Aislamiento termoplástico		Aislamiento termoestable		Aislamiento mineral		
		Número de conductores aislados						
		2	3	2	3	2 y 3		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
 Habitación	Conductores aislados (cables unipolares) en un tubo en una pared térmicamente aislante	A1	B.52.2 Col. 2	B.52.4 Col. 2	B.52.3 Col. 2	B.52.5 Col. 2	–	B.52.14	B.52.17
 Habitación	Cable multipolar en un tubo en una pared térmicamente aislante	A2	B.52.2 Col. 3	B.52.4 Col. 3	B.52.3 Col. 3	B.52.5 Col. 3	–	B.52.14	B.52.17 Excepto D (aplica la tabla B.52.19)
	Conductores aislados (cables unipolares) en un tubo sobre una pared de madera	B1	B.52.2 Col. 4	B.52.4 Col. 4	B.52.3 Col. 4	B.52.5 Col. 4	–	B.52.14	B.52.17
	Cable multipolar en un tubo sobre una pared de madera	B2	B.52.2 Col. 5	B.52.4 Col. 5	B.52.3 Col. 5	B.52.5 Col. 5	–	B.52.14	B.52.17
	Cable unipolar o multipolar sobre una pared de madera	C	B.52.2 Col. 6	B.52.4 Col. 6	B.52.3 Col. 6	B.52.5 Col. 6	Cubierta 70 °C B.52.6 Cubierta 105 °C B.52.7	B.52.14	B.52.17
	Cable multipolar en conductos en el suelo	D	B.52.2 Col. 7	B.52.4 Col. 7	B.52.3 Col. 7	B.52.5 Col. 7	–	B.52.15	B.52.19

Tabla 3. Guía de Tablas para intensidades máximas admisibles.

La Tabla B.52.3 determina en función del material del cable y la sección, la corriente máxima admisible. Los cables de CC se proponen de Cobre.

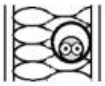
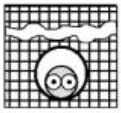
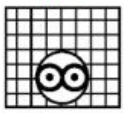
Sección nominal del conductor mm²	Método de instalación de la tabla B.52.1						
	A1	A2	B1	B2	C	D	D1
							
1	2	3	4	5	6	7	8
Cobre							
1,5	19	18,5	23	22	24	25	27
2,5	26	25	31	30	33	33	35
4	35	33	42	40	45	43	46
6	45	42	54	51	58	53	58
10	61	57	75	69	80	71	77
16	81	76	100	91	107	91	100
25	106	99	133	119	138	116	129
35	131	121	164	146	171	139	155
50	158	145	198	175	209	164	183
70	200	183	253	221	269	203	225
95	241	220	306	265	328	239	270
120	278	253	354	305	382	271	306
150	318	290	393	334	441	306	343
185	362	329	449	384	506	343	387
240	424	386	528	459	599	395	448
300	486	442	603	532	693	446	502

Tabla 4. Intensidades Máximas Admisibles

FT: Factor corrector por temperatura ambiente del terreno según lo definido en tablas de IEC-60364-5-52.

Tabla B. 52.15 – Factores de corrección para temperaturas ambiente del terreno diferentes de 20 °C a aplicar a los valores de las corrientes admisibles para cables en conductos en el suelo

Temperatura del terreno °C	Aislamiento	
	PVC	XLPE y EPR
10	1,10	1,07
15	1,05	1,04
20	1,00	1,00
25	0,95	0,96
30	0,89	0,93
35	0,84	0,89
40	0,77	0,85
45	0,71	0,80
50	0,63	0,76
55	0,55	0,71
60	0,45	0,65
65	–	0,60
70	–	0,53
75	–	0,46
80	–	0,38

Tabla 5. Factor de Corrección por Temperatura del terreno.

FR: Factor corrección por la resistividad térmica del terreno diferente de 2,5 K·m/W según la tabla B.52.16 de la norma IEC-60364-5-52.

Tabla B.52.16 – Factores de corrección para cables enterrados directamente en el suelo o en conductos enterrados para terrenos de resistividad diferente de 2,5 K·m/W a aplicar a los valores de las corrientes admisibles para el método de referencia D

Resistividad térmica K·m/W	0,5	0,7	1	1,5	2	2,5	3
Factor de corrección para cables en conductos enterrados	1,28	1,20	1,18	1,1	1,05	1	0,96
Factor de corrección para cables enterrados directamente	1,88	1,62	1,5	1,28	1,12	1	0,90

NOTA 1 Los factores de corrección dados están promediados para los rangos de dimensiones de conductores y los tipos de instalación de las tablas B.52.2 a B.52.5. La precisión global de los factores de corrección es de ±5%.

NOTA 2 Los factores de corrección se aplican a los cables en conductos enterrados; para cables tendidos directamente en el terreno los factores de corrección para resistividades térmicas inferiores a 2,5 K·m/W serán más elevados. Si se necesitan valores más precisos, pueden calcularse por medio de los métodos dados en la Norma IEC 60287.

NOTA 3 Los factores de corrección se aplican a los conductos enterrados hasta una profundidad de 0,8 m.

NOTA 4 Se asume que las propiedades del terreno son uniformes. No se ha contemplado la posibilidad de la migración de humedad que puede comportar la existencia de una región de alta resistividad térmica alrededor del cable. Si se prevé el secado parcial del terreno, la corriente admisible debería determinarse a partir de los métodos especificados en la Norma IEC 60287.

Tabla 6. Factor de Corrección por Resistividad Térmica del Terreno.

FC: Factor corrector por agrupamiento de cables según lo definido en la Tabla B.52.19 del IEC-60364-5-52.

Tabla B.52.19 – Factores de reducción para más de un circuito, cables en conductos enterrados en el suelo – Método de instalación D1 de las tablas B.52.2 a B.52.5

A) Cables multipolares en conductos individuales				
Número de cables	**Distancia entre conductos [a]**			
	Nula (conductos en contacto)	**0,25 m**	**0,5 m**	**1,0 m**
2	0,85	0,90	0,95	0,95
3	0,75	0,85	0,90	0,95
4	0,70	0,80	0,85	0,90
5	0,65	0,80	0,85	0,90
6	0,60	0,80	0,80	0,90
7	0,57	0,76	0,80	0,88
8	0,54	0,74	0,78	0,88
9	0,52	0,73	0,77	0,87
10	0,49	0,72	0,76	0,86
11	0,47	0,70	0,75	0,86
12	0,45	0,69	0,74	0,85
13	0,44	0,68	0,73	0,85
14	0,42	0,68	0,72	0,84
15	0,41	0,67	0,72	0,84
16	0,39	0,66	0,71	0,83
17	0,38	0,65	0,70	0,83
18	0,37	0,65	0,70	0,83
19	0,35	0,64	0,69	0,82
20	0,34	0,63	0,68	0,82

Tabla 7. Factor de Corrección por Agrupamiento

En general, para cada circuito, se comprobará entonces que se cumple con la siguiente condición:

$$1{,}25 * IMAX\ ADMISIBLE = IMAX\ \text{CORREGIDA}$$

5.1.2. CRITERIO DE CAÍDA DE TENSIÓN

Se calcula también la caída de tensión máxima en todos los circuitos que conectan un contenedor de baterías con un convertidor de potencia según la siguiente expresión:

$$\triangle V(V) = \rho \cdot L \cdot Imax/S$$

Siendo:

- Δ V(V): caída de tensión (V).
- ρ : resistividad del material conductor según lo indicado en la Tabla 1 (ohm·mm2/m).
- L: longitud del circuito (m) según valores indicados para cada uno de los circuitos. Esta longitud tiene en cuenta los dos cables del circuito.
- Imax: intensidad máxima de carga/descarga por contenedor (A).
- S: sección del conductor (mm2) según valores indicados para cada uno de los circuitos.

Y tras ello, la caída de tensión porcentual es:

$$\triangle V(\%) = (\triangle V/Vfun) \cdot 100$$

Siendo:

- V (%): caída de tensión (%).
- V: caída de tensión (V) calculada anteriormente.
- Vfun: el valor más desfavorable del rango de tensiones de funcionamiento.

En general, para cada circuito, se comprobará entonces que se cumple con la siguiente condición:

$$\triangle V\ (\%) < 1{,}0\%$$

5.1.3. CRITERIO DE INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO

Cada entrada al CGBT perteneciente al centro de transformación esta basa en dos fusibles ultrarrápidos conectados en paralelos. Estos fusibles tienen una intensidad nominal de 1.100 A y un poder de corte de 250 kA a 3 ms. Los cables deberán tener una sección tal que aseguren su funcionamiento hasta el momento en el que la protección actúe. Para calcular la sección mínima necesaria, se utiliza la siguiente formula:

$$Isc/S = K/\sqrt{t}$$

Donde:

- Isc: intensidad de cortocircuito que debe aguantar el cable (A).
- S: sección del conductor (mm2).
- K: constante del material y aislamiento. Para conductores de aluminio y aislamiento de XLPE este valor es de 94 $A\sqrt{s}\ mm2$
- t: duración del cortocircuito (s).

5.2. CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA DE DC

Las características eléctricas del sistema de Corriente Continua en Baja Tensión vienen marcadas por los contenedores de baterías y por los cables que conectarán estos contenedores con los convertidores de potencia (PCS). Los sistemas contenerizados estarán constituidos por racks de baterías conectados en serie y paralelo, por lo que se han utilizado los valores correspondientes a dichas configuraciones:

CARACTERÍSTICAS DE LAS ESTACIONES DE POTENCIA	UNIDAD	VALOR
Capacidad de almacenamiento por contenedor	MWh	6,25
Rango de tensiones de funcionamiento	V	1300 -1.500
Tensión nominal de funcionamiento	V	1.331,20
Potencia máxima carga/descarga por contenedor para 0,25 C	MVA	1.564,16
Frecuencia nominal	Hz	50
Factor de potencia	%	>99
Ajuste de potencia reactiva	%	+/- 100

Tabla 8. Características Eléctricas del sistema de Corriente Continua en Baja Tensión

La solución contenerizada en cuestión se entrega como unidad funcional autónoma, completamente cableada en CC y configurada internamente por el fabricante, e incluye todos los equipos de potencia, protecciones, aparamenta, cableado interior y dispositivos auxiliares necesarios para su funcionamiento interno.

Por tanto, la parte de la instalación en CC que forma parte del ámbito de este anejo es el tramo de interconexión de las bornas de corriente continua de cada uno de los contenedores con los PCS que transforman la corriente continua de la batería en corriente alterna.

Por lo tanto, de cada contenedor salen 4 circuitos en paralelo de CC, que conectan cada uno de los racks con su PCS.

5.3. RESULTADOS

Se ha aplicado la metodología de cálculo descrita en el apartado anterior a todos los circuitos de Corriente Continua del proyecto.

Siendo:

Contenedor de batería (ESS) HiTHIUM 6,25 MWh-4h (P. máx. salida para C0.25 1.564,16 kVA):

- S = potencia aparente total del contenedor 1.564,16kVA
- S = potencia aparente de cada rack (salida) 391,04 kVA
- U = Tensión de la línea de 1,33 KV

$$I_{MAX} = 293{,}80\ A\ (Por\ cada\ uno\ de\ los\ circuitos)$$

En dicha Tabla se resumen los datos de dimensionamiento del conductor para cada uno de los circuitos que forman la instalación.

CALCULOS ELECTRICOS BT											
Circuito	Instalación	Potencia (kVA)	V (V)	Lmáx (m)	Sección Elegida (mm^2)	Nº Circuitos	Imax (A)	Iadm (A)	Fc	Caída de tensión (%)	Cumple
BESS (HiTHIUM) – PCS (Power Electronic)	Directamente enterrado	1.564,16	1.331	37,5	300	4	293,44	308,04	0,6136	0,14	**SI**

Tabla 9. Resumen de Datos de Dimensionamiento de BT CC.

Para el dimensionado del cableado de baja tensión, se han aplicado los factores de corrección establecidos en la norma UNE-HD 60364-5-52 y en la Guía Técnica de Aplicación BT-19 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (REBT), atendiendo a las condiciones particulares de instalación. Los factores considerados en el cálculo para la circunstancia más restrictiva son los siguientes:

1. Factor de corrección por temperatura ambiente (f_1): **1,00.** Este valor se ha empleado al considerar una temperatura ambiente superior a la de referencia (20 °C), lo cual afecta a la capacidad de disipación térmica del conductor.
2. Factor de corrección por resistividad térmica del terreno (f_2): **1,28**. Se ha supuesto un valor de resistividad del terreno superior al estándar (1,5 K·m/W), mejorando la capacidad de evacuación térmica en enterramiento directo.
3. Factor de corrección por agrupamiento (f_3): **0,47** (La más desfavorable). Se ha considerado la presencia de dieciséis circuitos bipolares dispuestos con una separación de 125 mm entre conductores de circuitos distintos, y con los conductores activos de cada circuito en contacto mutuo.
4. Factor de corrección por profundidad de instalación (f_4): **1,02**. Este valor corresponde a una profundidad de instalación comprendida entre 0,60 m y 0,70 m, en condiciones estándar de ventilación natural y terreno sin recubrimientos especiales.

Como resultado del producto de los factores anteriormente indicados, se obtiene un **factor total de corrección igual a 0,6136**, el cual ha sido aplicado al cálculo de la sección de los conductores, garantizando un diseño conforme a las condiciones reales de servicio y a los criterios de seguridad y fiabilidad exigidos por el REBT.

6. CÁLCULO DE CABLES DE CORRIENTE ALTERNA

6.1. CABLEADO DE MEDIA TENSIÓN

En este capítulo se justifican los cálculos de las líneas de media tensión empleadas para evacuar la energía generada en los contenedores de las estaciones de potencia hasta la subestación de evacuación.

Como se comprobará finalmente, el criterio por el que se determina la sección de conductores es el de intensidad máxima admisible, obligando a que la sección del conductor sea como mínimo de 300 mm^2. Por esta razón, en los siguientes apartados sólo se justificarán los cálculos a partir de la sección mínima establecida.

El tipo de cable a utilizar en media tensión será el AL-RHZ1 con aislamiento XLPE, que se instalará directamente enterrado y con una tensión de aislamiento de 18/30 kV.

Las estaciones de potencia irán conectadas dos a dos, mediante dos circuitos de media tensión, para finalmente conectar desde la celda de línea de la propia estación de potencia hasta la celda de línea del centro de seccionamiento.

GRUPOS				CANTIDAD		POTENCIA
Circuito	UBA	Modelo	EP	Contenedores	Inversores/PCS	Potencia (MW)
1	UBA1	PCSK FP4390K4	1	3	1	4,39
	UBA2	PCSK FP4390K4		3	1	4,39
	UBA3	PCSK FP4390K4	1	3	1	3,29
				32	**3**	**12,07**

Tabla 10. Definición de los circuitos de Corriente Alterna en Media Tensión

Se define la corriente que discurre en los tramos, de acuerdo con la potencia de los dos inversores proyectados en la estación de potencia.

$$I = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U}$$

Ecuación 1. Intensidad para M.T.

Siendo:

Inversor tipo 1 – PCSK FP4390K4 (P. máx. salida 8,78 MW):

- S = potencia aparente de 8,78 MVA
- U = Tensión de la línea de 30 KV

$$I_{MAX} = 168{,}97\ A$$

Inversor tipo 1 – PCSK FP3290K3:

- S = potencia aparente de 3,29 MVA
- U = Tensión de la línea de 30 KV

$$I_{MAX} = 63{,}32\ A$$

En este caso, al enlazar dos estaciones de potencia, la corriente máxima vendrá definida por la suma de potencia de ambas estaciones (P. máx. salida 12,07 MW):

$$I_{MAX} = 232{,}29\ A$$

La elección del cableado de media tensión se basa en tres criterios: Térmicos, caída de tensión y cortocircuito.

6.1.1. CRITERIO TÉRMICO

La metodología del criterio impone aplicar los factores de corrección que indica la norma a los distintos tramos.

Para nuestro proyecto tomaremos las intensidades máximas admisibles que nos muestra la tabla 6 de la ITC-LAT-06 y posteriormente le aplicaremos el factor de corrección por agrupamiento de circuitos tomando como referencia la tabla 10 de la misma ITC:

Sección nominal mm²	Tensión nominal (Temperatura máxima en el conductor 90 °C) 1,8/3 kV a 18/30 kV					
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Conductores de Cu						
10	-	-	-	-	-	-
16	115	105	100	91	98	90
25	155	140	130	120	125	115
35	185	170	155	145	150	140
50	220	205	180	170	175	160
70	275	255	225	205	220	200
95	335	305	265	245	260	235
120	385	345	300	280	290	265
150	435	395	340	315	325	300
185	500	445	380	355	370	335
240	590	525	440	415	425	395
300	680	600	490	460	475	445
400	790	-	560	520	-	-
500	930	-	635	605	-	-
630	1095	-	715	675	-	-
Conductores de Al						
16	92	80	78	74	76	70
25	120	110	100	94	95	90
35	145	130	120	110	115	105
50	170	155	140	130	135	125
70	210	195	170	160	165	155
95	255	235	205	190	200	180
120	295	270	235	215	225	205
150	335	305	260	245	255	230
185	385	345	295	280	285	260
240	455	405	345	320	330	305
300	520	465	390	365	375	345
400	610	-	445	415	-	-
500	715	-	505	480	-	-
630	830	-	575	545	-	-

(1) Tres cables unipolares agrupados, instalados al aire.
(2) Un cable trifásico, instalado al aire, protegido del sol.
(3) Tres cables unipolares agrupados, enterrados a 1 m de profundidad.
(4) Tres cables unipolares bajo tubo, enterrados a 1 m de profundidad.
(5) Un cable trifásico, enterrado a 1 m. de profundidad.
(6) Un cable trifásico bajo tubo, enterrado a 1 m de profundidad

Temperatura del terreno °C:	25
Temperatura del aire °C:	40
Resisitividad térmica terreno K·m/W:	1,5
Temperatura del conductor en °C:	90

Tabla 11. Intensidades máximas admisibles (A), en servicio permanente y AC, para cables unipolares aislados hasta 18/30 kV directamente enterrados.

Factor de corrección										
Tipo de instalación	Separación de los ternos	Número de ternos en la zanja								
		2	3	4	5	6	7	8	9	10
Cables directamente enterrados	En contacto (d = 0 cm)	0,76	0,65	0,58	0,53	0,50	0,47	0,45	0,43	0,42
	d = 0,2 m	0,82	0,73	0,68	0,64	0,61	0,59	0,57	0,56	0,55
	d = 0,4 m	0,86	0,78	0,75	0,72	0,70	0,68	0,67	0,66	0,65
	d = 0,6 m	0,88	0,82	0,79	0,77	0,76	0,74	0,74	0,73	-
	d = 0,8 m	0,90	0,85	0,83	0,81	0,80	0,79	-	-	-
Cables bajo tubo	En contacto (d = 0 cm)	0,80	0,70	0,64	0,60	0,57	0,54	0,52	0,50	0,49
	d = 0,2 m	0,83	0,75	0,70	0,67	0,64	0,62	0,60	0,59	0,58
	d = 0,4 m	0,87	0,80	0,77	0,74	0,72	0,71	0,70	0,69	0,68
	d = 0,6 m	0,89	0,83	0,81	0,79	0,78	0,77	0,76	0,75	-
	d = 0,8 m	0,90	0,86	0,84	0,82	0,81	-	-	-	-

Tabla 12.Factor de Corrección por distancia entre ternas o cables tripolares.

4 - Cables enterrados en zanja a diferentes profundidades:

La profundidad de instalación se mide como la distancia vertical entre la superficie del terreno y la parte más baja del cable a menor profundidad del tendido (ver dibujos):



COEFICIENTES DE CORRECCIÓN

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

Tabla 13. Factor de Corrección por cable enterrado a diferentes profundidades.

Para la justificación de los cálculos se tienen en cuenta las líneas de media tensión que enlazan las estaciones de potencia.

De acuerdo con esta información se exponen a continuación el cálculo según el criterio térmico de la sección de conductores:

CIRCUITO 1.1 (EP2-EP1)	
Intensidad (A)	168,97
Sección elegida (mm²)	300
Número de Circuitos	1
Intensidad máxima admisible por circuito (A)	414
Factor de corrección por agrupamiento	0,83
Intensidad corregida (A)	319,57
Cumple	SI

Tabla 14. Cálculo según criterio térmico para el circuito 1.1, entre EP2 y EP1

CIRCUITO 1.2 (EP1-CS BESS)	
Intensidad (A)	232,29
Sección elegida (mm²)	300
Número de Circuitos	1
Intensidad máxima admisible por circuito (A)	414
Factor de corrección por agrupamiento	0,83
Intensidad corregida (A)	319,57
Cumple	SI

Tabla 15. Cálculo según criterio térmico para el circuito 1.2, entre EP1 y CS BESS

CIRCUITO 2 (CE 2-CS BESS)	
Intensidad (A)	312,73
Sección elegida (mm²)	630
Número de Circuitos	1
Intensidad máxima admisible por circuito (A)	615
Factor de corrección por agrupamiento	0,83
Intensidad corregida (A)	474,72
Cumple	SI

Tabla 16. Cálculo según criterio térmico para el circuito 2, entre CE 2 y CS BESS

CIRCUITO 3 (CS BESS-CE 1)	
Intensidad (A)	337,94
Sección elegida (mm²)	630
Número de Circuitos	1
Intensidad máxima admisible por circuito (A)	615
Factor de corrección por agrupamiento	0,83
Intensidad corregida (A)	474,72
Cumple	SI

Tabla 17. Cálculo según criterio térmico para el circuito 2.2, entre CS BESS y CE 1

6.1.2. CRITERIO DE CAÍDA DE TENSIÓN

Para este criterio estudiaremos los distintos tramos individualmente, debido a que dependen directamente de las longitudes de estos. La caída de tensión admisible para cada línea viene definida según la siguiente ecuación:

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

Ecuación 2. Caída de tensión para M.T.

Siendo:

- L = Longitud de la línea (km)
- I = Intensidad (A)
- Cosφ = 0,95

- Senφ = 0,31
- R = Resistencia de la línea en Ω /km según la siguiente tabla de referencia:

Sección nominal mm²	Resistencia máxima en c.a. y a 90 °C en Ω/km			
	Cables Unipolares		Cables Tripolares	
	Cu	Al	Cu	Al
10	2.310	-	2.346	-
16	1.455	2.392	1.479	2.431
25	0.918	1.513	0.936	1.542
35	0.663	1.093	0.675	1.112
50	0.490	0.800	0.499	0.0822
70	0.339	0.558	0.345	0.568
95	0.245	**0.430**	0.249	0.410
120	0.195	0.321	0.197	0.324
150	0.159	**0.277**	0.161	0.265
185	0.127	0.209	0.129	0.212
240	0.098	**0.168**	0.099	0.163
300	0.078	0.128	-	-
400	0.062	**0.105**	-	-
500	0.051	0.084	-	-

Tabla 18. Resistencia del conductor a la frecuencia de 50 Hz (90°C).

X = reactancia de la línea en Ω /km según la siguiente tabla de referencia:

Sección nominal mm²	Reactancia X en Ω/km por fase						
	Tensión nominal del cable						
	1,8/3 kV	3,6/6 kV	6/10 kV	8,7/15 kV	12/20 kV	15/25 kV	18/30 kV
Tres cables unipolares en contacto mutuo							
10	0.136	0.141	-	-	-	-	-
16	0.126	0.130	0.143	-	-	-	-
25	0.117	0.121	0.134	0.141	-	-	-
35	0.111	0.115	0.128	0.135	0.146	-	-
50	0.106	0.109	0.122	0.128	0.138	0.144	0.149
70	0.100	0.103	0.115	0.120	0.130	0.136	0.141
95	0.095	0.098	0.110	0.115	**0.125**	0.129	**0.132**
120	0.092	0.095	0.106	0.111	0.120	0.123	0.127
150	0.090	0.092	0.102	0.108	**0.117**	0.120	**0.123**
185	0.088	0.091	0.100	0.104	0.112	0.118	0.120
240	0.085	0.088	0.097	0.101	**0.119**	0.116	**0.114**
300	0.083	0.087	0.093	0.097	0.104	0.108	0.111
400	0.081	0.085	0.091	0.095	**0.101**	0.104	**0.106**
500	0.080	0.084	0.089	0.092	0.098	0.100	0.102
Un cable tripolar							
10	0.115	0.122	-	-	-	-	-
16	0.107	0.113	0.127	-	-	-	-
25	0.100	0.105	0.118	0.127	-	-	-
35	0.095	0.100	0.112	0.120	0.126	-	-
50	0.091	0.095	0.106	0.114	0.120	0.127	0.133
70	0.086	0.090	0.100	0.107	0.113	0.119	0.125
95	0.083	0.087	0.096	0.102	0.107	0.114	0.119
120	0.081	0.084	0.093	0.098	0.103	0.109	0.114
150	0.079	0.082	0.090	0.096	0.101	0.106	0.111
185	0.079	0.081	0.089	0.094	0.098	0.103	0.108
240	0.076	0.079	0.085	0.090	0.094	0.099	0.103

Tabla 19. Reactancia de la línea a la frecuencia de 50 Hz.

El resultado según el criterio térmico en cada uno de los tramos de las diferentes líneas, asociadas a las diferentes estaciones de potencia, y en la línea de evacuación obtenemos las caídas de tensiones de las secciones obtenidas.

CIRCUITO 1.1 (E2-EP1)	
Intensidad (A)	168,97
Sección (mm²)	300
Número de circuitos	1
Longitud de la línea (m)	54,16
Caída de tensión (V)	2,15
Caída de tensión	0,007 %

Tabla 20. Caída de tensión en circuito 1.1 (EP2-EP1).

CIRCUITO 1.2 (EP2-CS BESS)	
Intensidad (A)	232,29
Sección (mm²)	300
Número de circuitos	1
Longitud de la línea (m)	47,05
Caída de tensión (V)	0,70
Caída de tensión	0,002 %

Tabla 21. Caída de tensión en circuito 1.2 (EP1-CS BESS).

CIRCUITO 2 (CE 2-CS BESS)	
Intensidad (A)	168,97
Sección (mm²)	300
Número de circuitos	1
Longitud de la línea (m)	57,64
Caída de tensión (V)	1,92
Caída de tensión	0,006 %

Tabla 22. Caída de tensión en circuito 2.1 (CE 2-CS BESS).

CIRCUITO 3 (CS BESS-CE 1)	
Intensidad (A)	337,94
Sección (mm²)	630
Número de circuitos	1
Longitud de la línea (m)	57,15
Caída de tensión (V)	1,90
Caída de tensión	0,006 %

Tabla 23. Caída de tensión en circuito 2.2 (CS BESS-CE 1).

6.1.3. CRITERIO DE CORTOCIRCUITO

6.1.3.1. CORTOCIRCUITO EN PANTALLA

La intensidad de defecto a tierra está limitada a 500 A, debido a la reactancia de puesta a tierra que se instala en la subestación, la cual no es ámbito de este proyecto (transformador en ZigZag). Se compara este valor con el que admite la pantalla. Considerando que la duración del cortocircuito en subestación es de 1 segundo, para pantalla de 16 mm².

Sección de pantalla mm²	Duración del cortocircuito, en segundos								
	0,1	0,2	0,3	0,5	1	1,5	2	2,5	3
10	5300	3880	3250	2620	1990	1720	1560	1450	1370
16	8320	6080	5090	4110	3130	2700	2440	2270	2150
25	12700	9230	7700	6160	4630	3960	3560	3290	3100

Los datos relacionados en esta tabla han sido calculados de acuerdo con la Norma IEC 60949.

Tabla 24. Intensidad de cortocircuito, en amperios, en pantallas constituidas por una corona de alambres de cobre de diámetro inferior a 1 mm (cables unipolares).

Icc adm pantalla = 3130 A en 1 s > I de defecto = 500 A

6.1.3.2. CÁLCULO DE SECCIÓN POR CORTOCIRCUITO

En este apartado se comprueba que los cables de sección 300 mm², correspondiente a los tramos entre estaciones de potencia, y los cables de sección 630 mm², correspondiente al tramo desde estaciones de potencia hasta centro de seccionamiento soportan el cortocircuito máximo previsto con una sección menor. Para ello, recurrimos a la tabla 26 de la ITC-LAT-06 del RLAT en la que tenemos los valores máximos de densidad de corriente en A/mm².

Tipo de aislamiento	Δθ* (K)	Duración del cortocircuito, t_{cc}, en segundos									
		0,1	0,2	0,3	0,5	0,8	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
PVC: sección ≤ 300 mm² sección > 300 mm²	 90 70	 240 215	 170 152	 138 124	 107 96	 98 87	 76 68	 62 55	 53 48	 48 43	 43 39
XLPE, EPR y HEPR	160	298	211	172	133	122	94	77	66	59	54
HEPR Uo/U≤ 18/30 kV	145	281	199	162	126	115	89	73	63	56	51

Tabla 25. Densidad de corriente, en A/mm2, en función del tiempo de duración del cortocircuito para conductores de aluminio.

Para verificar si las secciones de los conductores pueden soportar el cortocircuito, comparemos la corriente de cortocircuito (Isc) máxima que soportaría la línea. Estimando que la intensidad del cortocircuito será, como máximo, de 25 kA.

Tomando el valor de la tabla anterior (94 A/mm²), se multiplica este valor por la sección del conductor para saber el cortocircuito máximo que soporta el cable en el tiempo de disparo de las protecciones de 1 s.

Los cables deberán tener una sección tal que aseguren su funcionamiento hasta el momento en el que la protección actúe. Para calcular la sección mínima necesaria, se utiliza la siguiente fórmula:

$$\frac{Isc}{S} = \frac{K}{\sqrt{t}}$$

Donde:

- Isc: intensidad de cortocircuito que debe aguantar el cable (A).
- S: sección del conductor (mm2).
- K: constante del material y aislamiento. Para conductores de aluminio y aislamiento de XLPE este valor es de 94 $A\sqrt{s}\ mm2$.
- t: duración del cortocircuito (s).

$$S_{min} = \frac{Isc\ x\ \sqrt{t}}{K} = \frac{25.000\ x\ \sqrt{1}}{94} = 265{,}95\ mm^2$$

La sección de los cables deberá ser igual o mayor de 300 mm2.

Icc (300 mm2 en Al) = 28,35 (kA) > 25 kA.

Icc (400 mm2 en Al) = 38,34 (kA) > 25 kA.

Icc (630 mm2 en Al) = 59,52 (kA) > 25 kA.

Se comprueba que el valor del cortocircuito máximo estimado es inferior al cortocircuito que soportan los conductores seleccionados. En cualquier caso, el diseño se ha realizado con un tiempo de despeje de falta de 1s. Teniendo en cuenta que este valor temporal es factible que se reduzca en la fase de regulación del interruptor de corte, el cable de acuerdo con la tabla anterior puede soportar un valor superior de cortocircuito, por lo que se considera que las secciones de diseño soportan de manera adecuada el valor máximo de cortocircuito.

6.2. CABLEADO DE SERVICIOS AUXILIARES

La finalidad de los cálculos que se realizan en este punto es conocer las secciones de conductores de servicios auxiliares de baterías, alumbrado y CCTV, no se trata de configurar las protecciones y secciones de un cuadro en concreto, ya que la casuística es en función de la ubicación de los equipos.

La potencia considerada para cada luminaria es de 200 W teniendo un total de 24 luminarias, 2 por báculo, cumpliendo para todos los circuitos.

El cableado de SSAA de alimentación al transformador es el siguiente:

Transformador SSAA							
Potencia Nominal [kW]	Alimentación	Tensión [kV]	Material	Sección [mm2]	Aislamiento y configuración	Distancia máxima [m]	c.d.t. [V]
1.250	Trifásica	30	Aluminio	300	XLPE	5	0,05

Tabla 26. Sección conductores de alimentación de los Servicios Auxiliares.

Según la configuración anterior, así como los criterios de cálculo de secciones y protecciones, el criterio determinante es el criterio térmico. Además, hay que aclarar que la caída de tensión no puede superar el 5% para los circuitos de alimentación de luminarias.

Circuito 1 a baterías SSAA							
Potencia Nominal [kW]	Alimentación	Tensión [V]	Material	Sección [mm2]	Aislamiento y configuración	Distancia máxima [m]	c.d.t. [%]
200	Trifásica	400	Cobre	400	XLPE	73	0,58

Tabla 27. Datos del circuito 1 a baterías de SSAA.

Circuito 2 a baterías SSAA							
Potencia Nominal [kW]	Alimentación	Tensión [V]	Material	Sección [mm2]	Aislamiento y configuración	Distancia máxima [m]	c.d.t. [%]
25	Trifásica	400	Aluminio	35	XLPE	22	0,25

Tabla 28. Datos del circuito 2 a baterías de SSAA.

Circuito luminarias SSAA							
Potencia Nominal [kW]	Alimentación	Tensión [V]	Material	Sección [mm2]	Aislamiento y configuración	Distancia máxima [m]	c.d.t. [%]
3,80	Trifásica	400	Cobre	6	XLPE	300,48	3,43

Tabla 29. Datos del circuito de luminarias de SSAA.

Circuito CCTV SSAA							
Potencia Nominal [kW]	Alimentación	Tensión [V]	Material	Sección [mm2]	Aislamiento y configuración	Distancia máxima [m]	c.d.t. [%]
0,3	Monofásica	230	Cobre	6	XLPE	123,62	0,22

Tabla 30. Datos del circuito de CCTV de SSAA.

Utilizando la información de la tabla anterior y aplicando los factores de corrección por agrupamiento que en este caso es 1, se ha demostrado mediante cálculos previos que dichos factores no afectan a la hora de realizar el cálculo ya que el criterio limitante es este.

La configuración será de "3F + N", y la distribución de los circuitos se realizará de forma que vayan enterrada bajo tubo por lo que el método de instalación será el D correspondiente a la tabla B.52.1. de la norma UNE HD 60364-5-52.

Los cálculos realizados en este punto se tendrán que reconfirmar, y revisar en el caso, con las potencias nominales de los equipos seleccionados en fase de obra.

7. CÁLCULOS ELÉCTRICOS DE LAS ESTACIONES DE POTENCIA

7.1. INTENSIDAD EN PRIMARIO DEL TRANSFORMADOR (30 KV)

En un sistema trifásico equilibrado, la intensidad primaria Ip viene determinada por la expresión:

$$I_p = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U}$$

Ecuación 3. Intensidad en el primario (estación de potencia)

7.2. INTENSIDAD EN SECUNDARIO DEL TRANSFORMADOR (690 V)

En un sistema trifásico equilibrado, la intensidad en el secundario Is está determinada por la misma expresión de la ecuación indicada anteriormente.

7.3. CÁLCULO DE CORTOCIRCUITO EN EL LADO DE BAJA TENSIÓN

Intensidad secundaria para cortocircuito en el lado de baja tensión (despreciando la impedancia de la red de alta tensión):

$$I_{ccs} = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot \frac{U_{cc}}{100} \cdot U_s}$$

Ecuación 4. Intensidad de cortocircuito en el lado de baja tensión (estación de potencia)

7.4. SELECCIÓN DE LAS PROTECCIONES EN EL LADO DE ALTA TENSIÓN (30 KV)

Se instalará un interruptor de corte en carga en atmósfera de hexafluoruro de azufre, siendo capaz de activarse ante cualquier fallo por cortocircuito.

Contamos con celdas de línea con protección activa frente a cortocircuitos que dependerán de la intensidad nominal del circuito, así como de la intensidad máxima corregida que soporte el circuito.

Las protecciones tienen un criterio fundamental para su cálculo:

1º) In Cable < In protección < Imax Cable

En la siguiente tabla se recogen los valores nominales de la protección a incluir en las celdas de SF6, y si cumple con el criterio fundamental:

Circuito 1.1	
Protecciones	TRAMO 1
Intensidad (A)	168,97
Sección (mm²)	300
Número de circuitos	1
Intensidad Máxima Admisible (A)	414
Intensidad nominal de la Protección (A)	250
Intensidad de Cortocircuito (kA)	25
Tiempo de despeje de falta (s)	1
Cumplimiento	SÍ

Tabla 31. Protecciones 30 kV Circuito 1.1.

Los valores del Circuito 1.2 son los mismo que el Circuito 1.1, reflejados en la tabla anterior.

Cada estación de potencia contará con dos celdas de Línea, la celda de llegada tiene las mismas características que la celda de línea de salida de la estación de potencia. La celda de salida tendrá las características a la potencia total de salida, con las líneas de llegada más la potencia aportada por la propia estación.

Circuito 2 LEV	
Protecciones	TRAMO 1
Intensidad (A)	312,73
Sección (mm²)	630
Número de circuitos	1
Intensidad Máxima Admisible (A)	615
Intensidad nominal de la Protección (A)	400
Intensidad de Cortocircuito (kA)	25
Tiempo de despeje de falta (s)	1
Cumplimiento	SÍ

Tabla 32. Protecciones 30 kV Circuito 2.

Circuito 3 LEV	
Protecciones	TRAMO 1
Intensidad (A)	312,73

Circuito 3 LEV	
Protecciones	TRAMO 1
Sección (mm^2)	630
Número de circuitos	2
Intensidad Máxima Admisible (A)	615
Intensidad nominal de la Protección (A)	400
Intensidad de Cortocircuito (kA)	25
Tiempo de despeje de falta (s)	1
Cumplimiento	SÍ

Tabla 33. Protecciones 30 kV Circuito 3.

8. CÁLCULO DE LA RED DE PUESTA A TIERRA DE LAS ESTACIONES DE POTENCIA

8.1. DETERMINACIÓN DE LAS CORRIENTES MÁXIMAS DE PUESTA A TIERRA Y TIEMPO MÁXIMO CORRESPONDIENTE DE ELIMINACIÓN DE DEFECTO

Para diseñar la instalación de puesta a tierra de las estaciones de potencia, se tendrá en cuenta que en la subestación de evacuación de la energía del parque de almacenamiento se instala una reactancia fase-tierra en 30 kV (transformador en zig-zag) que limita la intensidad de defecto a tierra, siendo el tiempo máximo de desconexión de 1s.

La intensidad máxima de defecto será igual a:

$$Id_{max} = 500{,}00\ A$$

8.2. DISEÑO PRELIMINAR DE LA INSTALACIÓN DE TIERRA

La estación de potencia (inversor/centro de transformación) y el centro de seccionamiento estarán provistos de su instalación de puesta a tierra, con objeto de limitar las tensiones de defecto a tierra que puedan producirse en la propia unidad. Esta instalación de puesta a tierra, complementada con los dispositivos de interrupción de corriente, deberá asegurar la descarga a tierra de la intensidad homopolar de defecto, contribuyendo a la eliminación del riesgo eléctrico debido a la aparición de tensiones peligrosas en caso de contacto con las masas que puedan ponerse en tensión.

El estudio de las tierras se ha llevado a cabo mediante el sof ware de cálculo ETAP, en su versión 22.5. Además, se ha llevado a cabo mediante el cálculo por Elemento Finito.

8.2.1. TIERRAS INTERIORES

Las tierras interiores de las estaciones de potencia y centro de seccionamiento tendrán la misión de poner en continuidad eléctrica todos los elementos de la unidad que deban estar conectados con sus tierras exteriores.

La tierra interior de protección se realizará con cable de 50 mm^2 de cobre desnudo formando un anillo. Este cable conectará a tierra los elementos indicados en la ITC-RAT 13, como se indica en párrafos posteriores, e irá sujeto a las paredes mediante bridas de sujeción y conexión, conectando el anillo al final a una caja de seccionamiento con un grado de protección IP54.

La tierra interior de servicio se realizará con cable de 50 mm^2 de cobre aislado formando un anillo. Este cable conectará a tierra los elementos indicados en la ITC-RAT 13, como se indica en párrafos posteriores, e irá sujeto a las paredes mediante bridas de sujeción y conexión, conectando el anillo al final a una caja de seccionamiento con un grado de protección IP54.

Las cajas de seccionamiento de la tierra de servicio y protección estarán separadas por una distancia mínima de 1m.

El correcto diseño de las tierras interiores debe ser realizado y certificado por el fabricante de la estación de potencia, debiendo de ser coherente con el diseño proyectado para las tierras exteriores. En caso de discrepancias entre diseños deberán ser puestos en común y rediseñados.

La instalación de puesta a tierra del centro se diseñará para limitar las tensiones de defecto a tierra, garantizando que la diferencia de potencial en la red de tierra de servicio no exceda los 1.000 V en caso de un fallo a tierra. El sistema constará de dos circuitos independientes: uno para la tierra general y otro para el neutro, aunque, al no haber transformadores en el centro, se podrá prescindir de la red independiente de puesta a tierra del neutro si la intensidad del defecto y la resistencia de la puesta a tierra general lo permiten. Se conectarán al circuito de puesta a tierra general las envolturas y pantallas metálicas de los cables, las envolventes metálicas de las celdas de distribución secundaria, las bornas de tierra de los detectores de tensión, las pantallas o enrejados de protección, el mallazo equipotencial de la solera, y las tapas y marcos metálicos de los canales de cables. Además, las rejillas de ventilación y las puertas se instalarán de forma que no entren en contacto con la red de tierra general del centro.

8.2.2. TIERRA DE PROTECCIÓN

Se consideran tierras de protección de la estación de potencia y se conectarán a este sistema las partes metálicas de la instalación que no estén en tensión normalmente, pero puedan estarlo a consecuencia de averías, accidentes, descargas atmosféricas o sobretensiones, tales como los chasis y los bastidores de los aparatos de maniobra, envolventes metálicas de las cabinas prefabricadas, carcasas de los transformadores y armaduras o pantallas metálicas de los cables.

La configuración de las tierras de protección es 80-40/8/48 consistente en un anillo rectangular, alrededor de la losa de cimentación sobre el que se instala la estación de potencia, de 50 mm^2 de cobre desnudo, a una profundidad de 0,8 metros, con ocho picas de acero cobreado de 8 metros de longitud y 14 mm de diámetro mínimo en los vértices.

Aplicando la configuración 80-40/5/82 del método UNESA antes mencionado, se puede apreciar que el anillo que forma la tierra de protección tiene unas dimensiones de 8 x 4 metros empleando 8 picas de acero cobreado. Para nuestro cálculo de la puesta a tierra de protección, las dimensiones del anillo que se ha considerado tendrán unas dimensiones aproximadas de 11,7 x 5,6 metros por lo que haciendo uso de las configuraciones existentes del método UNESA no se encuentra un anillo para tierra de protección con similares dimensiones a las que empleamos para nuestro diseño. Debido a esto, hacemos un cálculo previo con la configuración 80-40/5/82, la cual resulta válida, por lo que se entiende que nuestro diseño también resulta válido debido al empleo de mayor cantidad de cable de cobre desnudo de 50 mm^2 empleado.

8.2.3. TIERRA DE SERVICIO

Se considerarán tierras de servicio y se conectarán a este sistema el neutro del transformador de servicios auxiliares, los circuitos de baja tensión de los transformadores de medida o protección (salvo que existan pantallas metálicas de separación conectadas a tierra entre los circuitos de alta y baja tensión de los transformadores). El Sistema empleado para la puesta a tierra del neutro del transformador de generación quedará a criterio del fabricante, pero tiene cumplir con la reglamentación eléctrica española y tiene que ser compatible con el sistema de puesta a tierra diseñado en este proyecto, en caso de incompatibilidad deberá ser rediseñado uno u otro.

Si no se consiguen los valores de resistencia de puesta a tierra requeridos por la reglamentación, se podrán los medios necesarios agregando metros de cable de cobre desnudo o tantas picas como sean necesarias, manteniendo la independencia de las tierras.

Será necesario llevar a cabo un estudio con mayor profundidad en una fase de desarrollo mayor, con el fin de afinar todos los datos.

8.3. CÁLCULO DE LA RESISTENCIA DEL SISTEMA DE TIERRAS

8.3.1. TIERRA DE PROTECCIÓN

Resistencia del sistema de puesta a tierra de protección $Rt = 0{,}484$.

Al no tener un estudio geotécnico, se ha revisado informes de zonas parecidas en el término municipal de Málaga, siendo este entre 100 a 500 Ω/m, escogiendo para el estudio una media de 250 Ω/m.

Se ha considerado para el cálculo una resistividad ρ= 250 Ω*m

Intensidad de defecto:

$$I_d = \frac{U_{s(max)}}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{(R_n + R_t)^2 + {X_n}^2}}$$

Ecuación 5. Intensidad de defecto para tierra de protección

Id= 500 A.

Tensión de defecto: Ud = Id * Rt = 242,3 V

El aislamiento de las instalaciones de media tensión en CT deberán ser mayor o igual que la tensión máxima de defecto.

En este caso deben ser como mínimo 30.000 Voltios > 242,3 V.

Ud < 1.000 V Por lo que las tierras de protección y de servicio pueden ser las mismas.

9. RED DE PUESTA A TIERRA DEL PARQUE DE ALMACENAMIENTO

Los sistemas de puesta a tierra, según la ITC-BT-08 del REBT, que se plantean en proyecto son, TT en lo referente a la instalación desde el transformador de servicios auxiliares y las cargas que éste alimenta, e IT con respecto a la instalación de almacenamiento, desde los propios contenedores hasta el transformador de evacuación, que eleva la tensión de la energía de almacenamiento a 30 kV.

Como se indica en la memoria, se diseña la instalación de tierras de protección unificada, de esta manera se pondrán a tierra todas las partes metálicas de una instalación que no estén en tensión normalmente, pero que puedan estarlo a consecuencia de averías, accidentes, descargas atmosféricas o sobretensiones, tanto de las estaciones de potencia como de servicios auxiliares que estén o salgan de éstos, como las correspondientes a la totalidad del parque de almacenamiento. Se reitera que existirá una tierra única de protección, subterránea en su totalidad, para todas las instalaciones indicadas. En caso de que se cambie el planteamiento de los sistemas de puesta a tierra en obra será responsabilidad del director de Obra el rediseño e instalación.

El valor de la resistencia de tierra deberá ser en cualquier caso tal que garantice que los valores de tensión de contacto no superen los 24 V.

Para el diseño de la instalación de puesta a tierra hay que tener en cuenta lo indicado en la ITC-BT-24 de instalaciones interiores o receptoras, sobre protección contra los contactos directos e indirectos. De acuerdo con esto, hay que calcular la puesta a tierra de protección para el sistema TT y pare el sistema IT, de manera que la resistencia de puesta a tierra sea igual o inferior al valor más desfavorable obtenido del cálculo de los dos sistemas.

9.1. CÁLCULO DE LA RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA EN SISTEMA TT

Se cumplirá la siguiente condición:

$$R_A \cdot I_a \leq U_0$$

Ecuación 6. Condición para tensión de contacto

donde:

- RA es la suma de las resistencias de la toma de tierra y de los conductores de protección de masas.
- Ia es la corriente que asegura el funcionamiento automático del dispositivo de protección. Cuando el dispositivo de protección es un dispositivo de corriente diferencial-residual es la corriente diferencial-residual asignada.
- U0 es la tensión de contacto límite convencional, que en este caso es 24 V.

Considerando que la intensidad de los dispositivos de protección diferencial residual que se instalan es Ia = 500 mA, la máxima resistencia de tierra admisible debe ser:

$$R_t \leq \frac{24}{0{,}5} = 48\ \Omega$$

9.2. ESTIMACIÓN DE LA RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA DEL PARQUE ALMACENAMIENTO

El valor de la resistencia de puesta a tierra del parque de almacenamiento debe ser inferior al menor de los valores calculados en los apartados anteriores, tanto para el sistema TT como IT.

Por otra parte, como se ha indicado en la memoria, el parque de almacenamiento debe tener conectados todos los contenedores a tierra para conseguir en todas las masas metálicas una superficie equipotencial y, además, se conectan a tierra como medida de seguridad para la instalación frente a descargas atmosféricas. También se indica que las tierras de protección de las unidades de almacenamiento se conectarán a las tierras de protección de las masas del parque formando una tierra única.

De acuerdo con lo anterior, para hacer el cálculo estimativo de la resistencia de puesta a tierra se consideran las siguientes hipótesis:

- Todos los contenedores están conectadas al cable subterráneo de tierra a través de sus hincas o a través de conductores de unión equipotencial de las masas. El fabricante debe garantizar la equipotencialidad en todos los puntos del contenedor, para lo que debe indicar los puntos de conexión de la tierra o de los conductores de unión equipotencial de las masas con el conductor de tierra.

En estas condiciones y considerando la hipótesis de un terreno con un valor de la resistividad del terreno de 250 Ω · m.

La red de tierras se realizará inicialmente con conductor de cobre desnudo enterrado a 50 mm de profundidad, de 50 mm^2 de sección.

El valor de la resistencia de puesta a tierra en anillo para conductores enterrados viene dado por la expresión:

$$Rc = \frac{2 \times \rho}{L} = \frac{2 \times resistividad}{longitud}$$

Ecuación 7. Resistencia de puesta a tierra en anillo

La longitud total del conductor de tierra para conectar los packs de 8 contenedores que hay en el parque será de 97 metros aproximadamente de conductor subterráneo. Se ha tenido en cuenta para este cálculo el anillo de tierras de protección de las unidades de almacenamiento al que va conectado formando una sola tierra de protección.

De acuerdo con lo anterior:

$$Rt = Rc$$

Ecuación 8. Resistencia de puesta a tierra del parque de almacenamiento

$$R_{\text{tierra Unidades de Almacenamiento}} = 5{,}15\ \Omega$$

Toda la instalación de puesta a tierra se realizará de acuerdo con la instrucción ITC-BT-18 del vigente Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

Se unirán las tierras de protección del parque de almacenamiento y las de protección de las unidades de generación en una sola tierra. Para unificar las tierras se tendrá que confirmar una vez ejecutadas las obras que la resistencia de puesta a tierra general cumple que los valores de indicados anteriormente mediante una medición "in situ", en la época del año en la que la resistividad del terreno es más alta de manera que no supere los valores mínimos admisibles para su unificación, para lo que es necesario realizar los ensayos de resistividad del terreno en época de pocas o nulas lluvias con terreno seco. En caso de que, por lo valores de resistividad del terreno obtenidos o por el rediseño de la puesta a tierra del parque, no se cumplan los cálculos realizados en el presente anexo de cálculos, éstos tendrán que ser revisados y justificados.

A continuación, se calcula el valor de la tensión de contacto admisible para la justificación de la unificación de la puesta a tierra de protección de las estaciones de potencia y del resto del parque de almacenamiento en las dos redes existentes descritas anteriormente.

Los valores admisibles de la tensión de contacto aplicada, Uca, a la que puede estar sometido el cuerpo humano entre la mano y los pies, en función de la duración de la corriente de falta, se dan en la tabla siguiente:

Valores admisibles de la tensión de contacto aplicada U_{ca} en función de la duración de la corriente de falta t_f

Duración de la corriente de falta, t_f (s)	Tensión de contacto aplicada admisible, Uca (V)
0.05	735
0.10	633
0.20	528
0.30	420
0.40	310
0.50	204
1.00	107
2.00	90
5.00	81
10.00	80
> 10.00	50

Tabla 34. Valores admisibles de la tensión de contacto aplicada en función de la corriente de falta

Para definir la duración de la corriente de falta aplicable, se tendrá en cuenta el funcionamiento correcto de las protecciones y los dispositivos de maniobra. El tiempo para considerar será la suma de los tiempos parciales de mantenimiento de la corriente de defecto.

Si un sistema de puesta a tierra satisface los requisitos numéricos establecidos para las tensiones de contacto aplicadas, se puede suponer que, en la mayoría de los casos, no aparecerán tensiones de paso aplicadas peligrosas. Cuando las tensiones de contacto calculadas sean superiores a los valores máximos admisibles, se recurrirá al empleo de medidas adicionales de seguridad a fin de reducir el riesgo de las personas y de los bienes, en cuyo caso será necesario cumplir los valores máximos admisibles de las tensiones de paso aplicadas.

A partir de los valores admisibles de la tensión de contacto o paso aplicada, se pueden determinar las máximas tensiones de contacto o paso admisibles en la instalación, U_c, U_p, considerando todas las resistencias adicionales que intervienen en el circuito.

Para el cálculo de potencial de paso admisible se utiliza la siguiente fórmula:

$$U_c = U_{ca} \cdot \left[1 + \left(\frac{2R_{a1} + 2R_{a2}}{2Z_B}\right)\right] = U_{ca} \cdot \left[1 + \left(\frac{\frac{R_{a1}}{2} + 1{,}5\rho_s}{1000}\right)\right]$$

Ecuación 9. Potencial de paso admisible

Siendo:

- U_{ca}: Tensión de contacto aplicada admisible, la tensión a la que puede estar sometido el cuerpo humano entre una mano y los pies.
- Z_B: Impedancia del cuerpo humano. Se considerará un valor de 1000.

- U_c: Tensión de contacto máxima admisible en la instalación que garantiza la seguridad de las personas, considerando resistencias adicionales (por ejemplo, resistencia a tierra del punto de contacto, calzado, presencia de superficies de material aislante).
- R_{a1}: Es, por ejemplo, la resistencia equivalente del calzado de un pie cuya suela sea aislante. Se puede emplear como valor 2000. Se considerará nula esta resistencia cuando las personas puedan estar descalzas, en instalaciones situadas en lugares tales como jardines, piscinas, campings, y áreas recreativas.
- R_{a2}: Resistencia a tierra del punto de contacto con el terreno de un pie. $R_{a2} = 3\rho s$, donde ρ_s es la resistividad del suelo cerca de la superficie.

Para calcular la resistividad superficial aparente del terreno en los casos en que el terreno se recubra de una capa adicional de elevada resistividad (grava, hormigón, etc.) se multiplicará el valor de la resistividad de la capa de terreno adicional, por un coeficiente reductor. El coeficiente reductor se obtendrá de la expresión siguiente:

$$C_s = 1 - 0{,}106 \cdot \left(\frac{1 - \frac{\rho}{\rho *}}{2h_s + 0{,}106} \right)$$

Ecuación 10. Coeficiente reductor

Siendo:

- C_S: coeficiente reductor de la resistividad de la capa superficial.
- h_S: espesor de la capa superficial, en metros.
- ρ: resistividad del terreno natural.
- ρ *: resistividad de la capa superficial.

En el caso que aplica, al ser la resistividad superficial igual a la resistividad del terreno Cs=1, considerando que la duración de la corriente de falta es de un segundo y la resistividad superficial ρs= 250 Ω*m.

Aplicando la formulación anterior, la tensión de contacto admisibles es:

E contacto admisible = 254,13 V

Por otra parte, el valor de la tensión de defecto calculada es:

Vd = Id*Rt = 250*0,1834 = 45,85 V

Siendo 450 A el valor de las protecciones (fusibles) más elevadas del parque de almacenamiento, instaladas en la entrada del cuadro de conexión/desconexión para el nivel 4 de conductores en corriente continua (salida de las cajas de concentración hasta inversores).

Por tanto, Vd ≤ E concluyendo que se pueden unificar las tierras de protección de la estación de potencia y la del parque de almacenamiento.

La resistencia de puesta a tierra del parque de almacenamiento se ha calculado también mediante el método de Schwarz (cálculo no incluido), verificando que la tensión de defecto está en el orden de la anterior y, en cualquier caso, alejada de los 24V de tensión de contacto máxima a la que obliga el REBT para local húmedo.

Para la protección contra incendio se ha considerado un anillo de tierra en cobre desnudo con sección de 50mm^2 formado por picas de cobre cada 2 metros de distancia unas de otras y una profundidad de 1,5 metros alrededor de todo el perímetro de la losa de hormigón donde se apoyan los contenedores.

ANEXO I: **RESULTADOS DEL CÁLCULO ELÉCTRICO**

CÁLCULO ELÉCTRICO DE BAJA TENSIÓN EN CORRIENTE CONTINUA																									
Origen	Destino	Tensión [Vsc]	Tensión nominal de aislamiento del cable	Tipo de corriente	Nº de fases	Potencia [kW]	Corriente [A]	Longitud total [m]	Método de instalación	Código del método de instalación	Conductor material	Aislamiento	Conductores por fase	Sección [mm²]	Factor de corrección por temperatura	Factor de corrección por resistividad térmica del terreno	Factor de corrección por agrupamiento	Factor de corrección por profundidad	Factor de corrección total	Intensidad máxima admisible del conductor [A]	Corriente del conductor corregida [A]	Designación del circuito	Verificación de la intensidad admisible	Verificación de la caída de tensión	Caída de tensión del circuito [V]	Caída de tensión del circuito [%]
																							OK	OK		
BESS 1.1	STS 1	1.331,2	0,6/1kV	CC	2	1.564,16	1.175,00	30,42	Directamente enterrado	D2	Cu	XLPE	4	300	1,00	1,28	0,47	1,02	0,6136	502,0	1232,173	0,6/1kV - XLPE - 4 x [2 x (1x300) mm²]	OK	OK	1,49	0,11%
BESS 1.2		1.331,2	0,6/1kV	CC	2	1.564,16	1.175,00	27,49	Directamente enterrado	D2	Cu	XLPE	4	300	1,00	1,28	0,47	1,02	0,6136	502,0	1232,173	0,6/1kV - XLPE - 4 x [2 x (1x300) mm²]	OK	OK	1,35	0,10%
BESS 1.3		1.331,2	0,6/1kV	CC	2	1.564,16	1.175,00	24,49	Directamente enterrado	D2	Cu	XLPE	4	300	1,00	1,28	0,47	1,02	0,6136	502,0	1232,173	0,6/1kV - XLPE - 4 x [2 x (1x300) mm²]	OK	OK	1,20	0,09%
BESS 2.1	STS 2	1.331,2	0,6/1kV	CC	2	1.564,16	1.175,00	26,63	Directamente enterrado	D2	Cu	XLPE	4	300	1,00	1,28	0,47	1,02	0,6136	502,0	1232,173	0,6/1kV - XLPE - 4 x [2 x (1x300) mm²]	OK	OK	1,30	0,10%
BESS 2.2		1.331,2	0,6/1kV	CC	2	1.564,16	1.175,00	15,06	Directamente enterrado	D2	Cu	XLPE	4	300	1,00	1,28	0,47	1,02	0,6136	502,0	1232,173	0,6/1kV - XLPE - 4 x [2 x (1x300) mm²]	OK	OK	0,74	0,06%
BESS 2.3		1.331,2	0,6/1kV	CC	2	1.564,16	1.175,00	15,32	Directamente enterrado	D2	Cu	XLPE	4	300	1,00	1,28	0,47	1,02	0,6136	502,0	1232,173	0,6/1kV - XLPE - 4 x [2 x (1x300) mm²]	OK	OK	0,75	0,06%
BESS 2.4		1.331,2	0,6/1kV	CC	2	1.564,16	1.175,00	20,65	Directamente enterrado	D2	Cu	XLPE	4	300	1,00	1,28	0,47	1,02	0,6136	502,0	1232,173	0,6/1kV - XLPE - 4 x [2 x (1x300) mm²]	OK	OK	1,01	0,08%
BESS 2.5		1.331,2	0,6/1kV	CC	2	1.564,16	1.175,00	21,65	Directamente enterrado	D2	Cu	XLPE	4	300	1,00	1,28	0,47	1,02	0,6136	502,0	1232,173	0,6/1kV - XLPE - 4 x [2 x (1x300) mm²]	OK	OK	1,14	0,09%

Tabla 35. Cálculo eléctrico de Baja Tensión en corriente Continua

CÁLCULO ELÉCTRICO DE SERVICIOS AUXILIARES																								
Origen	Destino	Tensión nominal de aislamiento del cable	Tipo de corriente	Nº de fases	Potencia [kW]	Corriente [A]	Longitud total [m]	Método de instalación	Código del método de instalación	Material del conductor	Aislamiento	Conductores por fase	Sección [mm²]	Factor de corrección por temperatura	Factor de corrección por resistividad térmica del terreno	Factor de corrección por agrupamiento	Factor de corrección por profundidad	Factor de corrección total	Intensidad máxima admisible del conductor [A]	Corriente del conductor corregida [A]	Designación del circuito	Verificación de la intensidad admisible	Verificación de la caída de tensión	Caída de tensión del circuito [V]	Caída de tensión del circuito [%]
																						OK	OK		
EP 1	Cuadro 1	0,6/1kV	CA	3	200	288,68	20,000	Conductores directamente enterrados	D2	Cu	XLPE	1	400	0,96	1,28	0,850	0,99	1,03	446,00	461,18	0,6/1kV - XLPE - 1 x [3 x (1x400) mm²]	OK	OK	0,63	0,16%
	Cuadro 2	0,6/1kV	CA	3	200	288,68	30,000	Conductores directamente enterrados	D2	Cu	XLPE	1	400	0,96	1,28	0,850	0,99	1,03	446,00	461,18	0,6/1kV - XLPE - 1 x [3 x (1x400) mm²]	OK	OK	0,95	0,24%
	Iluminación	0,6/1kV	CA	3	3,8	5,48	260,000	Conductores directamente enterrados	D2	Cu	XLPE	1	6	0,96	1,28	1,000	0,99	1,22	49,00	59,61	0,6/1kV - XLPE - 1 x [3 x (1x6) mm²]	OK	OK	10,68	2,67%
Cuadro 1	BESS 1.1	0,6/1kV	CA	3	25	36,08	22,000	Conductores directamente enterrados	D2	Al	XLPE	1	35	0,96	1,28	0,700	0,99	0,85	98,00	83,45	0,6/1kV - XLPE - 1 x [3 x (1x35) mm²]	OK	OK	1,00	0,25%
	BESS 1.2	0,6/1kV	CA	3	25	36,08	19,000	Conductores directamente enterrados	D2	Al	XLPE	1	35	0,96	1,28	0,700	0,99	0,85	98,00	83,45	0,6/1kV - XLPE - 1 x [3 x (1x35) mm²]	OK	OK	0,86	0,22%
	BESS 1.3	0,6/1kV	CA	3	25	36,08	16,500	Conductores directamente enterrados	D2	Al	XLPE	1	35	0,96	1,28	0,700	0,99	0,85	98,00	83,45	0,6/1kV - XLPE - 1 x [3 x (1x35) mm²]	OK	OK	0,75	0,19%
Cuadro 2	BESS 2.1	0,6/1kV	CA	3	25	36,08	22,000	Conductores directamente enterrados	D2	Al	XLPE	1	35	0,96	1,28	0,700	0,99	0,85	98,00	83,45	0,6/1kV - XLPE - 1 x [3 x (1x35) mm²]	OK	OK	1,00	0,25%
	BESS 2.2	0,6/1kV	CA	3	25	36,08	20,000	Conductores directamente enterrados	D2	Al	XLPE	1	35	0,96	1,28	0,700	0,99	0,85	98,00	83,45	0,6/1kV - XLPE - 1 x [3 x (1x35) mm²]	OK	OK	0,91	0,23%
	BESS 2.3	0,6/1kV	CA	3	25	36,08	18,000	Conductores directamente enterrados	D2	Al	XLPE	1	35	0,96	1,28	0,700	0,99	0,85	98,00	83,45	0,6/1kV - XLPE - 1 x [3 x (1x35) mm²]	OK	OK	0,82	0,20%
	BESS 2.4	0,6/1kV	CA	3	25	36,08	18,500	Conductores directamente enterrados	D2	Al	XLPE	1	35	0,96	1,28	0,700	0,99	0,85	98,00	83,45	0,6/1kV - XLPE - 1 x [3 x (1x35) mm²]	OK	OK	0,84	0,21%
	BESS 2.5	0,6/1kV	CA	3	25	36,08	20,000	Conductores directamente enterrados	D2	Al	XLPE	1	35	0,96	1,28	1,700	0,99	2,07	98,00	202,67	0,6/1kV - XLPE - 1 x [3 x (1x35) mm²]	OK	OK	0,91	0,23%
	BESS 2.6	0,6/1kV	CA	3	25	36,08	22,000	Conductores directamente enterrados	D2	Al	XLPE	1	35	0,96	1,28	0,700	0,99	0,85	98,00	83,45	0,6/1kV - XLPE - 1 x [3 x (1x35) mm²]	OK	OK	1,00	0,25%

Tabla 36. Cálculo eléctrico de Servicios Auxiliares

CÁLCULO ELÉCTRICO DE MEDIA TENSIÓN																												
Origen	Destino	Circuito	Tensión [V]	Tensión de aislamiento nominal del cable	Nº Fases	Potencia [kW]	Intensidad [A]	Longitud total [m]	Método instalación	Codigo Método instalación	Material del conductor	Aislamiento	Nº Ternas por zanja	Nº conductores por fase	Sección [mm²]	Factor de corrección por temperatura	Factor de corrección por resistividad térmica del terreno	Factor de corrección por agrupamiento	Factor de correción por Profundidad	Factor de corrección total	Intensidad máxima admisible del conductor [A]	Intensidad máxima admisible del conductor corregida [A]	Caída de tensión calculada [V]	Caída de tensión calculada [%]	Caída de tensión acumulada [%]	Designación del circuito	Cálculo por cortocircuito	Cálculo por intensidad	Cálculo por caída de tensión
																											OK	OK	OK
EP 2	EP 1	Circuito 1.1	30.000	18/30 kV	3	8.780,00	168,97	54,16	Directamente enterrado en el suelo	A1	Al	XLPE	2	1	300	0,93	1,00	0,83	1,00	0,77	414,00	319,57	2,15	0,007%	0,007%	18/30 kV - XLPE - 1 x [3x (1x300) mm²]	OK	OK	OK
EP 1	CS BESS	Circuito 1.2	30.000	18/30 kV	3	3.290,00	63,32	47,05	Directamente enterrado en el suelo	A1	Al	XLPE	2	1	300	0,93	1,00	0,83	1,00	0,77	414,00	319,57	0,70	0,002%	0,002%	18/30 kV - XLPE - 1 x [3x (1x300) mm²]	OK	OK	OK
CE 2	CS BESS	Circuito 2	30.000	18/30 kV	3	16.250,00	312,73	57,64	Directamente enterrado en el suelo	A1	Al	XLPE	2	1	630	0,93	1,00	0,83	1,00	0,77	615,00	474,72	1,92	0,006%	0,006%	18/30 kV - XLPE - 1 x [3x (1x630) mm²]	OK	OK	OK
CS BESS	CE 1	Circuito 3	30.000	18/30 kV	3	16.250,00	312,73	57,15	Directamente enterrado en el suelo	A1	Al	XLPE	2	1	630	0,93	1,00	0,83	1,00	0,77	615,00	474,72	1,90	0,006%	0,006%	18/30 kV - XLPE - 1 x [3x (1x630) mm²]	OK	OK	OK

Tabla 37. Cálculo eléctrico de Media Tensión

<table>
<tr><td>Emisor</td><td>Magtel
INNOVATION & TECHNOLOGY</td></tr>
<tr><td>Receptor</td><td>frv</td></tr>
<tr><td>Proyecto</td><td>PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO DE HIBRIDACIÓN DE LA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA “IERÓN” MEDIANTE LA INSTALACIÓN DE 11MW DE BATERÍAS EN EL T.M. DE MONTÁNCHEZ (CÁCERES)”</td></tr>
<tr><td>Título</td><td>ANEJO 2. OBRA CIVIL</td></tr>
<tr><td>Código</td><td>
<table>
<tr><td>Negocio</td><td>Proyecto</td><td>Emisor</td><td>Disciplina</td><td>Documento</td><td>Nº Documento</td><td>Revisión</td></tr>
<tr><td>[AAA]</td><td>[BBB]</td><td>[CCCCCC]</td><td>[DDD]</td><td>[EEE]</td><td>[#####]</td><td>[FF]</td></tr>
<tr><td>BES</td><td>IER</td><td>MAGOP</td><td>PEJ</td><td>ANE</td><td>0002</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">BES-IER-MAGOP-PEJ-ANE-0002</td><td>Fecha</td><td>11/02/2026</td></tr>
</table>
</td></tr>
</table>

Revisión/ Edición	Fecha	Realizado	Revisado	Aprobado	Modificaciones
1	11/02/2026	APE/AGR/MPL	JMCM	ORB	

ÍNDICE GENERAL

1. OBJETO DEL PRESENTE DOCUMENTO 1

2. NORMATIVA DE APLICACIÓN 1

3. CARACTERIZACIÓN DEL ENTORNO 3

4. DESBROCE Y EXPLANACIÓN DEL TERRENO 4

5. MOVIMIENTO DE TIERRAS 4

6. VALLADO 5

7. EJECUCIÓN DE CAMINOS 6

8. EXCAVACIÓN DE ZANJAS PARA CANALIZACIONES ELÉCTRICAS Y COMUNICACIONES 6

9. CLIMATOLOGÍA 7

9.1. ANÁLISIS TERMOMÉTRICO Y PLUVIOMÉTRICO 7

9.2. ÍNDICES CLIMÁTICOS 8

10. HIDROLOGÍA 10

10.1. METODOLOGÍA 10

10.2. MÉTODO RACIONAL 10

11. DISEÑO DE RED DE DRENAJE 17

11.1. INTRODUCCIÓN 17

11.2. CÁLCULO DE DRENAJE LONGITUDINAL 18

11.3. CÁLCULO DE DRENAJE TRANSVERSAL 22

12. CIMENTACIONES 24

12.1. NORMAS CONSIDERADAS 24

12.2. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES 24

12.3. COEFICIENTES DE SEGURIDAD Y NIVELES DE CONTROL 25

12.4. CÁLCULO DE LA CIMENTACIÓN 28

APÉNDICE I: CÁLCULO DE LA CIMENTACIÓN 33

1. CIMENTACIÓN CONJUNTO DE DOS BATERÍAS HITHIUM ∞ POWER 34

1.1. RESULTADOS CIMENTACIÓN 34

1.2. DIMENSIONES 34

1.3. ACCIONES CONSIDERADAS 34

1.4. COMBINACIONES DE ACCIONES 38

1.5. MATERIALES UTILIZADOS 38

1.6. LISTADO DE MEDICIÓN 39

2. ESTACIÓN DE POTENCIA TWIN SKID COMPACT 8780 KVA 40

2.1. RESULTADOS CIMENTACIÓN 40

2.2. DIMENSIONES 40

2.3. ACCIONES CONSIDERADAS 40

2.4. COMBINACIÓN DE ACCIONES 50

2.5. MATERIALES UTILIZADOS 51

2.6. LISTADO DE MEDICIÓN 51

3. ESTACIÓN DE POTENCIA MV SKID COMPACT 3290 KVA 52

3.1. RESULTADOS CIMENTACIÓN 52

3.2. DIMENSIONES 52

3.3. ACCIONES CONSIDERADAS 52

3.4. COMBINACIÓN DE ACCIONES 57

3.5. MATERIALES UTILIZADOS 58

3.6. LISTADO DE MEDICIÓN 58

4. CENTRO DE SECCIONAMIENTO 59

4.1. RESULTADOS CIMENTACIÓN 59

4.2. DIMENSIONES 59

4.3. ACCIONES CONSIDERADAS 59

4.4. COMBINACIÓN DE ACCIONES 65

4.5. MATERIALES UTILIZADOS 65

4.6. LISTADO DE MEDICIÓN 66

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación del proyecto. 3

Figura 2. Punto de acceso desde Carretera CC-339. 4

Figura 3. Croquis vallado con placas de señalización anticolisión de la avifauna. 6

Figura 4. Valores climatológicos normales. Cáceres. (Fuente: http://www.aemet.es) 8

Figura 5. Mapa de índice de torrencialidad (I_1/I_d). 11

Figura 6. Mapa de máximas lluvias diarias en la España peninsular. 12

Figura 7. Regiones del coeficiente corrector del umbral de escorrentía. 14

Figura 8. Grupos hidrológicos de suelos a efectos de la determinación del valor inicial del umbral de escorrentía. 15

Figura 9. Características grupos hidrológicos. 15

Figura 10. Cuencas estudiadas en BESS "Ieron". 16

Figura 11. Tipos de cunetas. 18

Figura 12. Croquis tipo de cuneta. 19

Figura 13. Puntos de control. 20

Figura 14. Geometría cuneta con rejilla. 22

Figura 15. Geometría vado. 23

Figura 16. Geometría ODT. 23

Figura 17. Distribución de caudales. 23

Figura 18. Valor básico de la velocidad del viento, v_b (Figura D.1 del CTE DB SB-AE) 31

Figura 19. Mapa de aceleración sísmica para un periodo de retorno de 500 año (Figura 2.1. de la NCSE-02) 32

Figura 20. Vista 3D Armado losa 34

Figura 21. Vista 3D armado de losa 40

Figura 22. Vista 3D armado de losa 52

Figura 23. Vista 3D armado de losa 59

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Coordenadas puertas de acceso 4

Tabla 2. Factor de amplificación K_t (o cuantil regional Y_t). 13

Tabla 3. Precipitación máxima diaria (P_d). 13

Tabla 4. Factor en función del periodo de retorno. 14

Tabla 5. Valor inicial umbral de escorrentía inicial, P_0^i, grupo de suelo B. 15

Tabla 6. Datos geomorfológicos subcuencas. 17

Tabla 7. Coeficiente de rugosidad n a utilizar en la fórmula de Manning-Stickler. 19

Tabla 8. Distribución de caudales. 21

Tabla 9. Comprobación de cunetas – T = 25 años. 22

Tabla 10. Geometría de cunetas 22

Tabla 11. Comprobación de cunetas con rejilla – T = 25 años. 23

Tabla 12. Comprobación de vado – T = 100 años. 23

Tabla 13. Comprobación de ODT – T = 25 años. 24

Tabla 14. Resistencia característica del hormigón de los elementos de cimentación 24

Tabla 15. Características del acero de refuerzo 25

Tabla 16. Estados Límite 26

Tabla 17. Coeficientes de seguridad y combinación E.L.U. de rotura. Hormigón: Código Estructural (Persistente o transitoria) 26

Tabla 18. Coeficientes de seguridad y combinación E.L.U. de rotura. Hormigón: Código Estructural (Sísmica) 27

Tabla 19. E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones: Código Estructural / CTE DB-SE C (Persistente o transitoria) 27

Tabla 20. E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones: Código Estructural / CTE DB-SE C (Sísmica) 27

Tabla 21. Tensiones sobre el terreno (Característica) 27

Tabla 22. Tensiones sobre el terreno (Sísmica) 28

Tabla 23. Desplazamientos (Característica) 28

Tabla 24. Desplazamientos (Sísmica) 28

Tabla 25. Características geométricas de las cimentaciones 29

Tabla 26. Tabla 3.1. del CTE DB SE-EA Valores característicos de las sobrecargas de uso 30

Tabla 27. Dimensiones de la losa 34

Tabla 28. Acciones gravitatorias 34

Tabla 29. Hipótesis de carga 35

Tabla 30. Cargas en puntos de anclajes 37

Tabla 31. Listado de cargas 38

Tabla 32. Hormigones 38

Tabla 33. Aceros en barra 39

Tabla 34. Mediciones losa de cimentación 39

Tabla 35. Dimensiones de los elementos de cimentación 40

Tabla 36. Acciones gravitatorias 40

Tabla 37.Hipótesis de carga 41

Tabla 38. Carga en puntos de anclajes 49

Tabla 39. Listado de cargas 50

Tabla 40. Hormigones 51

Tabla 41. Aceros en barra 51

Tabla 42. Mediciones losa de cimentación 51

Tabla 43. Dimensiones de los elementos de cimentación 52

Tabla 44.Hipótesis de carga 53

Tabla 45. Carga en puntos de anclajes 56

Tabla 46. Listado de cargas 57

Tabla 47. Hormigones 58

Tabla 48. Aceros en barra 58

Tabla 49. Mediciones losa de cimentación 58

Tabla 50. Dimensiones de los elementos de cimentación 59

Tabla 51.Hipótesis de carga 60

Tabla 52. Carga en puntos de anclajes 64

Tabla 53. Listado de cargas 65

Tabla 54. Hormigones 65

Tabla 55. Aceros en barra 66

Tabla 56. Mediciones losa de cimentación 66

1. OBJETO DEL PRESENTE DOCUMENTO

El objeto del presente documento, sobre el "PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO DE HIBRIDACIÓN DE LA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "IERÓN" MEDIANTE LA INSTALACIÓN DE 11MW DE BATERÍAS EN EL T.M. DE MONTÁNCHEZ (CÁCERES)" es el diseño y dimensionamiento de una serie de actuaciones de obra civil que permita una adecuada ejecución e instalación. Estas actuaciones son:

- Desbroce y explanaciones del terreno.
- Movimientos de tierras necesarios.
- Vallado perimetral.
- Accesos y viales.
- Drenajes.
- Excavación de zanjas para canalizaciones eléctricas y comunicaciones.
- Cimentaciones.

2. NORMATIVA DE APLICACIÓN

A continuación, se presenta un listado de normativa e instrucciones técnicas para proyectos de obra civil del tipo que nos ocupa. Este listado no es excluyente, estando el contratista obligado a conocer y cumplir con toda la normativa técnica actualmente vigente en todo el territorio español.

- Ley 9/2017, de 8 de noviembre, de Contratos del Sector Público, por la que se transponen al ordenamiento jurídico español las Directivas del Parlamento Europeo y del Consejo 2014/23/UE y 2014/24/UE, de 26 de febrero de 2014.
- Estatuto de los Trabajadores. R.D.L. 24/3/71 B.O.E. 256 de 25 de octubre. (Real Decreto Legislativo 1/1995, de 24 de marzo).
- Convenios Colectivos Provinciales de la Construcción.
- Ordenanza de Trabajo de la Construcción, Vidrio y Cerámica (O.M.28.8.70)
- Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes (PG-3/75), aprobado por Orden Ministerial de 6 de febrero de 1976
- Ley 37/2015, de 29 de septiembre, de carreteras.
- "Recomendaciones para la redacción de estudios de carreteras", publicadas en 1983 en seis tomos.
- "Trazado" Instrucción de Carreteras 3.1.IC. Orden FOM/273/2016, de 19 de febrero.
- Orden FOM/298/2016, de 15 de febrero, por la que se aprueba la norma 5.2 - IC drenaje superficial de la Instrucción de Carreteras.
- "Isolíneas de precipitaciones máximas previsibles en un día (datos hasta 1970)", publicadas en 1978.
- "Cálculo hidrometeorológico de caudales máximos en pequeñas cuencas naturales", publicado en mayo de 1987.
- Norma sismorresistente NCSE/02.
- Instrucción para la Recepción de Cementos RC-16, Real Decreto 256/2016, de 10 de junio de 2016.
- "Recomendaciones para el control de calidad en obras de carreteras", publicadas en 1978.
- "Recomendaciones sobre actividades mínimas a exigir al Contratista para el autocontrol de obras", documento interno (1990).

- Orden Circular 287/84PI, de 12 de noviembre de 1984, sobre criterios para la aplicación de las normas 6.1-IC y 6.3-IC.
- Orden Ministerial de 13 de febrero de 2002 por la que se actualizan determinados artículos del PPTG para obras de carreteras y puentes relativos a hormigones y aceros.
- Orden FOM/1382/02, de 16 de mayo, por la que se actualizan determinados artículos del PPTG para obras de carreteras y puentes relativos a la construcción de explanaciones, drenajes y cimentaciones.
- R.D. 1627/1997 de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción.
- Ley 31/1995 de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales (BOE del 10 de noviembre de 1995).
- R.D. 39/1997 de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención (BOE del 31 de enero de 1997).
- R.D. 485/1997 de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo (BOE del 23 de abril de 1997).
- R.D. 486/1997 de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo (BOE del 23 de abril de 1997).
- 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 (BOE del 23 de abril de 1997).
- 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 (BOE del 12 de junio de 1997 y corrección de erratas en BOE del 18 de julio de 1997).
- R.D. 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 (BOE del 7 de agosto de 1997).
- Ordenanza de Trabajo de la Construcción, Vidrio y Cerámica. (O.M. 28-8-70) (B.O.E. 5/7/8 y 9-9-70).
- Pliego de Prescripciones Técnicas Generales de Tuberías de Saneamiento de Poblaciones. (septiembre 1986).
- Normas UNE de aplicación del Ministerio de Obras Públicas.
- Normas de ensayo del Laboratorio del Transporte y Mecánica del Suelo (M.O.P.T.).
- Métodos de ensayo de Laboratorio Central (M.O.P.T.).
- CTE DB-SE: Documento Básico SE Seguridad Estructural.
- CTE DB-SE-AE: Documento Básico SE-AE Acciones en Edificación.
- Código Estructural: R.D. 470/2.021, del 29 de junio.
- CTE DB-SE-C: Documento Básico SE-C Seguridad estructural Cimientos.
- Eurocódigo 0: Bases de Cálculo de Estructuras (AN/UNE-EN 1990)
- Eurocódigo 1: Acciones en Estructuras (AN/UNE-EN 1991).
- Eurocódigo 2: Proyecto de Estructuras de Hormigón (AN/UNE-EN 1992).
- Eurocódigo 3: Proyecto de Estructuras de Acero (AN/UNE-EN 1993).
- Eurocódigo 7: Proyecto Geotécnico (AN/UNE-EN 1997).
- Eurocódigo 8: Proyecto de Estructuras Sismorresistentes (AN/UNE-EN 1998).

3. CARACTERIZACIÓN DEL ENTORNO

La Instalación de Baterías "BESS IERÓN" se encuentra en un enclave del término municipal de Montánchez al sur del término municipal de Alcuéscar, en la provincia de Cáceres, limítrofe con la provincia de Badajoz, al igual que la Subestación Colectora "Valdemantilla".

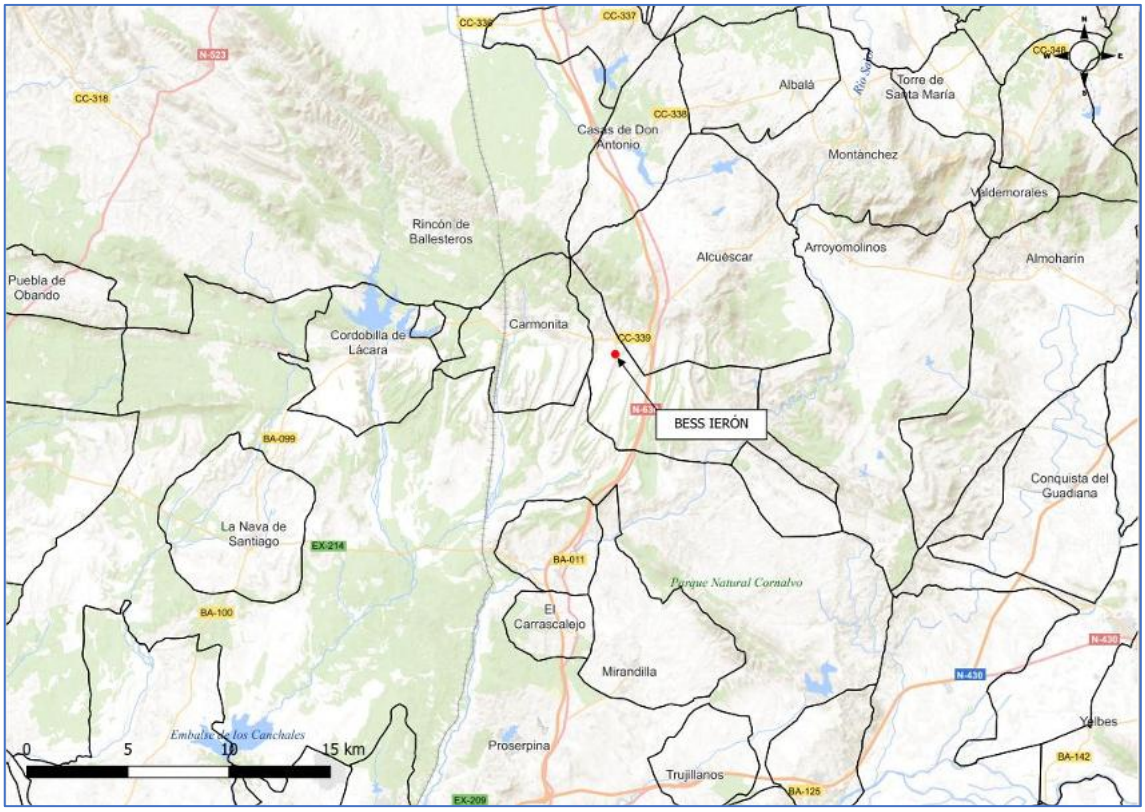


Figura 1. Ubicación del proyecto.

El acceso a la instalación se establece por la zona Norte de esta a través de la carretera CC-339 (antigua CC-78). Cuenta con dos puntos de acceso, el primero entre los puntos kilométricos 1-2 (1,8 aproximadamente) y el segundo entre 2-3 (2,1 aproximadamente), la cual enlaza con la carretera A-66 (Autovía Ruta de la Plata). Desde esta carretera se podrán tomar dos caminos de acceso existentes hasta llegar a la puerta de acceso de la PSFV "IERÓN" (no ámbito del presente proyecto) donde, una vez en el interior de esta y empleando los viales existentes de la misma, se llegará a la nueva instalación BESS.

Estos accesos se destinarán al tránsito de vehículos ligeros y de maquinaria pesada, tanto durante la fase de construcción como en la fase de explotación de la instalación BESS.



Figura 2. Punto de acceso desde Carretera CC-339.

Las coordenadas (ETRS89 huso 29) de las puertas de acceso serían:

COORDENADAS PUERTAS DE ACCESO A INSTALACIÓN BESS			
PUERTA	X	Y	Z (msnm)
Acceso 1	733.734	4.335.902	417
Acceso 2	733.784	4.335.902	412

Tabla 1. Coordenadas puertas de acceso

4. DESBROCE Y EXPLANACIÓN DEL TERRENO

La parcela donde se llevará a cabo la implantación del sistema de almacenamiento dispone de una orografía bastante escarpada con pendiente entorno al 11%.

La parcela presenta bastante vegetación a fecha de redacción del proyecto, es por ello, que se llevará a cabo una labor de desbroce. Se reducirá la superficie de desbroce a la de ocupación de obra, de manera que se minimice la superficie afectada.

Además, se llevará a cabo la retirada de la capa de tierra vegetal, unos 30 cm aproximadamente, acopiándose el material para posteriores labores de revegetación de taludes y otras zonas de la planta.

5. MOVIMIENTO DE TIERRAS

Como se menciona anteriormente, la parcela donde se ubicará la planta de almacenamiento presenta una topografía bastante irregular que requiere su adecuación para garantizar la correcta disposición de las

instalaciones proyectadas. Para ello, se ha previsto la formación de una plataforma mediante la adecuación del terreno existente, obteniendo una superficie con una pendiente del 2% que facilita la evacuación natural de las aguas pluviales y el adecuado funcionamiento de la planta.

Por ello, será preciso ejecutar labores de acondicionamiento y explanación selectiva en aquellas zonas específicas destinadas a albergar las cimentaciones de las estaciones de potencia, contenedores de almacenamiento energético y demás equipamientos auxiliares propios del sistema BESS (Battery Energy Storage System). Estas actuaciones estarán orientadas a garantizar un nivelado óptimo de la plataforma, proporcionando la estabilidad estructural requerida conforme a las especificaciones técnicas recogidas en la normativa vigente aplicable, asegurando así la correcta instalación y operación de los distintos componentes electromecánicos.

Los volúmenes de tierra obtenidos son:

- Total Desmonte: 5854,40 m^3
- Total Terraplén: 5605,85 m^3
- Neto: 248,55 m^3

6. VALLADO

El vallado perimetral estará formado por una malla cinegética anudada de 200/16/30 y una altura de 2 metros. Dicho vallado contará con pasos de fauna para permitir el paso de pequeños mamíferos con unas dimensiones de 30 x 20cm y separados unos de otros 50 metros. También estará provisto con placas de señalización para evitar la colisión de la avifauna, separadas 2 metros entre sí y dispuestas en dos hileras alternas con diferencia de 20 cm en altura.

El vallado perimetral también contará con las siguientes características con el fin de no suponer un riesgo para la conservación y circulación de la fauna silvestre de la zona:

- Separación entre hilos verticales de 30 cm, guardando, además, los dos hilos o alambres horizontales inferiores una separación mínima de 15 cm.
- Toda la longitud del vallado carecerá de elementos cortantes o punzantes, así como de la instalación de dispositivos de anclaje o fijación de la malla al suelo diferente a la de los propios postes de sustentación.
- No incorporará dispositivos para conectar corriente eléctrica.
- Los postes deberán estar pintados de colores ocres oscuros o verde carruaje y en ningún caso serán galvanizados o reflectantes.

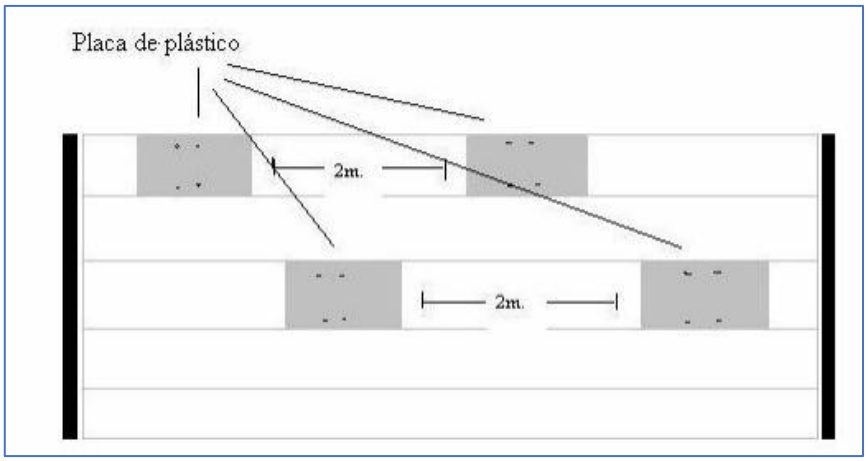


Figura 3. Croquis vallado con placas de señalización anticolisión de la avifauna.

Para la puerta de acceso se empleará una malla electrosoldada modelo PBH o similar, galvanizada en caliente sin acabado de poliéster, postes en chapa de acero soldado de 60 x 60 cm y 1,5 mm de espesor galvanizados. Dicha puerta de acceso será de 5 metros de ancho.

7. EJECUCIÓN DE CAMINOS

El acceso a la instalación se realizará desde los viales existentes de la PSFV "IERÓN" (no ámbito del presente proyecto). La instalación contará con dos puntos de acceso destinados a entrada-salida.

Los viales de acceso contarán con una anchura alrededor de 4 metros, con radios de curvaturas que permiten la entrada de vehículos articulados para el transporte de los equipos de la instalación BESS. Estos viales dispondrán de un paquete de firme compuesto de una base de 20 cm de zahorra artificial, compactada al 100% del Proctor modificado, dispuesta sobre una capa de suelo seleccionado de unos 40 cm de espesor.

Los viales interiores de la planta contarán con una anchura de 4 metros, con radios de curvaturas que permiten la entrada de vehículos articulados para el transporte de los equipos de la instalación BESS y dando accesibilidad a toda la instalación mediante automóvil o furgón durante la explotación. Estos viales dispondrán de un firme de doble capa de zahorra artificial de 20 cm de espesor compactada al 100% del Proctor modificado.

8. EXCAVACIÓN DE ZANJAS PARA CANALIZACIONES ELÉCTRICAS Y COMUNICACIONES

La ejecución de las zanjas para las canalizaciones eléctricas y de comunicaciones y pozos para instalación de arquetas se llevará a cabo siguiendo las especificaciones técnicas necesarias para garantizar la seguridad y la funcionalidad del sistema.

El relleno de las zanjas se realizará con materiales procedentes de la propia excavación, con un cribado en caso necesario para la eliminación de material de elevada granulometría que pueda dañar los cables o tubos, y posterior compactación del material en la zanja. Los tubos serán sellados con espuma de poliuretano para evitar la entrada de roedores que puedan destruir el aislamiento de los conductores.

Adicionalmente, se instalará longitudinalmente en la zanja cintas de señalización o placa de protección de cables que adviertan de la presencia de la línea, conforme a los criterios establecidos en la normativa vigente.

En el caso de cruzamiento de canalizaciones con viales, los circuitos eléctricos irán en interior de tubo y la canalización irá hormigonada en toda la longitud de la vía creando un prisma de hormigón con los tubos a instalar. Dichos tubos circularán bajo la vía a una distancia mínima a la parte superior del tubo de 0,80 m.

En el capítulo de planos, se incluyen las secciones tipo de las zanjas que se utilizarán en las instalaciones del presente proyecto.

9. CLIMATOLOGÍA

9.1. ANÁLISIS TERMOMÉTRICO Y PLUVIOMÉTRICO

Para caracterizar climáticamente la zona se ha elegido la estación de Cáceres, ubicada en la Latitud: 39° 28' 17'' N – Longitud: 6° 20' 20'' O.

El clima es cálido y templado. La lluvia se concentra sobre todo en invierno, habiendo relativamente poca lluvia en verano.

En cuanto a las temperaturas, la temperatura media anual es de 16,3 °C. Los inviernos son suaves; diciembre y enero son los meses más fríos, con unos valores medios de temperatura entre 8,7 y 9,3 °C. Por el contrario, los veranos son calurosos, donde los meses de julio y agosto alcanzan las temperaturas más altas que comprenden medias de 26,2 y 26 °C respectivamente.

El régimen pluviométrico de Cáceres se caracteriza por su gran irregularidad, tanto interanual como intraanual. En la actualidad, el régimen pluviométrico medio oscila entre los 89 mm y 6 mm correspondientes a los meses de noviembre y julio respectivamente.

Como conclusión a raíz de estos datos, la precipitación anual se sitúa en unos 551 mm. El mes más lluvioso es noviembre, seguido de octubre y diciembre, y en el otro extremo se encuentran los meses estivales, julio y agosto, que alcanzan los valores mínimos.

A continuación, se muestra un resumen con los datos registrados:

Valores climatológicos normales: Cáceres												
Mes	**T**	**TM**	**Tm**	**R**	**H**	**DR**	**DN**	**DT**	**DF**	**DH**	**DD**	**I**
Enero	7.8	12.0	3.7	54	79	6.7	0.3	0.0	4.1	5.0	8.2	156
Febrero	9.3	14.0	4.7	48	73	6.5	0.1	0.3	2.3	2.3	6.5	175
Marzo	12.2	17.7	6.7	36	63	5.0	0.1	0.7	0.6	0.7	8.2	232
Abril	13.8	19.3	8.3	52	60	7.2	0.0	1.1	0.1	0.0	6.3	247
Mayo	17.6	23.7	11.5	50	55	6.5	0.0	3.1	0.3	0.0	6.0	297
Junio	22.9	29.9	16.0	20	44	2.6	0.0	1.6	0.0	0.0	10.8	336
Julio	26.2	33.7	18.8	6	37	0.7	0.0	0.8	0.0	0.0	19.6	379
Agosto	26.0	33.2	18.7	7	39	1.0	0.0	1.0	0.0	0.0	16.3	348
Septiembre	22.4	28.8	16.0	30	49	3.5	0.0	1.7	0.0	0.0	10.1	261
Octubre	17.0	22.0	11.9	77	65	7.5	0.0	1.2	0.4	0.0	6.9	205
Noviembre	11.7	15.9	7.5	89	76	8.1	0.0	0.4	2.0	0.5	6.8	158
Diciembre	8.7	12.5	4.9	77	80	8.4	0.1	0.3	4.8	3.0	7.1	129
Año	16.3	21.9	10.7	551	60	64.2	-	12.2	15.0	11.6	114.1	2922

Leyenda	
T	Temperatura media mensual/anual (°C)
TM	Media mensual/anual de las temperaturas máximas diarias (°C)
Tm	Media mensual/anual de las temperaturas mínimas diarias (°C)
R	Precipitación mensual/anual media (mm)
H	Humedad relativa media (%)
DR	Número medio mensual/anual de días de precipitación superior o igual a 1 mm
DN	Número medio mensual/anual de días de nieve
DT	Número medio mensual/anual de días de tormenta
DF	Número medio mensual/anual de días de niebla
DH	Número medio mensual/anual de días de helada
DD	Número medio mensual/anual de días despejados
I	Número medio mensual/anual de horas de sol

Figura 4. Valores climatológicos normales. Cáceres. (Fuente: http://www.aemet.es)

9.2. ÍNDICES CLIMÁTICOS

9.2.1. FACTOR DE PLUVIOMETRÍA DE LANG

Este índice divide el clima en tres grupos:

- I menor de 40: Clima árido.
- I entre 40 y 160: Clima húmedo.
- I mayor de 160: Clima superhúmedo.

El valor de este índice se expresa por la ecuación:

$$I = \frac{P}{t}$$

Ecuación 1. Factor de pluviometría de Lang

Donde:

P = Precipitación anual media, en mm

t = Temperatura media anual, en °C

Para la zona objeto de estudio y a partir de la estación considerada, tenemos los siguientes datos de partida:

P = 551 mm

t = 16,3 °C

$$I = \frac{551}{16{,}3} = 33{,}80$$

Se considera, según el factor de pluviometría de Lang, que el clima de esta zona es "CLIMA ÁRIDO".

9.2.2. ÍNDICE DE ARIDEZ DE MARTONNE

Este índice clasifica el clima en cuatro grupos:

- I entre 0 y 5: Desierto.
- I entre 5 y 10: Semidesierto.
- I entre 10 y 20: Estepas y países secos mediterráneos.
- I mayor de 20: Cultivo de secano y olivares, siendo arriesgado en él el cultivo de cereales y conveniente la cría de ganado vacuno si llega a 40.

El índice se determina por la ecuación:

$$I = \frac{P}{t + 10}$$

Ecuación 2. Índice de aridez de Martonne

Donde:

P = Precipitación anual media, en mm

t = Temperatura media anual, en C°

Para la zona objeto de estudio y a partir de la estación considerada tenemos los siguientes datos de partida:

P = 551 mm

t = 16,3 °C

$$I = \frac{551}{16{,}3 + 10} = \frac{551}{26{,}3} = 20{,}95$$

Según el valor del índice, el clima en la zona se encuentra, según esta clasificación en "CULTIVO DE SECANO Y OLIVARES".

9.2.3. ÍNDICE TERMO PLUVIOMÉTRICO DE DANTIN-REVENGA

Este índice realiza una clasificación en cuatro zonas en función del clima:

- I entre 0 y 2: Zona húmeda.
- I entre 2 y 3: Zona semiárida.
- I entre 3 y 6: Zona árida.
- I mayor de 6: Zona subdesértica.

El valor del índice se deduce de la ecuación:

$$I = \frac{100 \times t}{P}$$

Ecuación 3. Índice termo pluviométrico de Dantin- Revenga

Donde:

P = Precipitación anual media, en mm

t = Temperatura media anual, en C°

Para la zona de objeto de estudio y a partir de la estación de Cáceres tenemos los siguientes datos:

P = 551 mm

t = 16,3 ºC

$$I = \frac{100 \times 16{,}3}{551} = 2{,}95$$

Según el valor obtenido, se clasifica la zona en "ZONA SEMIÁRIDA".

10. HIDROLOGÍA

10.1. METODOLOGÍA

El objetivo final de este capítulo es la obtención de los caudales de diseño del sistema de drenaje de la BESS "Ieron". Los periodos de retorno seleccionados para el presente estudio han sido 25 y 100 años.

Para la realización de este estudio se ha empleado el método hidrometeorológico contenido en la Instrucción 5.2-IC "Drenaje Superficial", que puede aplicarse con suficiente garantía en cuencas cuyo tiempo de concentración no exceda de 6 horas, como sucede en el presente caso.

Al final del presente anexo se presentan los planos de detalle de las instalaciones proyectadas.

10.2. MÉTODO RACIONAL

El caudal de pluviales se calcula siguiente el método racional indicado en la Instrucción de Carreteras 5.2-IC "Drenaje Superficial". Así, el caudal viene dado por la siguiente expresión:

$$Q = \frac{I\ C\ A\ K_t}{3{,}6}$$

Ecuación 4. Caudal según método racional.

Donde:

Q: Caudal máximo para un periodo de retorno de T años en el punto de desagüe (en m^3/s).

C: Coeficiente de escorrentía de la cuenca (adimensional).

A: Área de la cuenca (en Km^2).

I: Intensidad media de precipitación correspondiente al periodo de retorno considerado y a un intervalo

Igual al tiempo de concentración.

K_t: Coeficiente de uniformidad en la distribución temporal de la precipitación, adimensional.

Se define mediante la siguiente expresión:

$$K_t = 1 + \frac{t_c^{1,25}}{t_c^{1,25} + 14}$$

Ecuación 5. Coeficiente de uniformidad.

Donde t_c es el tiempo de concentración, en horas, que es el tiempo mínimo necesario desde el comienzo del aguacero para que toda la superficie de la cuenca esté aportando escorrentía en el punto de desagüe. Se obtiene

calculando el tiempo de recorrido más largo desde cualquier punto de la cuenca hasta el punto de desagüe mediante la siguiente fórmula:

$$t_c = 0{,}3 \cdot L_c^{0{,}76} \cdot J_c^{-0{,}19}$$

Ecuación 6. Tiempo de concentración.

Siendo:

L_c: longitud del cauce

J_c: Pendiente media del cauce, en m/m

10.2.1. INTENSIDAD MEDIA DE PRECIPITACIÓN (I)

El valor de la intensidad media (I_t) de precipitación a emplear en la estimación de caudales de referencia por métodos hidrometeorológicos se ha obtenido por medio de la siguiente fórmula:

$$I_t/I_d = \left(I_1/I_d\right)\frac{28^{0.1} - t^{0.1}}{28^{0.1} - 1}$$

Ecuación 7. Intensidad media (I_t) de precipitación.

Donde:

I_d: Intensidad media horaria en mm/h.

$$I_d = \frac{P_d}{24}$$

I_1: intensidad media de la tormenta de una hora de duración.

t: tiempo de concentración en horas.

<u>En este caso I_1/I_d = 10</u>

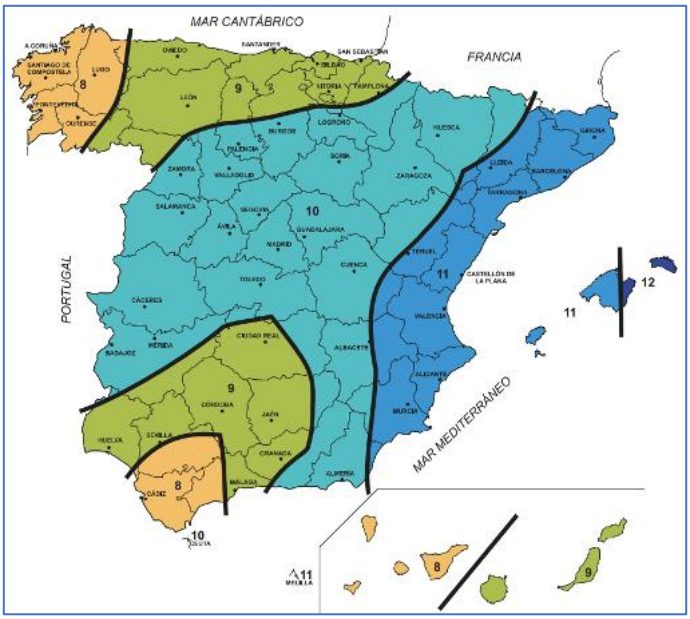


Figura 5. Mapa de índice de torrencialidad (I_1/I_d).

- **Precipitación Máxima Diaria**

  Para la obtención de la precipitación máxima diaria (Pd) se ha emplea el método presentado en la publicación "Máximas lluvias diarias en la España Peninsular", desarrollado por la Dirección General de Carreteras con la colaboración del Centro de Estudios Hidrográficos del C.E.D.E.X.

  Este método tiene como finalidad el presentar de una manera breve y fiable el valor de la precipitación máxima diaria, en sustitución de la publicación de la Dirección General de Carreteras del M.O.P.U., "Isolíneas de precipitaciones máximas previsibles en un día" que data del año 1978, que se apoya en los datos de la red de estaciones pluviométricas existentes hasta 1970, introduciendo mejoras en la estimación de las máximas lluvias previsibles en las distintas regiones de la España peninsular, no sólo en la aportación de nuevos datos desde 1970 sino en la aplicación de nuevas tecnologías estadísticas.

  Este método permite de una forma rápida la obtención de las máximas precipitaciones en un determinado lugar de la España peninsular empleando como único parámetro las coordenadas geográficas o U.T.M. en función de los distintos periodos de retorno exigidos en la Instrucción 5.2-IC.

  El enfoque tradicional de los métodos regionales empleado para su desarrollo permite estimar el valor de los cuantiles regionales en un punto simplemente asignándole los valores obtenidos en la región en la que dicho punto está incluido, lo que presenta como principales inconvenientes tanto la incertidumbre existente respecto a los límites considerados en las regiones, como la indeseable discontinuidad que presentan los resultados en dichos límites, por lo cual como se mejora a su anterior, se optó por presentar los resultados en forma "suavizada" con el trazado de un mapa nacional de Isolíneas del coeficiente de variación (C_v).

  Se muestra en la siguiente figura el mapa de Isolíneas de la zona, elaborado por el Ministerio de Fomento donde se muestran los valores P_m y C_v.

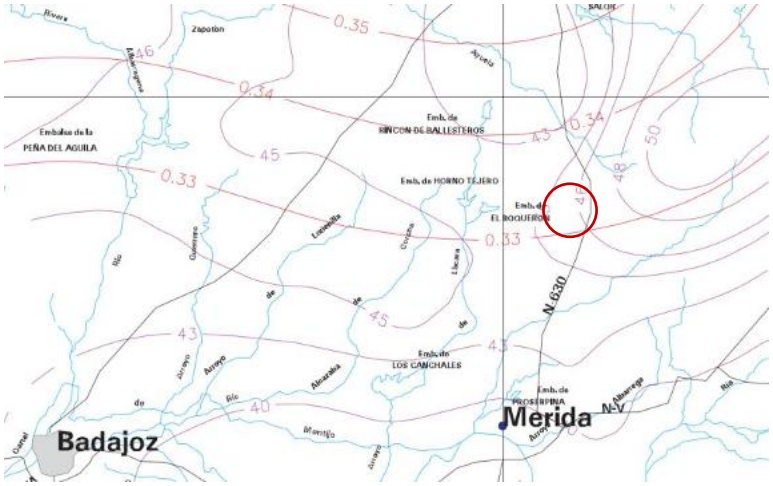


Figura 6. Mapa de máximas lluvias diarias en la España peninsular.

Para la zona del proyecto se adoptan los valores de C_v = 0.33 y precipitación media de P = 46 mm/día. A partir de estos valores, para cada periodo de retorno deseado (T), en función del valor del coeficiente de variación regional, la tabla 7.1 de la mencionada publicación, más abajo reflejada, proporciona los

valores del Factor de Ampliación K_T (también llamado Cuantil Regional Y_T), interpolándose en su caso los resultados en función del valor de C_v adoptado.

Cv	Periodo de Retorno en años (T)							
	2	5	10	25	50	100	200	500
0,30	0,935	1,191	1,377	1,625	1,823	2,022	2,251	2,541
0,31	0,932	1,198	1,385	1,640	1,854	2,068	2,296	2,602
0,32	0,929	1,202	1,400	1,671	1,884	2,098	2,342	2,663
0,33	0,927	1,209	1,415	1,686	1,915	2,144	2,388	2,724
0,34	0,924	1,213	1,423	1,717	1,930	2,174	2,434	2,785
0,35	0,921	1,217	1,438	1,732	1,961	2,220	2,480	2,831
0,36	0,919	1,225	1,446	1,747	1,991	2,251	2,525	2,892
0,37	0,917	1,232	1,461	1,778	2,022	2,281	2,571	2,953
0,38	0,914	1,240	1,469	1,793	2,052	2,327	2,617	3,014
0,41	0,906	1,255	1,507	1,854	2,144	2,434	2,754	3,189
0,42	0,904	1,259	1,514	1,884	2,174	2,480	2,800	3,250

Tabla 2. Factor de amplificación K_t (o cuantil regional Y_t).

El producto de la precipitación media (**P**) por el factor de amplificación (**K_T**) da como resultado la precipitación máxima diaria (**P_d**) para cada periodo de retorno seleccionado.

Periodo de retorno (años)	P (mm)	Cv	KT	Pd (mm)
25	46	0,33	1,686	77,556
100	46	0,33	2,144	98,624

Tabla 3. Precipitación máxima diaria (P_d).

10.2.2. CÁLCULO DEL COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA (C)

El coeficiente de escorrentía se calcula según la expresión indicada en el apartado 2.2.3.1. de la norma:

$$C = \frac{\left(\frac{P_d K_a}{P_o} - 1\right)\left(\frac{P_d K_a}{P_o} + 23\right)}{\left(\frac{P_d K_a}{P_o} + 11\right)^2}$$

Ecuación 8. Cálculo coeficiente de escorrentía.

Siendo:

P_d (mm): Precipitación diaria obtenida en el apartado anterior.

K_A: Factor reductor de la precipitación por área de la cuenca.

P_0 (mm): Umbral de escorrentía.

El umbral de escorrentía se calcula a partir de la expresión indicada en el apartado 2.2.3.2. de la norma:

$$P_0 = P_0^i \cdot \beta$$

Ecuación 9. Cálculo umbral de escorrentía.

Siendo:

P_0^i (mm): valor inicial del umbral de escorrentía.

β: coeficiente corrector del umbral de escorrentía.

Para el cálculo del coeficiente de corrector del umbral de escorrentía se adopta la fórmula:

$$\beta = \beta_m \cdot F_t$$

Ecuación 10. Coeficiente corrector del umbral de escorrentía.

Siendo:

β_m: valor medio en la región, del coeficiente corrector del umbral de escorrentía.

F_t: Factor en función del periodo de retorno.

Estos valores están tabulados en la tabla 2.5. de la norma, en función de la región donde se ubiquen las instalaciones a proyectar.



Figura 7. Regiones del coeficiente corrector del umbral de escorrentía.

Región	Periodo de Retorno (T), FT							
	2	5	10	25	50	100	200	500
41	0,910	0,960	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

Tabla 4. Factor en función del periodo de retorno.

El valor del grupo hidrológico del suelo se encuentra determinado por la figura de la tabla 2.4. incluida en la Instrucción de Carreteras 5.2-IC.

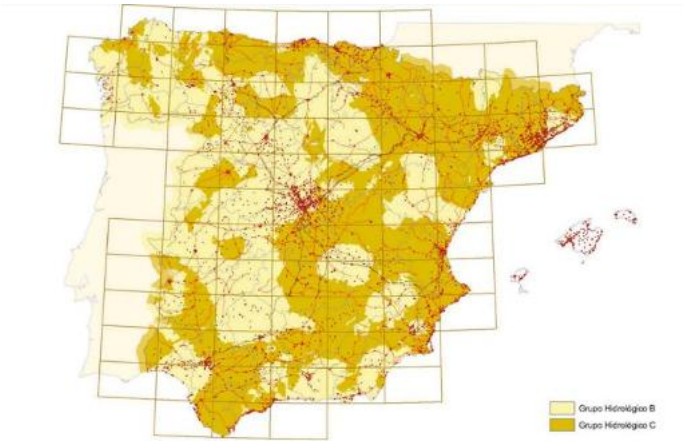


Figura 8. Grupos hidrológicos de suelos a efectos de la determinación del valor inicial del umbral de escorrentía.

Nos encontramos en **Grupo hidrológico B**.

Para la definición del valor inicial del umbral de escorrentía se considera la tabla 2.3. incluida en la Instrucción de Carreteras 5.2.-IC, en la que se define el umbral de escorrentía en función del uso del suelo, pendiente del terreno y tipo de suelo.

Grupo	Infiltración (cuando están muy húmedos)	Potencia	Textura	Drenaje
A	Rápida	Grande	Arenosa Areno-limosa	Perfecto
B	Moderada	Media a grande	Franco-arenosa Franca Franco-arcillosa-arenosa Franco-limosa	Bueno a moderado
C	Lenta	Media a pequeña	Franco-arcillosa Franco-arcillo-limosa Arcillo-arenosa	Imperfecto
D	Muy lenta	Pequeño (litosuelo) u horizontes de arcilla	Arcillosa	Pobre o muy pobre

Nota: Los terrenos con nivel freático alto se incluirán en el Grupo D.

Figura 9. Características grupos hidrológicos.

A partir de la información disponible de CLC2018, actualizada a 2018, se obtiene la información del tipo de uso de suelo a considerar. Se tiene que en la zona de actuación predomina la zona "221" y "223".

Las parcelas de implantación están dedicadas en la actualidad a viñedos y olivares.

A partir de la tabla 2.3.- Valor inicial del umbral de escorrentía de la norma 5.2.-IC Drenaje Superficial de la Instrucción de Carreteras se tiene que los umbrales a considerar para dichos usos de suelos son:

	Uso de suelo	P_{0i}(mm)	
		< 3	> 3
221	Viñedos	34	28
223	Olivares	34	28

Tabla 5. Valor inicial umbral de escorrentía inicial, P_0^i, grupo de suelo B.

10.2.3. CARACTERIZACIÓN DE LAS CUENCAS DE APORTACIÓN

Para tener en cuenta el caudal real a considerar en cada una de las zonas del proyecto, se lleva a cabo la división en subcuencas.

Tras el estudio de la orografía detalladamente, se tiene que las principales cuencas de aportación son las siguientes:

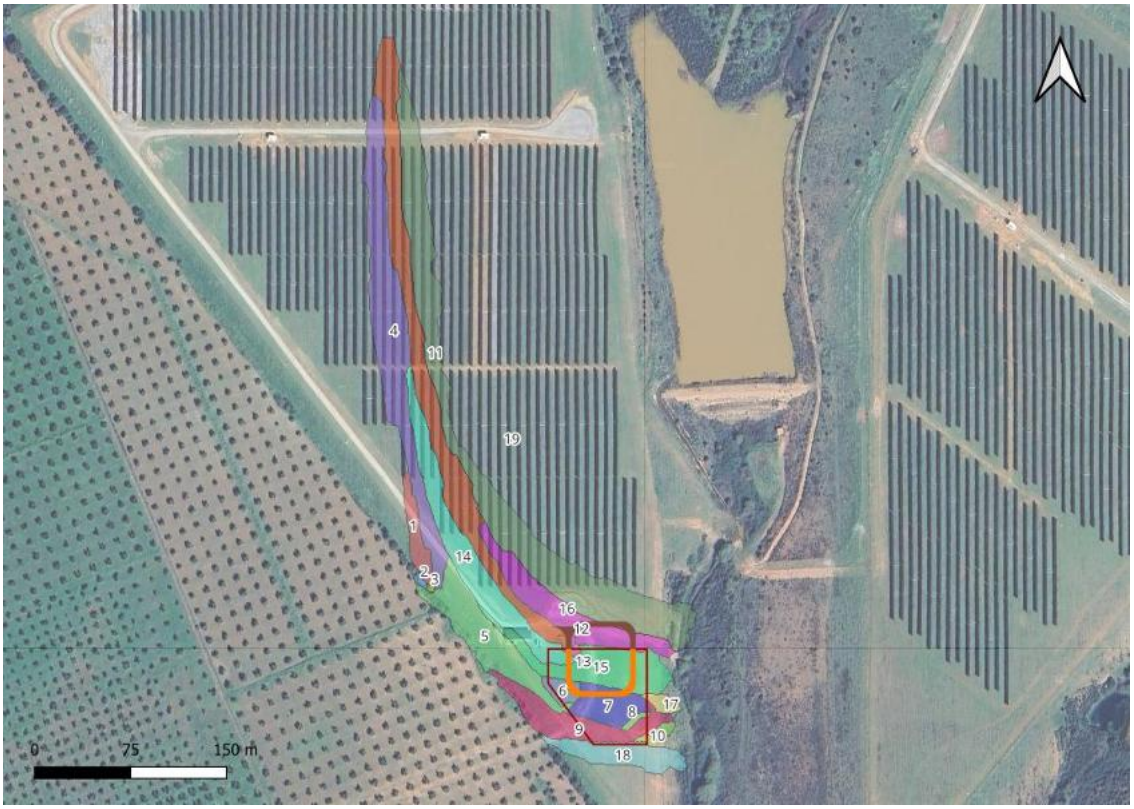


Figura 10. Cuencas estudiadas en BESS "Ieron".

De esta manera, se incluye en la siguiente tabla los datos geomorfológicos considerados.

	Cuenca	Área Cuenca (km^2)	Cota inicio cauce	Cota fin cauce	Longitud cauce(m)	Pendiente cauce (m/m)
Subcuencas escorrentía principales	1	0.00085	420.90	420.62	12.055	0.023
	2	0.00007	420.77	420.62	6.235	0.023
	3	0.00003	420.62	420.50	6.649	0.019
	4	0.00630	424.83	420.50	195.88	0.022
	5	0.00318	420.50	412.86	166.73	0.046
	6	0.00047	413.42	412.86	25.699	0.022
	7	0.00140	412.86	408.52	62.215	0.070
	8	0.00011	411.87	408.52	8.647	0.388
	9	0.00231	408.52	403.46	22.289	0.227
	10	0.00028	403.82	403.46	4.409	0.082
	11	0.00671	416.47	413.21	20.87	0.156
	12	0.00011	415.52	413.21	16.219	0.142
	13	0.00007	413.21	413.05	8.647	0.019
	14	0.00391	413.59	413.05	30.178	0.018
	15	0.00292	413.05	403.76	85.262	0.109
	16	0.00284	411.80	404.00	36.516	0.214
	17	0.00030	404.05	403.00	13.642	0.078
	18	0.00172	407.29	402.00	43.165	0.123

Tabla 6. Datos geomorfológicos subcuencas.

11. DISEÑO DE RED DE DRENAJE

En el presente apartado se justifican los cálculos hidráulicos de las secciones de cunetas y vados de drenaje de pluviales de las obras de la BESS "Ieron".

11.1. INTRODUCCIÓN

Los caminos producen una alteración en el drenaje natural, de forma particular en las laderas por las que discurren, e interceptan los cauces de agua; en esta misma línea, la escorrentía superficial corta los caminos en forma de regueros de diferente caudal. Estas alteraciones requieren soluciones de drenaje diferentes; por un lado, será necesario actuar sobre los puntos en los que se corta un drenaje importante (cauce o arroyo) y, por otro, en aquellos en los que hay un cambio de sentido de la pendiente de la rasante.

El objetivo principal del drenaje de caminos es el de reducir o eliminar la energía generada por una corriente de agua y evitar la presencia de agua o humedad excesiva en la calzada, ya que ésta puede repercutir negativamente en las propiedades mecánicas de los materiales con que fue constituida; esto hace que la previsión de un drenaje adecuado sea un aspecto vital para el diseño de caminos.

Muchos de los problemas asociados al drenaje pueden ser evitados a la hora de trazar y diseñar el camino, por lo que resulta necesario incluir el sistema de drenaje durante la alineación y planeamiento del mismo. Para que éste sea eficaz, durante su periodo de vida se deberán satisfacer dos criterios fundamentales:

- Se debe alterar lo menos posible la red de drenaje natural.
- Se debe drenar el agua superficial y subsuperficial del camino y esparcirla de tal forma que se impida la acumulación excesiva en zonas inestables y la erosión ulterior aguas abajo.

11.2. CÁLCULO DE DRENAJE LONGITUDINAL

11.2.1. DATOS DE PARTIDA

Se adoptan periodos de retorno no inferiores a los que se indican en la Instrucción de Carreteras 5.2-IC "Drenaje Superficial", que, para obras de drenaje superficial de la plataforma y el tipo de caminos considerados, es de T = 25 años.

Teniendo en cuenta estos caudales se diseñan a continuación las cunetas necesarias para el correcto drenaje de la planta. Para ello se ha seguido la información recogida en la norma 5.2.-IC drenaje superficial de la Instrucción de Carreteras. Según esta norma, una cuneta es un elemento lineal, superficial, en forma de zanja continua en el terreno, cuya función es conducir el agua a modo de canal en lámina libre. Generalmente es longitudinal al trazado y se sitúa al borde de la plataforma o de la explanación. Las cunetas pueden estar revestidas o sin revestir. La forma de la sección transversal normalmente es triangular o trapecial.

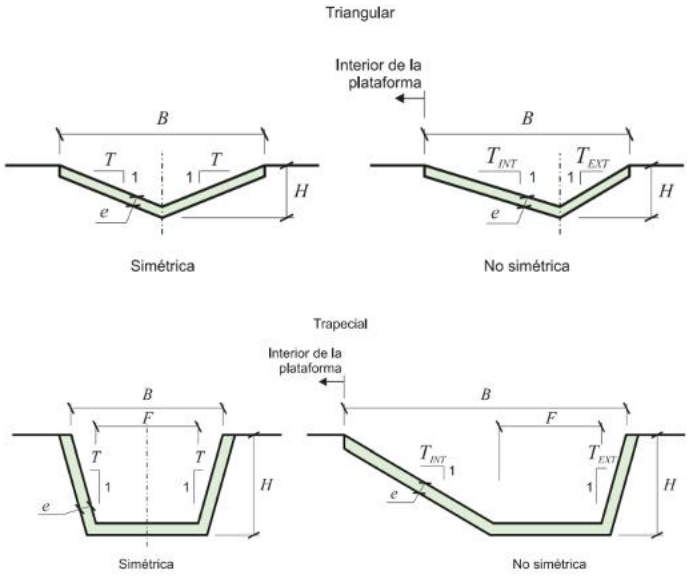


Figura 11. Tipos de cunetas.

La comprobación hidráulica de las cunetas se debe efectuar en régimen uniforme y en lámina libre para la sección llena. Para ello se utiliza la formulación propuesta por Manning:

$$Q = \frac{1}{n} \cdot R \cdot h^{2/3} \cdot i^{1/2} \cdot S$$

Ecuación 11. Caudal Manning.

Donde:

Q = capacidad hidráulica del elemento de drenaje. Caudal en régimen uniforme en lámina libre para la sección llena calculada igualando las pérdidas de carga por rozamiento con las paredes y fondo del conducto a la pendiente longitudinal (m^3/s).

n = coeficiente de rugosidad de Manning dependiente del tipo de material del elemento lineal.

Rh = radio hidráulico definido como Rh = S/p; siendo S el área de la sección transversal y p el perímetro mojado (m).

i = pendiente geométrica del elemento lineal (m/m).

S = área de la sección transversal del conducto (m^2).

Para establecer el valor del coeficiente de Manning se debe tomar los reflejados en la siguiente tabla, salvo justificación en contrario.

MATERIAL		N ($sm^{-1/3}$)
Cuneta	Sin vegetación. Superficie uniforme	0,020-0,025
	Sin vegetación. Superficie irregular	0,020-0,033
	Con vegetación herbácea segada	0,033-0,040
	Con vegetación herbácea espesa	0,040-0,050
	En roca. Superficie uniforme	0,029-0,033
	En roca. Superficie irregular	0,033-0,050
	Fondo de grava. Cajeros de hormigón	0,017-0,020
	Fondo de grava. Cajeros encachados	0,022-0,033
	Encachado	0,020-0,029
	Hormigón proyectado	0,017-0,022
	Revestida con hormigón in situ	0,013-0,017
Pavimento con mezclas bituminosas		0,013-0,018
Hormigón en marcos y otras estructuras in situ		0,014-0,017
Gaviones		0,20-0,40
Tubo de hormigón		0,012-0,017
Tubo de fundición		0,010-0,015
Tubo de acero		0,010-0,014
Tubo de materiales poliméricos		0,008-0,013

Tabla 7. Coeficiente de rugosidad n a utilizar en la fórmula de Manning-Stickler.

Se asume un coeficiente de Manning (n) de 0,020 para las cunetas sin revestir y de 0,013 para las cunetas revestidas.

Se definen **cunetas triangulares y trapezoidales revestidas de hormigón in situ**:

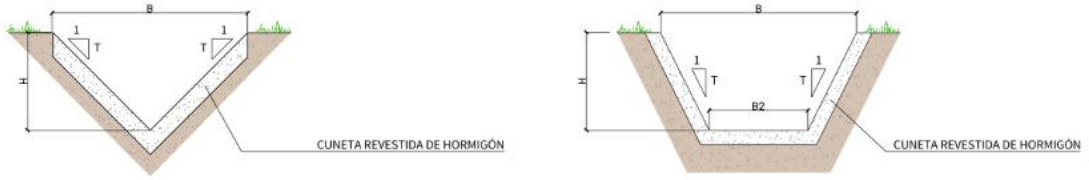


Figura 12. Croquis tipo de cuneta.

Teniendo en cuenta la pendiente del terreno natural, se considera en el diseño de cunetas una pendiente mínima (p) del 0,1% a lo largo de su trazado.

Las cunetas se dimensionan de tal manera que, para los caudales previstos para un periodo de retorno de 25 años, cumplan:

- Calado máximo……..85%
- Velocidad máxima……< 1,3 m/s sin revestir o < 6 m/s revestida de hormigón.

11.2.2. CAUDALES

Para llevar a cabo el cálculo del caudal que recogerá cada cuneta se ha de estudiar qué superficie de las cuencas de aportación estudiadas en el apartado anterior recoge cada una de ellas.

Se ha dividido la superficie de la parcela a partir de las divisiones de subcuencas y viales, y se han estudiado las cunetas necesarias.

Se han estudiado puntos de control en el que se lleva a cabo la comprobación hidráulica de las cunetas.

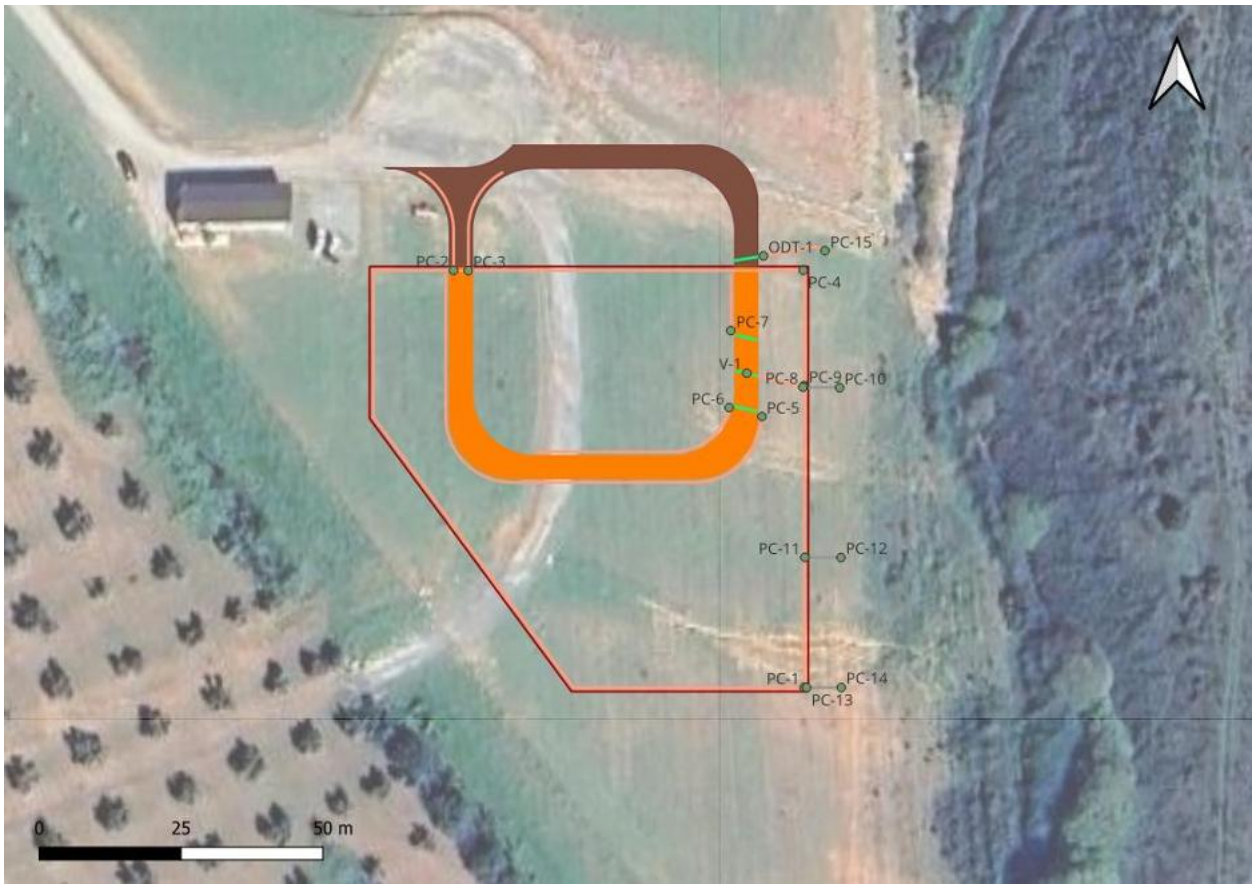


Figura 13. Puntos de control.

A continuación, se incluye una tabla con los caudales considerados en el dimensionamiento hidráulico del tramo anterior a cada punto de control. El cálculo del caudal pico según las áreas de drenaje se lleva a cabo según la siguiente ecuación $(Q1/Q2) = (A1/A2)^n$. El valor de n considerado es de 2/3.

Distribución de caudales																			
Punto Control	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	Q25 (m3/s)
Superficie completa	850,86	73,57	32,79	6296,30	3182,62	465,21	1396,24	109,35	2309,57	281,42	6707,51	112,47	68,95	3911,17	2918,53	2838,74	298,13	1715,81	
1	100,00%	100,00 %	100,00 %	100,00 %	99,31%	26,22 %	0,59%		68,07%	0,95%				34,44%	16,23%			*2,70%*	0,07
2											97,54%					2,70%			0,05
3												100,00 %	1,28%			32,76%			0,01
4											99,87%	100,00 %	33,36 %	60,51%	3,07%	43,49%			0,08
5						52,04 %	12,72%				0,04%			3,56%	6,98%				0,01
6						6,16%	10,62%								14,56%				0,01
7													7,68%		8,10%				0,00
8						6,16%	10,62%				0,13%		66,70 %	1,55%	45,12%				0,01
9															6,83%	0,58%			0,00
10						6,16%	10,62%				0,13%		66,70 %	1,55%	51,95%	0,58%			0,01
11							27,83%	4,37%							4,62%		3,44%		0,01
12							27,83%	4,37%							4,62%		3,44%		0,01
13					0,74%	15,64 %	47,01%	85,77 %	20,84%	12,80 %									0,01
14	100,0%	100,00 %	100,00 %	100,00 %	100,00 %	41,86 %	47,60%		88,91%	13,75 %				34,44%	16,23%			2,70%	0,08
15																8,33%			0,00

Tabla 8. Distribución de caudales.

Se realiza la comprobación de cada uno de los tramos de cuneta proyectados, en la siguiente tabla se muestran los caudales considerados en el dimensionamiento hidráulico del tramo anterior a cada punto de control. Además, se aprecia que las velocidades y calados de las cunetas proyectadas en cada tramo cumplen con los condicionantes indicados en el apartado anterior:

Punto Control	Caudal (m3/s)	Cuneta	Talud interior (H/V)	Talud exterior (H/V)	Solera (m)	Altura (m)	Material	Coeficiente Manning (n)	Pendiente (m/m)	Calado (m)	Llenado (%)	Velocidad (m/s)	Comprobación calado	Comprobación velocidad
1	0,069	Tipo 1	1,00	1,00	0,00	0,30	2	0,020	1,56%	0,23862	80%	1,21	OK	OK
2	0,052	Tipo 2	1,00	1,00	0,00	0,20	1	0,013	20,23%	0,11327	57%	4,04	OK	OK
3	0,010	Tipo 2	1,00	1,00	0,00	0,20	1	0,013	15,72%	0,06315	32%	2,46	OK	OK
4	0,080	Tipo 1	1,00	1,00	0,00	0,30	1	0,013	2,05%	0,20505	68%	1,91	OK	OK
5	0,009	Tipo 2	1,00	1,00	0,00	0,20	2	0,020	1,25%	0,1136	57%	0,67	OK	OK
6	0,006	Tipo 2	1,00	1,00	0,00	0,20	2	0,020	1,67%	0,09037	45%	0,71	OK	OK
7	0,003	Tipo 2	1,00	1,00	0,00	0,20	2	0,020	0,79%	0,0731	37%	0,50	OK	OK
8	0,013	Tipo 2	1,00	1,00	0,00	0,20	2	0,020	2,88%	0,11147	56%	1,01	OK	OK
9	0,003	Tipo 2	1,00	1,00	0,00	0,20	2	0,020	0,53%	0,08725	44%	0,38	OK	OK

Punto Control	Caudal (m3/s)	Cuneta	Talud interior (H/V)	Talud exterior (H/V)	Solera (m)	Altura (m)	Material	Coeficiente Manning (n)	Pendiente (m/m)	Calado (m)	Llenado (%)	Velocidad (m/s)	Comprobación calado	Comprobación velocidad
11	0,005	Tipo 2	1,00	1,00	0,00	0,20	2	0,020	0,53%	0,103	52%	0,49	OK	OK
13	0,014	Tipo 2	1,00	1,00	0,00	0,20	2	0,020	0,52%	0,15769	79%	0,55	OK	OK
15	0,004	Tipo 2	1,00	1,00	0,00	0,20	2	0,020	22,31%	0,05193	26%	1,32	OK	OK

Tabla 9. Comprobación de cunetas – T = 25 años.

Se definen a continuación las características geométricas de las cunetas proyectadas:

Cuneta	Talud interior (H/V)	Talud exterior (H/V)	Solera (m)	Altura (m)	Anchura (m)
Tipo 1	1,00	1,00	0	0,3	0,60
Tipo 2	1,00	1,00	0	0,2	0,40

Tabla 10. Geometría de cunetas

11.3. CÁLCULO DE DRENAJE TRANSVERSAL

Las obras de drenaje transversal deberán perturbar lo menos posible la circulación del agua por el cauce natural, sin excesivas sobreelevaciones del nivel del agua por posibles aterramientos, ni aumentos de velocidad debidos a erosiones potenciales aguas abajo.

Para el cruce de los viales sobre las cunetas se dispondrán, en los puntos de paso, cunetas revestidas cubiertas con rejilla transitable tipo tramex que permiten el tráfico rodado, aseguran la continuidad hidráulica del flujo y reconducen la escorrentía que accede a la plataforma por los viales hacia los puntos de evacuación previstos.

En los puntos en los que identifiquen las principales escorrentías existentes, se dimensiona un vado ondulado de hormigón, protegidos con escollera a su salida, consiguiendo con ello el paso natural de las aguas a través del mismo, sin oposición ni afección de los elementos objeto del presente proyecto.

En las zonas susceptibles de acumulación de agua o en las que se intercepten líneas naturales de escorrentía, se dispondrá una red de drenaje transversal constituida por obras de drenaje transversal (ODT), adecuadamente dimensionadas para los caudales previstos. Estas obras permitirán el paso controlado del agua bajo los viales o a través de la plataforma, evitando encharcamientos, afecciones a la estabilidad de los firmes y posibles daños en la infraestructura proyectada.

11.3.1. COMPROBACIÓN HIDRÁULICA

Desde el punto de vista hidráulico, los vados, las cunetas y las obras de drenaje transversal se han dimensionado siguiendo los mismos criterios de cálculo, al tratarse de elementos de drenaje superficial.

Se definen a continuación las características geométricas principales:

Cuneta con rejilla	Talud interior (H/V)	Talud exterior (H/V)	Solera (m)	Altura (m)	Anchura (m)
Tipo 1	1,00	1,00	0	0,3	0,60

Tabla 11. Geometría cuneta con rejilla.

Vado	Talud interior (H/V)	Talud exterior (H/V)	Solera (m)	Altura (m)	Anchura (m)
Vado 13 m	10,00	10,00	3	0,5	13,00

Tabla 12. Geometría vado.

ODT	Diámetro (m)	Material
Tipo 1	0,30	Hormigón

Tabla 13. Geometría ODT.

Para el cálculo de los caudales asociados a cada elemento de drenaje se ha examinado qué superficie de las cuencas de aportación estudiadas recoge cada uno de ellos.

A continuación, se incluye una tabla con los caudales considerados en el dimensionamiento hidráulico de cada elemento.

El cálculo del caudal pico según las áreas de drenaje se lleva a cabo según la siguiente ecuación $(Q1/Q2)=(A1/A2)^n$. El valor de n considerado es de 2/3.

Distribución de caudales																				
Punto Control	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	Q25 (m3/s)	Q100 (m3/s)
Superficie completa	850,86	73,57	32,79	6296,30	3182,62	465,21	1396,24	109,35	2309,57	281,42	6707,51	112,47	68,95	3911,17	2918,53	2838,74	298,13	1715,81		
4											99,87 %	100,00 %	33,36 %	60,51 %	3,07%	43,49 %			0,08	
ODT-1																28,26 %			0,01	
V-1						6,16 %	10,62 %				0,13%		66,70 %	1,55%	45,12 %					0,02

Tabla 14. Distribución de caudales.

Seguidamente se aporta una tabla donde se aprecian las velocidades y calados de los elementos proyectados, verificándose el buen comportamiento hidráulico de los mismos.

Se tiene en cuenta la pendiente del 2,0% prevista en los planos y un coeficiente de Manning de 0,02 ya que no está revestida.

Punto Control	Caudal (m3/s)	Cuneta	Talud interior (H/V)	Talud exterior (H/V)	Solera (m)	Altura (m)	Material	Coeficiente Manning (n)	Pendiente (m/m)	Calado (m)	Llenado (%)	Velocidad (m/s)	Comprobación calado	Comprobación velocidad
4	0,080	Tipo 1	1,00	1,00	0,00	0,30	1	0,013	2,05%	0,20505	68%	1,91	OK	OK

Tabla 15. Comprobación de cunetas con rejilla – T = 25 años.

Punto Control	Caudal (m3/s)	Vado	Talud interior (H/V)	Talud exterior (H/V)	Solera (m)	Altura (m)	Material	Coeficiente Manning (n)	Pendiente (m/m)	Calado (m)	Llenado (%)	Velocidad (m/s)	Comprobación calado	Comprobación velocidad
V-1	0,02	Vado 13 m	10,00	10,00	3	0,5	2	0,020	2,00%	0,0171	3%	0,44	OK	OK

Tabla 16. Comprobación de vado – T = 100 años.

P control	Caudal (m3/s)	Colector	Diametro (mm)	Material	Coeficiente Manning (n)	Pendiente (m/m)	Calado (mm)	Llenado (%)	Velocidad (m/s)	Comprobación calado	Comprobación velocidad
ODT-1	0,01	Tipo 2	300	Hormigón	0,015	1,00%	64	21%	0,73	OK	OK

Tabla 17. Comprobación de ODT – T = 25 años.

En los planos incluidos a continuación se aprecian los detalles de ubicación y diseño de los drenajes transversales previstos.

12. CIMENTACIONES

12.1. NORMAS CONSIDERADAS

- Ministerio de Vivienda. "Código Técnico de la Edificación. Documento Básico DB-SE Seguridad Estructural. (Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo).
- Ministerio de Vivienda. "Código Técnico de la Edificación. Documento Básico DB-AE Seguridad Estructural. Acciones en la Edificación". (Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo).
- Ministerio de Vivienda. "Código Técnico de la Edificación. Documento Básico DB-SE Seguridad Estructural. Cimientos." (Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo).
- Ministerio de Vivienda. "Código Técnico de la Edificación. Documento Básico DB-SE Seguridad Estructural. Acero." (Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo).
- "Código Estructural". Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana (Real Decreto 470/2021, de 29 de junio).
- Ministerio de Fomento. "Norma de construcción sismorresistente: Parte general y edificación (NCSE-02)". (Real Decreto 997/2002, de 27 de septiembre de 2002).
- Eurocódigo 2: Proyecto de estructuras de hormigón.
- Eurocódigo 3: Proyecto de estructuras de acero.

12.2. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES

12.2.1. HORMIGÓN

Elemento	Tipo de hormigón
Limpieza nivelación	HL-150/B/20
Cimentaciones	HA-25/B/20/XC2

Tabla 18. Resistencia característica del hormigón de los elementos de cimentación

12.2.2. ACERO PARA ARMADURAS PASIVAS

Acero soldable B 500 S	
Límite elástico, f_y (N/mm^2)	500
Carga unitaria de rotura, f_s (N/mm^2)	550
Módulo de elasticidad (N/mm^2)	2,20E+05
Densidad (kg/m^3)	7850
Coeficiente de Poisson, ν	0,30
Coeficiente de dilatación térmica (°C^{-1})	1,20E-05

Tabla 19. Características del acero de refuerzo

12.3. COEFICIENTES DE SEGURIDAD Y NIVELES DE CONTROL

12.3.1. MAYORACIÓN DE ACCIONES

12.3.1.1. ESTADOS LÍMITES ÚLTIMOS

Según el Apéndice A-1 del Código Estructural y la Tabla 4.1 de Coeficientes parciales de seguridad (γ) para las acciones del CTE-DB-SE Seguridad estructural.

- Mayoración de acciones permanentes..... $\gamma_G = 1,35$
- Mayoración de acciones variables..... $\gamma_Q = 1,50$
- Mayoración de acciones accidentales..... $\gamma_A = 1,00$

12.3.1.2. ESTADOS LÍMITES DE SERVICIO

- Mayoración de acciones permanentes..... $\gamma_G = 1,00$
- Mayoración de acciones variables..... $\gamma_Q = 1,00$

12.3.2. MINORACIÓN DE RESISTENCIA DE MATERIALES

Según la Tabla A19. 2.1 Coeficiente parciales de seguridad para los materiales para Estados Límite Últimos, del Anejo 19 del Código Estructural.

12.3.2.1. ESTADOS LÍMITES ÚLTIMOS

- Hormigón (Situación persistente o transitoria) ..... $\gamma_C = 1,50$
- Hormigón (Situación accidental) ..... $\gamma_C = 1,30$
- Acero (Situación persistente o transitoria) ..... $\gamma_S = 1,15$
- Acero (Situación accidental)..... $\gamma_S = 1,00$

12.3.2.2. ESTADOS LÍMITES DE SERVICIO

Apartado 6.5.4 Coeficientes parciales para los materiales del Código Estructural.

- Hormigón ..... $\gamma_{MC} = 1,00$
- Acero..... $\gamma_{MS} = 1,00$

12.3.3. NIVELES DE CONTROL

Según el apartado 14.3 del Código Estructural

- Ejecución ..... Normal
- Hormigón ..... Estadístico
- Acero ..... Normal

12.3.4. ESTADOS LÍMITE

E.L.U. de rotura. Hormigón E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones	CTE Cota de nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m
Tensiones sobre el terreno Desplazamientos	Acciones características

Tabla 20. Estados Límite

12.3.5. SITUACIONES DE PROYECTO

Para las distintas situaciones de proyecto, las combinaciones de acciones se definirán de acuerdo con los siguientes criterios:

- Con coeficientes de combinación

- Sin coeficientes de combinación

Donde:

G_k Acción permanente
P_k Acción de pretensado
Q_k Acción variable
g_G Coeficiente parcial de seguridad de las acciones permanentes
g_P Coeficiente parcial de seguridad de la acción de pretensado
$g_{Q,1}$ Coeficiente parcial de seguridad de la acción variable principal
$g_{Q,i}$ Coeficiente parcial de seguridad de las acciones variables de acompañamiento
$y_{p,1}$ Coeficiente de combinación de la acción variable principal
$y_{a,i}$ Coeficiente de combinación de las acciones variables de acompañamiento

12.3.5.1. COEFICIENTES PARCIALES DE SEGURIDAD (γ) Y COEFICIENTES DE COMBINACIÓN (Ψ)

Para cada situación de proyecto y estado límite los coeficientes a utilizar serán:

E.L.U. de rotura. Hormigón: Código Estructural

Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad (g)		Coeficientes de combinación (y)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (y_p)	Acompañamiento (y_a)
Carga permanente (G)	0.800	1.350	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.500	1.000	0.700
Viento (Q)	0.000	1.500	1.000	0.600
Nieve (Q)	0.000	1.500	1.000	0.500

Tabla 21. Coeficientes de seguridad y combinación E.L.U. de rotura. Hormigón: Código Estructural (Persistente o transitoria)

Sísmica				
	Coeficientes parciales de seguridad (g)		Coeficientes de combinación (y)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (y_p)	Acompañamiento (y_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	0.600	0.600
Viento (Q)	0.000	1.000	0.000	0.000
Nieve (Q)	0.000	1.000	0.000	0.000
Sismo (E)	-1.000	1.000	1.000	0.000

Tabla 22. Coeficientes de seguridad y combinación E.L.U. de rotura. Hormigón: Código Estructural (Sísmica)

E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones: Código Estructural / CTE DB-SE C

Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad (g)		Coeficientes de combinación (y)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (y_p)	Acompañamiento (y_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.600	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.600	1.000	0.700
Viento (Q)	0.000	1.600	1.000	0.600
Nieve (Q)	0.000	1.600	1.000	0.500

Tabla 23. E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones: Código Estructural / CTE DB-SE C (Persistente o transitoria)

Sísmica				
	Coeficientes parciales de seguridad (g)		Coeficientes de combinación (y)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (y_p)	Acompañamiento (y_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	0.600	0.600
Viento (Q)	0.000	1.000	0.000	0.000
Nieve (Q)	0.000	1.000	0.000	0.000
Sismo (E)	-1.000	1.000	1.000	0.000

Tabla 24. E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones: Código Estructural / CTE DB-SE C (Sísmica)

Tensiones sobre el terreno

Característica				
	Coeficientes parciales de seguridad (g)		Coeficientes de combinación (y)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (y_p)	Acompañamiento (y_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000
Viento (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000
Nieve (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000

Tabla 25. Tensiones sobre el terreno (Característica)

Sísmica				
	Coeficientes parciales de seguridad (g)		Coeficientes de combinación (y)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (y_p)	Acompañamiento (y_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000
Viento (Q)	0.000	1.000	0.000	0.000
Nieve (Q)	0.000	1.000	0.000	0.000
Sismo (E)	-1.000	1.000	1.000	0.000

Tabla 26. Tensiones sobre el terreno (Sísmica)

Desplazamientos

Característica				
	Coeficientes parciales de seguridad (g)		Coeficientes de combinación (y)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (y_p)	Acompañamiento (y_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000
Viento (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000
Nieve (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000

Tabla 27. Desplazamientos (Característica)

Sísmica				
	Coeficientes parciales de seguridad (g)		Coeficientes de combinación (y)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (y_p)	Acompañamiento (y_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000
Viento (Q)	0.000	1.000	0.000	0.000
Nieve (Q)	0.000	1.000	0.000	0.000
Sismo (E)	-1.000	1.000	1.000	0.000

Tabla 28. Desplazamientos (Sísmica)

12.4. CÁLCULO DE LA CIMENTACIÓN

12.4.1. CIMENTACIÓN ADAPTADA

La cimentación proyectada se resuelve mediante una tipología de losas de hormigón armado, concebida para garantizar un adecuado reparto de cargas y la transmisión segura de los esfuerzos al terreno.

Las losas proporcionan una superficie continua que limita la aparición de asientos diferenciales. Esta solución asegura tanto la estabilidad de la edificación como la optimización de los recursos constructivos, alcanzando un equilibrio entre seguridad, funcionalidad y economía de medios.

12.4.2. CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DE LAS CIMENTACIONES

	Ancho (W)	Largo (D)	Alto (H)	Armado
Módulos de baterías (2) HITHIUM ∞ Power	6,076 m	7,058 m	0,20 m	Acero Ø12@30
Estación de Potencia TWIN SKID COMPACT 8780 KVA	7,300 m	12,250 m	0,30 m	Acero Ø12@20
Estación de Potencia MV SKID COMPACT 3290 KVA	4,000 m	9,400 m	0,30 m	Acero Ø12@20
Centro de Seccionamiento	8,000 m	19,500 m	0,30 m	Acero Ø12@20

Tabla 29. Características geométricas de las cimentaciones

12.4.3. ACCIONES ADAPTADAS AL CÁLCULO

Según el Código Estructural y el CTE DB SE-AE.

12.4.3.1. ACCIONES PERMANENTES

12.4.3.1.1. PESO PROPIO

- Densidad de hormigón armado ..... 25,00 kN/m^3
- Densidad de hormigón en masa ..... 24,00 kN/m^3

12.4.3.1.2. CARGAS MUERTAS

- Peso propio HITHIUM ∞ Power ..... 470,72 kN
- Peso propio Twin Skid Compact ..... 225,55 kN
- Peso propio MV Skid Compact ..... 143,32 kN
- Peso propio inversores Freemaq Multi PCSK 4 ..... 55,94 kN
- Peso propio inversores Freemaq Multi PCSK 3 ..... 52,47 kN
- Peso propio Centro de Seccionamiento ..... 417,06 kN

12.4.3.1.3. ACCIONES DEL TERRENO

Las acciones derivadas del empuje del terreno, tanto las procedentes de su peso como de otras acciones que actúan sobre él, o las acciones debidas a sus desplazamientos y deformaciones, se evalúan y tratan según establece el CTE DB-SE C y el Eurocódigo 7.

Dado que el presente documento corresponde a un proyecto técnico-administrativo y no se dispone aún de estudio geotécnico específico, las comprobaciones detalladas relativas a estabilidad global del conjunto, tensiones de contacto con el terreno y dimensionamiento de anclajes frente a acciones sísmicas se abordarán en fases posteriores del proyecto, una vez definidos los parámetros geotécnicos del emplazamiento, garantizando la verificación completa conforme a la normativa vigente.

12.4.3.2. ACCIONES VARIABLES

12.4.3.2.1. SOBRECARGA DE USO

Los valores característicos de las sobrecargas de uso se han tomado de la tabla 3.1 del CTE DB SE-AE, como se indica en la siguiente tabla:

Tabla 3.1. Valores característicos de las sobrecargas de uso

Categoría de uso		Subcategorías de uso		Carga uniforme [kN/m²]	Carga concentrada [kN]
A	Zonas residenciales	A1	Viviendas y zonas de habitaciones en, hospitales y hoteles	2	2
		A2	Trasteros	3	2
B	Zonas administrativas			2	2
C	Zonas de acceso al público (con la excepción de las superficies pertenecientes a las categorías A, B, y D)	C1	Zonas con mesas y sillas	3	4
		C2	Zonas con asientos fijos	4	4
		C3	Zonas sin obstáculos que impidan el libre movimiento de las personas como vestíbulos de edificios públicos, administrativos, hoteles; salas de exposición en museos; etc.	5	4
		C4	Zonas destinadas a gimnasio u actividades físicas	5	7
		C5	Zonas de aglomeración (salas de conciertos, estadios, etc)	5	4
D	Zonas comerciales	D1	Locales comerciales	5	4
		D2	Supermercados, hipermercados o grandes superficies	5	7
E	Zonas de tráfico y de aparcamiento para vehículos ligeros (peso total < 30 kN)			2	20 (1)
F	Cubiertas transitables accesibles sólo privadamente (2)			1	2
G	Cubiertas accesibles únicamente para conservación (3)	G1 (7)	Cubiertas con inclinación inferior a 20º	1 (4) (6)	2
			Cubiertas ligeras sobre correas (sin forjado) (5)	0,4 (4)	1
		G2	Cubiertas con inclinación superior a 40º	0	2

Tabla 30. Tabla 3.1. del CTE DB SE-EA Valores característicos de las sobrecargas de uso

Por la cercanía de maquinaría en el montaje y del propio mantenimiento, se ha utilizado la siguiente sobrecarga de uso:

- Sobre carga de uso HITHIUM ∞ Power ..... 5,00 kN/m²
- Sobrecarga de uso Twin Skid Compact ..... 5,00 kN/m²
- Sobre carga de uso MV Skid Compact ..... 5,00 kN/m²
- Sobre carga de uso inversores Freemaq Multi PCSK 4 ..... 5,00 kN/m²
- Sobre carga de uso inversores Freemaq Multi PCSK 3 ..... 5,00 kN/m²
- Sobrecarga de uso Centro de Seccionamiento ..... 5,00 kN/m²

12.4.3.2.2. VIENTO

La carga de viento actuante se ha determinado en base al CTE DB SE-AE Acciones en la edificación y la ubicación específica del proyecto.

Para este proyecto, ubicado en Cáceres, corresponde a una zona eólica B, según el Anejo D del CTE DB SE-AE, que se muestra en la Ilustración. Esto significa que la velocidad básica del viento correspondiente es de 27 m/s.

Además, se tendrá un grado de aspereza tipo III: Zona rural accidentada o llana con obstáculos y un periodo de servicio de 50 años.

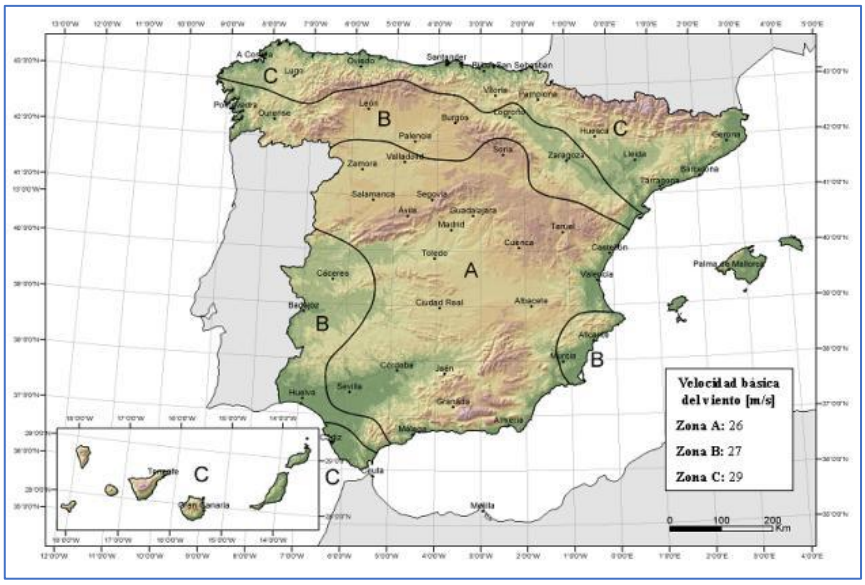


Figura 14. Valor básico de la velocidad del viento, v_b (Figura D.1 del CTE DB SB-AE)

12.4.3.2.3. NIEVE

Según el CTE DB-AE apartado 3.5.1. Determinación de la carga de nieve; en cubiertas planas de edificios de pisos situados en localidades de altitud inferior a 1.000 m, es suficiente considerar una carga de nieve de 1,0 kN/m^2.

12.4.3.2.4. ACCIONES SÍSMICAS

Las acciones sísmicas están reguladas en la NCSE-02, Norma de construcción sismorresistente: parte general y edificación.

12.4.3.2.4.1. Clasificación de las construcciones

La norma establece que las construcciones destinadas a instalaciones básicas para las poblaciones, como depósitos de agua, estaciones de bombeo, redes de distribución, centrales eléctricas y centros de transformación, se clasifican como de **importancia especial**.

12.4.3.2.4.2. Criterios de aplicación

La aplicación de la norma NCSE-02 no es obligatoria en los siguientes casos:

- Construcciones de importancia moderada.
- En las edificaciones de importancia normal o especial cuando la aceleración sísmica básica a_b sea inferior a 0,04g, siendo g la aceleración de la gravedad.
- En las construcciones de importancia normal con pórticos bien arriostrados entre sí en todas las direcciones cuando la aceleración sísmica básica a_b sea inferior a 0,08g.

La norma considera que una aceleración sísmica básica inferior a 0,04 g no genera solicitaciones más severas que las demás hipótesis de carga, debido a la diferencia en los coeficientes de seguridad y las acciones simultáneas que deben tomarse en cuenta con el sismo.

12.4.3.2.5. Peligrosidad sísmica. Aceleración sísmica básica

La peligrosidad sísmica del territorio nacional se define por medio del mapa de peligrosidad sísmica de la figura 2.1. de la NCSE-02. Dicho mapa suministra la aceleración sísmica a_b y el coeficiente de contribución K, que tiene en cuenta la influencia de los distintos tipos de terremotos esperados en la peligrosidad sísmica de cada punto. El valor de la aceleración sísmica básica en Cáceres es 0,04 g ($\boldsymbol{a_b = 0,04g}$) por lo que es necesario considerar las acciones sísmicas.



Figura 15. Mapa de aceleración sísmica para un periodo de retorno de 500 año (Figura 2.1. de la NCSE-02)

La solución de cimentación prevista consiste en losas de hormigón armado de elevada rigidez y amplia superficie de apoyo, destinadas a soportar equipos de reducida esbeltez y baja altura relativa, anclados a la cimentación. En estas condiciones, la acción sísmica horizontal equivalente asociada al conjunto puede estimarse como un porcentaje reducido del peso propio del sistema, generando incrementos limitados en las solicitaciones internas de la losa. Para el nivel de aceleración considerado, dichas acciones no resultan determinantes frente a las combinaciones gravitatorias habituales (peso propio, cargas permanentes de equipos y sobrecargas de explotación), que condicionan el dimensionamiento estructural preliminar de la losa en términos de espesor y armado.

12.4.4. SOFTWARE DE CÁLCULO

Para el cálculo de las cimentaciones se ha utilizado los programas con las siguientes características:

- Título: CYPE Versión: 2024.f

APÉNDICE I: CÁLCULO DE LA CIMENTACIÓN

1. CIMENTACIÓN CONJUNTO DE DOS BATERÍAS HITHIUM ∞ Power

1.1. RESULTADOS CIMENTACIÓN

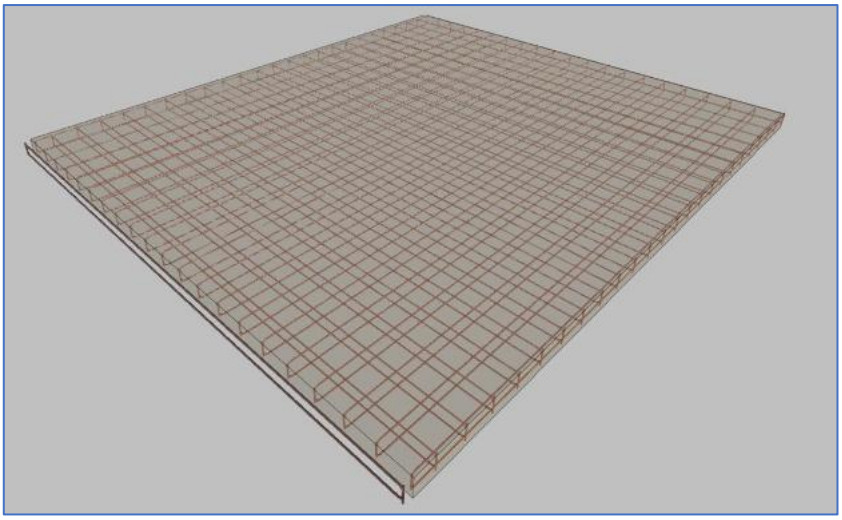


Figura 16. Vista 3D Armado losa

1.2. DIMENSIONES

Ancho (m)	Largo (m)	Área (m²)	Canto (m)
6,076	7,058	42,88	0,2

Tabla 31. Dimensiones de la losa

1.3. ACCIONES CONSIDERADAS

1.3.1. GRAVITATORIA

Planta	S.C.U (kN/m²)	Cargas muertas (kN/m²)
Cimentación	2,00	0,00

Tabla 32. Acciones gravitatorias

1.3.2. VIENTO

Se ha tenido en cuenta la acción del viento mediante cargas aplicadas en las siguientes hipótesis:

- V(0°) H1: Viento a 0°, presión exterior tipo 1 sin acción en el interior
- V(90°) H1: Viento a 90°, presión exterior tipo 1 sin acción en el interior
- V(90°) H2: Viento a 90°, presión exterior tipo 2 sin acción en el interior
- V(180°) H1: Viento a 180°, presión exterior tipo 1 sin acción en el interior
- V(270°) H1: Viento a 270°, presión exterior tipo 1 sin acción en el interior
- V(270°) H2: Viento a 270°, presión exterior tipo 2 sin acción en el interior

1.3.3. SISMO

Sin acción de sismo.

1.3.4. HIPÓTESIS DE CARGA

Automáticas	Peso propio Cargas muertas Sobrecarga de uso	
Adicionales	Referencia	Naturaleza
	V (0º) H1	Viento
	V (90º) H1	Viento
	V (90º) H2	Viento
	V (180º) H1	Viento
	V (270º) H1	Viento
	V (270º) H2	Viento
	N (EI)	Nieve
	N (R)	Nieve

Tabla 33. Hipótesis de carga

1.3.5. CARGAS HORIZONTALES Y EN PUNTOS DE ANCLAJES

1.3.5.1. CARGAS EN PUNTOS DE ANCLAJES

Referencia pilar	Hipótesis	N (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	T (kN·m)
AN1	V(0º) H1	1.78	-1.77	-0.72	-1.44	1.67	0.00
	V(90º) H1	0.76	0.52	0.98	1.31	-1.03	0.00
	V(90º) H2	0.82	0.52	0.99	1.31	-1.03	0.00
	V(180º) H1	0.37	1.52	-0.60	-1.19	-1.21	0.00
	V(270º) H1	-0.43	0.30	-0.72	-0.78	-0.58	0.00
	V(270º) H2	-0.09	0.28	-0.71	-0.78	-0.55	0.00
	N (EI)	-0.25	0.01	0.00	-0.00	-0.02	0.00
	N (R)	-0.13	0.01	0.00	-0.00	-0.01	0.00
AN2	V(0º) H1	0.37	-1.52	-0.60	-1.19	1.21	0.00
	V(90º) H1	0.76	-0.52	0.98	1.31	1.03	0.00
	V(90º) H2	0.82	-0.52	0.99	1.31	1.03	0.00
	V(180º) H1	1.78	1.77	-0.72	-1.44	-1.67	0.00
	V(270º) H1	-0.43	-0.30	-0.72	-0.78	0.58	0.00
	V(270º) H2	-0.09	-0.28	-0.71	-0.78	0.55	0.00
	N (EI)	-0.25	-0.01	0.00	-0.00	0.02	0.00
	N (R)	-0.13	-0.01	0.00	-0.00	0.01	0.00
AN3	V(0º) H1	1.78	-1.77	-0.72	-1.44	1.67	0.00
	V(90º) H1	0.76	0.52	0.98	1.31	-1.03	0.00
	V(90º) H2	0.82	0.52	0.99	1.31	-1.03	0.00
	V(180º) H1	0.37	1.52	-0.60	-1.19	-1.21	0.00
	V(270º) H1	-0.43	0.30	-0.72	-0.78	-0.58	0.00
	V(270º) H2	-0.09	0.28	-0.71	-0.78	-0.55	0.00
	N (EI)	-0.25	0.01	0.00	-0.00	-0.02	0.00
	N (R)	-0.13	0.01	0.00	-0.00	-0.01	0.00
AN4	V(0º) H1	0.37	-1.52	-0.60	-1.19	1.21	0.00

Referencia pilar	Hipótesis	N (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	T (kN·m)
	V(90º) H1	0.76	-0.52	0.98	1.31	1.03	0.00
	V(90º) H2	0.82	-0.52	0.99	1.31	1.03	0.00
	V(180º) H1	1.78	1.77	-0.72	-1.44	-1.67	0.00
	V(270º) H1	-0.43	-0.30	-0.72	-0.78	0.58	0.00
	V(270º) H2	-0.09	-0.28	-0.71	-0.78	0.55	0.00
	N (EI)	-0.25	-0.01	0.00	-0.00	0.02	0.00
	N (R)	-0.13	-0.01	0.00	-0.00	0.01	0.00
AN5	V(0º) H1	2.02	-2.84	0.00	0.00	2.95	0.00
	V(90º) H1	0.06	0.83	0.51	0.34	-1.62	0.00
	V(90º) H2	0.60	0.79	0.51	0.34	-1.57	0.00
	V(180º) H1	0.32	2.35	0.00	-0.00	-2.04	0.00
	V(270º) H1	-0.32	0.60	-0.51	-0.34	-1.17	0.00
	V(270º) H2	0.34	0.56	-0.51	-0.34	-1.11	0.00
	N (EI)	-0.49	0.03	0.00	-0.00	-0.05	0.00
	N (R)	-0.24	0.01	0.00	0.00	-0.02	0.00
AN6	V(0º) H1	0.32	-2.35	0.00	-0.00	2.04	0.00
	V(90º) H1	0.06	-0.83	0.51	0.34	1.62	0.00
	V(90º) H2	0.60	-0.79	0.51	0.00	1.57	0.00
	V(180º) H1	2.02	2.84	0.00	-0.34	-2.95	0.00
	V(270º) H1	-0.32	-0.60	-0.51	-0.34	1.17	0.00
	V(270º) H2	0.34	-0.56	-0.51	-0.00	1.11	0.00
	N (EI)	-0.49	-0.03	0.00	0.00	0.05	0.00
	N (R)	-0.24	-0.01	0.00	0.00	0.02	0.00
AN7	V(0º) H1	2.02	-2.84	0.00	0.00	2.95	0.00
	V(90º) H1	0.06	0.83	0.51	0.34	-1.62	0.00
	V(90º) H2	0.60	0.79	0.51	0.34	-1.57	0.00
	V(180º) H1	0.32	2.35	0.00	-0.00	-2.04	0.00
	V(270º) H1	-0.32	0.60	-0.51	-0.34	-1.17	0.00
	V(270º) H2	0.34	0.56	-0.51	-0.34	-1.11	0.00
	N (EI)	-0.49	0.03	0.00	-0.00	-0.05	0.00
	N (R)	-0.24	0.01	0.00	0.00	-0.02	0.00
AN8	V(0º) H1	0.32	-2.35	0.00	-0.00	2.04	0.00
	V(90º) H1	0.06	-0.83	0.51	0.34	1.62	0.00
	V(90º) H2	0.60	-0.79	0.51	0.00	1.57	0.00
	V(180º) H1	2.02	2.84	0.00	-0.34	-2.95	0.00
	V(270º) H1	-0.32	-0.60	-0.51	-0.34	1.17	0.00
	V(270º) H2	0.34	-0.56	-0.51	-0.00	1.11	0.00
	N (EI)	-0.49	-0.03	0.00	0.00	0.05	0.00
	N (R)	-0.24	-0.01	0.00	0.00	0.02	0.00
AN9	V(0º) H1	2.02	-2.84	0.00	0.00	2.95	0.00
	V(90º) H1	-0.32	0.60	0.51	0.34	-1.17	0.00
	V(90º) H2	0.34	0.56	0.51	0.34	-1.11	0.00
	V(180º) H1	0.32	2.35	0.00	0.00	-2.04	0.00
	V(270º) H1	0.06	0.83	-0.51	-0.34	-1.62	0.00
	V(270º) H2	0.60	0.79	-0.51	-0.34	-1.57	0.00
	N (EI)	-0.49	0.03	0.00	0.00	-0.05	0.00
	N (R)	-0.24	0.01	0.00	0.00	-0.02	0.00
AN10	V(0º) H1	0.32	-2.35	0.00	0.00	2.04	0.00
	V(90º) H1	-0.32	-0.60	0.51	0.34	1.17	0.00
	V(90º) H2	0.34	-0.56	0.51	0.34	1.11	0.00
	V(180º) H1	2.02	2.84	0.00	0.00	-2.95	0.00
	V(270º) H1	0.06	-0.83	-0.51	0.34	1.62	0.00

Referencia pilar	Hipótesis	N (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	T (kN·m)
	V(270º) H2	0.60	-0.79	-0.51	-0.34	1.57	0.00
	N (EI)	-0.49	-0.03	0.00	0.00	0.05	0.00
	N (R)	-0.24	-0.01	0.00	0.00	0.02	0.00
AN11	V(0º) H1	2.02	-2.84	0.00	0.00	2.95	0.00
	V(90º) H1	-0.32	0.60	0.51	0.34	-1.17	0.00
	V(90º) H2	0.34	0.56	0.51	0.34	-1.11	0.00
	V(180º) H1	0.32	2.35	0.00	0.00	-2.04	0.00
	V(270º) H1	0.06	0.83	-0.51	-0.34	-1.62	0.00
	V(270º) H2	0.60	0.79	-0.51	-0.34	-1.57	0.00
	N (EI)	-0.49	0.03	0.00	0.00	-0.05	0.00
	N (R)	-0.24	0.01	0.00	0.00	-0.02	0.00
AN12	V(0º) H1	0.32	-2.35	0.00	0.00	2.04	0.00
	V(90º) H1	-0.32	-0.60	0.51	0.34	1.17	0.00
	V(90º) H2	0.34	-0.56	0.51	0.34	1.11	0.00
	V(180º) H1	2.02	2.84	0.00	0.00	-2.95	0.00
	V(270º) H1	0.06	-0.83	-0.51	0.34	1.62	0.00
	V(270º) H2	0.60	-0.79	-0.51	-0.34	1.57	0.00
	N (EI)	-0.49	-0.03	0.00	0.00	0.05	0.00
	N (R)	-0.24	-0.01	0.00	0.00	0.02	0.00
AN13	V(0º) H1	1.78	-1.77	0.72	1.44	1.67	0.00
	V(90º) H1	-0.43	0.30	0.72	0.78	-0.58	0.00
	V(90º) H2	-0.09	0.28	0.71	0.78	-0.55	0.00
	V(180º) H1	0.37	1.52	0.60	1.19	-1.21	0.00
	V(270º) H1	0.76	0.52	-0.98	-1.31	-1.03	0.00
	V(270º) H2	0.82	0.52	-0.99	-1.31	-1.03	0.00
	N (EI)	-0.25	0.01	0.00	0.00	-0.02	0.00
	N (R)	-0.13	0.01	0.00	0.00	-0.01	0.00
AN14	V(0º) H1	0.38	0.60	0.60	1.19	1.21	0.00
	V(90º) H1	-0.43	0.72	0.72	0.78	0.58	0.00
	V(90º) H2	-0.09	0.71	0.71	0.78	0.55	0.00
	V(180º) H1	1.78	0.72	0.72	1.44	-1.67	0.00
	V(270º) H1	0.76	-0.98	-0.98	-1.31	1.03	0.00
	V(270º) H2	0.82	-0.99	-0.99	-1.31	1.03	0.00
	N (EI)	-0.25	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00
	N (R)	-0.13	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00
AN13	V(0º) H1	1.78	-1.77	0.72	1.44	1.67	0.00
	V(90º) H1	-0.43	0.30	0.72	0.78	-0.58	0.00
	V(90º) H2	-0.09	0.28	0.71	0.78	-0.55	0.00
	V(180º) H1	0.37	1.52	0.60	1.19	-1.21	0.00
	V(270º) H1	0.76	0.52	-0.98	-1.31	-1.03	0.00
	V(270º) H2	0.82	0.52	-0.99	-1.31	-1.03	0.00
	N (EI)	-0.25	0.01	0.00	0.00	-0.02	0.00
	N (R)	-0.13	0.01	0.00	0.00	-0.01	0.00
AN14	V(0º) H1	0.38	0.60	0.60	1.19	1.21	0.00
	V(90º) H1	-0.43	0.72	0.72	0.78	0.58	0.00
	V(90º) H2	-0.09	0.71	0.71	0.78	0.55	0.00
	V(180º) H1	1.78	0.72	0.72	1.44	-1.67	0.00
	V(270º) H1	0.76	-0.98	-0.98	-1.31	1.03	0.00
	V(270º) H2	0.82	-0.99	-0.99	-1.31	1.03	0.00
	N (EI)	-0.25	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00
	N (R)	-0.13	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00

Tabla 34. Cargas en puntos de anclajes

1.3.6. LISTADO DE CARGAS

Cargas especiales introducidas (en kN, kN/m y kN/m²)

Grupo	Hipótesis	Tipo	Valor	Coordenadas
Cimentación	Cargas muertas	Superficial	31.87	(-0.01,0.01) (2.43,0.01) (2.43,2.03) (2.43,4.05) (2.43,6.06) (-0.01,6.06) (-0.01,4.05) (-0.01,2.03)
	Cargas muertas	Superficial	31.87	(5.07,2.03) (5.07,4.05) (5.07,6.06) (2.63,6.06) (2.63,4.05) (2.63,2.03) (2.63,0.01) (5.07,0.01)
	Sobrecarga de uso	Superficial	2.00	(5.57,6.56) (-0.51,6.56) (-0.51,-0.49) (5.57,-0.49)

Tabla 35. Listado de cargas

1.4. COMBINACIONES DE ACCIONES

Las combinaciones se han generado a partir de las hipótesis:

- **PP** (peso propio)
- **CM** (cargas permanentes)
- **Qa** (sobrecarga de uso)
- **V** (viento)
- **N** (nieve)

Criterio general (ULS): en cada combinación hay una variable principal y el resto actúan como acompañantes. En cimentación se trabajan envolventes con efectos favorables/desfavorables de las permanentes.

Número de combinaciones generadas:

- ELU – Rotura hormigón: 238
- ELU – Rotura hormigón en cimentaciones: 238
- ELS – Desplazamientos: 56

Coeficientes utilizados según apartado 12.3.5.1 de este anejo.

1.5. MATERIALES UTILIZADOS

1.5.1. HORMIGONES

Elemento	Hormigón	f_{ck} (MPa)	g_c	Árido		E_c (MPa)
				Naturaleza	Tamaño máximo (mm)	
Todos	HA-25	25	1.50	Cuarcita	20	32837

Tabla 36. Hormigones

1.5.2. ACEROS POR ELEMENTO Y POSICIÓN

1.5.2.1. ACEROS EN BARRA

Elemento	Acero	f_{yk} (MPa)	g_s
Todos	B 500 S	500	1.15

Tabla 37. Aceros en barra

1.6. LISTADO DE MEDICIÓN

Elemento	B 500 S, Ys=1.15 (kg)	Hormigón (m^3)		Encofrado (m^2)
	Ø12	HA-25, Yc=1.5	Limpieza	
Losa de cimentación	610	8.57	4.29	5.25
Totales	610	8.57	4.29	5.25

Tabla 38. Mediciones losa de cimentación

2. ESTACIÓN DE POTENCIA TWIN SKID COMPACT 8780 KVA

2.1. RESULTADOS CIMENTACIÓN

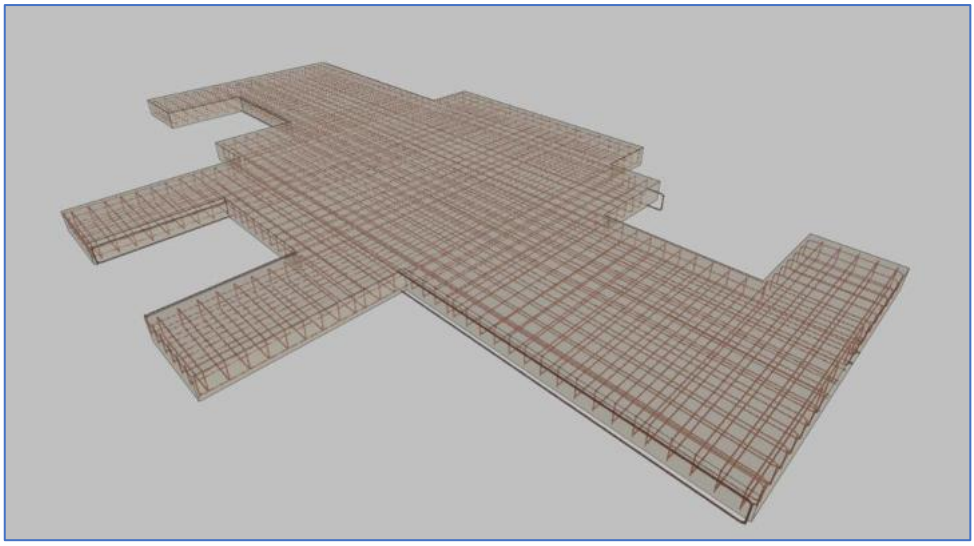


Figura 17. Vista 3D armado de losa

2.2. DIMENSIONES

Ancho (m)	Largo (m)	Área (m²)	Canto (m)
Forma irregular		53,93	0,30

Tabla 39. Dimensiones de los elementos de cimentación

2.3. ACCIONES CONSIDERADAS

2.3.1. GRAVITATORIA

Planta	S.C.U (kN/m²)	Cargas muertas (kN/m²)
Cimentación	2.0	0.0

Tabla 40. Acciones gravitatorias

2.3.2. VIENTO

Se ha tenido en cuenta la acción del viento mediante cargas aplicadas en las siguientes hipótesis:

- V(0°) H1: Viento a 0°, presión exterior tipo 1 sin acción en el interior
- V(0°) H2: Viento a 0°, presión exterior tipo 2 sin acción en el interior
- V(90°) H1: Viento a 90°, presión exterior tipo 1 sin acción en el interior
- V(90°) H2: Viento a 90°, presión exterior tipo 2 sin acción en el interior
- V(180°) H1: Viento a 180°, presión exterior tipo 1 sin acción en el interior
- V(180°) H2: Viento a 180°, presión exterior tipo 2 sin acción en el interior

- V(270°) H1: Viento a 270°, presión exterior tipo 1 sin acción en el interior
- V(270°) H2: Viento a 270°, presión exterior tipo 2 sin acción en el interior

2.3.3. SISMO

Sin acción de sismo.

2.3.4. HIPÓTESIS DE CARGA

Automáticas	Peso propio Cargas muertas Sobrecarga de uso	
Adicionales	Referencia	Naturaleza
	V (0°) H1	Viento
	V (0°) H2	Viento
	V (90°) H1	Viento
	V (90°) H2	Viento
	V (180°) H1	Viento
	V (180°) H2	Viento
	V (270°) H1	Viento
	V (270°) H2	Viento
	N (EI)	Nieve
	N (R)	Nieve

Tabla 41.Hipótesis de carga

2.3.5. CARGAS HORIZONTALES Y EN PUNTOS DE ANCLAJES

2.3.5.1. CARGAS EN PUNTOS DE ANCLAJES

Referencia pilar	Hipótesis	N (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	T (kN·m)
AN1	V(0°) H1	1.04	-0.80	-0.42	-1.04	0.94	0.00
	V(0°) H2	1.04	-0.80	-0.42	-1.04	0.94	0.00
	V(90°) H1	0.57	0.23	0.52	0.92	-0.57	0.00
	V(90°) H2	0.58	0.23	0.52	0.92	-0.57	0.00
	V(180°) H1	0.34	0.69	-0.36	-0.87	-0.65	0.00
	V(180°) H2	0.35	0.69	-0.36	-0.87	-0.65	0.00
	V(270°) H1	-0.26	0.13	-0.35	-0.49	-0.32	0.00
	V(270°) H2	-0.03	0.12	-0.35	-0.49	-0.30	0.00
	N(EI)	-0.49	0.02	0.00	-0.00	-0.05	0.00
	N(R)	-0.24	0.01	0.00	-0.00	-0.03	0.00

Referencia pilar	Hipótesis	N (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	T (kN·m)
AN2	V(0°) H1	0.34	-0.69	-0.36	-0.87	0.65	0.00
	V(0°) H2	0.35	-0.69	-0.36	-0.87	0.65	0.00
	V(90°) H1	0.57	-0.23	0.52	0.92	0.57	0.00
	V(90°) H2	0.58	-0.23	0.52	0.92	0.57	0.00
	V(180°) H1	1.04	0.80	-0.42	-1.04	-0.94	0.00
	V(180°) H2	1.04	0.80	-0.42	-1.04	-0.94	0.00
	V(270°) H1	-0.26	-0.13	-0.35	-0.49	0.32	0.00
	V(270°) H2	-0.03	-0.12	-0.35	-0.49	0.30	0.00
	N(EI)	-0.49	-0.02	0.00	-0.00	0.05	0.00
	N(R)	-0.24	-0.01	0.00	-0.00	0.03	0.00
AN3	V(0°) H1	0.08	-0.47	-0.26	-0.68	0.46	0.00
	V(0°) H2	0.14	-0.47	-0.26	-0.68	0.46	0.00
	V(90°) H1	0.52	-0.15	0.47	0.81	0.40	0.00
	V(90°) H2	0.52	-0.15	0.47	0.82	0.40	0.00
	V(180°) H1	0.68	0.54	-0.30	-0.79	-0.64	0.00
	V(180°) H2	0.69	0.54	-0.30	-0.79	-0.64	0.00
	V(270°) H1	-0.30	-0.07	-0.35	-0.51	0.20	0.00
	V(270°) H2	-0.17	-0.07	-0.35	-0.51	0.19	0.00
	N(EI)	-0.28	-0.01	0.00	-0.00	0.02	0.00
	N(R)	-0.14	0.00	0.00	-0.00	0.01	0.00
AN4	V(0°) H1	-0.08	-0.62	0.00	-0.01	0.69	0.00
	V(0°) H2	0.02	-0.62	0.00	-0.00	0.68	0.00
	V(90°) H1	0.24	-0.25	0.25	0.22	0.67	0.00
	V(90°) H2	0.37	-0.25	0.25	0.22	0.66	0.00
	V(180°) H1	0.60	0.75	0.00	-0.01	-1.04	0.00
	V(180°) H2	0.62	0.75	0.00	-0.01	-1.04	0.00
	V(270°) H1	-0.09	-0.20	-0.25	-0.22	0.53	0.00
	V(270°) H2	0.13	-0.19	-0.25	-0.22	0.51	0.00

Referencia pilar	Hipótesis	N (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	T (kN·m)
	N(EI)	-0.51	-0.01	0.00	-0.00	0.05	0.00
	N(R)	-0.26	-0.01	0.00	-0.00	0.02	0.00
AN5	V(0°) H1	-0.08	-0.62	0.00	0.01	0.68	0.00
	V(0°) H2	0.02	-0.62	0.00	0.00	0.68	0.00
	V(90°) H1	-0.09	-0.20	0.25	0.22	0.53	0.00
	V(90°) H2	0.13	-0.19	0.25	0.22	0.51	0.00
	V(180°) H1	0.60	0.75	0.00	0.01	-1.04	0.00
	V(180°) H2	0.62	-0.75	0.00	0.00	-1.04	0.00
	V(270°) H1	0.24	-0.25	-0.25	-0.22	0.67	0.00
	V(270°) H2	0.37	-0.25	-0.25	-0.22	0.66	0.00
	N(EI)	-0.51	-0.01	0.00	0.00	0.05	0.00
	N(R)	-0.26	-0.01	0.00	0.00	0.05	0.00
AN6	V(0°) H1	0.08	-0.47	0.26	0.68	0.46	0.00
	V(0°) H2	0.14	-0.47	0.26	0.68	0.46	0.00
	V(90°) H1	-0.30	-0.07	0.35	0.51	0.20	0.00
	V(90°) H2	-0.17	-0.07	0.35	0.51	0.19	0.00
	V(180°) H1	0.68	0.54	0.30	0.79	-0.64	0.00
	V(180°) H2	0.69	0.54	0.30	0.79	-0.64	0.00
	V(270°) H1	0.52	-0.15	-0.47	-0.81	0.40	0.00
	V(270°) H2	0.52	-0.15	-0.47	-0.82	0.40	0.00
	N(EI)	-0.28	-0.01	0.00	0.00	0.02	0.00
	N(R)	-0.14	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00
AN7	V(0°) H1	0.08	-0.47	0.26	0.68	0.46	0.00
	V(0°) H2	0.14	-0.47	0.26	0.68	0.46	0.00
	V(90°) H1	-0.30	-0.07	0.35	0.51	0.20	0.00
	V(90°) H2	-0.17	-0.07	0.35	0.51	0.19	0.00
	V(180°) H1	0.68	0.54	0.30	0.79	-0.64	0.00
	V(180°) H2	0.69	0.54	0.30	0.79	-0.64	0.00

Referencia pilar	Hipótesis	N (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	T (kN·m)
	V(270°) H1	0.52	-0.15	-0.47	-0.81	0.40	0.00
	V(270°) H2	0.52	-0.15	-0.47	-0.82	0.40	0.00
	N(EI)	-0.28	-0.01	0.00	0.00	0.02	0.00
	N(R)	-0.14	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00
AN8	V(0°) H1	0.08	-0.47	-0.26	-0.68	0.46	0.00
	V(0°) H2	0.14	-0.47	-0.26	-0.68	0.46	0.00
	V(90°) H1	0.52	-0.15	0.47	0.81	0.40	0.00
	V(90°) H2	0.52	-0.15	0.47	0.82	0.40	0.00
	V(180°) H1	0.68	0.54	-0.30	-0.79	-0.64	0.00
	V(180°) H2	0.69	0.54	-0.30	-0.79	-0.64	0.00
	V(270°) H1	-0.30	-0.07	-0.35	-0.51	0.20	0.00
	V(270°) H2	-0.17	-0.07	-0.35	-0.51	0.19	0.00
	N(EI)	-0.28	-0.01	0.00	-0.00	0.02	0.00
	N(R)	-0.14	0.00	0.00	-0.00	0.01	0.00
AN9	V(0°) H1	1.16	-1.25	-0.01	-0.01	1.64	0.00
	V(0°) H2	1.16	-1.25	-0.01	-0.01	1.64	0.00
	V(90°) H1	0.18	0.39	0.23	0.20	-0.97	0.00
	V(90°) H2	0.48	0.38	0.24	0.20	-0.94	0.00
	V(180°) H1	0.33	1.04	-0.01	-0.01	-1.07	0.00
	V(180°) H2	0.35	1.04	-0.01	-0.01	-1.07	0.00
	V(270°) H1	-0.23	0.26	-0.23	-0.20	-0.65	0.00
	V(270°) H2	0.21	0.24	-0.23	-0.20	-0.59	0.00
	N(EI)	-0.92	0.04	0.00	-0.00	-0.11	0.00
	N(R)	-0.46	0.02	0.00	-0.00	-0.05	0.00
AN10	V(0°) H1	0.33	-1.04	-0.01	-0.01	1.07	0.00
	V(0°) H2	0.35	-1.04	-0.01	-0.01	1.07	0.00
	V(90°) H1	0.18	-0.39	0.23	0.20	0.97	0.00
	V(90°) H2	0.48	-0.38	0.24	0.20	0.94	0.00

Referencia pilar	Hipótesis	N (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	T (kN·m)
	V(180°) H1	1.16	1.25	-0.01	-0.01	-1.64	0.00
	V(180°) H2	1.16	1.25	-0.01	-0.01	-1.64	0.00
	V(270°) H1	-0.23	-0.26	-0.23	-0.20	0.65	0.00
	V(270°) H2	0.21	-0.24	-0.23	-0.20	0.59	0.00
	N(EI)	-0.92	-0.04	0.00	-0.00	0.11	0.00
	N(R)	-0.46	-0.02	0.00	-0.00	0.05	0.00
AN11	V(0°) H1	0.68	-0.54	-0.30	-0.79	0.64	0.00
	V(0°) H2	0.69	-0.54	-0.30	-0.79	0.64	0.00
	V(90°) H1	0.52	0.15	0.47	0.81	-0.40	0.00
	V(90°) H2	0.52	0.15	0.47	0.82	-0.40	0.00
	V(180°) H1	0.08	0.47	-0.26	-0.68	-0.46	0.00
	V(180°) H2	0.14	0.47	-0.26	-0.68	-0.46	0.00
	V(270°) H1	-0.30	0.07	-0.35	-0.51	-0.20	0.00
	V(270°) H2	-0.17	0.07	-0.35	-0.51	-0.19	0.00
	N(EI)	-0.28	0.01	0.00	-0.00	-0.02	0.00
	N(R)	-0.14	0.00	0.00	-0.00	-0.00	0.00
AN12	V(0°) H1	0.68	-0.54	0.30	0.79	0.64	0.00
	V(0°) H2	0.69	-0.54	0.30	0.79	0.64	0.00
	V(90°) H1	-0.30	0.07	0.35	0.51	-0.20	0.00
	V(90°) H2	-0.17	0.07	0.35	0.51	-0.19	0.00
	V(180°) H1	0.08	0.47	0.26	0.68	-0.46	0.00
	V(180°) H2	0.14	0.47	0.26	0.68	-0.46	0.00
	V(270°) H1	0.52	0.15	-0.47	-0.81	-0.40	0.00
	V(270°) H2	0.52	0.15	-0.47	-0.82	-0.40	0.00
	N(EI)	-0.28	0.01	0.00	0.00	-0.02	0.00
	N(R)	-0.14	0.00	0.00	0.00	-0.01	0.00
AN13	V(0°) H1	0.68	-0.54	0.30	0.79	0.64	0.00
	V(0°) H2	0.69	-0.54	0.30	0.79	0.64	0.00

Referencia pilar	Hipótesis	N (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	T (kN·m)
	V(90°) H1	-0.30	0.07	0.35	0.51	-0.20	0.00
	V(90°) H2	-0.17	0.07	0.35	0.51	-0.19	0.00
	V(180°) H1	0.08	0.47	0.26	0.68	-0.46	0.00
	V(180°) H2	0.14	0.47	0.26	0.68	-0.46	0.00
	V(270°) H1	0.52	0.15	-0.47	-0.81	-0.40	0.00
	V(270°) H2	0.52	0.15	-0.47	-0.82	-0.40	0.00
	N(EI)	-0.28	0.01	0.00	0.00	-0.02	0.00
	N(R)	-0.14	0.00	0.00	0.00	-0.01	0.00
AN14	V(0°) H1	0.60	-0.75	0.00	0.01	1.04	0.00
	V(0°) H2	0.62	-0.75	0.00	0.01	1.04	0.00
	V(90°) H1	-0.09	0.20	0.25	0.22	-0.53	0.00
	V(90°) H2	0.13	0.19	0.25	0.22	-0.51	0.00
	V(180°) H1	-0.08	0.62	0.00	0.01	-0.69	0.00
	V(180°) H2	0.02	0.62	0.00	0.00	-0.68	0.00
	V(270°) H1	0.24	0.25	-0.25	-0.22	-0.67	0.00
	V(270°) H2	0.37	0.25	-0.25	-0.22	-0.66	0.00
	N(EI)	-0.51	0.01	0.00	0.00	-0.05	0.00
	N(R)	-0.26	0.01	0.00	0.00	-0.02	0.00
AN15	V(0°) H1	0.60	-0.75	0.00	-0.01	1.04	0.00
	V(0°) H2	0.62	-0.75	0.00	-0.01	1.04	0.00
	V(90°) H1	0.24	0.25	0.25	0.22	-0.67	0.00
	V(90°) H2	0.37	0.25	0.25	0.22	-0.66	0.00
	V(180°) H1	-0.08	0.62	0.01	-0.01	-0.69	0.00
	V(180°) H2	0.02	0.62	0.01	-0.00	-0.68	0.00
	V(270°) H1	-0.09	0.20	0.00	-0.22	-0.53	0.00
	V(270°) H2	0.13	0.19	0.00	-0.22	-0.51	0.00
	N(EI)	-0.51	0.01	0.00	-0.00	-0.05	0.00
	N(R)	-0.26	0.01	0.00	-0.00	-0.02	0.00

Referencia pilar	Hipótesis	N (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	T (kN·m)
AN16	V(0°) H1	0.68	-0.54	-0.30	-0.79	0.64	0.00
	V(0°) H2	0.69	-0.54	-0.30	-0.79	0.64	0.00
	V(90°) H1	0.52	0.15	0.47	0.81	-0.40	0.00
	V(90°) H2	0.52	0.15	0.47	0.82	-0.40	0.00
	V(180°) H1	0.08	0.47	-0.26	-0.68	-0.46	0.00
	V(180°) H2	0.14	0.47	-0.26	-0.68	-0.46	0.00
	V(270°) H1	-0.30	0.07	-0.35	-0.51	-0.20	0.00
	V(270°) H2	-0.17	0.07	-0.35	-0.51	-0.19	0.00
	N(EI)	-0.28	0.01	0.00	-0.00	-0.02	0.00
	N(R)	-0.14	0.00	0.00	-0.00	-0.00	0.00
AN17	V(0°) H1	1.29	-1.33	0.00	0.00	1.69	0.00
	V(0°) H2	1.29	-1.33	0.00	0.00	1.69	0.00
	V(90°) H1	-0.20	0.28	0.23	0.20	-0.71	0.00
	V(90°) H2	0.25	0.26	0.23	0.20	-0.66	0.00
	V(180°) H1	0.42	1.12	0.00	0.00	-1.13	0.00
	V(180°) H2	0.44	1.12	0.00	0.00	-1.13	0.00
	V(270°) H1	-0.20	0.28	-0.23	-0.20	-0.71	0.00
	V(270°) H2	0.25	0.26	-0.23	-0.20	-0.66	0.00
	N(EI)	-0.96	0.04	0.00	0.00	-0.11	0.00
	N(R)	-0.48	0.02	0.00	0.00	-0.05	0.00
AN18	V(0°) H1	0.42	-1.12	0.00	0.00	1.13	0.00
	V(0°) H2	0.44	-1.12	0.00	0.00	1.13	0.00
	V(90°) H1	-0.20	-0.28	0.23	0.20	0.71	0.00
	V(90°) H2	0.25	-0.26	0.23	0.20	0.66	0.00
	V(180°) H1	1.29	1.33	0.00	0.00	-1.69	0.00
	V(180°) H2	1.29	1.33	0.00	0.00	-1.69	0.00
	V(270°) H1	-0.20	-0.28	-0.23	-0.20	0.71	0.00
	V(270°) H2	0.25	-0.26	-0.23	-0.20	0.66	0.00

Referencia pilar	Hipótesis	N (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	T (kN·m)
	N(EI)	-0.96	-0.04	0.00	0.00	0.11	0.00
	N(R)	-0.48	-0.02	0.00	0.00	0.05	0.00
AN19	V(0°) H1	1.16	-1.25	0.01	0.01	1.64	0.00
	V(0°) H2	1.16	-1.25	0.01	0.01	1.64	0.00
	V(90°) H1	-0.23	0.26	0.23	0.20	-0.65	0.00
	V(90°) H2	0.21	0.24	0.23	0.20	-0.59	0.00
	V(180°) H1	0.33	1.04	0.01	0.01	-1.07	0.00
	V(180°) H2	0.35	1.04	0.01	0.01	-1.07	0.00
	V(270°) H1	0.18	0.39	-0.23	-0.20	-0.97	0.00
	V(270°) H2	0.48	0.38	-0.24	-0.20	-0.94	0.00
	N(EI)	-0.92	0.04	0.00	0.00	-0.11	0.00
	N(R)	-0.46	0.02	0.00	0.00	-0.05	0.00
AN20	V(0°) H1	0.33	-1.04	0.01	0.01	1.07	0.00
	V(0°) H2	0.35	-1.04	0.01	0.01	1.07	0.00
	V(90°) H1	-0.23	-0.26	0.23	0.20	0.65	0.00
	V(90°) H2	0.21	-0.24	0.23	0.20	0.59	0.00
	V(180°) H1	1.16	1.25	0.01	0.01	-1.64	0.00
	V(180°) H2	1.16	1.25	0.01	0.01	-1.64	0.00
	V(270°) H1	0.18	-0.39	-0.23	-0.20	0.97	0.00
	V(270°) H2	0.48	-0.38	-0.24	-0.20	0.94	0.00
	N(EI)	-0.92	-0.04	0.00	0.00	0.11	0.00
	N(R)	-0.46	-0.02	0.00	0.00	0.05	0.00
AN21	V(0°) H1	1.04	-0.80	0.42	1.04	0.94	0.00
	V(0°) H2	1.04	-0.80	0.42	1.04	0.94	0.00
	V(90°) H1	-0.26	0.13	0.35	0.49	-0.32	0.00
	V(90°) H2	-0.03	0.12	0.35	0.49	-0.30	0.00
	V(180°) H1	0.34	0.69	0.36	0.87	-0.65	0.00
	V(180°) H2	0.35	0.69	0.36	0.87	-0.65	0.00

Referencia pilar	Hipótesis	N (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	T (kN·m)
	V(270°) H1	0.57	0.23	-0.52	-0.92	-0.57	0.00
	V(270°) H2	0.58	0.23	-0.52	-0.92	-0.57	0.00
	N(EI)	-0.49	0.02	0.00	0.00	-0.05	0.00
	N(R)	-0.24	0.01	0.00	0.00	-0.03	0.00
AN22	V(0°) H1	0.34	-0.69	0.36	0.87	0.65	0.00
	V(0°) H2	0.35	-0.69	0.36	0.87	0.65	0.00
	V(90°) H1	-0.26	-0.13	0.35	0.49	0.32	0.00
	V(90°) H2	-0.03	-0.12	0.35	0.49	0.30	0.00
	V(180°) H1	1.04	0.80	0.42	1.04	-0.94	0.00
	V(180°) H2	1.04	0.80	0.42	1.04	-0.94	0.00
	V(270°) H1	0.57	-0.23	-0.52	-0.92	0.57	0.00
	V(270°) H2	0.58	-0.23	-0.52	-0.92	0.57	0.00
	N(EI)	-0.49	-0.02	0.00	0.00	0.05	0.00
	N(R)	-0.24	-0.01	0.00	0.00	0.03	0.00

Tabla 42. Carga en puntos de anclajes

2.3.6. LISTADO DE CARGAS

Cargas especiales introducidas (en kN, kN/m y kN/m²)

Grupo	Hipótesis	Tipo	Valor	Coordenadas
Cimentación	Cargas muertas	Superficial	15.66	(6.10,-3.77) (6.10,-5.12) (6.39,-5.12) (6.39,-3.62) (6.39,-2.12) (6.39,-0.62) (6.39,0.88) (3.99,0.88) (3.99,-0.62) (3.99,-2.12) (3.99,-3.62) (3.99,-5.12) (4.15,-5.12) (4.15,-3.77)
	Cargas muertas	Superficial	15.66	(4.15,-3.77) (4.15,-5.12) (6.10,-5.12) (6.10,-3.77)
	Cargas muertas	Superficial	9.00	(2.12,-1.61) (2.12,-1.99) (2.99,-1.99) (2.99,0.01) (1.99,0.01) (0.99,0.01) (-0.01,0.01) (-0.01,-1.99) (0.09,-1.99) (0.09,-1.61)

Grupo	Hipótesis	Tipo	Valor	Coordenadas
	Cargas muertas	Superficial	9.00	(0.09,-1.61) (0.09,-1.99) (0.99,-1.99) (1.99,-1.99) (2.12,-1.99) (2.12,-1.61)
	Cargas muertas	Superficial	9.00	(10.39,-0.04) (10.18,-0.04) (10.18,-0.49) (8.11,-0.49) (8.11,-0.04) (7.39,-0.04) (7.39,-2.04) (8.39,-2.04) (9.39,-2.04) (10.39,-2.04)
	Cargas muertas	Superficial	9.00	(9.39,-0.04) (8.39,-0.04) (8.11,-0.04) (8.11,-0.49) (10.18,-0.49) (10.18,-0.04)
	Sobrecarga de uso	Superficial	5.00	(4.15,-3.77) (6.10,-3.77) (6.10,-5.46) (7.24,-5.46) (7.24,-3.09) (11.24,-3.09) (11.24,0.91) (10.18,0.91) (10.18,-0.49) (8.11,-0.49) (8.11,0.91) (7.26,0.91) (7.26,1.84) (3.03,1.84) (3.03,0.99) (-1.01,0.99) (-1.01,-3.01) (0.09,-3.01) (0.09,-1.61) (2.12,-1.61) (2.12,-3.01) (3.01,-3.01) (3.01,-5.46) (4.15,-5.46)

Tabla 43. Listado de cargas

2.4. COMBINACIÓN DE ACCIONES

Las combinaciones se han generado a partir de las hipótesis:

- **PP** (peso propio)
- **CM** (cargas permanentes)
- **Qa** (sobrecarga de uso)
- **V** (viento)
- **N** (nieve)

Criterio general (ULS): en cada combinación hay una variable principal y el resto actúan como acompañantes. En cimentación se trabajan envolventes con efectos favorables/desfavorables de las permanentes.

Número de combinaciones generadas:

- ELU – Rotura hormigón: 310
- ELU – Rotura hormigón en cimentaciones: 310
- ELS – Desplazamientos: 72

Coeficientes utilizados según apartado 12.3.5.1 de este anejo.

2.5. MATERIALES UTILIZADOS

2.5.1. HORMIGONES

Elemento	Hormigón	f_{ck} (MPa)	g_c	Árido		E_c (MPa)
				Naturaleza	Tamaño máximo (mm)	
Todos	HA-25	25	1.50	Cuarcita	20	32837

Tabla 44. Hormigones

2.5.2. ACEROS POR ELEMENTO Y POSICIÓN

2.5.2.1. ACEROS EN BARRA

Elemento	Acero	f_{yk} (MPa)	g_s
Todos	B 500 S	500	1.15

Tabla 45. Aceros en barra

2.6. LISTADO DE MEDICIÓN

Elemento	B 500 S, Ys=1.15 (kg)	Hormigón (m^3)		Encofrado (m^2)
	Ø12	HA-25, Yc=1.5	Limpieza	
Losa de cimentación	1286	16.17	5.39	14.43
Totales	1286	16.17	5.39	14.43

Tabla 46. Mediciones losa de cimentación

3. ESTACIÓN DE POTENCIA MV SKID COMPACT 3290 KVA

3.1. RESULTADOS CIMENTACIÓN

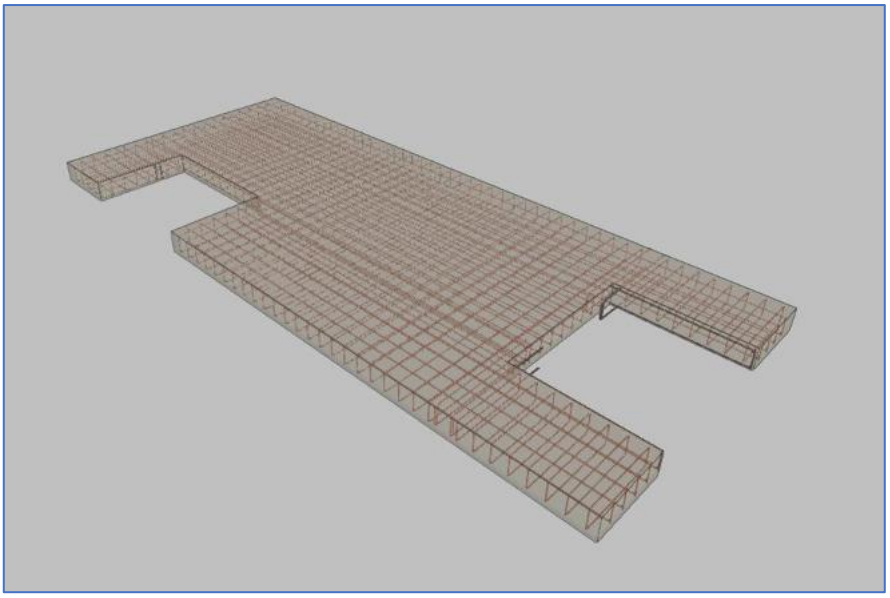


Figura 18. Vista 3D armado de losa

3.2. DIMENSIONES

Ancho (m)	Largo (m)	Área (m²)	Canto (m)
4,00	9,40	31,40	0,30

Tabla 47. Dimensiones de los elementos de cimentación

3.3. ACCIONES CONSIDERADAS

3.3.1. VIENTO

Se ha tenido en cuenta la acción del viento mediante cargas aplicadas en las siguientes hipótesis:

- V(0°) H1: Viento a 0°, presión exterior tipo 1 sin acción en el interior
- V(0°) H2: Viento a 0°, presión exterior tipo 2 sin acción en el interior
- V(90°) H1: Viento a 90°, presión exterior tipo 1 sin acción en el interior
- V(90°) H2: Viento a 90°, presión exterior tipo 2 sin acción en el interior
- V(180°) H1: Viento a 180°, presión exterior tipo 1 sin acción en el interior
- V(180°) H2: Viento a 180°, presión exterior tipo 2 sin acción en el interior
- V(270°) H1: Viento a 270°, presión exterior tipo 1 sin acción en el interior
- V(270°) H2: Viento a 270°, presión exterior tipo 2 sin acción en el interior

3.3.2. SISMO

Sin acción de sismo.

3.3.3. HIPÓTESIS DE CARGA

Automáticas	Peso propio Cargas muertas Sobrecarga de uso	
	Referencia	Naturaleza
Adicionales	V (0º) H1	Viento
	V (0º) H2	Viento
	V (90º) H1	Viento
	V (90º) H2	Viento
	V (180º) H1	Viento
	V (180º) H2	Viento
	V (270º) H1	Viento
	V (270º) H2	Viento
	N (EI)	Nieve
	N (R)	Nieve

Tabla 48.Hipótesis de carga

3.3.4. CARGAS HORIZONTALES Y EN PUNTOS DE ANCLAJES

3.3.4.1. CARGAS EN PUNTOS DE ANCLAJES

Referencia pilar	Hipótesis	N (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	T (kN·m)
AN1	V(0º) H1	0.08	-0.47	-0.26	-0.68	0.46	0.00
	V(0º) H2	0.14	-0.47	-0.26	-0.68	0.46	0.00
	V(90º) H1	0.52	-0.15	0.47	0.81	0.40	0.00
	V(90º) H2	0.52	-0.15	0.47	0.82	0.40	0.00
	V(180º) H1	0.68	0.54	-0.30	-0.79	-0.64	0.00
	V(180º) H2	0.69	0.54	-0.30	-0.79	-0.64	0.00
	V(270º) H1	-0.30	-0.07	-0.35	-0.51	0.20	0.00
	V(270º) H2	-0.17	-0.07	-0.35	-0.51	0.19	0.00
	N(EI)	-0.28	-0.01	0.00	-0.00	0.02	0.00
	N(R)	-0.14	0.00	0.00	-0.00	0.01	0.00
AN2	V(0º) H1	-0.08	-0.62	0.00	-0.01	0.69	0.00
	V(0º) H2	0.02	-0.62	0.00	-0.00	0.68	0.00
	V(90º) H1	0.24	-0.25	0.25	0.22	0.67	0.00
	V(90º) H2	0.37	-0.25	0.25	0.22	0.66	0.00
	V(180º) H1	0.60	0.75	0.00	-0.01	-1.04	0.00
	V(180º) H2	0.62	0.75	0.00	-0.01	-1.04	0.00
	V(270º) H1	-0.09	-0.20	-0.25	-0.22	0.53	0.00
	V(270º) H2	0.13	-0.19	-0.25	-0.22	0.51	0.00
	N(EI)	-0.51	-0.01	0.00	-0.00	0.05	0.00
	N(R)	-0.26	-0.01	0.00	-0.00	0.02	0.00
AN3	V(0º) H1	-0.08	-0.62	0.00	0.01	0.68	0.00
	V(0º) H2	0.02	-0.62	0.00	0.00	0.68	0.00

	V(90°) H1	-0.09	-0.20	0.25	0.22	0.53	0.00
	V(90°) H2	0.13	-0.19	0.25	0.22	0.51	0.00
	V(180°) H1	0.60	0.75	0.00	0.01	-1.04	0.00
	V(180°) H2	0.62	-0.75	0.00	0.00	-1.04	0.00
	V(270°) H1	0.24	-0.25	-0.25	-0.22	0.67	0.00
	V(270°) H2	0.37	-0.25	-0.25	-0.22	0.66	0.00
	N(EI)	-0.51	-0.01	0.00	0.00	0.05	0.00
	N(R)	-0.26	-0.01	0.00	0.00	0.05	0.00
AN4	V(0°) H1	0.08	-0.47	0.26	0.68	0.46	0.00
	V(0°) H2	0.14	-0.47	0.26	0.68	0.46	0.00
	V(90°) H1	-0.30	-0.07	0.35	0.51	0.20	0.00
	V(90°) H2	-0.17	-0.07	0.35	0.51	0.19	0.00
	V(180°) H1	0.68	0.54	0.30	0.79	-0.64	0.00
	V(180°) H2	0.69	0.54	0.30	0.79	-0.64	0.00
	V(270°) H1	0.52	-0.15	-0.47	-0.81	0.40	0.00
	V(270°) H2	0.52	-0.15	-0.47	-0.82	0.40	0.00
	N(EI)	-0.28	-0.01	0.00	0.00	0.02	0.00
	N(R)	-0.14	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00
AN5	V(0°) H1	0.33	-1.04	-0.01	-0.01	1.07	0.00
	V(0°) H2	0.35	-1.04	-0.01	-0.01	1.07	0.00
	V(90°) H1	0.18	-0.39	0.23	0.20	0.97	0.00
	V(90°) H2	0.48	-0.38	0.24	0.20	0.94	0.00
	V(180°) H1	1.16	1.25	-0.01	-0.01	-1.64	0.00
	V(180°) H2	1.16	1.25	-0.01	-0.01	-1.64	0.00
	V(270°) H1	-0.23	-0.26	-0.23	-0.20	0.65	0.00
	V(270°) H2	0.21	-0.24	-0.23	-0.20	0.59	0.00
	N(EI)	-0.92	-0.04	0.00	-0.00	0.11	0.00
	N(R)	-0.46	-0.02	0.00	-0.00	0.05	0.00
AN6	V(0°) H1	0.08	-0.47	0.26	0.68	0.46	0.00
	V(0°) H2	0.14	-0.47	0.26	0.68	0.46	0.00
	V(90°) H1	-0.30	-0.07	0.35	0.51	0.20	0.00
	V(90°) H2	-0.17	-0.07	0.35	0.51	0.19	0.00
	V(180°) H1	0.68	0.54	0.30	0.79	-0.64	0.00
	V(180°) H2	0.69	0.54	0.30	0.79	-0.64	0.00
	V(270°) H1	0.52	-0.15	-0.47	-0.81	0.40	0.00
	V(270°) H2	0.52	-0.15	-0.47	-0.82	0.40	0.00
	N(EI)	-0.28	-0.01	0.00	0.00	0.02	0.00
	N(R)	-0.14	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00
AN7	V(0°) H1	-0.08	-0.62	0.00	0.01	0.68	0.00
	V(0°) H2	0.02	-0.62	0.00	0.01	0.68	0.00
	V(90°) H1	-0.09	-0.20	0.25	0.22	0.53	0.00
	V(90°) H2	0.13	-0.19	0.25	0.22	0.51	0.00
	V(180°) H1	0.60	0.75	0.00	0.01	-1.04	0.00
	V(180°) H2	0.62	-0.75	0.00	0.01	-1.04	0.00
	V(270°) H1	0.24	-0.25	-0.25	-0.22	0.67	0.00
	V(270°) H2	0.37	-0.25	-0.25	-0.22	0.66	0.00
	N(EI)	-0.51	-0.01	0.00	0.00	0.05	0.00

	N(R)	-0.25	-0.01	0.00	0.00	0.05	0.00
AN8	V(0°) H1	-0.08	-0.62	0.00	-0.01	0.69	0.00
	V(0°) H2	0.02	-0.62	0.00	0.00	0.68	0.00
	V(90°) H1	0.24	-0.25	0.25	0.22	0.67	0.00
	V(90°) H2	0.37	-0.25	0.25	0.22	0.66	0.00
	V(180°) H1	0.60	0.75	0.00	-0.01	-1.04	0.00
	V(180°) H2	0.62	0.75	0.00	-0.01	-1.04	0.00
	V(270°) H1	-0.09	-0.20	-0.25	-0.22	0.53	0.00
	V(270°) H2	0.13	-0.19	-0.25	-0.22	0.51	0.00
	N(EI)	-0.51	-0.01	0.00	0.00	0.05	0.00
	N(R)	-0.25	-0.01	0.00	0.00	0.02	0.00
AN9	V(0°) H1	0.08	-0.47	-0.26	-0.68	0.46	0.00
	V(0°) H2	0.14	-0.47	-0.26	-0.68	0.46	0.00
	V(90°) H1	0.52	-0.15	0.47	0.81	0.40	0.00
	V(90°) H2	0.52	-0.15	0.47	0.82	0.40	0.00
	V(180°) H1	0.68	0.54	-0.30	-0.79	-0.64	0.00
	V(180°) H2	0.69	0.54	-0.30	-0.79	-0.64	0.00
	V(270°) H1	-0.30	-0.07	-0.35	-0.51	0.20	0.00
	V(270°) H2	-0.17	-0.07	-0.35	-0.51	0.19	0.00
	N(EI)	-0.28	-0.01	0.00	-0.00	0.02	0.00
	N(R)	-0.14	0.00	0.00	-0.00	0.01	0.00
AN10	V(0°) H1	0.68	-0.54	-0.30	-0.79	0.64	0.00
	V(0°) H2	0.69	-0.54	-0.30	-0.79	0.64	0.00
	V(90°) H1	0.52	0.15	0.47	0.81	-0.40	0.00
	V(90°) H2	0.52	0.15	0.47	0.82	-0.40	0.00
	V(180°) H1	0.08	0.47	-0.26	-0.68	-0.46	0.00
	V(180°) H2	0.14	0.47	-0.26	-0.68	-0.46	0.00
	V(270°) H1	-0.30	0.07	-0.35	-0.51	-0.20	0.00
	V(270°) H2	-0.17	0.07	-0.35	-0.51	-0.19	0.00
	N(EI)	-0.28	0.01	0.00	-0.00	-0.02	0.00
	N(R)	-0.14	0.00	0.00	-0.00	-0.00	0.00
AN11	V(0°) H1	0.60	-0.75	0.00	0.01	1.04	0.00
	V(0°) H2	0.62	-0.75	0.00	0.01	1.04	0.00
	V(90°) H1	-0.09	0.20	0.25	0.22	-0.53	0.00
	V(90°) H2	0.13	0.19	0.25	0.22	-0.51	0.00
	V(180°) H1	-0.08	0.62	0.00	0.01	-0.69	0.00
	V(180°) H2	0.02	0.62	0.00	0.00	-0.68	0.00
	V(270°) H1	0.24	0.25	-0.25	-0.22	-0.67	0.00
	V(270°) H2	0.37	0.25	-0.25	-0.22	-0.66	0.00
	N(EI)	-0.51	0.01	0.00	0.00	-0.05	0.00
	N(R)	-0.26	0.01	0.00	0.00	-0.02	0.00
AN12	V(0°) H1	0.68	-0.54	0.30	0.79	0.64	0.00
	V(0°) H2	0.69	-0.54	0.30	0.79	0.64	0.00
	V(90°) H1	-0.30	0.07	0.35	0.51	-0.20	0.00
	V(90°) H2	-0.17	0.07	0.35	0.51	-0.19	0.00
	V(180°) H1	0.08	0.47	0.26	0.68	-0.46	0.00
	V(180°) H2	0.14	0.47	0.26	0.68	-0.46	0.00

	V(270°) H1	0.52	0.15	-0.47	-0.81	-0.40	0.00
	V(270°) H2	0.52	0.15	-0.47	-0.82	-0.40	0.00
	N(EI)	-0.28	0.01	0.00	0.00	-0.02	0.00
	N(R)	-0.14	0.00	0.00	0.00	-0.01	0.00
AN13	V(0°) H1	0.42	-1.12	0.00	0.00	1.13	0.00
	V(0°) H2	0.44	-1.12	0.00	0.00	1.13	0.00
	V(90°) H1	-0.20	-0.28	0.23	0.20	0.71	0.00
	V(90°) H2	0.25	-0.26	0.23	0.20	0.66	0.00
	V(180°) H1	1.29	1.33	0.00	0.00	-1.69	0.00
	V(180°) H2	1.29	1.33	0.00	0.00	-1.69	0.00
	V(270°) H1	-0.20	-0.28	-0.23	-0.20	0.71	0.00
	V(270°) H2	0.25	-0.26	-0.23	-0.20	0.66	0.00
	N(EI)	-0.96	-0.04	0.00	0.00	0.11	0.00
	N(R)	-0.48	-0.02	0.00	0.00	0.05	0.00
AN14	V(0°) H1	1.29	-1.33	0.00	0.00	1.69	0.00
	V(0°) H2	1.29	-1.33	0.00	0.00	1.69	0.00
	V(90°) H1	-0.20	0.28	0.23	0.20	-0.71	0.00
	V(90°) H2	0.25	0.26	0.23	0.20	-0.66	0.00
	V(180°) H1	0.42	1.12	0.00	0.00	-1.13	0.00
	V(180°) H2	0.44	1.12	0.00	0.00	-1.13	0.00
	V(270°) H1	-0.20	0.28	-0.23	-0.20	-0.71	0.00
	V(270°) H2	0.25	0.26	-0.23	-0.20	-0.66	0.00
	N(EI)	-0.96	0.04	0.00	0.00	-0.11	0.00
	N(R)	-0.48	0.02	0.00	0.00	-0.05	0.00
AN15	V(0°) H1	0.68	-0.54	0.30	0.79	0.64	0.00
	V(0°) H2	0.69	-0.54	0.30	0.79	0.64	0.00
	V(90°) H1	-0.30	0.07	0.35	0.51	-0.20	0.00
	V(90°) H2	-0.17	0.07	0.35	0.51	-0.19	0.00
	V(180°) H1	0.08	0.47	0.26	0.68	-0.46	0.00
	V(180°) H2	0.14	0.47	0.26	0.68	-0.46	0.00
	V(270°) H1	0.52	0.15	-0.47	-0.81	-0.40	0.00
	V(270°) H2	0.52	0.15	-0.47	-0.82	-0.40	0.00
	N(EI)	-0.28	0.01	0.00	0.00	-0.02	0.00
	N(R)	-0.14	0.00	0.00	0.00	-0.01	0.00
AN16	V(0°) H1	0.68	-0.54	-0.30	-0.79	0.64	0.00
	V(0°) H2	0.69	-0.54	-0.30	-0.79	0.64	0.00
	V(90°) H1	0.52	0.15	0.47	0.81	-0.40	0.00
	V(90°) H2	0.52	0.15	0.47	0.82	-0.40	0.00
	V(180°) H1	0.08	0.47	-0.26	-0.68	-0.46	0.00
	V(180°) H2	0.14	0.47	-0.26	-0.68	-0.46	0.00
	V(270°) H1	-0.30	0.07	-0.35	-0.51	-0.20	0.00
	V(270°) H2	-0.17	0.07	-0.35	-0.51	-0.19	0.00
	N(EI)	-0.28	0.01	0.00	-0.00	-0.02	0.00
	N(R)	-0.14	0.00	0.00	-0.00	-0.00	0.00

Tabla 49. Carga en puntos de anclajes

3.3.5. LISTADO DE CARGAS

Cargas especiales introducidas (en kN, kN/m y kN/m^2)

Grupo	Hipótesis	Tipo	Valor	Coordenadas
Cimentación	Cargas muertas	Superficial	9.00	(2.99,0.01) (1.99,0.01) (0.99,0.01) (-0.01,0.01) (-0.01,-1.59) (1.99,-1.59) (1.99,-1.99) (2.99,-1.99)
	Cargas muertas	Superficial	15.66	(4.89,-2.12) (5.79,-2.12) (6.69,-2.12) (8.09,-2.12) (8.09,-1.99) (6.69,-1.99) (6.69,0.01) (8.09,0.01) (8.09,0.12) (6.69,0.12) (5.79,0.12) (4.89,0.12) (3.99,0.12) (3.99,-2.12)
	Sobrecarga de uso	Superficial	5.00	(8.39,-2.99) (8.39,-1.99) (8.09,-1.99) (8.09,-2.12) (6.69,-2.12) (5.79,-2.12) (4.89,-2.12) (3.99,-2.12) (3.99,0.12) (4.89,0.12) (5.79,0.12) (6.69,0.12) (8.09,0.12) (8.09,0.01) (8.39,0.01) (8.39,1.01) (-1.01,1.01) (-1.01,-2.99) (-0.01,-2.99) (-0.01,-1.99) (-0.01,-1.59) (-0.01,0.01) (0.99,0.01) (1.99,0.01) (2.99,0.01) (2.99,-1.99) (1.99,-1.99) (1.99,-2.99)

Tabla 50. Listado de cargas

3.4. COMBINACIÓN DE ACCIONES

Las combinaciones se han generado a partir de las hipótesis:

- **PP** (peso propio)
- **CM** (cargas permanentes)
- **Qa** (sobrecarga de uso)
- **V** (viento)
- **N** (nieve)

Criterio general (ULS): en cada combinación hay una variable principal y el resto actúan como acompañantes. En cimentación se trabajan envolventes con efectos favorables/desfavorables de las permanentes.

Número de combinaciones generadas:

- ELU – Rotura hormigón: 310
- ELU – Rotura hormigón en cimentaciones: 310
- ELS – Desplazamientos: 72

Coeficientes utilizados según apartado 12.3.5.1 de este anejo.

3.5. MATERIALES UTILIZADOS

3.5.1. HORMIGONES

Elemento	Hormigón	f_{ck} (MPa)	g_c	Árido		E_c (MPa)
				Naturaleza	Tamaño máximo (mm)	
Todos	HA-25	25	1.50	Cuarcita	20	32837

Tabla 51. Hormigones

3.5.2. ACEROS POR ELEMENTO Y POSICIÓN

3.5.2.1. ACEROS EN BARRA

Elemento	Acero	f_{yk} (MPa)	g_s
Todos	B 500 S	500	1.15

Tabla 52. Aceros en barra

3.6. LISTADO DE MEDICIÓN

Elemento	B 500 S, Ys=1.15 (kg)	Hormigón (m^3)		Encofrado (m^2)
	Ø12	HA-25, Yc=1.5	Limpieza	
Losa de cimentación	690	9.42	3.14	9.89
Totales	690	9.42	3.14	9.89

Tabla 53. Mediciones losa de cimentación

4. CENTRO DE SECCIONAMIENTO

4.1. RESULTADOS CIMENTACIÓN

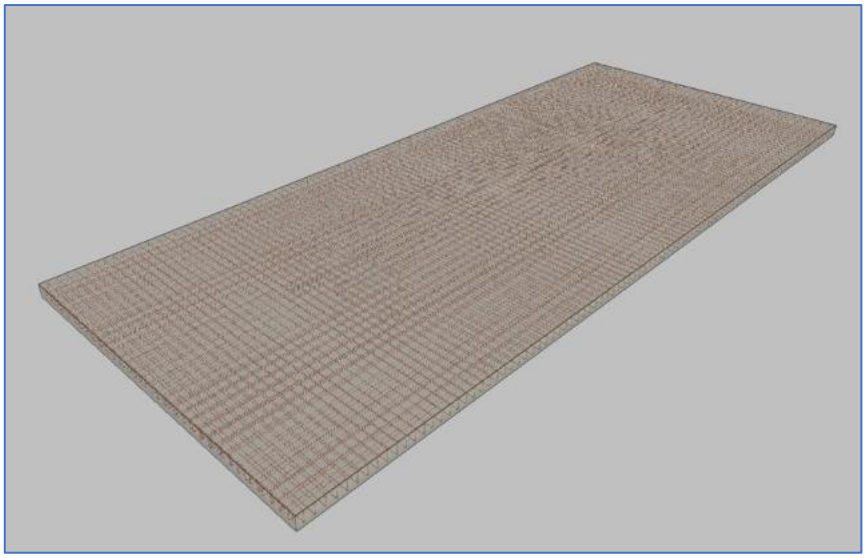


Figura 19. Vista 3D armado de losa

4.2. DIMENSIONES

Ancho (m)	Largo (m)	Área (m2)	Canto (m)
8,00	19,50	156,00	0,30

Tabla 54. Dimensiones de los elementos de cimentación

4.3. ACCIONES CONSIDERADAS

4.3.1. VIENTO

Se ha tenido en cuenta la acción del viento mediante cargas aplicadas en las siguientes hipótesis:

- V(0°) H1: Viento a 0°, presión exterior tipo 1 sin acción en el interior
- V(0°) H2: Viento a 0°, presión exterior tipo 2 sin acción en el interior
- V(0°) H3: Viento a 0°, presión exterior tipo 3 sin acción en el interior
- V(0°) H4: Viento a 0°, presión exterior tipo 4 sin acción en el interior
- V(90°) H1: Viento a 90°, presión exterior tipo 1 sin acción en el interior
- V(90°) H2: Viento a 90°, presión exterior tipo 2 sin acción en el interior
- V(180°) H1: Viento a 180°, presión exterior tipo 1 sin acción en el interior
- V(180°) H2: Viento a 180°, presión exterior tipo 2 sin acción en el interior
- V(180°) H3: Viento a 180°, presión exterior tipo 3 sin acción en el interior
- V(180°) H4: Viento a 180°, presión exterior tipo 4 sin acción en el interior
- V(270°) H1: Viento a 270°, presión exterior tipo 1 sin acción en el interior
- V(270°) H2: Viento a 270°, presión exterior tipo 2 sin acción en el interior

4.3.2. SISMO

Sin acción de sismo.

4.3.3. HIPÓTESIS DE CARGA

Automáticas	Peso propio Cargas muertas Sobrecarga de uso	
Adicionales	Referencia	Naturaleza
	V (0º) H1	Viento
	V (0º) H2	Viento
	V (0º) H3	Viento
	V (0º) H4	Viento
	V (90º) H1	Viento
	V (90º) H2	Viento
	V (180º) H1	Viento
	V (180º) H2	Viento
	V (180º) H3	Viento
	V (180º) H4	Viento
	V (270º) H1	Viento
	V (270º) H2	Viento
	N (EI)	Nieve
	N (R) 1	Nieve
	N (R) 2	Nieve

Tabla 55.Hipótesis de carga

4.3.4. CARGAS HORIZONTALES EN PUNTOS DE ANCLAJES

4.3.4.1. CARGAS EN PUNTOS DE ANCLAJES

Referencia pilar	Hipótesis	N (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	T (kN·m)
AN1	V(0º) H1	15.72	-11.16	-4.99	-8.23	8.30	0.00
	V(0º) H2	0.84	-13.16	-1.01	-1.67	13.87	0.00
	V(0º) H3	8.85	-11.69	-4.99	-8.24	7.82	0.00
	V(0º) H4	-6.04	-13.68	-1.02	-1.68	13.39	0.00
	V(90º) H1	9.07	2.09	4.55	5.08	-4.74	0.00
	V(90º) H2	2.33	1.19	6.35	8.06	-2.21	0.00
	V(180º) H1	12.28	7.60	-4.63	-7.65	-7.02	0.00
	V(180º) H2	-1.60	5.74	-0.93	-1.53	-1.83	0.00

Referencia pilar	Hipótesis	N (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	T (kN·m)
	V(180°) H3	9.75	10.33	-4.64	-7.65	-8.76	0.00
	V(180°) H4	-4.13	8.47	-0.93	-1.53	-3.57	0.00
	V(270°) H1	12.44	1.36	-4.79	-5.49	-4.27	0.00
	V(270°) H2	1.78	-0.06	-1.94	-0.79	-0.28	0.00
	N(EI)	-3.47	1.09	0.00	-0.00	-1.07	0.00
	N(R) 1	-2.15	0.89	0.00	-0.00	-0.80	0.00
	N(R) 2	-3.06	0.75	0.00	-0.00	-0.80	0.00
AN2	V(0°) H1	11.76	-7.53	-4.49	-7.41	6.83	0.00
	V(0°) H2	-3.13	-5.53	-0.52	-0.85	1.26	0.00
	V(0°) H3	9.22	-10.26	-4.50	-7.42	8.57	0.00
	V(0°) H4	-5.66	-8.27	-0.52	-0.86	3.00	0.00
	V(90°) H1	9.07	-2.09	4.55	5.08	4.74	0.00
	V(90°) H2	2.33	-1.19	6.35	8.06	2.21	0.00
	V(180°) H1	16.25	11.09	-5.13	-8.47	-8.10	0.00
	V(180°) H2	2.37	12.95	-1.42	-2.95	-13.29	0.00
	V(180°) H3	9.37	11.62	-5.13	-8.47	-7.62	0.00
	V(180°) H4	-4.51	13.48	-1.43	-2.35	-12.81	0.00
	V(270°) H1	12.44	-1.36	-4.79	-5.49	4.27	0.00
	V(270°) H2	1.78	0.06	-1.94	-0.79	0.28	0.00
	N(EI)	-3.47	-1.09	0.00	-0.00	1.07	0.00
	N(R) 1	-3.06	-0.75	0.00	-0.00	0.80	0.00
	N(R) 2	-2.15	-0.89	0.00	-0.00	0.80	0.00
AN3	V(0°) H1	28.93	-21.92	0.06	0.08	19.33	0.00
	V(0°) H2	0.46	-25.99	0.01	0.01	27.54	0.00
	V(0°) H3	16.02	-22.77	0.06	0.07	15.32	0.00
	V(0°) H4	-12.45	-26.83	0.01	0.01	26.53	0.00
	V(90°) H1	13.99	2.07	2.41	1.40	-5.58	0.00
	V(90°) H2	1.08	0.23	2.39	1.37	-0.50	0.00

Referencia pilar	Hipótesis	N (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	T (kN·m)
	V(180°) H1	23.13	15.02	0.05	0.07	-14.02	0.00
	V(180°) H2	-3.43	11.23	0.01	0.01	-3.56	0.00
	V(180°) H3	18.20	20.17	0.05	0.07	-17.32	0.00
	V(180°) H4	-8.35	16.38	0.01	0.07	-6.87	0.00
	V(270°) H1	24.94	2.79	-2.39	-1.38	-8.60	0.00
	V(270°) H2	4.55	-0.12	-2.43	-1.43	-0.57	0.00
	N(EI)	-6.90	2.16	0.00	-0.00	-2.12	0.00
	N(R) 1	-4.26	1.75	0.00	-0.00	-1.59	0.00
	N(R) 2	-6.08	1.49	0.00	-0.00	-1.59	0.00
AN4	V(0°) H1	22.12	-14.88	0.05	0.07	13.62	0.00
	V(0°) H2	-6.36	-10.82	0.00	0.00	2.41	0.00
	V(0°) H3	17.19	-20.03	0.05	0.07	16.92	0.00
	V(0°) H4	-11.28	-16.96	0.00	0.00	5.72	0.00
	V(90°) H1	13.99	-2.07	2.41	1.40	5.58	0.00
	V(90°) H2	1.08	-0.23	2.39	1.37	0.50	0.00
	V(180°) H1	29.94	21.78	0.06	0.08	-15.93	0.00
	V(180°) H2	3.39	25.57	0.02	0.02	-26.39	0.00
	V(180°) H3	17.03	22.62	0.06	0.08	-14.93	0.00
	V(180°) H4	-9.52	26.41	0.01	0.02	-25.38	0.00
	V(270°) H1	24.94	-2.79	-2.39	-1.38	8.60	0.00
	V(270°) H2	4.55	0.12	-2.43	-1.43	0.57	0.00
	N(EI)	-6.90	-2.16	0.00	-0.00	2.12	0.00
	N(R) 1	-6.08	-1.49	0.00	-0.00	1.59	0.00
	N(R) 2	-4.26	-1.75	0.00	-0.00	1.59	0.00
AN5	V(0°) H1	28.93	-21.92	-0.06	-0.08	16.33	0.00
	V(0°) H2	0.46	-25.99	-0.01	-0.01	27.54	0.00
	V(0°) H3	16.02	-22.77	-0.06	-0.07	15.32	0.00
	V(0°) H4	-12.45	-26.83	-0.01	-0.01	26.53	0.00

Referencia pilar	Hipótesis	N (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	T (kN·m)
	V(90°) H1	13.65	1.18	2.41	1.41	-4.15	0.00
	V(90°) H2	0.75	-0.66	2.43	1.44	0.93	0.00
	V(180°) H1	23.13	15.02	-0.05	-0.07	-14.02	0.00
	V(180°) H2	-3.43	11.23	-0.01	-0.01	-3.56	0.00
	V(180°) H3	18.20	20.17	-0.05	-0.07	-17.32	0.00
	V(180°) H4	-8.35	16.38	-0.05	-0.07	-6.87	0.00
	V(270°) H1	25.28	3.68	-2.43	-1.43	-10.02	0.00
	V(270°) H2	4.89	0.77	-2.39	-1.38	-1.99	0.00
	N(EI)	-6.90	2.16	0.00	0.00	-2.12	0.00
	N(R) 1	-4.26	1.75	0.00	0.00	-1.59	0.00
	N(R) 2	-6.08	1.49	0.00	0.00	-1.59	0.00
AN6	V(0°) H1	22.12	-14.88	-0.05	-0.07	13.62	0.00
	V(0°) H2	-6.36	-10.82	0.00	-0.00	2.41	0.00
	V(0°) H3	17.19	-20.03	-0.05	-0.07	16.92	0.00
	V(0°) H4	-11.28	-15.96	0.00	-0.00	5.72	0.00
	V(90°) H1	13.65	-1.18	2.41	1.41	4.15	0.00
	V(90°) H2	0.75	0.66	2.43	1.44	-0.93	0.00
	V(180°) H1	29.94	21.78	-0.06	-0.08	-15.93	0.00
	V(180°) H2	3.39	25.57	-0.02	-0.02	-26.39	0.00
	V(180°) H3	17.03	22.62	-0.06	-0.08	-14.93	0.00
	V(180°) H4	-9.52	26.41	-0.01	-0.02	-25.38	0.00
	V(270°) H1	25.28	-3.68	-2.43	-1.43	10.02	0.00
	V(270°) H2	4.89	-0.77	-2.39	-1.38	1.99	0.00
	N(EI)	-6.90	-2.16	0.00	0.00	2.12	0.00
	N(R) 1	-6.08	-1.49	0.00	0.00	1.59	0.00
	N(R) 2	-4.26	-1.75	0.00	0.00	1.59	0.00
AN7	V(0°) H1	15.72	-11.16	4.99	8.23	8.30	0.00
	V(0°) H2	0.84	-13.16	1.01	1.67	13.87	0.00

Referencia pilar	Hipótesis	N (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	T (kN·m)
	V(0°) H3	8.85	-11.69	4.99	8.24	7.82	0.00
	V(0°) H4	-6.04	-13.68	1.02	1.68	13.39	0.00
	V(90°) H1	6.53	0.57	3.21	2.88	-2.06	0.00
	V(90°) H2	-0.21	-0.33	1.41	-0.09	0.46	0.00
	V(180°) H1	12.28	7.60	4.63	7.65	-7.02	0.00
	V(180°) H2	-1.60	5.74	0.93	1.53	-1.83	0.00
	V(180°) H3	9.75	10.33	4.64	7.65	-8.76	0.00
	V(180°) H4	-4.13	8.47	0.93	1.53	-3.57	0.00
	V(270°) H1	14.97	2.88	-2.98	-2.48	-6.94	0.00
	V(270°) H2	4.32	1.45	-5.82	-7.18	-2.96	0.00
	N(EI)	-3.47	1.09	0.00	0.00	-1.07	0.00
	N(R) 1	-2.15	0.89	0.00	0.00	-0.80	0.00
	N(R) 2	-3.06	0.75	0.00	0.00	-0.80	0.00
AN8	V(0°) H1	11.76	-7.53	4.49	7.41	6.83	0.00
	V(0°) H2	-3.13	-5.53	0.52	0.85	1.26	0.00
	V(0°) H3	9.22	-10.26	4.50	7.42	8.57	0.00
	V(0°) H4	-5.66	-8.27	0.52	0.86	3.00	0.00
	V(90°) H1	6.53	-0.57	3.21	2.88	2.06	0.00
	V(90°) H2	-0.21	0.33	1.41	-0.09	-0.46	0.00
	V(180°) H1	16.25	11.09	5.13	8.47	-8.10	0.00
	V(180°) H2	2.37	12.95	1.42	2.35	-13.29	0.00
	V(180°) H3	9.37	11.62	5.13	8.47	-7.62	0.00
	V(180°) H4	-4.51	13.48	1.43	2.35	-12.81	0.00
	V(270°) H1	18.98	-2.88	-2.98	-2.48	6.94	0.00
	V(270°) H2	4.32	-1.45	-5.82	-7.18	2.96	0.00
	N(EI)	-3.47	-1.09	0.00	0.00	1.07	0.00
	N(R) 1	-3.06	-0.75	0.00	0.00	0.80	0.00
	N(R) 2	-2.15	-0.89	0.00	0.00	0.80	0.00

Tabla 56. Carga en puntos de anclajes

4.3.5. LISTADO DE CARGAS

Cargas especiales introducidas (en kN, kN/m y kN/m²)

Grupo	Hipótesis	Tipo	Valor	Coordenadas
Cimentación	Cargas muertas	Superficial	4.00	(5.99,5.84) (5.99,11.67) (5.99,17.49) (-0.01,17.49) (-0.01,11.67) (-0.01,5.84) (-0.01,0.01) (5.99,0.01)
	Sobrecarga de uso	Superficial	5.00	(-1.01,18.51) (-1.01,-0.99) (6.99,-0.99) (6.99,18.51)

Tabla 57. Listado de cargas

4.4. COMBINACIÓN DE ACCIONES

Las combinaciones se han generado a partir de las hipótesis:

- **PP** (peso propio)
- **CM** (cargas permanentes)
- **Qa** (sobrecarga de uso)
- **V** (viento)
- **N** (nieve)

Criterio general (ULS): en cada combinación hay una variable principal y el resto actúan como acompañantes. En cimentación se trabajan envolventes con efectos favorables/desfavorables de las permanentes.

Número de combinaciones generadas:

- ELU – Rotura hormigón: 958
- ELU – Rotura hormigón en cimentaciones: 958
- ELS – Desplazamientos: 208

Coeficientes utilizados según apartado 12.3.5.1 de este anejo.

4.5. MATERIALES UTILIZADOS

4.5.1. HORMIGONES

Elemento	Hormigón	f_{ck} (MPa)	g_c	Árido		E_c (MPa)
				Naturaleza	Tamaño máximo (mm)	
Todos	HA-25	25	1.50	Cuarcita	20	32837

Tabla 58. Hormigones

4.5.2. ACEROS POR ELEMENTO Y POSICIÓN

4.5.2.1. ACEROS EN BARRA

Elemento	Acero	f_{yk} (MPa)	g_s
Todos	B 500 S	500	1.15

Tabla 59. Aceros en barra

4.6. LISTADO DE MEDICIÓN

Elemento	B 500 S, Ys=1.15 (kg)	Hormigón (m^3)		Encofrado (m^2)
	Ø12	HA-25, Yc=1.5	Limpieza	
Losa de cimentación	3851	46.80	15.60	16.50
Totales	3851	46.80	15.60	16.50

Tabla 60. Mediciones losa de cimentación

Emisor	Magtel INNOVATION & TECHNOLOGY						
Receptor	frv						
Proyecto	PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO DE HIBRIDACIÓN DE LA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "IERÓN" MEDIANTE LA INSTALACIÓN DE 11MW DE BATERÍAS EN EL T.M. DE MONTÁNCHEZ (CÁCERES)"						
Título	ANEJO 3. FICHAS TÉCNICAS						
Código	Negocio	Proyecto	Emisor	Disciplina	Documento	Nº Documento	Revisión
	[AAA]	[BBB]	[CCCCCC]	[DDD]	[EEE]	[#####]	[FF]
	BES	IER	MAGOP	PEJ	ANE	0003	1
	BES-IER-MAGOP-PEJ-ANE-0003					**Fecha**	11/02/2025

Revisión/ Edición	Fecha	Realizado	Revisado	Aprobado	Modificaciones
1	11/02/2025	PRS	JMCM	ORB	

ÍNDICE GENERAL

1. OBJETO 1

2. CELDAS DE BATERÍAS 2

3. MÓDULOS DE BATERIAS 4

4. ESTACIÓN DE POTENCIA 6

4.1. TWIN SKID COMPACT 8780 KVA 6

4.2. MV SKID COMPACT 3290 KVA 8

5. INVERSOR / PCS BIDIRECCIONAL 10

1. OBJETO

El objeto del presente documento es adjuntar las fichas técnicas aportadas por los suministradores de cada uno de los equipos que componen la instalación.

La instalación se compone de los siguientes elementos:

- Celdas de baterías para almacenamiento de larga duración HITHIUN 1175 Ah. → 468 uds. (52 celdas x 9 baterías)
- Solución contenerizada de baterías marca HiTHIUM modelo Power 6,25 MWh 4h. → 9 ud.
- Estación de potencia marca POWER ELECTRONICS modelo TWIN SKID COMPACT 8.780 kVA. → 1 ud.
- Estación de potencia marca POWER ELECTRONICS modelo MV SKID COMPACT 3.290 kVA. → 1 ud.
- Inversores / PCS bidireccionales marca POWER ELECTRONICS modelo FREEMAQ MULTI PCSK 690V FP4390K4 (limitado a 4375 kVA)*. → 2 uds.
- Inversores / PCS bidireccionales marca POWER ELECTRONICS modelo FREEMAQ MULTI PCSK 690V FP3290K3 (limitado a 2250 kVA)*. → 1 ud.

***(*) Nota**: La limitación de fábrica de la potencia activa de los PCS proyectados ha sido verificada y contrastada por el fabricante de estos equipos del cual se ha obtenido un documento firmado acreditando dicha limitación. Este documento se adjunta en el presente Anejo.*

2. CELDAS DE BATERÍAS



Prismatic LFP cell with high cyclic lifetime, low temperature rise and reliable safety characteristics.

Specially optimised for use in stationary energy storage systems with the highest requirements on safety, reliability and performance. Suitable e.g. for industrial, utility, and grid serving applications.

- Product certifications*:
  IEC 62619, UL 9540A, UL 1973, UN 38.3
- Company certifications:
  ISO 9001, ISO 14001, ISO 45001, SA 8000
- Environmental compliance*:
  RoHS, REACH, Regulation (EU) 2023/1542, Cobalt free

Low LCOS (Levelised Cost of Storage)

- High cyclic lifetime ≥ 11.000 cycles, thanks to advanced material and process technologies
- Designed for Long Duration Energy Storage (LDES) systems

Low Temperature Rise

- Temperature rise ≤ 5 °C, thanks to chemical materials and structural design improvement

Reliable Safety

- HiTHIUM-developed prismatic LFP cell with high thermal stability
- No fire or explosion during nail penetration and crush tests
- Ultra wide operating temperature range

∞Cell 1175 Ah

Prismatic LFP cell optimised for use in stationary ESS



GENERAL	
Nominal Capacity	1175 Ah [1,2]
Nominal Energy	3.760 Wh [1,2]
Cell Chemistry	$LiFePO_4$ (LFP)
Nominal Cycles	≥ 11.000 [1,2,3]
Gravimetric ED	≥ 180 Wh/kg
Volumetric ED	≥ 400 Wh/L
Cell Model	MC1175P025A

ELECTRICAL	
Nominal Voltage	3,2 V [1,2]
Operating Voltage	T > 0°C 2,50 ... 3,65 V
	T ≤ 0°C 2,00 ... 3,65 V
AC Resistance (1 kHz)	0,23 mΩ +/- 0,05 [4]
Max Self-discharge Rate	3% / month [2,4]
Nominal Continuous Charge/discharge Rate	0,25P/0,25P

[1] *0,25 P / 0,25 P*
[2] *25°C +/- 2,0*
[3] *70 % SOH*
[4] *27 % SOC*
* *The certifications are in-progress.*

MECHANICAL	
Dimensions (L x W x H)	580,22 x 75,22 x 216,31 mm
Type	Prismatic
Weight	20,4 kg +/- 0,5
Volume	9,4 L

TEMPERATURE RANGE	
Charging	0°C ... 60°C
Discharging	-30°C ... 60°C
Storing (Recommended)	-20°C ... 35°C

PRODUCT CERTIFICATIONS*	
Safety Certificates	IEC 62619, UL 9540A, UL 1973
Transportation	UN 38.3

ENVIRONMENTAL*	
Compliance	RoHS, REACH, Cobalt free
Regulation (EU)	2023/1542

COMPANY CERTIFICATIONS	
	ISO 9001, ISO 14001, ISO 45001, SA 8000

3. MÓDULOS DE BATERIAS

HITHIUM

∞Power

6,25 MWh 4h

Liquid-cooled energy storage system



Preliminary

Liquid-cooled energy storage system based on HiTHIUM prismatic LFP ESS Cells 1175 Ah with high cyclic lifetime.

Improved safety characteristics and specially optimised for the highest requirements on safety, reliability and performance. Suitable for industrial, utility, and grid serving applications.

- Product certifications and compliance*:
  IEC 62619, IEC 62620, IEC 62477, IEC 63056, IEC 61000, IEC 62933, UL 1973, UL 9540A, UL 9540, NFPA 855, UN 38.3
- Company certifications:
  ISO 9001, ISO 14001, ISO 45001, SA 8000
- Environmental compliance*:
  RoHS, REACH, Cobalt free
- Eco-friendly:
  Low noise, new type of eco-friendly refrigerant, high recyclability.
- Flexible solution:
  String or central PCS compatible.

High safety

- Specialized flame retardant module top cover.
- High thermal stability thanks to innovated liquid cooling design.
- Multi-stage, active fire detection and protection system, compliance to NFPA 855.
- 3-level BMS for cell and system monitoring and protection.

Low LCOS (Levelised Cost of Storage)

- High cyclic life and low auxiliary consumption due to excellent thermal management improve energy throughput by ensuring optimal operating temperature.
- Highly integrated: including thermal management system, fire protection system, BMS, etc.
- Supports back to back and side by side installations.

∞Power
6,25 MWh 4h

Liquid-cooled energy storage system based on prismatic LFP cells with very high cyclic lifetime



GENERAL	
Configuration	4*1P416S
Cooling Method	Liquid Cooling
BMS Communication	CAN, RS485, Ethernet
Gravimetric ED	≥ 130 Wh/kg
Volumetric ED	≥ 145 Wh/L
Application Altitude	≤ 4.000 m

ELECTRICAL	
Nominal Voltage	1.331,2 V
Operating Voltage	1.040 ...1.500V
Nominal Energy	6.250 kWh [1,2]
Nominal SOC at Delivery	27 % [2]
Nominal Charge/Discharge Rate	0,25 P / 0,25 P
Round Trip Efficiency	≥ 95 % [1,2]

[1] 0,25 P / 0,25 P
[2] 25 °C +/- 2 °C (73,4 °F ... 80,6 °F)
[3] ambient temperature
** In progress*

MECHANICAL	
Dimensions (L x W x H)	6.058 x 2.438 x 2.896 mm
Maximum Weight	48.000 kg
Protection Level	IP 55

TEMPERATURE RANGE	
Operating	-30 °C ... 55 °C [3]
Storing (Recommended)	-20 °C ... 35 °C [3]

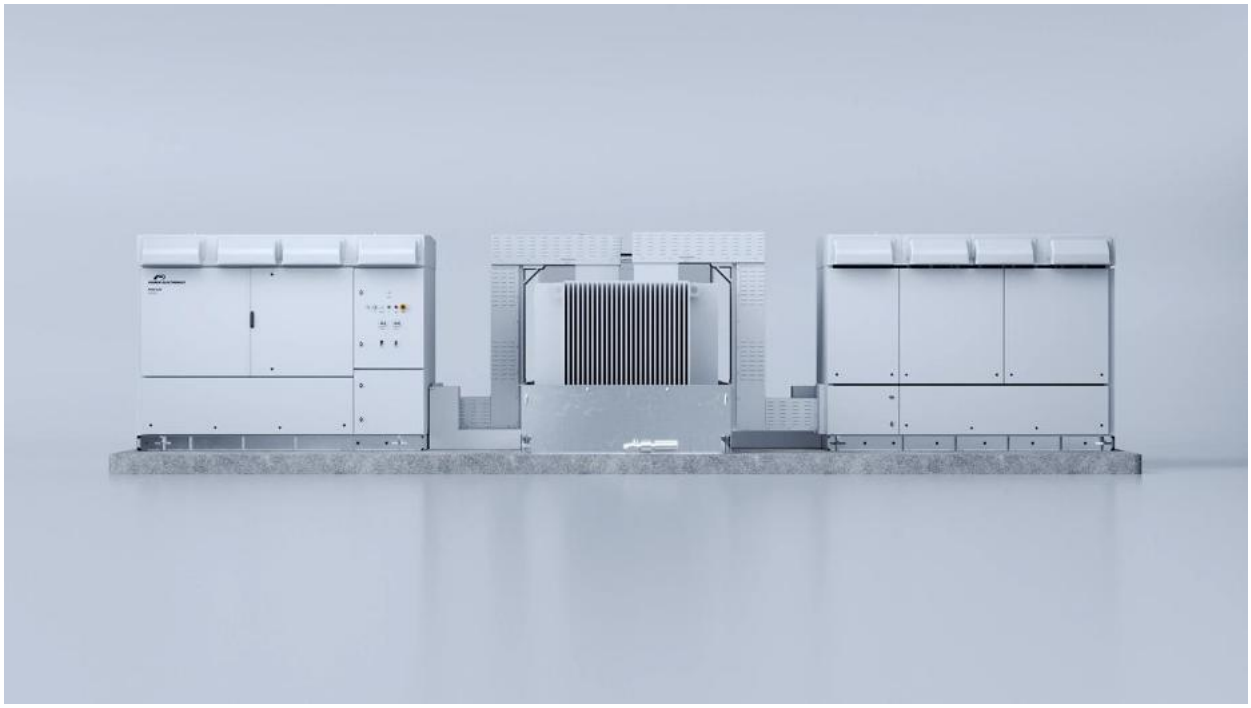
PRODUCT CERTIFICATIONS AND COMPLIANCE*	
Certificates and Compliance	IEC 62619, IEC 62620, IEC 62477, IEC 63056, IEC 61000, IEC 62933, UL 1973, UL 9540A, UL 9540, NFPA 855
Safe Transportation	UN 38.3

ENVIRONMENTAL*	
Compliance	RoHS, REACH, Cobalt free
Regulation (EU)	2023/1542

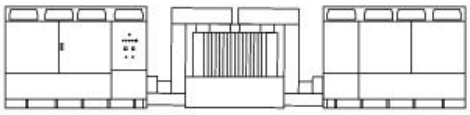
COMPANY CERTIFICATIONS	
	ISO 9001, ISO 14001, ISO 45001, SA 8000

4. ESTACIÓN DE POTENCIA

4.1. TWIN SKID COMPACT 8780 KVA



Twin Skid Compact

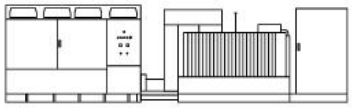


POTENCIA	Rango de potencia @ 40 °C	3820 kVA - 8780 kVA
	Rango de potencia @ 50 °C	3550 kVA - 8150 kVA
EQUIPOS DE MEDIA TENSIÓN	Rango de tensión MT	11 kV / 13,2 kV / 13,8 kV / 15 kV / 20 kV / 22 kV / 23 kV / 25 kV / 30 kV / 33 kV / 34,5 kV
	Rango de tensión BT	600 V /615 V /630 V / 645 V / 660 V / 690 V
	Refrigeración del transformador	ONAN / KNAN
	Grupo vectorial del transformador	Dy11y11
	Protección del transformador	Relé de protección para presión, temperatura (dos niveles) y gasificación.
		Monitorización de la disminución del nivel dieléctrico
		PT100 opcional
	Grado de protección del transformador	IP54
	Pérdidas del transformador	Norma IEC o IEC Tier-2
	Cuba de retención de aceite	Acero galvanizado. Integrada con filtro de hidrocarburos. Opcional
	Configuración de las celdas [3]	Doble línea (2L)
	Protección de las celdas [3]	Interruptor automático (V)
	Corriente asignada de corta duración de las celdas [1]	16 kA 1 s (opcionalmente 20 kA o 25 kA)
	Clasificación IAC de las celdas [1]	A-FLR 16 kA 1 s
CONEXIONES	Conexiones BT-MT	Kit de integración (plug & play)
	Protección BT	Interruptor automático motorizado incluido en el inversor
	Cableado AC de HV	Puente MT entre transformador y celdas de protección precableado
ENTORNO	Rango de temperatura ambiente [2]	-25 °C... +50 °C (reducción de potencia si T > 50 °C)
	Altitud máxima (sobre el nivel del mar) [1]	Hasta 1000 m
	Humedad relativa	4% a 95% sin condensación
SERVICIOS AUXILIARES	Armario de usuario	Integrado en el inversor (por defecto). Opcionalmente, en el armario BT en el skid
	Sistema SAI [1]	1 kVA / 1 kW (12 minutos). Opcional
OTROS EQUIPOS	Mecanismo de seguridad	Sistema de enclavamiento
	Sistema de extinción de incendios	Accesorio del tanque de retención de aceite del transformador. Opcional
NORMAS	Conformidad	IEC 62271-212, IEC 62271-200, IEC 60076, IEC 61439-1

4.2. MV SKID COMPACT 3290 KVA



MV Skid Compact



POTENCIA	Rango de potencia @ 40 °C	1910 kVA - 4390 kVA
	Rango de potencia @ 50 °C	1775 kVA - 4075 kVA
EQUIPOS DE MEDIA TENSIÓN	Rango de tensión MT	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
	Rango de tensión BT	600 V / 615 V /630 V / 645 V / 660 V / 690 V
	Refrigeración del transformador	ONAN / KNAN
	Grupo vectorial del transformador	Dy11
	Protección del transformador	Relé de protección para presión, temperatura (dos niveles) y gasificación
		Monitorización de la disminución del nivel dieléctrico
		PT100 opcional
	Grado de protección del transformador	IP54
	Pérdidas del transformador	Norma IEC o IEC Tier-2
	Cuba de retención de aceite	Acero galvanizado. Integrada con filtro de hidrocarburos. Opcional
	Configuración de las celdas [3]	Doble línea (2L)
	Protección de las celdas [3]	Interruptor automático (V)
	Corriente asignada de corta duración de las celdas [1]	16 kA 1 s (opcionalmente 20 kA o 25 kA)
	Clasificación IAC de las celdas [1]	A-FLR 16 kA 1 s
CONEXIONES	Conexiones BT-MT	Kit de integración (plug & play)
	Protección BT	Interruptor automático motorizado incluido en el inversor
	Cableado AC de HV	Puente MT entre transformador y celdas de protección precableado
ENTORNO	Rango de temperatura ambiente [2]	-25 °C... +50 °C (reducción de potencia si T > 50 °C)
	Altitud máxima (sobre el nivel del mar) [1]	Hasta 1000 m
	Humedad relativa	4% a 95% sin condensación
SERVICIOS AUXILIARES	Armario de usuario	Integrado en el inversor (por defecto). Opcionalmente, en el armario BT en el skid
	Sistema SAI [1]	1 kVA / 1 kW (12 minutos). Opcional
OTROS EQUIPOS	Mecanismo de seguridad	Sistema de enclavamiento
	Sistema de extinción de incendios	Accesorio del tanque de retención de aceite del transformador. Opcional
NORMAS	Conformidad	IEC 62271-212, IEC 62271-200, IEC 60076, IEC 61439-1

5. INVERSOR / PCS BIDIRECCIONAL

TECHNICAL CHARACTERISTICS — FREEMAQ MULTI PCSK 690V

		FRAME 2	FRAME 3	FRAME 4	
REFERENCES		FP2195K2	FP3290K3	FP4390K2	FP4390K4
AC	AC Output Power (kVA/kW) @40°C[1]	2195	3290	4390	
	AC Output Power (kVA/kW) @50°C[1]	2035	3055	4075	
	Max. AC Output Current (A) @40°C	1837	2756	3674	
	Operating Grid Voltage (VAC)	690V ±10%			
	Operating Grid Frequency (Hz)	50/60Hz			
	Current Harmonic Distortion (THDi)	< 3% per IEEE519			
	Power Factor (cos phi)[2]	0.5 leading ... 0.5 lagging			
	Reactive Power Compensation	Four quadrant operation			
DC	DC Voltage Range[3]	976V - 1500V			
	Maximum DC Voltage	1500V			
	DC Voltage Ripple	< 3%			
	Max. DC Continuous Current per Input (A)	1148	1148	2295	1148
	Max. DC Short Circuit Current per Input (kA)	250 kA with a time constant of 3 ms			
	Battery Technology	All type of batteries (BMS required)			
	Number of Separate DC Inputs	2	3	2	4
EFFICIENCY	Efficiency (Max) (η)[4]	98.94%			
	Euroeta (η)[4]	98.51%			
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	12125	
	Weight (kg)	5200	5350	5500	
	Type of Ventilation	Forced air cooling			
ENVIRONMENT	Degree of Protection	NEMA 3R / IP55			
	Operating Temperature Range[5]	From -25°C to +60°C, >50°C power derating			
	Operating Relative Humidity Range	From 4% to 100% non-condensing			
	Storage Temperature Range	From -15°C to +40°C			
	Max. Altitude (above sea level)	2000m / >2000m power derating (Max. 4000m)			
CONTROL INTERFACE	Communication Protocol	Modbus TCP			
	Power Plant Controller	Optional. Third party SCADA systems supported.			
	Keyed ON/OFF Switch	Standard			
PROTECTIONS	Ground Fault Protection	Insulation monitoring device			
	Humidity Control	Active heating			
	General AC Protection & Disconn.	Circuit breaker			
	General DC Protection & Disconn.	DC switch-disconnectors[6]			
	Overvoltage Protection	Type II for AC and Type I+II for DC			
CERTIFICATIONS & STANDARDS	Safety	UL 1741 / CSA 22.2 No.107.1-16 / IEC 62109-1 / IEC 62109-2 / IEC 62477-1			
	Installation	NEC 2020			
	Utility Interconnect[7]	IEEE 1547:2018 / UL 1741 SA & SB/ IEC 62116:2014			

ANEXO CERTIFICADO POTENCIA PCS

Power Electronics España S.L.
Polígono Pla de Carrases B
CV-35 Salida 30, 46160
Liria – Valencia

A quien corresponda,

Power Electronics certifica que los inversores **FREEMAQ MULTI PCSK FP4390K4 y FP3290K3** poseen la capacidad de regular la potencia interna a través del Software integrado en el dispositivo para su adaptación a las características autorizadas de los proyectos en los que se instalan.

Los inversores están equipados con un software interno que permite el control y la monitorización de las variables operativas del inversor, utilizando el protocolo Modbus TCP/IP. Este software implementa un sistema de acceso basado en diferentes niveles: "Customer", "Qualified Customer" y "Power Electronics Staff" donde la capacidad de control y la visualización de los parámetros Modbus se restringen según el nivel de acceso al inversor.

En el Mapa Modbus de los inversores **FREEMAQ MULTI PCSK FP4390K4 y FP3290K3**, existen parámetros específicos denominados "*Service Group – Limits*", a los cuales solo el personal autorizado de Power Electronics puede acceder (a través del nivel de acceso: Power Electronics Staff) y modificar el valor de la potencia límite que el inversor puede entregar.

Una vez que se establece la limitación de potencia en estos parámetros, no es posible la manipulación no autorizada por parte del fabricante, ya que los niveles de acceso Customer y Qualified Customer no tienen la capacidad de revertir esta limitación de potencia máxima del inversor establecida por Power Electronics.

Sirva la presente carta para certificar la limitación electrónica de potencia por Software implementada en fábrica por parte de Power Electronics (nivel de acceso restringido) en los inversores del modelo **FREEMAQ MULTI PCSK FP4390K4 y FP3290K3**, de potencia **4390MW y 3290kW**, quedando limitada a **4375kW** y **2250kW** respectivamente como potencia máxima de la planta I**eron 1** en respuesta a la solicitud del cliente **FOTOWATIO RENEWABLE VENTURES (FRV)**.



Valencia, 28/01/2026

Power Electronics reserves the right to modify all or part of the contents of this document without previous notice due to possible delays in software version release due to changes in software development priorities.

Emisor	Magtel INNOVATION & TECHNOLOGY						
Receptor	frv						
Proyecto	PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO DE HIBRIDACIÓN DE LA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "IERÓN" MEDIANTE LA INSTALACIÓN DE 11MW DE BATERÍAS EN EL T.M. DE MONTÁNCHEZ (CÁCERES)"						
Título	ANEJO 4. PLAN DE OBRA						
Código	Negocio	Proyecto	Emisor	Disciplina	Documento	Nº Documento	Revisión
	[AAA]	[BBB]	[CCCCCC]	[DDD]	[EEE]	[#####]	[FF]
	BES	IER	MAGOP	PEJ	ANE	0004	1
	BES-IER-MAGOP-PEJ-ANE-0004					**Fecha**	11/02/2026

Revisión/ Edición	Fecha	Realizado	Revisado	Aprobado	Modificaciones
1	11/02/2026	ORB	JMCM	ORB	

ÍNDICE GENERAL

1. INTRODUCCION 3

2. ACTIVIDADES DE LAS OBRAS 3

3. CONDICIONES CLIMÁTICAS Y LOGÍSTICAS 4

4. PLAZO DE EJECUCIÓN 4

5. CRONOGRAMA 5

1. INTRODUCCION

El objeto del presente anejo es detallar el Plan de Obra correspondiente al “PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO DE HIBRIDACIÓN DE LA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA “IERÓN” MEDIANTE LA INSTALACIÓN DE 11MW DE BATERÍAS EN EL T.M. DE MONTÁNCHEZ (CÁCERES)”. Este documento establece las directrices, criterios y requerimientos técnicos necesarios para garantizar la correcta planificación, programación y seguimiento de las actividades que comprenden la ejecución del proyecto.

Del mismo modo, se da cumplimiento a lo exigido en el punto 3 “PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO”, más concretamente en su subpunto 3.2.1 (apartado f) de la ITC-RAT 20 del Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión, que establece la necesidad de realizar un capítulo de planificación, definiendo las diferentes etapas, metas o hitos a alcanzar.

En particular, se describen las fases fundamentales del plan, los plazos estimados y los mecanismos de control implementados para asegurar la calidad y cumplimiento de los objetivos. Además, se identifican los principales retos asociados a la integración de sistemas avanzados de almacenamiento, la gestión de recursos durante la implementación y las condiciones externas que podrían afectar el desarrollo del proyecto. Todo ello se enmarca dentro de las normativas y estándares aplicables al sector industrial eléctrico. Además, se identifican los principales retos en la ejecución del proyecto, tales como la integración de sistemas avanzados de almacenamiento, la gestión de recursos durante la fase de implementación y las condiciones climáticas que podrían afectar las actividades constructivas. Estos factores se han considerado al diseñar el cronograma y los mecanismos de mitigación correspondientes.

El Plan de Obra o cronograma ha sido elaborado teniendo en cuenta las especificaciones del proyecto, los recursos disponibles y las buenas prácticas del sector industrial eléctrico, con el fin de optimizar las actividades constructivas y de puesta en marcha. Además, se incluye un cronograma detallado que ilustra la secuencia temporal de los trabajos y su posible solapamiento, maximizando la eficiencia operativa.

El Plan de Obra o cronograma constituye una herramienta fundamental para la gestión integral del proyecto BESS, permitiendo anticipar, coordinar y supervisar todas las actividades necesarias para alcanzar los objetivos en tiempo y forma.

2. ACTIVIDADES DE LAS OBRAS

El Plan de Obra ha sido estructurado en diversas fases y áreas de trabajo que abarcan desde los trabajos previos hasta la puesta en marcha y verificación final. Cada fase está diseñada para garantizar la ejecución ordenada y simultánea de actividades que permitan cumplir con el plazo estimado de **9 meses.**

Las fases principales incluyen:

- TRABAJOS PREVIOS
- ADECUACIÓN
- OBRA CIVIL
- MÓDULO DE BATERÍAS Y ESTACIONES DE POTENCIA
- EDIFICIO CENTRO SECCIONAMIENTO/CONTROL/ALMACÉN
- OBRA ELÉCTRICA

- CONTROL
- PUESTA EN MARCHA

Este cronograma es orientativo y deberá ajustarse en función de las necesidades definitivas del proyecto y las condiciones reales de ejecución.

Se recomienda realizar revisiones periódicas del cronograma y mantener una comunicación constante entre las partes implicadas para garantizar la alineación con los plazos y especificaciones establecidas. Este enfoque incluirá el uso de herramientas avanzadas de monitoreo como sof ware de gestión de proyectos, paneles de control para el seguimiento de indicadores clave de desempeño (KPIs) como el porcentaje de avance físico y financiero, cumplimiento de hitos, desviaciones en tiempo y costo, y análisis de productividad. Estas medidas permitirán minimizar riesgos, optimizar recursos y asegurar el éxito del proyecto.

3. CONDICIONES CLIMÁTICAS Y LOGÍSTICAS

La planificación y ejecución del proyecto BESS contempla las posibles afectaciones derivadas de condiciones climáticas y restricciones logísticas. Las siguientes consideraciones han sido integradas en el cronograma y la gestión del proyecto:

- Condiciones Climáticas:
    - Las actividades críticas como cimentaciones, excavaciones y cierres de zanjas se deben programar fuera de los períodos de lluvias intensas, minimizando el riesgo de interrupciones.
    - Se deben establecer medidas de contingencia, como la disponibilidad de maquinaria adicional o sistemas de drenaje temporales, para mitigar retrasos causados por eventos climáticos adversos.
- Restricciones Logísticas:
    - El transporte e instalación de baterías y estaciones de potencia, así como el centro de seccionamiento, requiere una planificación precisa para coordinar la llegada de equipos en función de la capacidad de almacenamiento en obra y la disponibilidad de grúas de alta capacidad.
    - La logística de materiales críticos, como cables y transformadores, se asegura mediante acuerdos con proveedores estratégicos que garantizan entregas en plazos compatibles con el cronograma del proyecto.

Estos factores serán monitoreados de manera continua para ajustar las actividades en caso de cambios significativos en las condiciones climáticas o logísticas.

4. PLAZO DE EJECUCIÓN

Se establece un plazo de ejecución total de la obra de **NUEVE (9) meses**, teniéndose en cuenta que el plazo estará incluido dentro de una época con condiciones favorables.

5. CRONOGRAMA

De acuerdo con el plazo de las obras propuesto en el punto anterior de este Anejo se propone un Plan de Obra materializado en el siguiente diagrama de barras tipo Gantt.

La estructuración de este Plan de Obra se corresponde unívocamente con las actividades principales del presupuesto. Las distintas actividades que aparecen se han posicionado en el tiempo de forma que actividades semejantes en tajos distintos queden encadenadas y solapándose las que puedan realizarse a la misma vez, de manera que no se produzcan paradas de mano de obra y maquinaria. El plan de obra se ha realizado teniendo en cuenta la forma en que se ejecutarán las obras y la estructuración del presupuesto ha seguido el mismo criterio.

Magtel
INNOVATION & TECHNOLOGY

PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO DE HIBRIDACIÓN DE LA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "IERÓN" MEDIANTE LA INSTALACIÓN DE 11MW DE BATERÍAS EN EL T.M.DE MONTÁNCHEZ (CÁCERES)"

CAPITULO	MES																																	
	1				2				3				4				5				6				7				8				9			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
TRABAJOS PREVIOS																																				
Estudio previos																																				
Desarrollo de ingeniería de detalle																																				
Compras equipos, cables, auxiliares, etc																																				
ADECUACIÓN																																				
Preparación y nivelación del terreno																																				
Vallado perimetral																																				
Adecuación de Caminos y Accesos																																				
OBRA CIVIL																																				
Gestión y acopio de materiales																																				
Construcción de viales de accesos y drenajes																																				
Explanación y nivelación de terreno para cimentaciones																																				
Excavación y apertura de zanjas BT, MT, PAT y comunicaciones																																				
Cierre de zanjas BT, MT, PAT y comunicaciones																																				
Cimentaciones para módulos de baterías, estaciones de potencia y edificio																																				
MODULO DE BATERIAS Y ESTACIONES DE POTENCIA																																				
Descarga e instalación de baterías																																				
Descarga e instalación de estaciones de potencia																																				
EDIFICIO CENTRO SECCIONAMIENTO/CONTROL/ALMACÉN																																				
Construcción del edificio																																				
Instalaciones interiores: iluminación, fuerza, climatización y PCI																																				
Descarga e instalación de edificio																																				
Instalación de equipos internos en edificio																																				
OBRA ELÉCTRICA																																				
Instalaciones PAT general																																				
Instalacion de red de Baja Tensión (BT)																																				
Instalacion de red de Media Tensión (MT)																																				
Instalacion de alumbrado perimetral y SSAA																																				
Instalación de celdas de MT en centro de seccionamiento																																				
CONTROL																																				
Instalacion de sistema de Control y Comunicación																																				
Instalacion red de comunicaciones																																				
PUESTA EN MARCHA																																				
Pruebas de Funcionamiento y commissioning																																				
SEGURIDAD Y SALUD																																				
Seguridad y salud																																				
GESTION DE RESIDUOS																																				
Gestion de residuos																																				
CONTROL DE CALIDAD																																				
Control de calidad																																				

	Magtel INNOVATION & TECHNOLOGY
Receptor	frv
Proyecto	PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO DE HIBRIDACIÓN DE LA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "IERÓN" MEDIANTE LA INSTALACIÓN DE 11MW DE BATERÍAS EN EL T.M. DE MONTÁNCHEZ (CÁCERES)"
Título	ANEJO 5: SEGURIDAD Y CONTROL

Código	Negocio	Proyecto	Emisor	Disciplina	Documento	Nº Documento	Revisión
	[AAAAAAAA]	[BBB]	[CCCCCC]	[DDD]	[EEE]	[#####]	[FF]
	BES	IER	MAGOP	PEJ	ANE	0005	1
	BES-IER-MAGOP-PEJ-ANE-0005					**Fecha**	11/02/2026

Revisión/ Edición	**Fecha**	**Realizado**	**Revisado**	**Aprobado**	**Modificaciones**
1	11/02/2026	ORB	JMCM	ORB	

ÍNDICE GENERAL

1. OBJETO 3

2. NORMATIVA APLICABLE 3

3. SISTEMA DE SEGURIDAD 5

3.1. CONTROL DE ACCESO A LAS INSTALACIÓN 5

3.2. SISTEMA DE SEGURIDAD EN EL EDIFICIO PARA CENTRO DE SECCIONAMIENTO, CONTROL Y ALMACÉN .. 6

3.3. SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS 6

3.4. PUESTO DE CONTROL 7

3.5. SISTEMA DE ILUMINACIÓN 8

4. SISTEMA DE CONTROL Y MEDIDA 8

4.1. SISTEMA DE CONTROL 9

4.2. SISTEMA DE MEDIDA 12

5. MODO DE FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA HIBRIDO 14

5.1. GENERACIÓN FV + BESS (SIN LIMITACIÓN EN EL POI) 14

5.2. GENERACIÓN FV + BESS (CON LIMITACIÓN EN EL POI) 15

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ejemplo de sof ware de Gestión de seguridad de Planta 8

Figura 2. Sistema de control híbrido 9

Figura 3. EMS 10

Figura 4. Esquema de configuración de comunicaciones híbridas 11

Figura 5. Posición TT y TI medida principal de planta PSFV “Ierón” y PSFV “Ampliación Ierón” 12

1. OBJETO

El objeto del presente documento es realizar la descripción del sistema de Control y Seguridad a implementar de la planta de almacenamiento "BESS IERÓN", que contempla la construcción de una Instalación de almacenamiento de baterías de litio, situada en el término municipal de Montánchez (Cáceres), con 11 MW de potencia instalada y 62,5 MWh de capacidad.

Este proyecto abarca la implementación de las instalaciones de almacenamiento energético. Este componente del proyecto también tiene como finalidad acumular energía eléctrica para potenciar la integración de fuentes renovables y optimizar la flexibilidad del sistema eléctrico.

Por tanto, y con esa intención a continuación, se detalla la información más relevante según los distintos apartados requeridos de las siguientes instalaciones:

- Planta "BESS IERÓN" de 11 MW de potencia instalada y capacidad total de 62,50 MWh, situada en el T.M. de Montánchez (Cáceres).
- Edificio destinado a Centro de Seccionamiento, Control y Almacén.
- Líneas Subterráneas Media Tensión 30 kV internas de interconexión entre estaciones de potencia y desde estación de potencia puntera hasta nuevo centro de seccionamiento de la "BESS IERÓN".
- Líneas Subterráneas en Media Tensión 30 kV desde arquetas proyectadas para apertura de línea de evacuación existente de la PSFV "IERÓN" hasta nuevo Centro de Seccionamiento, haciendo entrada/salida en este con el fin de compartir infraestructura de evacuación existente en 30 kV entre PSFV y BESS hasta centro de seccionamiento existente de la PSFV "IERÓN" (no ámbito del proyecto este último).
- Sistema de comunicaciones necesario para el control de la propia instalación BESS y sincronización con la PSFV y subestación asociada.

Partes de estas instalaciones serán integradas dentro de las instalaciones existentes que componen el Planta Fotovoltaica, incluyendo su interconexión.

2. NORMATIVA APLICABLE

Los equipos e instalaciones objeto del presente documento estarán de acuerdo con la normativa y la reglamentación indicada en este apartado, así como con cualquier otra nacional o internacional que sea de aplicación.

- Normativa Autonómica y Estatal:
    - Real Decreto 1183/2020, de 29 de diciembre, de acceso y conexión a las redes de transporte y distribución de energía eléctrica
- Normativa de cableado:
    - UNE-EN 50173: Tecnología de la información. Sistemas de cableado genérico. Parte 1: Requisitos generales y áreas de oficina.
    - UNE-EN 50173: Tecnología de la información. Sistemas de cableado genérico. Parte 3: Instalaciones industriales.

  - UNE-EN 50173-5: Tecnología de la información. Sistemas de cableado genérico. Parte 5: Centros de datos.
  - ISO/IEC 11801: Information technology – Generic cabling for customer premises.
  - UNE-EN IEC 60793-1-1: Fibra óptica. Parte 1-1: Métodos de medición y procedimientos de ensayo. Generalidades y guía.

- Normativa de conducciones:
  - UNE-EN 50310: Redes de enlace de telecomunicaciones para edificios; equipotencialidad y tierras.
  - UNE-EN IEC 61386: Sistemas de tubos para la conducción de cables.
  - UNE-EN 50085: Sistemas de canales para cables y sistemas de conductos cerrados de sección no circular para instalaciones eléctricas.
  - UNE-EN 61537: Sistemas de bandejas y de bandejas de escalera para la conducción de cables.
- Normativa de instalación, puesta a tierra y certificado SCE:
  - UNE-EN 50174-1: Tecnología de la información. Instalación del cableado. Especificación y aseguramiento de la calidad.
  - UNE-EN 50174-2: Tecnología de la información. Instalación del cableado. Métodos de planificación de la instalación en el interior de los edificios.
  - UNE-EN 50174-3: Tecnología de la información. Instalación del cableado. Métodos de planificación de la instalación en el exterior de los edificios.
  - UNE-EN 50346: Tecnología de la información. Instalación del cableado. Ensayo de cableados instalados.
  - UNE-EN 50310: Redes de enlace de telecomunicaciones para edificios y otras estructuras.
  - UNE-EN 12825: Pavimentos elevados registrables.
  - UNE-EN 300253: Ingeniería Ambiental (EE). Puesta a tierra y toma de masa de los equipos TIC alimentados por -48 VDC en centros de datos y telecomunicaciones.
- Normativa eléctrica:
  - Real Decreto 842/2002: Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT) e Instrucciones Técnicas Complementarias (ITC) del Ministerio de Industria. Resistencia de tierra.
  - Guía Técnica RBT: Guía técnica de aplicación REBT.
- Instalaciones en edificios:
  - UNE-EN 15331: Criterios para el diseño, la gestión y el control de servicios de mantenimiento en edificios.
  - EN 13306: Mantenimiento. Terminología del mantenimiento.
  - EN 13460: Mantenimiento. Documentos para el mantenimiento.
  - ISO 6707-1: Edificación e ingeniería civil. Vocabulario. Parte 1: Términos generales.
- Plataforma TI:

- ITIL V4: Information Technology Infrastructure Library V4.
- ISO/IEC 12207: Information Technology / Sof ware Life Cycle Processes.
- ISO/IEC 15288: Systems and sof ware engineering – System life cycle processes.

- Redes de comunicaciones:
  - ITU-T M.3000: Telecommunications Management Network.
  - ITU-T M.3050: Enhanced Telecommunications Operations Map (eTOM).
  - ITU-T M.3200: TMN Management Services Overview.
  - IETF RFC-3411: An Architecture for Describing Simple Network Management Protocol (SNMP) Management Frameworks.
  - NETCONF (Network Configuration Protocol)
  - YANG (Yet Another Next Generation)

3. SISTEMA DE SEGURIDAD

En esta sección se recoge la información referente al sistema de iluminación, el sistema de control de accesos, y sof ware de gestión.

3.1. CONTROL DE ACCESO A LAS INSTALACIÓN

El sistema de control de acceso implantado en las instalaciones permitirá la gestión y supervisión de la entrada a todas las zonas críticas de la nueva instalación de almacenamiento. Este sistema se integrará con la plataforma centralizada ubicada en el armario *rack* de la sala de control de la planta BESS.

Se actualizará el control de accesos que da funcionamiento a la planta fotovoltaica para que integre todas las instalaciones de la nueva planta BESS. El sistema de control de acceso a la instalación constará de los siguientes elementos:

- **Sistema de teclado**: Instalado en los puntos de acceso autorizados, permitirá la apertura mediante la introducción de códigos numéricos personalizados, facilitando la entrada controlada del personal autorizado.
- **Sistema de emisión de tarjetas de identificación**: Incluye un equipo de codificación y sof ware asociado para la creación de credenciales personalizadas, vinculadas a cada usuario y registradas en la base de datos central.
- **Sistema de contactos magnéticos en puertas de acceso**: Sensores magnéticos instalados en las hojas y marcos de las puertas permitirán supervisar en tiempo real el estado de apertura o cierre, generando alarmas en caso de apertura no autorizada o forzada.

La información generada por el sistema de control de acceso se registrará de forma continua en el servidor central, permitiendo su consulta histórica y la correlación con las imágenes de videovigilancia para la verificación de eventos. Asimismo, el sistema permitirá la configuración de horarios de acceso, la restricción por zonas y la gestión remota de altas y bajas de usuarios.

3.2. SISTEMA DE SEGURIDAD EN EL EDIFICIO PARA CENTRO DE SECCIONAMIENTO, CONTROL Y ALMACÉN

El edificio para centro de seccionamiento, control y almacén de la instalación BESS, contará con un sistema de seguridad y videovigilancia diseñado para proteger tanto el acceso físico como la integridad de los equipos instalados. Este sistema estará completamente integrado con la plataforma centralizada de la planta fotovoltaica a través de la interconexión descrita anteriormente, permitiendo la supervisión desde la sala de control y la transmisión de eventos a la Central Receptora de Alarmas (CRA).

Las instalaciones contempladas son las siguientes:

- **Ventosa electromagnética en puertas**: Todas las puertas del edificio estarán equipadas con ventosas electromagnéticas que permitirán su apertura únicamente mediante autorización, a excepción de la puerta de acceso al transformador de Servicios Auxiliares (SSAA), que dispondrá de un sistema de apertura convencional por motivos operativos.
- **Contacto magnético en ventanas**: Cada ventana contará con un sensor magnético que permitirá detectar aperturas no autorizadas, generando una alarma inmediata en el sistema central.
- **Control de acceso mediante teclado y tarjeta de identificación**: En la entrada principal y accesos internos críticos se instalarán terminales que combinan la lectura de tarjetas de identificación con la introducción de códigos numéricos, proporcionando una doble verificación de identidad.
- **Pulsadores de apertura interior**: Se dispondrán pulsadores en el interior del edificio para la apertura controlada de las puertas desde zonas seguras.
- **Detectores volumétricos**: Instalados en áreas estratégicas, estos sensores permitirán detectar movimientos no autorizados dentro del edificio, incluso en condiciones de baja visibilidad.
- **Cámaras tipo domo**: Cámaras de videovigilancia con visión en 360°, instaladas en zonas clave para garantizar la cobertura visual total de los espacios interiores y la grabación continua de imágenes.

Toda la información procedente de estos dispositivos será gestionada en la centralita de seguridad de la sala de control BESS, que a su vez conectará con el sistema central ubicado en el armario rack de la sala de control de la planta fotovoltaica, permitiendo su consulta histórica y su integración con los registros de control de accesos. La interconexión se realizará mediante red IP sobre fibra óptica, asegurando la transmisión de datos en tiempo real y la disponibilidad continua del sistema.

3.3. SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

La planta BESS contará con un sistema de protección contra incendios diseñado e instalado conforme a la normativa vigente y adaptado a las necesidades específicas de cada área: estaciones de potencia, sala de control, centro de seccionamiento, almacén y contenedores de baterías. Este sistema estará plenamente integrado con la central de alarmas de las instalaciones, de modo que cualquier activación de los elementos de detección o alarma generará avisos inmediatos y permitirá una respuesta rápida.

El sistema contra incendios estará compuesto por los siguientes elementos principales:

- **Detectores óptico-térmicos**: Sensores combinados que permiten la detección temprana de humo y aumento anómalo de temperatura.

- **Sirena exterior e interior de alarma**: Dispositivos acústicos y luminosos que activan la señal de evacuación en caso de incendio.
- **Armario con fuente de alimentación y central de alarma**: Unidad principal de control que gestiona las señales de detección y activa los avisos, equipada con respaldo eléctrico para funcionamiento autónomo temporal en caso de fallo de suministro.
- **Pulsadores de alarma**: Dispositivos manuales para la activación inmediata de la señal de incendio por parte del personal.
- **Sistema contraincendios de contenedores de almacenamiento**: El sistema combina detección temprana (humo + temperatura), supresión primaria con gas FK-5-1-12, y un respaldo con rociadores de agua. Este esquema dual asegura que, ante un conato de incendio en los contenedores de baterías, se actúe primero con un agente limpio (sin dañar equipos ni dejar residuos) y, en caso de fallo, se recurra al enfriamiento masivo por agua para evitar la propagación. Todo ello gestionado por un panel de control con activación automática y manual, alarmas y dispositivos de seguridad redundantes.
- **Iluminación de emergencia**: Luminarias autónomas que aseguran la visibilidad de rutas de evacuación en caso de corte eléctrico.
- **Botiquín de primeros auxilios**: Ubicado en zonas estratégicas para atención inmediata en caso de accidente.
- **Cartelería fotoluminiscente**: Señalización de salidas, equipos de extinción y rutas de evacuación, visible incluso en ausencia de iluminación.
- **Extintor de carro de 25 kg, 84 A 450 CC**: Para fuegos de gran magnitud en zonas amplias.
- **Extintor de CO_2 de 5 kg, G89B**: Especialmente indicado para riesgos eléctricos y equipos energizados.
- **Extintor ABC de 6 kg**: De uso polivalente para fuegos de tipo A, B y C.
- **Planos de evacuación**: Documentación visual instalada en puntos clave para guiar la evacuación segura del personal.

Este conjunto de medios de detección, alarma y extinción garantiza una cobertura integral frente a incendios, facilitando tanto la intervención inmediata como la evacuación segura de las instalaciones.

3.4. PUESTO DE CONTROL

En la sala de control se habilitará un puesto de control de seguridad, compuesto por ordenadores, monitores, teclados y mandos específicos para la gestión y operación del sistema de videovigilancia. Este puesto estará conectado directamente al armario central de seguridad, desde donde se reciben y procesan todas las señales de las cámaras, sistemas de detección y control de accesos.

El sistema se gestionará mediante un sof ware de supervisión con interfaz gráfica en ventanas, que permitirá el control y la verificación en tiempo real de las alarmas, así como la visualización de imágenes en directo y grabadas. Asimismo, facilitará la comprobación de eventos de acceso y su correlación con las imágenes correspondientes, optimizando la capacidad de respuesta ante incidencias.

Este puesto de control será integrado dentro del sistema central, situado en la planta fotovoltaica.

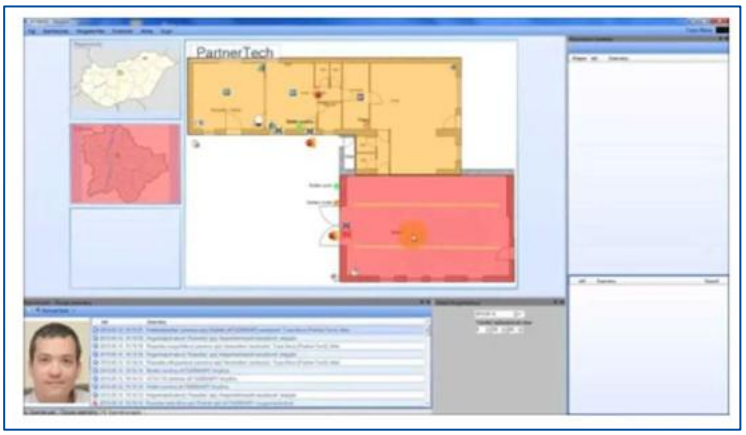


Figura 1. Ejemplo de software de Gestión de seguridad de Planta

3.5. SISTEMA DE ILUMINACIÓN

A lo largo de todo el perímetro de la planta BESS y en el interior del recinto de esta, se instalará un sistema de iluminación que garantice la correcta visibilidad de toda la superficie con el fin de que desde el sistema CCTV instalado en la Planta PSFV IERÓN, sea capaz de distinguir cualquier anomalía en el campo, para una correcta seguridad y control.

El sistema de Iluminación constará de los siguientes elementos:

- Báculos: Postes de acero de color verde carruaje de 5,5 m de altura.
- Luminarias: Proyectores LED de bajo consumo, con potencia de 250W y temperatura de color de 4000K (luz neutra), destinados a proporcionar una iluminación eficiente y de calidad en la planta.

La previsión y los estudios preliminares es de instalar un conjunto de dos proyectores por báculo.

4. SISTEMA DE CONTROL Y MEDIDA

El sistema de control y medida de la planta BESS está concebido para garantizar la supervisión, operación y registro de todos los parámetros relevantes de la instalación, asegurando su funcionamiento óptimo, seguro y conforme a los requisitos normativos y contractuales.

Este sistema se estructura en dos bloques principales:

1. **Sistema de Control (SCADA) y adquisición de datos**: Integrará todos los elementos de campo capaces de generar información — PCS, BMS y EMS, cuadros de baja y media tensión, equipos de protección, sensores, sistemas auxiliares — en una plataforma SCADA BESS. Este sistema permitirá la monitorización en tiempo real, el almacenamiento histórico de datos, la gestión de alarmas y eventos, así como la ejecución de órdenes de operación de forma remota o local.

   Este sistema SCADA estará en un nivel inferior al existente en la planta fotovoltaica (SCADA MAESTRO) y se integrará en este mediante la conexión de un nuevo circuito de fibra óptica.

2. **Sistema de Medida**: Diseñado para registrar y gestionar de forma precisa la energía generada y almacenada por la planta BESS. Este sistema, conforme a las normativas aplicables, permitirá la obtención de medidas certificadas para la facturación de la energía, el cumplimiento de los requisitos de

medida de la compañía distribuidora y la integración de la información en el sistema SCADA para su supervisión y análisis.

La combinación de ambos subsistemas garantiza una visión global del estado operativo de la instalación, un control eficiente de la generación y el almacenamiento, y la capacidad de respuesta inmediata ante incidencias, maximizando así la disponibilidad y el rendimiento de la planta.

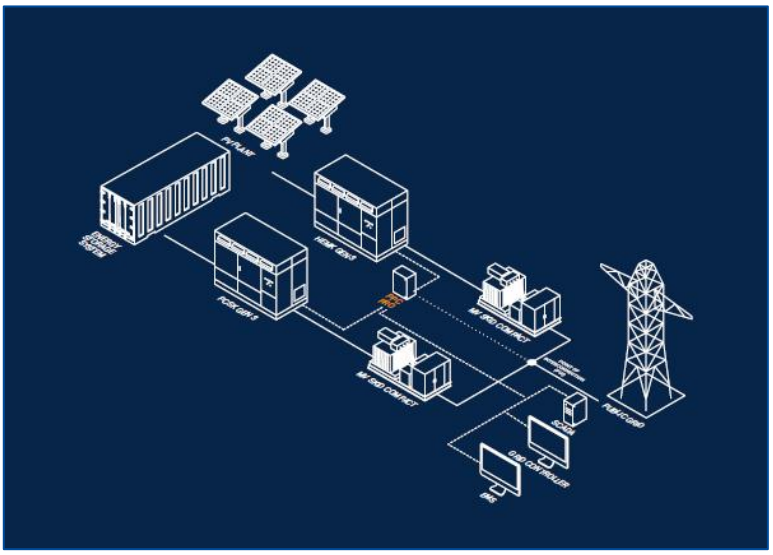


Figura 2. Sistema de control híbrido

4.1. SISTEMA DE CONTROL

El sistema de control de se estructura en tres áreas principales:

- **Zona de planta BESS**
- **Zona de la sala de control BESS** (centro de supervisión y comunicaciones)
- **Zona de Centro de Seccionamiento BESS**

4.1.1. ZONA DE PLANTA – EQUIPOS DE CONTROL Y GESTIÓN

En el área de campo se ubican los equipos que permiten la conversión, gestión y monitorización de la energía, así como la captación de datos operativos:

- **PCS (*Power Converter System*)**: Sistema bidireccional encargado de transformar la corriente continua procedente de los módulos de baterías en corriente alterna para su inyección a red, y viceversa para la carga de las baterías. Mantiene comunicación constante con los BMS para garantizar un funcionamiento coordinado y seguro.
- **BMS (*Battery Management System*)**: Instalado en cada *container* de baterías, supervisa parámetros como el estado de carga, temperatura y voltaje, asegurando que las baterías trabajen dentro de rangos seguros. Envía información al EMS para la coordinación global del almacenamiento.

4.1.2. ZONA DE LA SALA DE CONTROL BESS – CENTRO DE SUPERVISIÓN Y COMUNICACIONES

- **Armario BESS**: Centraliza señales de protección y ciberseguridad del almacenamiento y recibe consignas desde la red.

- **SCADA BESS**: Integra en una única plataforma todos los datos procedentes de los equipos de la planta BESS, almacenamiento, centro de seccionamiento y sistemas auxiliares. Permite monitorización en tiempo real, gestión de alarmas, registro histórico y envío de órdenes de operación.
- **EMS (Energy Management System):** Sistema central de gestión de la energía del almacenamiento. Decide cuándo cargar o descargar las baterías en función de la demanda, optimizando su uso, reduciendo costes y prolongando la vida útil. Supervisa también las Estaciones de Potencia, protecciones eléctricas y parámetros de los transformadores.



Figura 3. EMS

- **PPC BESS (Power Plant Controller):** para el control coordinado el sistema BESS, ajustando consignas de potencia activa/reactiva, tensión y frecuencia.
- **PPC MAESTRO (Power Plant Controller):** para el control coordinado de la hibridación.
- **PPC FV (Power Plant Controller):** para el control coordinado el sistema FV, ajustando consignas de potencia activa/reactiva, tensión y frecuencia. Este equipo es existente.

4.1.3. ZONA DE CENTRO DE SECCIONAMIENTO BESS

- **Analizadores de Red FV y BESS:** para tomar lecturas en celdas de MT y mandar información a los PPC.
- **UCP (*Unidad de Control de Protección*)**: Gestiona y monitoriza los equipos de protección eléctrica del centro de seccionamiento, incluyendo relés de protección de las nuevas celdas de MT. Coordina la actuación de las protecciones en caso de fallo y garantiza el disparo selectivo para minimizar la afectación al resto de la planta.

4.1.4. SISTEMA DE CONTROL COORDINADO DE INSTALACIÓN HÍBRIDA

Los sistemas de generación fotovoltaica y el almacenamiento (BESS) contarán con su propio controlador o PPC (*Power Plant Controller*). Cada controlador actuará directamente sobre el control y la gestión de cada tecnología hibridada: uno para la planta fotovoltaica y otro para el sistema de almacenamiento. A su vez, estos dos PPC individuales estarán comunicados y coordinados con el PPC "Maestro", el cual recopilará toda la información de las instalaciones y enviará las consignas de control y gestión a los PPC de cada tecnología.

El PPC “Maestro” controlará la generación y el consumo energético de las diferentes tecnologías, evitando que en ningún caso se supere la capacidad de acceso de la instalación conjunta hibridada (POI). Para ello, enviará las pertinentes consignas de generación o vertido a los distintos PPC, tanto de generación como de almacenamiento (BESS), cumpliendo con lo dispuesto en el artículo 27.4 del Real Decreto 1183/2020, de 29 de diciembre, que establece que, cuando la potencia instalada sea superior a la máxima potencia de acceso otorgada, la instalación debe disponer de un control coordinado que impida que la potencia activa inyectada a la red supere el límite autorizado en el punto de acceso y conexión a red. Concretamente:

- En el caso de la planta fotovoltaica, si el PPC “Maestro” indica reducir potencia de generación al PPC FV, este último enviará consignas a los inversores para que reduzcan la generación de energía eléctrica.
- En el caso del sistema de almacenamiento, si el PPC “Maestro” indica reducir potencia de generación al PPC BESS, este último enviará consignas a los inversores bidireccionales para reducir o parar la descarga de las baterías.

La principal ventaja de la hibridación de la tecnología de generación con el almacenamiento es, que son complementarias durante el tiempo de operación. El rango de operación de la FV es mayor en verano y durante el día, en esos momentos (y en todos aquellos que por producción o capacidad de red sea viable), se utilizará el excedente de generación en la carga del sistema de almacenamiento, completando de esta manera la sinergia energética de las tecnologías hibridadas. Además, el sistema de almacenamiento aporta las bondades intrínsecas a esta tecnología gestionable referentes al control del vertido de energía, dotando al sistema de estabilidad de red, respuesta rápida y desplazamiento de la curva de generación entre otras.

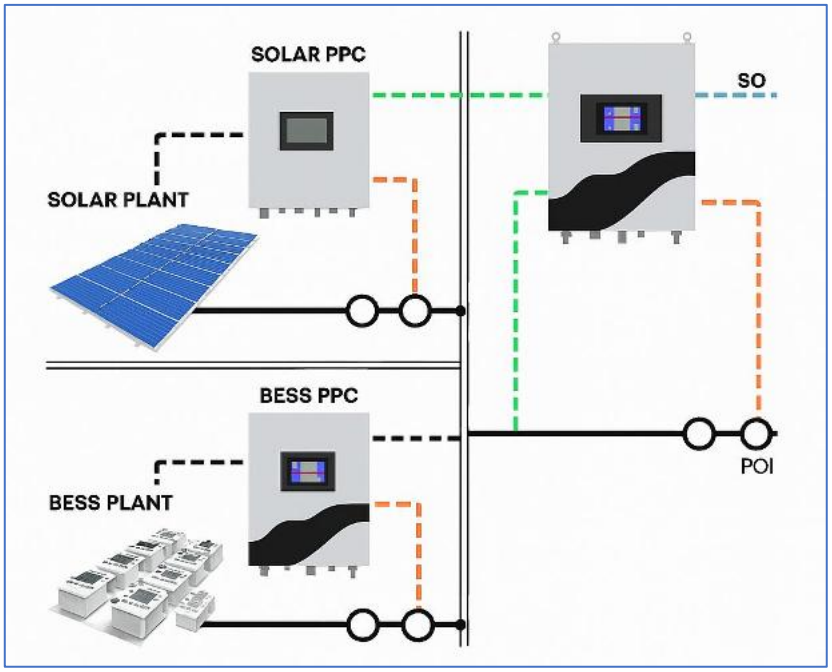


Figura 4. Esquema de configuración de comunicaciones híbridas

4.2. SISTEMA DE MEDIDA

4.2.1. SISTEMA DE MEDIDA ACTUAL

Actualmente, el punto de medida principal de la energía generada e inyectada a la red por parte de la PSFV "IERÓN", se realiza en su propio centro de seccionamiento, mediante los transformadores de intensidad (TI) y tensión (TT) instalados en la cabina de MT de medida ubicada en el interior del mismo. En dicho centro de seccionamiento también se encuentra la cabina de medida de otra instalación FV denominada "Ampliación Ierón".

En el siguiente esquema correspondiente a la instalación actual de centro de seccionamiento se puede apreciar la ubicación de estas cabinas con sus TTs y TIs:

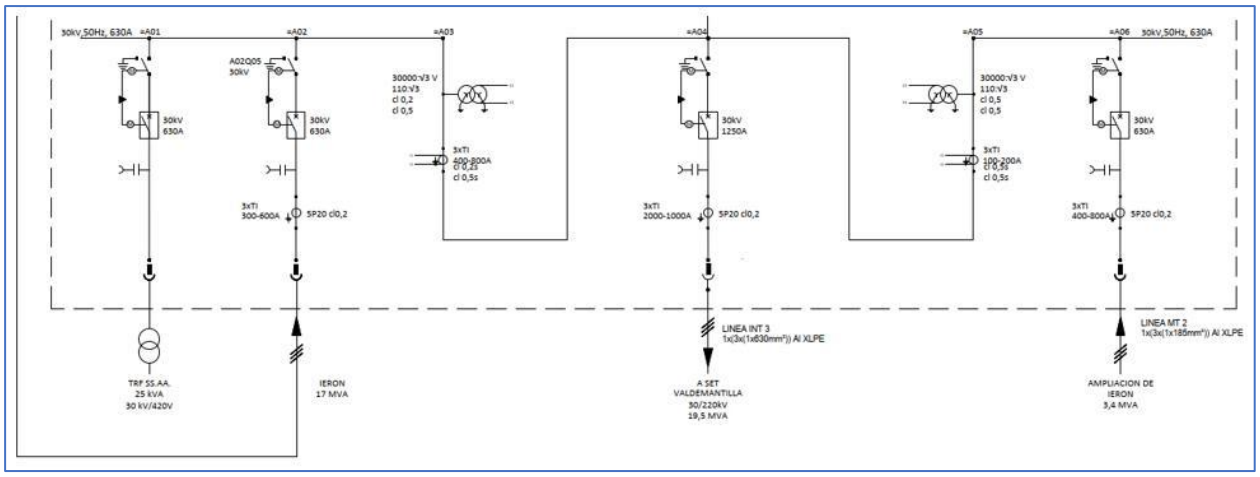


Figura 5. Posición TT y TI medida principal de planta PSFV "Ierón" y PSFV "Ampliación Ierón"

El sistema actual funciona de la siguiente manera:

- En el parque exterior de 220kV correspondiente a una posición por cada planta, se encuentran el TT y el TI que se encargan de llevar a cabo la medida comprobante de dicho lado. Mediante cableado, las señales del TT y del TI son transmitidas a la subestación.
- En el centro de seccionamiento de la PSFV contamos con un TT y un TI en las celdas de remonte de las mimas, la cuales llevan la señal hasta el armario de contadores que se encuentran en el mismo centro.
- Desde el armario de Contadores, mediante Fibra Óptica se conecta con un repetidor que se encuentra en el centro de seccionamiento de la planta PSFV "Ierón" y mediante una antena de radio frecuencia se le hace llegar los datos de los contadores a REE.

A su vez, en la posición de línea de salida, tenemos una medida comprobante, que emplea la misma forma descrita anteriormente, para tener una medida totalizadora de la subestación.

4.2.2. SISTEMA DE MEDIDA PROPUESTO

El sistema de medida de la planta BESS se ha diseñado para cumplir con los requisitos normativos y con las especificaciones técnicas del operador del sistema (REE), garantizando la obtención de datos precisos y fiables para la facturación, el control operativo y la supervisión de la generación y el almacenamiento.

La filosofía de medida adoptada contempla la **separación física de las mediciones correspondientes a la generación fotovoltaica ya existente (FV) y al sistema de almacenamiento (BESS)**, de forma que ambas magnitudes puedan registrarse y gestionarse de manera independiente.

1. **Medida principal en Centro de Seccionamiento de BESS**

La medida principal se ubicará en el nuevo Centro de Seccionamiento destinado a la instalación BESS, donde se encuentran las nuevas celdas de media tensión.

En esta ubicación se reciben, por líneas independientes, las interconexiones en MT procedentes de:

- La planta fotovoltaica ya existente FV (por seccionamiento/apertura de su línea de MT existente).
- El sistema de almacenamiento BESS.

Cada una de estas líneas dispondrá de su propio equipo de medida homologado, instalado aguas arriba de las celdas de interconexión, permitiendo así el registro individualizado de la energía generada y de la energía procedente del almacenamiento.

Para el caso de la instalación BESS, se incorporará una nueva celda de MT que integre los transformadores de intensidad destinados a la medida principal de esta instalación.

Para el caso de la instalación FV, se incorporará una nueva celda de MT que integre los transformadores de intensidad destinados a la medida principal de esta instalación.

Las lecturas de tensión para ambas instalaciones de tomarán desde el nuevo TT de barras del tren de celdas de MT ubicado en el nuevo Centro de Seccionamiento de la BESS.

2. **Medidas comprobantes**

Además de la medida principal, el sistema contará con medidas comprobantes que existen ya en el centro de seccionamiento existente de la PSFV “IERÓN” y sala de celdas de subestación.

- En la parte de alta tensión (AT) de la subestación propia: Esta medida permitirá verificar la correcta correspondencia entre las mediciones de media tensión y la energía efectivamente entregada a la red desde la subestación. Servirá como referencia interna para comprobaciones y auditorías técnicas.

3. **Equipos de medida**

Todas las mediciones se realizarán mediante **contadores homologados por Red Eléctrica de España (REE)**, cumpliendo con los requisitos metrológicos y de comunicación establecidos. Los equipos estarán integrados en el sistema SCADA para su supervisión en tiempo real y para la generación de históricos de datos.

Los contadores dispondrán de capacidad de registro bidireccional, permitiendo medir tanto la energía entregada como la energía absorbida por el sistema (especialmente relevante para el BESS). Asimismo, estarán dotados de sistemas de comunicación segura para el envío de datos hacia REE y hacia el centro de control de la planta.

4. **Objetivos del sistema de medida híbrido**

El diseño adoptado permitirá:

- Cumplir con los requisitos regulatorios y contractuales para la medida oficial de energía.

- Diferenciar y registrar de forma independiente la producción FV y el balance energético del sistema de almacenamiento.
- Disponer de redundancia en la medición mediante las medidas comprobantes, incrementando la fiabilidad y capacidad de verificación.
- Facilitar la integración de datos en el SCADA para análisis operativos, optimización de la operación y seguimiento de rendimiento.

4.2.3. RESUMEN SISTEMA DE MEDIDA PROPUESTO

Una vez establecidos los puntos de medida principal de la instalación BESS y la instalación FV con las actuaciones propuestas a realizar, tendríamos los siguientes puntos de medida:

- Medida Totalizadora Nudo Valdemantilla (posición de línea 220 kV de subestación).
- Medida Principal Instalación Híbrida (Celda de MT 30 kV de llegada de línea en centro de seccionamiento existente de la PSFV "IERÓN" procedente de celda de salida en nuevo centro de seccionamiento de la BESS).
- Medida Principal Instalación BESS (nueva celda de línea 30 kV destinada a BESS en el nuevo centro de seccionamiento destinado a la BESS).
- Medida Principal Instalación FV (nueva celda de línea 30 kV destinada a FV en el nuevo centro de seccionamiento destinado a la BESS).

5. MODO DE FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA HIBRIDO

El sistema de hibridación de la planta combina la capacidad de generar energía eléctrica a partir de la instalación fotovoltaica (FV) con la posibilidad de almacenar dicha energía en el sistema de baterías (BESS). Esta configuración permite adaptar la operación a las condiciones y requerimientos de la red eléctrica en cada momento, optimizando la inyección de energía, la carga/descarga de las baterías y la gestión de la producción en función de criterios técnicos y económicos.

A continuación, se describen los modos de funcionamiento más habituales.

5.1. GENERACIÓN FV + BESS (SIN LIMITACIÓN EN EL POI)

En este escenario, el sistema eléctrico no impone ninguna restricción de potencia en el **Punto de Interconexión (POI)**.

- **Planta fotovoltaica**: Inyecta a red la energía generada en cada momento sin restricciones, operando bajo control del SCADA y del PPC (*Power Plant Controller*) en modo de máxima producción, sin consignas limitativas procedentes de la red.
- **Planta BESS**: El EMS (*Energy Management System*) determina, en función de la estrategia de operación, si las baterías deben cargarse o descargar energía a red. En este caso, las baterías pueden inyectar energía de forma simultánea a la planta FV para maximizar la potencia entregada, siempre respetando el límite máximo autorizado en el POI.

- **Estrategia operativa**: Según decisiones de explotación o criterios de mercado, la energía generada por la FV puede ser inyectada íntegramente a red o almacenada total o parcialmente. El EMS ejecuta esta estrategia de forma automática o mediante órdenes externas.

5.2. GENERACIÓN FV + BESS (CON LIMITACIÓN EN EL POI)

Este modo será el más habitual, dado que el operador del sistema puede imponer limitaciones de potencia por congestión en el nudo de conexión o por baja demanda.

5.2.1. LIMITACIÓN EN EL PUNTO DE CONEXIÓN (CASO FV)

Cuando la FV está generando y existe limitación de potencia en el POI:

- **Opción 1 – Carga de BESS**: Si el sistema de almacenamiento dispone de capacidad libre, el EMS ordenará a los BMS (*Battery Management System*) de cada estación que carguen las baterías con la energía excedente, evitando la limitación directa de los inversores FV y aprovechando al máximo la producción solar.
- **Opción 2 – Reducción de producción FV**: Si no es posible cargar el BESS (por estar lleno o por estrategia), el SCADA y el PPC limitarán la potencia de salida de los inversores FV para adaptarse a la restricción del POI.

5.2.2. LIMITACIÓN CON BESS COMO APOYO

Si el BESS está cargado y la planta FV no alcanza por sí sola la potencia requerida en el POI:

- La FV entrega toda la potencia que puede generar sin restricciones internas.
- El BESS complementa la potencia hasta alcanzar el valor consignado por el operador del sistema, siempre que disponga de energía suficiente.
- El EMS, en coordinación con los BMS de cada estación, gestiona la descarga de forma óptima para mantener el rendimiento y proteger la vida útil de las baterías.

5.2.3. NO INYECCIÓN A RED (INYECCIÓN CERO)

Si el POI no permite inyección a red:

- **Carga desde FV**: La energía generada por la FV se destina íntegramente a la carga del BESS.
- **Carga desde red**: Si la FV no produce suficiente para la carga completa de las baterías, el EMS puede ordenar la absorción de energía desde la red en periodos de bajo coste, optimizando el gasto operativo.

En todos estos casos, la coordinación entre el EMS, el PPC y el SCADA, junto con la comunicación con los sistemas externos, garantiza que la planta opere conforme a las condiciones de red y a la estrategia definida.

Emisor	Magtel INNOVATION & TECHNOLOGY
Receptor	frv
Proyecto	PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO DE HIBRIDACIÓN DE LA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "IERÓN" MEDIANTE LA INSTALACIÓN DE 11MW DE BATERÍAS EN EL T.M. DE MONTÁNCHEZ (CÁCERES)"
Título	ANEJO 6. PLAN DE GESTIÓN DE RESIDUOS

Código	Negocio	Proyecto	Emisor	Disciplina	Documento	Nº Documento	Revisión
	[AAA]	[BBB]	[CCCCCC]	[DDD]	[EEE]	[#####]	[FF]
	BES	IER	MAGOP	PEJ	ANE	0006	1
	BES-IER-MAGOP-PEJ-ANE-0006					**Fecha**	11/02/2026

Revisión/ Edición	**Fecha**	**Realizado**	**Revisado**	**Aprobado**	**Modificaciones**
1	11/02/2026	SAS	JMCM	ORB	

ÍNDICE GENERAL

1. OBJETO 1

2. NORMATIVA DE REFERENCIA 2

2.1. LEGISLACIÓN EUROPEA 2

2.2. LEGISLACIÓN ESTATAL 2

2.3. LEGISLACIÓN AUTONÓMICA 2

3. RESIDIUOS GENERABLES 2

4. MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MINIMIZACIÓN DE LOS RESIDOS A GENERAR 4

5. REUTILIZACIÓN, VALORACIÓN O ELIMINACIÓN DE RESIDUOS GENERADOS 5

6. MEDIDAS PARA LA SEPARACIÓN DE LOS RESIDUOS 8

7. ESTIMACIÓN DE LOS RESIDUOS A GENERAR 8

7.1. RESIDUOS PELIGROSOS PRODUCIDOS DURANTE LA CONSTRUCCIÓN 8

7.2. RESIDUOS PELIGROSOS PRODUCIDOS DURANTE LA EXPLOTACIÓN 9

7.3. PROCEDIMIENTO DE GESTIÓN DE RESIDUOS PELIGROSOS 10

7.4. RESIDUOS NO PELIGROSOS PRODUCIDOS DURANTE LA CONSTRUCCIÓN 12

7.5. RESIDUOS NO PELIGROSOS GENERADOS DURANTE LA EXPLOTACIÓN 13

7.6. PROCEDIMIENTO DE GESTIÓN DE RESIDUOS NO PELIGROSOS 14

8. LOCALIZACIÓN DE LOS RESIDUOS EN FASE DE CONTRUCCIÓN 14

9. PLIEGO DE CONDICIONES 16

9.1. CONDICIONES DE CARÁCTER GENERAL 16

9.2. TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO 16

9.3. CONDICIONES DE CARÁCTER PARTICULAR 17

10. PRESUPUESTO 21

10.1. PRECIOS UNITARIOS 21

10.2. DESCOMPUESTOS 21

10.3. RESUMEN 25

11. DOCUMENTACIÓN GRÁFICA 25

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Pictogramas de identificación de Residuos peligrosos 10

Figura 2. Ubicación de las zonas de almacenamiento de residuos 15

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Identificación y gestión de residuos 7

Tabla 2. Cantidad máxima acumulable de residuo por unidad de almacenamiento 8

Tabla 3. residuos peligrosos generados durante la construcción 9

Tabla 4. Residuos peligrosos generados durante la explotación 9

Tabla 5. Mecanismos de valorización y eliminación de residuos peligrosos 12

Tabla 6. Residuos NO peligrosos generados durante la construcción 13

Tabla 7. Residuos NO peligrosos generados durante la explotación 13

Tabla 8. Precios unitarios de referencia 21

Tabla 9. Precios descompuestos 25

Tabla 10. Resumen de precios 25

1. OBJETO

Se redacta el presente documento con el objeto de aportar la documentación complementaria con respecto a la gestión de los residuos generados durante la ejecución del presente proyecto, que contempla la construcción de una Instalación de almacenamiento de baterías de litio, situada en el término municipal de Montánchez, con una capacidad de 11MW y conectada a SE existente "Valdemantilla 30/220 kV"

Por tanto, y con esa intención a continuación, se detalla la información más relevante según los distintos apartados requeridos de las siguientes instalaciones:

- Planta "BESS IERÓN" de 11 MW de potencia instalada y capacidad total de 62,50 MWh, situada en el T.M. de Montánchez (Cáceres).
- Edificio destinado a Centro de Seccionamiento, Control y Almacén.
- Líneas Subterráneas Media Tensión 30 kV internas de interconexión entre estaciones de potencia y desde estación de potencia puntera hasta nuevo centro de seccionamiento de la "BESS IERÓN".
- Líneas Subterráneas en Media Tensión 30 kV desde arquetas proyectadas para apertura de línea de evacuación existente de la PSFV "IERÓN" hasta nuevo Centro de Seccionamiento, haciendo entrada/salida en este con el fin de compartir infraestructura de evacuación existente en 30 kV entre PSFV y BESS hasta centro de seccionamiento existente de la PSFV "IERÓN" (no ámbito del proyecto este último).
- Sistema de comunicaciones necesario para el control de la propia instalación BESS y sincronización con la PSFV y subestación asociada.

Además de un breve repaso a la normativa aplicable a los RCD, este Estudio de Gestión de Residuos se ha redactado de acuerdo con el Real Decreto 15/2008, de 1 de febrero, para lo cual:

- Se procederá a la identificación y estimación de la cantidad de residuos de construcción y demolición (RCD) que se generaran en la obra en toneladas y en metros cúbicos, identificados acorde a la lista europea establecida en la Decisión 2014/955/UE de la Comisión, de 18 de diciembre de 2014 como dicta la Ley 7/2022, de 8 de abril de residuos y suelos contaminados para una economía circular.
- Las medidas para la prevención de residuos en la obra objeto del proyecto.
- Las operaciones de reutilización, valorización o eliminación a que se destinarán los residuos que se generarán en la obra.
- Las medidas para la separación de los residuos en obra, en particular, para el cumplimiento por parte del poseedor de los residuos, de la obligación establecida en el apartado 5 del artículo 5.
- Una valoración del coste previsto de la gestión de los residuos de construcción y demolición que formará parte del presupuesto del proyecto en capitulo independiente.

No son objeto de este estudio los elementos que forman la instalación. Al finalizar su vida útil, estos deben ser tratados como residuos de aparatos eléctricos y electrónicos, según se dispone en el Real Decreto 110/2015, del 20 de febrero, que incorpora al ordenamiento jurídico español la Directiva 2012119/UE, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 4 de julio. Esto se debe a que los componentes y equipos electrónicos contienen materiales, como el teluro de cadmio o el dióxido de silicio, altamente tóxicos, que pueden suponer un riesgo para la salud pública y el medio ambiente, si la disposición o el reciclaje no se realizan correctamente. Estos materiales son

extraídos y separados para, a continuación, ser tratados mediante procesos adecuados que garanticen su inocuidad. Su tratamiento se especificará en el apartado específico de desmantelamiento.

La identificación de los residuos a generar, codificados con arreglo a la Lista Europea de Residuos, publicada por Decisión 2014/955/UE de la Comisión, de 18 de diciembre de 2014. No se considerarán incluidos en el cómputo general los materiales que no superan 1 m^3 de aporte y que además no sean considerados peligrosos y requieran por tanto un tratamiento especial.

2. NORMATIVA DE REFERENCIA

2.1. LEGISLACIÓN EUROPEA

- *Directiva 2008/98/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 19 de noviembre de 2008 sobre residuos y por la que se derogan determinadas Directivas*

2.2. LEGISLACIÓN ESTATAL

- *Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular.*
- *Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.*
- *Real Decreto 646/2020, de 7 de julio, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero.*
- *Resolución de 14 de junio de 2001, de la Secretaría General de Medio Ambiente, por la que se dispone la publicación del Acuerdo de Consejo de Ministros, de 1 de junio de 2001, por el que se aprueba el Plan Nacional de Residuos de Construcción y Demolición 2001-2006.*
- *Orden APM/1007/2017, de 10 de octubre, sobre normas generales de valorización de materiales naturales excavados para su utilización en operaciones de relleno y obras distintas a aquéllas en las que se generaron.*
- *Plan Estatal Marco de Gestión de Residuos (PEMAR) 2023-2035.*

2.3. LEGISLACIÓN AUTONÓMICA

- *Decreto 20/2011, de 25 de febrero, por el que se establece el régimen jurídico de la producción, posesión y gestión de los residuos de construcción y demolición en la Comunidad Autónoma de Extremadura.*
- *Ley 5/2010, de 23 de junio, de prevención y calidad ambiental de la Comunidad Autónoma de Extremadura.*

3. RESIDIUOS GENERABLES

Los trabajos de construcción de una obra dan lugar a una amplia variedad de residuos, cuyas características y cantidades generadas dependen de la fase de construcción y del tipo de trabajo ejecutado.

La presente identificación de los residuos está codificada con arreglo a la lista europea de Residuos publicada por *Decisión 2014/955/UE de la Comisión, de 18 de diciembre de 2014*. No se considerarán incluidos en el cómputo general los materiales que no superen 1 m^3 de aporte y que además no sean considerados peligrosos y requieran por tanto un tratamiento especial.

Se identificarán dos categorías de residuos de construcción:

- RCDs de Nivel I. - Residuos generados por el desarrollo de las obras de infraestructura de ámbito local o supramunicipal contenidas en los diferentes planes de actuación urbanística o planes de desarrollo de carácter regional, siendo resultado de los excedentes de excavación de los movimientos de tierra generados en el transcurso de dichas obras. Se trata, por tanto, de las tierras y materiales pétreos, no contaminados, procedentes de obras de excavación.
- RCDs de Nivel II. - Residuos generados principalmente en las actividades propias del sector de la construcción, de la demolición, de la reparación domiciliaria y de la implantación de servicios.

Son residuos no peligrosos aquellos que no experimentan transformaciones físicas, químicas o biológicas significativas.

Los residuos inertes no son solubles ni combustibles, ni reaccionan física ni químicamente ni de ninguna otra manera, ni son biodegradables, ni afectan negativamente a otras materias con las que entran en contacto de forma que puedan dar lugar a contaminación del medio ambiente o perjudicar a la salud humana. Se contemplan los residuos inertes procedentes de obras de construcción y demolición, incluidos los de obras menores de construcción y reparación domiciliaria sometidas a licencia municipal o no.

Los residuos generados serán tan solo los marcados a continuación de la Lista Europea establecida en la tabla de la codificación de los residuos (*Decisión 2014/955/UE de la Comisión, de 18 de diciembre de 2014*).

Se define en el *Decreto 105/2008*, en su artículo 5, además de las obligaciones previstas en la normativa aplicable, la persona física o jurídica que ejecute la obra estará obligada a presentar a la propiedad de la misma un plan que refleje cómo llevará a cabo las obligaciones que le incumban en relación con los residuos de construcción y demolición que se vayan a producir en la obra, en particular las recogidas en el artículo 4.1 y en este artículo. El plan, una vez aprobado por la dirección facultativa y aceptado por la propiedad, pasará a formar parte de los documentos contractuales de la obra.

El poseedor de residuos de construcción y demolición, cuando no proceda a gestionarlos por sí mismo, y sin perjuicio de los requerimientos del proyecto aprobado, estará obligado a entregarlos a un gestor de residuos o a participar en un acuerdo voluntario o convenio de colaboración para su gestión. Los residuos de construcción y demolición se destinarán preferentemente, y por este orden, a operaciones de reutilización, reciclado o a otras formas de valoración.

Según el artículo 11 del mismo Decreto, se prohíbe el depósito en vertedero de residuos de construcción y demolición que no hayan sido sometidos a alguna operación de tratamiento previo. Esta disposición no se aplicará a los residuos inertes cuyo tratamiento sea técnicamente inviable ni a los residuos de construcción y demolición cuyo tratamiento no contribuya a los objetivos establecidos en el artículo 1 ni a reducir los peligros para la salud humana o el medio ambiente. La legislación de las comunidades autónomas podrá eximir de la aplicación del apartado anterior a los vertederos de residuos no peligrosos o inertes de construcción o demolición en poblaciones aisladas que cumplan con la definición que para este concepto recoge el artículo 2 del *Real Decreto 1481/2001, de 27 de diciembre, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero*, siempre que el vertedero se destine a la eliminación de residuos generados únicamente en esa población aislada.

4. MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MINIMIZACIÓN DE LOS RESIDOS A GENERAR

Las medidas de prevención de residuos en obra están basadas en fomentar su prevención, reutilización, reciclado y otras formas de valorización, asegurando que los destinados a operaciones de eliminación reciban un tratamiento adecuado, y contribuir a un desarrollo sostenible de la actividad de construcción.

De carácter general:

- Se llevará a cabo una previsión de los materiales necesarios para la obra, ajustando la cantidad a las mediciones reales de obra al máximo, para evitar la aparición de excedentes de material debido a una mala planificación.
- Se realizará un protocolo de actuación frente a los diferentes tipos de residuos y su posible reutilización in situ.
- Se propiciará la instalación de contenedores adecuados o la creación de áreas de depósito temporal especialmente acondicionadas para almacenar los materiales que puedan reutilizarse posteriormente.
- Los materiales se dispondrán y almacenarán convenientemente protegidos y embalados para evitar roturas u otros deterioros, así como fuera de las zonas de paso o tránsito.
- El traslado de material se realizará de forma controlada tanto a destino intermedio como final, con el fin de evitar desperfectos en los mismos.
- El personal de la obra que participa en la gestión de los residuos debe tener una formación suficiente sobre los aspectos administrativos necesarios. El personal debe recibir la formación necesaria para ser capaz de rellenar partes de transferencia de residuos al transportista (apreciar cantidades y características de los residuos), verificar la calificación de los transportistas y supervisar que los residuos no se manipulan de modo que se mezclen con otros que deberían ser depositados en vertederos especiales.

De prevención de RCD:

- Los contratos de suministro de materiales deben incluir un apartado en el que se defina claramente que el suministrador de los materiales y productos de la obra se hará cargo de los embalajes en que se transportan hasta ella. Se trata de hacer responsable de la gestión a quien origina el residuo. Esta prescripción administrativa de la obra también tiene un efecto disuasorio sobre el derroche de los materiales de embalaje que padecemos.
- Se dará preferencia a proveedores que elaboran sus recipientes/productos con materiales reciclados, biodegradables, o que retornables para su reutilización (palets, madera, etc.). Se primará la adquisición de materiales reciclables frente a otros de mismas prestaciones, pero de difícil o imposible reciclado.
- En el comienzo del movimiento de tierras:
    - Realizar una planificación previa a las excavaciones y movimiento de tierras para minimizar la cantidad de sobrantes por excavación y posibilitar la reutilización de la tierra en la propia obra o emplazamientos cercanos.
    - Destinar unas zonas determinadas al almacenamiento de las tierras y del movimiento de la maquinaria para evitar compactaciones excesivas del terreno.
- En la puesta en obra:

- Se optimizará el empleo de materiales en obra evitando la sobredosificación o la ejecución con derroche de material especialmente de aquellos con mayor incidencia en la generación de residuos.
- Se primará el empleo de elementos desmontables o reutilizables frente a otros de similares prestaciones no reutilizables.
- Se agotará la vida útil de los medios auxiliares y herramientas propiciando su reutilización en el mayor número de obras para lo que se extremarán las medidas de mantenimiento.
- Respecto a la albañilería se dispondrá de una central de corte para evitar la dispersión de residuos y aprovechar, siempre que sea viable, los restos de ladrillo, bloques de cemento, baldosas, …
- Se debe programar correctamente la llegada de camiones de hormigón para evitar el principio de fraguado y, por tanto, la necesidad de su devolución a planta que afecta a la generación de residuos y a las emisiones derivadas del transporte. También se aprovecharán los restos frescos del hormigón siempre que sea posible.

• En el almacenamiento:
  - Se realizará un plan de inspecciones periódicas de materiales, productos y residuos acopiados o almacenados para garantizar que se mantienen en las debidas condiciones.
  - Se almacenarán los materiales correctamente para protegerlos de la intemperie y evitar su deterioro, corrosión (metales) y transformación en residuo.
  - Se fomentará la separación de los residuos. Para ello, se establecerá un punto limpio, para la recogida selectiva, clasificación y almacenamiento temporal de los residuos, con un número suficiente de contenedores. Este reunirá las siguientes condiciones: estará completamente impermeabilizado y dispondrá de un sistema de drenaje superficial, de modo que los líquidos circulen por gravedad y se pueda recoger cualquier derrame accidental, será accesible al personal de obra y estará convenientemente señalizado y vallado, será accesible para los vehículos que retirarán los contenedores, no interferirá el desarrollo normal de la obra. Una vez terminadas las obras, se retirará todo el material aportado al terreno junto con todos los residuos que se hubieran producido.
  - Los contenedores, sacos, depósitos y demás recipientes de almacenaje y transporte de los diversos residuos deben estar etiquetados debidamente. Los residuos deben ser fácilmente identificables para los que trabajan con ellos y para todo el personal de la obra. Por consiguiente, los recipientes que los contienen deben ir etiquetados, describiendo con claridad la clase y características de los residuos. Estas etiquetas tendrán el tamaño y disposición adecuada, de forma que sean visibles, inteligibles y duraderas, capaces de soportar el deterioro de los agentes atmosféricos y el paso del tiempo.

5. REUTILIZACIÓN, VALORACIÓN O ELIMINACIÓN DE RESIDUOS GENERADOS

De acuerdo con el principio de jerarquía establecido en la *Ley 7/2022* (Orden de prioridad: Prevención, Preparación para la reutilización, reciclado, Otro tipo de valorización, incluida la valorización energética, Eliminación), la recogida selectiva de los residuos debe ir encaminada tanto a facilitar la reutilización-valorización de los residuos, como a mejorar su gestión en el vertedero. Así, los residuos, una vez clasificados pueden enviarse

a gestores especializados en el reciclaje o deposición de cada uno de ellos, evitándose así transportes innecesarios motivados debido a la alta heterogeneidad de los residuos o por contener materiales no admitidos por el vertedero o la central recicladora.

Para el tratamiento de los residuos generados durante la ejecución de las obras se dará preferencia siempre a la reutilización o reciclaje frente a la deposición en vertedero. Si esto no es posible, se seleccionarán vertederos controlados que se sitúen lo más cerca posible de las obras.

Código LER	Residuo	Tratamiento	Destino
13 02 05	Aceites minerales no clorados de motor	Gestor autorizado	Gestor autorizado
10 02 06	Aceites sintéticos de motor, de transmisión mecánica y lubricantes	Gestor autorizado	Gestor autorizado
13 03 06	Aceites minerales clorados de aislamientos	Gestor autorizado	Gestor autorizado
15 01 06	Envases mezclados	Gestor autorizado	Gestor autorizado
15 01 10	Envases con restos de sustancias peligrosas	Gestor autorizado	Gestor autorizado
15 01 11	Aerosoles	Gestor autorizado	Gestor autorizado
15 02 02	Absorbentes, materiales de filtración, trapos de limpieza	Gestor autorizado	Gestor autorizado
16 06 05	Baterías, Almacenamiento Litio	Reciclado / Eliminación	Planta de reciclaje RCD / vertedero de RCD
17 01 01	Hormigón	Reciclado / Eliminación	Planta de reciclaje RCD / vertedero de RCD
17 01 02	Ladrillos	Reciclado / Eliminación	Planta de reciclaje RCD / vertedero de RCD
17 02 01	Madera	Reciclado/ Valorización	Planta de reciclaje/ planta de valorización energética
17 02 03	Plástico	Reciclado/ Valorización	Planta de reciclaje RCD / vertedero de RCD
17 04 07	Metales mezclados	Retirada por gestor autorizado priorizando su valorización	Retirada por gestor autorizado priorizando su valorización
17 04 11	Cables que no contienen hidrocarburos, alquitrán de hulla u otras sustancias peligrosas.	Reciclaje o recuperación de compuestos metálicos	Reciclaje o recuperación de compuestos metálicos

Código LER	Residuo	Tratamiento	Destino
17 05 04	Tierras y piedras distintas de las especificadas en el código	Sin tratamiento específico	Uso en la misma obra/ Restauración/ vertedero
17 09 03	Otros RCD con sustancias peligrosas	Gestor autorizado	Gestor autorizado
17 09 04	Residuos mezclados de construcción/demolición que no contengan sustancias peligrosas	Reciclado / Eliminación	Planta de reciclaje RCD / vertedero de RCD
20 01 01	Envases de papel y cartón	Recogida mediante Sistema Integrado de Gestión (SIG)	Planta de reciclaje
20 01 39	Envases de plástico	Recogida mediante Sistema Integrado de Gestión (SIG)	Planta de reciclaje
20 03 01	Mezcla de residuos municipales	Valorización/ Eliminación	Planta de tratamiento/ vertedero

Tabla 1. Identificación y gestión de residuos

Cada residuo será almacenado en la obra según su naturaleza, y se depositarán en el lugar destinado a tal fin, según se vayan generando.

Los residuos no peligrosos se almacenarán temporalmente en contenedores metálicos o sacos industriales según el volumen generado previsto, en la ubicación previamente designada.

También se depositarán en contenedores o en sacos independientes los residuos valorizables como metales o maderas para facilitar su posterior gestión.

Todos los contenedores o sacos industriales que se utilicen en las obras tendrán que estar identificados según el tipo de residuo o residuos que van a contener. Estos contenedores tendrán que estar marcados además con el titular del contenedor, su razón social y su código de identificación fiscal, además del número de inscripción en el registro de transportistas de residuos. El responsable de la obra adoptará medidas para evitar que se depositen residuos ajenos a la propia obra.

Los residuos sólidos urbanos (RSU) se recogerán en contenedores específicos para ello, y se ubicarán donde determine la normativa municipal. Se puede solicitar permiso para el uso de contenedores cercanos o contratar el servicio de recogida con una empresa autorizada por el ayuntamiento.

Los residuos cuyo destino sea el depósito en vertedero autorizado deberán ser trasladados y gestionados según marca la legislación.

Los residuos peligrosos que se generen en la obra se almacenarán en recipientes cerrados y señalizados, bajo cubierta. El almacenamiento se realizará siguiendo la normativa específica de residuos peligrosos.

Se deberá tener constancia de las autorizaciones de los gestores de los residuos, de los transportistas y de los vertederos.

6. MEDIDAS PARA LA SEPARACIÓN DE LOS RESIDUOS

Residuo	Cantidad (t)
Hormigón	80
Ladrillos, tejas, cerámicos	40
Metal	2
Madera	1
Vidrio	1
Plástico	0,5
Papel y cartón	0,5

Tabla 2. Cantidad máxima acumulable de residuo por unidad de almacenamiento

Se aplicarán las siguientes medidas propuestas:

- Eliminación previa de elementos desmontables y/o peligrosos.
- Segregación en obra nueva.
- Separación "in situ" de los RCD marcados en el artículo 5.5 del *Real Decreto 105/2008*, aunque no se superen en la estimación inicial las cantidades limitantes.

Esta segregación se realizará dentro de la propia obra. En caso de no haber espacio físico suficiente, se podrá realizar la segregación por un gestor autorizado en una instalación exterior, disponiendo entonces de la documentación acreditativa.

7. ESTIMACIÓN DE LOS RESIDUOS A GENERAR

De acuerdo con el principio de jerarquía establecido en la Ley 7/2022 (Orden de prioridad: Prevención, Preparación para la reutilización, reciclado, Otro tipo de valorización, incluida la valorización energética, Eliminación), la recogida selectiva de los residuos debe ir encaminada tanto a facilitar la reutilización-valorización de los residuos, como a mejorar su gestión en el vertedero. Así, los residuos, una vez clasificados pueden enviarse a gestores especializados en el reciclaje o deposición de cada uno de ellos, evitándose así transportes innecesarios motivados debido a la alta heterogeneidad de los residuos o por contener materiales no admitidos por el vertedero o la central recicladora.

Para el tratamiento de los residuos generados durante la ejecución de las obras se dará preferencia siempre a la reutilización o reciclaje frente a la deposición en vertedero. Si esto no es posible, se seleccionarán vertederos controlados que se sitúen lo más cerca posible de las obras.

7.1. RESIDUOS PELIGROSOS PRODUCIDOS DURANTE LA CONSTRUCCIÓN

Los residuos peligrosos y cantidad que se producirán durante la **fase de construcción** serán los que se detallan a continuación:

Residuo	Fuente productora	Código LER	Cantidad (t)
Pinturas	Montaje mecánico	08 01 11	0,01
Aceites minerales	Mantenimiento de maquinaria	13 02 05	0,01
		13 02 06	0,01
Envases de sustancias peligrosas	Mantenimiento de maquinaria	15 01 10	0,12
		15 01 11	0,01
Absorbentes, materiales de filtración, trapos de limpieza	Mantenimiento de maquinaria	15 02 02	0,01
RCD que contienen sustancias peligrosas	Mantenimiento de maquinaria	17 09 03	0,06
Baterías de almacenamiento de Litio	Montaje electromecánico	16 06 05	0,01

Tabla 3. residuos peligrosos generados durante la construcción

Durante la obra se producirán residuos peligrosos tales como aceites minerales no clorados de motor, transmisión mecánica y lubricantes procedentes del mantenimiento de la maquinaria de construcción y otros vehículos; así como envases que contienen restos de sustancias peligrosas o que están contaminadas por ellas, como pueden ser envases de aceites lubricantes, disolventes, pinturas, filtros de aceite, trapos y material impregnado con aceite procedentes del mantenimiento de la maquinaria, etc.

7.2. RESIDUOS PELIGROSOS PRODUCIDOS DURANTE LA EXPLOTACIÓN

Los residuos peligrosos y cantidad que se producirán por año durante la fase de explotación serán los que se detallan a continuación:

Residuo	Fuente productora	Código LER	Cantidad (kg)
Pinturas	Montaje mecánico	08 01 11	5,25
Aceites minerales	Mantenimiento de maquinaria	13 02 05	0,30
		13 02 06	0,30
Envases de sustancias peligrosas	Mantenimiento de maquinaria	15 01 10	6,00
		15 01 11	0,60
Absorbentes, materiales de filtración, trapos de limpieza	Mantenimiento de maquinaria	15 02 02	10,50
RCD que contienen sustancias peligrosas	Obra civil	17 09 03	3,00
Baterías de almacenamiento de Litio	Montaje electromecánico	16 06 05	0,60

Tabla 4. Residuos peligrosos generados durante la explotación

7.3. PROCEDIMIENTO DE GESTIÓN DE RESIDUOS PELIGROSOS

En cuanto al tratamiento de residuos peligrosos es imprescindible que los mismos se segreguen, y una vez separados los residuos por su tipología, para su correcto almacenaje deberán habilitarse durante el período de ejecución de las obras, recipientes estancos, depósitos impermeabilizados u otros sistemas alternativos para el almacenamiento provisional de dichos residuos hasta su evacuación por un gestor autorizado. De la misma forma, las superficies sobre las que se ubiquen las zonas de instalaciones auxiliares de obra se aislarán de la red de drenaje natural, dotándolas de un sistema propio de recogida de aguas, aceites, combustibles, etc. que evite su vertido incontrolado al medio. Las sustancias recogidas serán tratadas de forma adecuada a su caracterización, actuándose de igual forma con los suelos afectados por las zonas de instalaciones auxiliares de obra una vez dejen de prestar servicio como tales.

Este envasado de residuos peligrosos se hará de conformidad con lo establecido en el artículo 35 del *Reglamento (CE) n.º 1272/2008 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 16 de diciembre de 2008*.

Estos envases y sus cierres estarán concebidos y realizados de forma que se evite cualquier pérdida de su contenido y construidos con materiales no susceptibles de ser atacados por el contenido, ni de formar con éste combinaciones peligrosas.

El envasado de los Residuos Peligrosos se hará de forma que se evite generación de calor, explosiones, igniciones, formación de sustancias tóxicas o cualquier efecto que aumente su peligrosidad o dificulte su gestión.

Los distintos contenedores llevarán las correspondientes etiquetas de almacenamiento temporal de residuos, que deberá tener las características recogidas en artículo 21 de la *Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados*. Las etiquetas deberán tener el siguiente contenido:

- El código y la descripción del residuo conforme a lo establecido en el artículo 6, así como el código y la descripción de las características de peligrosidad de acuerdo con el anexo I.
- Nombre, Asignación de Número de Identificación Medioambiental (en adelante «NIMA»), dirección, postal y electrónica, y teléfono del productor o poseedor de los residuos.
- Fecha en la que se inicia el depósito de residuos.
- La naturaleza de los peligros que presentan los residuos, que se indicará mediante los pictogramas descritos en el *Reglamento (CE) n.º 1272/2008 del Parlamento y del Consejo, de 16 de diciembre de 2008.*



Figura 1. Pictogramas de identificación de Residuos peligrosos

Cuando se asigne a un residuo envasado más de un indicador de riesgo se tendrá en cuenta que la obligación de poner el indicador de riesgo de residuo tóxico hace que sea facultativa la inclusión de los indicadores de riesgo nocivo y corrosivo; y que la obligación de poner el indicador de riesgo de residuo explosivo hace que sea facultativa la inclusión del indicador de riesgo de residuo inflamable y comburente.

La etiqueta debe ser fijada firmemente sobre el envase, debiendo ser anuladas etiquetas anteriores. El tamaño de la etiqueta deberá tener como mínimo unas dimensiones de 10x10 cm.

El almacenamiento de los residuos tóxicos y peligrosos se realizará en la zona específica para tal fin, para su gestión posterior mediante cesión a una entidad gestora. El almacenamiento durará un tiempo equivalente al tiempo de mantenimiento.

Se procederá a la elaboración de un Registro de los Residuos Peligrosos producidos en el que deberán constar los siguientes datos:

- Origen de los residuos.
- Cantidad, naturaleza y código de identificación.
- Fecha de cesión de los mismos.

Asimismo, se deberán registrar y conservar los documentos de aceptación de los residuos en las instalaciones de tratamiento y eliminación durante un tiempo no inferior a cinco años. Durante ése mismo periodo se deberán conservar los ejemplares del “Documento de Control y Seguimiento” que reflejan el origen y destino de los residuos peligrosos.

Según el artículo 20 de la *Ley 7/2022, de 8 de abril*, el productor inicial u otro poseedor de residuos está obligado a asegurar el tratamiento adecuado de sus residuos, de conformidad con los principios establecidos en los artículos 7 y 8. Para ello, dispondrá de las siguientes opciones:

a) Realizar el tratamiento de los residuos por sí mismo, siempre que disponga de la correspondiente autorización para llevar a cabo la operación de tratamiento.
b) Encargar el tratamiento de sus residuos a un negociante registrado o a un gestor de residuos autorizado que realice operaciones de tratamiento.
c) Entregar los residuos a una entidad pública o privada de recogida de residuos, incluidas las entidades de economía social, para su tratamiento, siempre que estén registradas conforme a lo establecido en esta ley.

Dichas obligaciones deberán acreditarse documentalmente.

Cuando los residuos se entreguen desde el productor inicial o poseedor a alguna de las personas físicas o jurídicas mencionadas en el apartado anterior para el tratamiento intermedio o a un negociante, como norma general no habrá exención de la responsabilidad de llevar a cabo una operación de tratamiento completo. La responsabilidad del productor inicial o poseedor del residuo concluirá cuando quede debidamente documentado el tratamiento completo, a través de los correspondientes documentos de traslado de residuos, y cuando sea necesario, mediante un certificado o declaración responsable de la instalación de tratamiento final, los cuales podrán ser solicitados por el productor inicial o poseedor.

Las alternativas de gestión previstas para la eliminación y/o valorización del residuo serán:

Residuo	Mecanismo de valorización y/o eliminación según Ley 7/2022
Aceites minerales	R09
Envases contaminados con sustancias peligrosas	R01, R03, R04, R05
Material impregnado	R01, R03, R05
Baterías de plomo	R03, R04
Filtros de aceite	R01, R04, R09
Mezcla de madera o plástico con sustancias peligrosas	R01, R03, R05
Residuos metálicos con sustancias peligrosas	R09

Tabla 5. Mecanismos de valorización y eliminación de residuos peligrosos

- R01: Utilización principal como combustible o como otro medio de generación de energía.
- R03: Reciclado o recuperación de sustancias orgánicas no utilizadas como disolvente.
- R04: Reciclado o recuperación de metales y compuestos metálicos.
- R05: Reciclado o recuperación de otras materias inorgánicas.
- R07: Valorización de componentes utilizados para reducir la contaminación.
- R09: Regeneración u otro nuevo empleo de aceites

7.4. RESIDUOS NO PELIGROSOS PRODUCIDOS DURANTE LA CONSTRUCCIÓN

Según el artículo 26 de la *Ley 7/2022, de 8 de abril*, con objeto de cumplir los objetivos de la ley y de contribuir hacia una economía circular europea con un alto nivel de eficiencia de los recursos, las autoridades competentes deberán adoptar las medidas necesarias, a través de los planes y programas de gestión de residuos, para garantizar que:

- La cantidad de residuos no peligrosos de construcción y demolición destinados a la preparación para la reutilización, el reciclado y otra valorización de materiales, incluidas las operaciones de relleno, con exclusión de los materiales en estado natural definidos en la categoría 17 05 04 de la lista de residuos, deberá alcanzar como mínimo el 70% en peso de los producidos.

Según el artículo 30 de la *Ley 7/2022, de 8 de abril*, a partir del 1 de julio de 2022, los residuos de la construcción y demolición no peligrosos deberán ser clasificados en, al menos, las siguientes fracciones: madera, fracciones de minerales (hormigón, ladrillos, azulejos, cerámica y piedra), metales, vidrio, plástico y yeso. Asimismo, se clasificarán aquellos elementos susceptibles de ser reutilizados tales como tejas, sanitarios o elementos estructurales. Esta clasificación se realizará de forma preferente en el lugar de generación de los residuos y sin perjuicio del resto de residuos que ya tienen establecida una recogida separada obligatoria.

Residuo	Fuente productora	Código LER	Cantidad (t)
Envases mezclados	Embalajes	15 01 06	0,24
Hormigón	Obra civil	17 01 01	4,80
Mezclas o fracciones de hormigón, ladrillos, tejas	Obra civil	17 01 07	0,60

y materiales cerámicos distintas de las especificadas en el código 17 01 06			
Madera	Embalajes	17 02 01	0,01
Plástico	Embalajes	17 02 03	0,01
Cobre, bronce, latón	Cableado	17 04 01	0,12
Metales mezclados	Montaje mecánico	17 04 07	0,06
Cables sin hidrocarburos alquitrán o sustancias peligrosas	Cableado	17 04 11	0,02
Excedentes de excavación (tierras sin contaminar)	Obra civil	17 05 04	248,55
Papel y cartón	Embalajes	20 01 01	0,01
Plásticos	Embalajes	20 01 39	0,12
Residuos municipales mezclados	Comedores para los empleados	20 03 01	0,84
Vidrio, Aluminio, Silicio	Montaje mecánico	-	0,12

Tabla 6. Residuos NO peligrosos generados durante la construcción

7.5. RESIDUOS NO PELIGROSOS GENERADOS DURANTE LA EXPLOTACIÓN

Los residuos no peligrosos y cantidad que se producirán por año durante la **fase de explotación** serán los que se detallan a continuación:

Residuo	Fuente productora	Código LER	Cantidad (kg)
Envases mezclados	Embalajes	15 01 06	24,00
Madera	Embalajes	17 02 01	0,12
Plástico	Embalajes	17 02 03	0,12
Cobre, bronce, latón	Cableado	17 04 01	12,00
Metales mezclados	Montaje mecánico	17 04 07	15,00
Cables sin hidrocarburos alquitrán o sustancias peligrosas	Cableado	17 04 11	4,80
Papel y cartón	Embalajes	20 01 01	0,12
Residuos municipales mezclados	Comedores para los empleados	20 03 01	840,00

Tabla 7. Residuos NO peligrosos generados durante la explotación

7.6. PROCEDIMIENTO DE GESTIÓN DE RESIDUOS NO PELIGROSOS

Los residuos que se originan deben ser gestionados de la manera más eficaz para su valorización. Es necesario prever en qué forma se va a llevar a cabo la gestión de todos los residuos que se originan en la obra. Se debe determinar la forma de valorización de los residuos, si se reutilizarán, reciclarán o servirán para recuperar la energía almacenada en ellos. El objetivo es poder disponer los medios y trabajos necesarios para que los residuos resultantes estén en las mejores condiciones para su valorización.

Fomentar la clasificación de los residuos que se producen de manera que sea más fácil su valorización y gestión en el vertedero. La recogida selectiva de los residuos es tan útil para facilitar su valorización como para mejorar su gestión en el vertedero. Así, los residuos, una vez clasificados pueden enviarse a gestores especializados en el reciclaje o deposición de cada uno de ellos, evitándose así transportes innecesarios porque los residuos sean excesivamente heterogéneos o porque contengan materiales no admitidos por el vertedero o la central recicladora.

Según el Artículo 30.2 de la *Ley 7/2022* a partir del 1 de julio de 2022, los residuos de la construcción y demolición no peligrosos deberán ser clasificados en, al menos, las siguientes fracciones:

- Madera
- Fracciones de minerales (hormigón, ladrillos, azulejos, cerámica y piedra)
- Metales
- Vidrio
- Plástico
- Yeso

Asimismo, se clasificarán aquellos elementos susceptibles de ser reutilizados tales como tejas, sanitarios o elementos estructurales. Esta clasificación se realizará de forma preferente en el lugar de generación de los residuos y sin perjuicio del resto de residuos que ya tienen establecida una recogida separada obligatoria.

8. LOCALIZACIÓN DE LOS RESIDUOS EN FASE DE CONTRUCCIÓN

Según el artículo 37 de la *Ley 7/2022*, de 8 de abril, se deberá ofrecer información a las instalaciones de preparación para la reutilización sobre reparación y desguace y al resto de instalaciones de tratamiento para la correcta gestión de los residuos, así como información fácilmente accesible al público sobre las características del producto relativas a la durabilidad, capacidad de reutilización, reparabilidad, reciclabilidad y contenido en materiales reciclados.

Durante la fase constructiva del proyecto, de mayor volumen de generación de residuos, se han establecido las zonas de almacenamiento de residuos dentro del vallado. Se encuentran dos zonas de almacenamiento de residuos no peligrosos, al este de la planta, un lavadero de camiones y una zona de almacenamiento de residuos peligrosos., situados al oeste de la planta, próximos a la puerta de acceso.

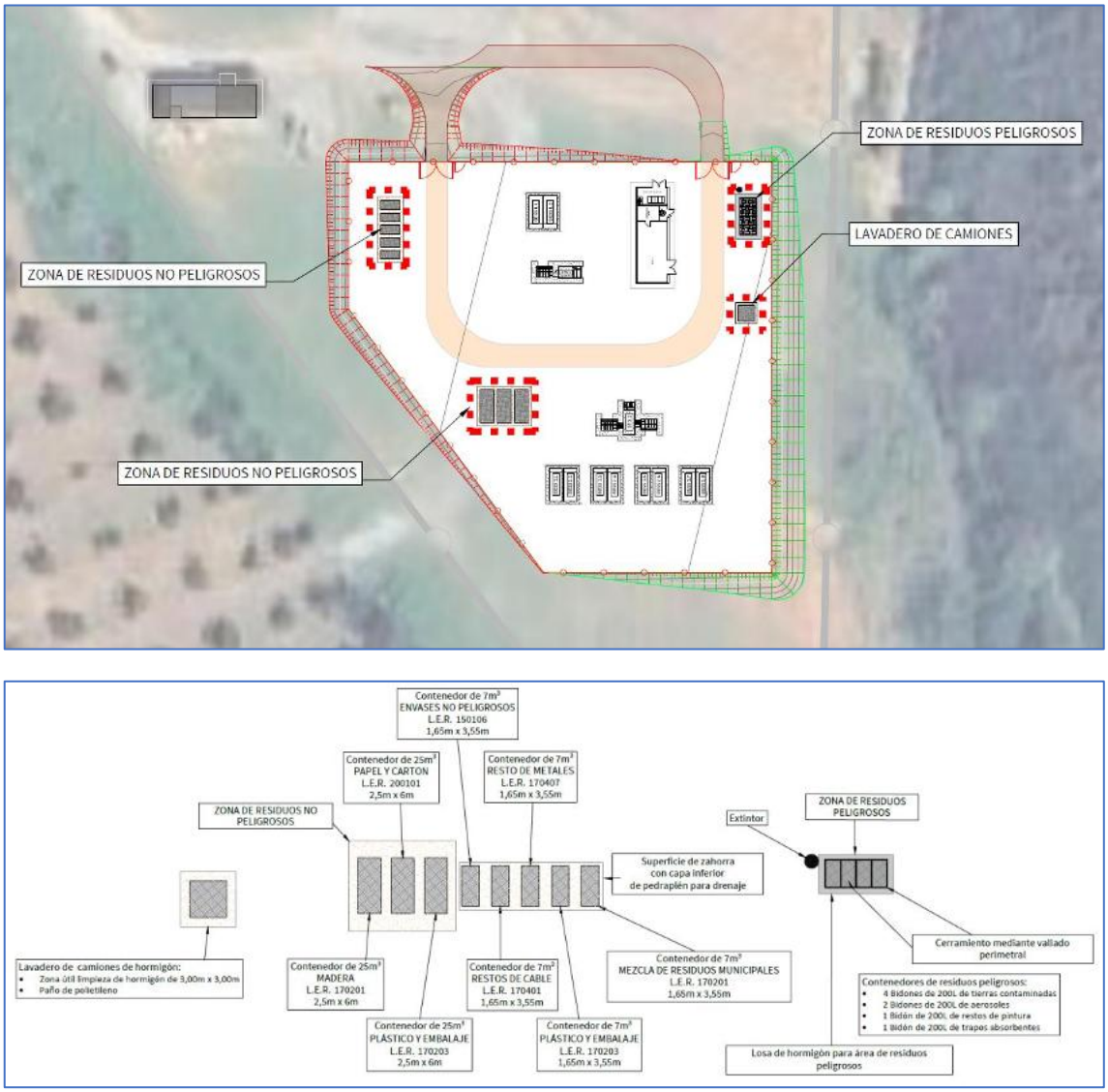




Figura 2. Ubicación de las zonas de almacenamiento de residuos

9. PLIEGO DE CONDICIONES

A continuación, se describen las condiciones que se deben cumplir en el desarrollo de los trabajos para poder realizar una correcta gestión (almacenamiento, manejo y otras operaciones) de los residuos de construcción y demolición que se generen durante la obra.

9.1. CONDICIONES DE CARÁCTER GENERAL

En la construcción se procurará ocasionar los mínimos daños posibles, aleccionando al personal en este sentido.

El abastecimiento de agua se realizará según las necesidades de la obra y será suministrada mediante camión cisterna.

Una vez acabada cada una de las partes de la instalación se dejará el terreno colindante limpio de materiales sobrantes, recogiéndolos y retirándolos a vertederos o lugares de recogida de residuos; de tal forma que el terreno quede en las mismas circunstancias que antes de comenzar.

La segregación, tratamiento y gestión de residuos se realizará mediante el tratamiento correspondiente por parte de empresas homologadas mediante contenedores o sacos industriales que cumplirán las especificaciones de la normativa vigente.

El contratista prestará especial atención al efecto que puedan tener las distintas operaciones e instalaciones que necesite realizar para la ejecución del contrato sobre el paisaje y la vegetación natural en las zonas en que se hallan las obras.

El contratista cuidará durante la realización de los trabajos de evitar especialmente las afecciones a la vegetación natural, en este sentido las instalaciones temporales, depósitos y acopios de materiales se realizarán, preferentemente junto a los caminos de acceso, en zonas desprovistas de vegetación natural. En todo caso deberán ser previamente autorizados por el Director de Obra.

Se prohibirá expresamente la circulación de vehículos fuera de los accesos señalizados.

Una vez que las obras hayan terminado, todas las instalaciones y depósitos construidos con carácter temporal para el servicio de la misma, deberán ser desmontadas y los lugares de su emplazamiento restaurados a su forma original.

Toda la obra se ejecutará de forma que las zonas afectadas queden totalmente limpias y en condiciones estéticas acordes con el paisaje circundante.

Estos trabajos se considerarán incluidos en el contrato y, por tanto, no serán objeto de abonos por su realización.

Se tomará nota de la superficie de terreno sembrado que haya sido deteriorado, así como el número de cepas, arbustos y árboles (indicando su superficie y diámetro) que haya sido necesario talar; y se enviará la relación completa de los daños a la compañía promotora.

9.2. TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO

Se pondrá cuidado en las operaciones de carga, transporte, manipulación y descarga de los materiales empleados para la construcción de las instalaciones, para evitar que sufran deterioros por golpes o roces. Estas precauciones se tomarán siempre, lo mismo en el almacén o taller que durante el montaje.

En el transporte de los contenedores se tendrá especial cuidado en colocarlos descansando por completo en la superficie habilitada. Si la plataforma del vehículo no fuera completamente plana, se colocarán listones de madera para compensar dichos salientes. La parte más expuesta, se protegerá para evitar que pueda sufrir deterioro. Se colocarán adecuadamente para evitar que reciban golpes.

Durante el transporte no se colocarán otros objetos por encima de los contenedores que les puedan producir desequilibrios y, asimismo, se evitará que otros cuerpos, principalmente si tiene aristas vivas, golpeen o queden en contacto con ellos.

Los contenedores deberán ser transportados por vehículos especializados para esos pesos y volúmenes.

9.2.1. PRUEBAS Y ENSAYOS

Los residuos gestionados fuera de la obra podrán ser sometidos a pruebas y ensayos normalizados con el fin de comprobar que cumplen con las condiciones exigidas. Se deberá de notificar a la propiedad y dirección facultativa de los ensayos, por si consideran oportuno asistir a los mismos. La propiedad se reserva a facultad de la inspección de los distintos residuos, tanto en los del contratista, como de sus subcontratas, durante la duración de la obra misma. Para ello, se presentarán muestras de los materiales a emplear con la antelación suficiente y antes de su destrucción o reciclaje para su reconocimiento y ensayo, bien en obra (si existen los medios suficientes) o bien en un laboratorio. De no ser satisfactorios los resultados se procederá al rechazo de los mismos para una nueva clasificación

El material será descargado y comprobado, dosificándolo y efectuando su control de calidad, consistente en separar cada una de ella, con el fin de que pueda procederse a su clasificación.

9.2.2. CERTIFICACIÓN DE LOS MEDIOS EMPLEADOS

Se proporcionarán a la Dirección Facultativa de la obra y a la Propiedad los certificados, emitidos por autoridades homologadas, de los contenedores utilizados, así como de los puntos de vertido final.

9.2.3. LIMPIEZA DE OBRAS

Se mantendrá la obra y sus alrededores limpia de escombros y de materiales sobrantes.

Las instalaciones provisionales que no sean necesarias se retirarán tan pronto como se pueda, ejecutando todos los trabajos y adoptando las medidas que sean apropiadas para que la obra presente buen aspecto.

9.3. CONDICIONES DE CARÁCTER PARTICULAR

El depósito temporal de los escombros se realizará en sacos industriales (de menos de 1 m^3) o en contenedores metálicos específicos (con ubicación acorde a las ordenanzas municipales). Dicho depósito en acopios deberá estar en lugares debidamente señalizados y segregados del resto de residuos.

El depósito temporal para RCDs valorizables (maderas, plásticos, metales, chatarra…) se realizará en contenedores o acopios, que se señalizarán y segregarán del resto de residuos de un modo adecuado.

El responsable de la obra a la que presta servicio el contenedor adoptará las medidas necesarias para evitar el depósito de residuos ajenos a la misma. Los contenedores permanecerán cerrados o cubiertos, al menos, fuera del horario de trabajo, para evitar el depósito de residuos ajenos a las obras a la que prestan servicio.

Se destinarán los medios necesarios para realizar la separación adecuada para cada tipo de RCDs.

Se atenderán los criterios municipales establecidos (ordenanzas, condiciones de licencia de obras…), especialmente si obligan a la separación en origen de determinadas materias objeto de reciclaje o deposición. En este último caso se deberá asegurar por parte del contratista realizar una evaluación económica de las condiciones en las que es viable esta operación, tanto por las posibilidades reales de ejecutarla como por disponer de plantas de reciclaje o gestores de RCDs adecuados. La Dirección de Obra será la responsable de tomar la última decisión y de su justificación ante las autoridades locales o autonómicas pertinentes.

La contratación de la gestión de los RCDs en su destino final (planta de reciclaje, vertedero, cantera, incineradora…) se hará con centros autorizados por la Consejería de Medio Ambiente. Se llevará a cabo un control documental en el que quedarán reflejados los avales de retirada y entrega final de cada transporte de residuos.

Los residuos de carácter urbano generados en las obras (restos de comidas, envases…) serán gestionados acorde con los preceptos marcados por la legislación y autoridad municipal correspondiente.

Los restos de lavado de canaletas y cubas de hormigón serán tratados como escombros.

Se evitará en todo momento la contaminación con productos tóxicos o peligrosos de los plásticos y restos de madera para su adecuada segregación, así como la contaminación de los acopios o contenedores de escombros con componentes peligrosos.

Si las tierras superficiales pueden tener un uso posterior para jardinería o recuperación de los suelos degradados, será retirada y almacenada durante el menor tiempo posible en caballones de altura no superior a 2 metros. Se evitará la humedad excesiva, la manipulación y la contaminación con otros materiales.

9.3.1. EVACUACIÓN DE RESIDUOS

Se señalizarán las zonas de recogida de escombros.

El contenedor deberá cubrirse siempre por una lona o plástico para evitar la propagación del polvo.

Durante los trabajos de carga de escombros se prohibirá el acceso y permanencia de operarios en las zonas de influencia de las máquinas (palas cargadoras, camiones, etc.)

Nunca los escombros sobrepasarán los cierres laterales del receptáculo (contenedor o caja del camión), debiéndose cubrir por una lona o toldo o, en su defecto, se regarán para evitar propagación del polvo en su desplazamiento hacia vertedero.

9.3.2. CARGA Y TRANSPORTE DE RESIDUOS

Toda la maquinaria para el movimiento y transporte de tierras y escombros (camión volquete, pala cargadora, Dumper, etc.), serán manejadas por personal perfectamente adiestrado y cualificado.

Nunca se utilizará esta maquinaria por encima de sus posibilidades. Se revisarán y mantendrían de forma adecuada. Con condiciones climatológicas adversas se extremará la precaución y se limitará su utilización y, en caso necesario, se prohibirá su uso.

Si existen líneas eléctricas, estas se eliminarán o protegerán para evitar entrar en contacto con ellas.

Antes de iniciar una maniobra o movimiento imprevisto deberá avisarse con una señal acústica.

Ningún operario deberá permanecer en la zona de acción de las máquinas y de la carga. Solamente los conductores de camión podrán permanecer en el interior de la cabina si ésta dispone de visera de protección.

Nunca se sobrepasará la carga máxima de los vehículos ni los laterales de cierre.

La carga, en caso necesario, se asegurará para que no pueda desprenderse durante el transporte.

Se señalizarán las zonas de acceso, recorrido y vertido.

El ascenso o descenso de las cabinas se realizará utilizando los peldaños y asideros de que disponen las máquinas. Éstos se mantendrán limpios de barro, grasa u otros elementos que los hagan resbaladizos.

En el uso de palas cargadoras, además de las medidas reseñadas se tendrá en cuenta:

- El desplazamiento se efectuará con la cuchara lo más baja posible.
- No se transportarán ni izarán personas mediante la cuchara.
- Al finalizar el trabajo la cuchara deber apoyar en el suelo.

En el caso de Dumper se tendrá en cuenta:

- Estarán dotados de cabina antivuelco o, en su defecto, de barra antivuelco. El conductor usará cinturón de seguridad.
- No se sobrecargará el cubilote de forma que impida la visibilidad ni que la carga sobresalga lateralmente.
- Para transporte de masas, el cubilote tendrá una señal de llenado máximo.
- No se transportarán operarios en el Dumper, ni mucho menos en el cubilote.
- En caso de fuertes pendientes, el descenso se hará marcha atrás.
- Se organizará el tráfico determinando zonas de trabajo y vías de recirculación.

Cuando en las proximidades de una excavación existan tendidos eléctricos con los hilos desnudos, se deberá tomar alguna de las siguientes medidas:

- Desvío de la línea.
- Corte de la corriente eléctrica.
- Protección de la zona mediante apantallados.

Se guardarán las máquinas y vehículos a una distancia de seguridad determinada en función de la carga eléctrica.

Se acotará la zona de acción de cada máquina en su tajo. Cuando sea marcha atrás o el conductor esté falto de visibilidad, estará auxiliado por otro operario en el exterior del vehículo. Se extremarán estas precauciones cuando el vehículo o máquina cambie de operación a realizar y/o se entrecrucen itinerarios.

En la operación de vertido de materiales con camiones, un auxiliar se encargará de dirigir la maniobra con objeto de evitar atropellos a personas y colisiones con otros vehículos.

Para transportes de tierras situadas a niveles inferiores a la cota 0, el ancho mínimo de la rampa será de 4,50 m, ensanchándose en las curvas, y sus pendientes no serán mayores del 12 % o del 8 %, según se trate de tramos rectos o curvos respectivamente. En cualquier caso, se tendrá en cuenta la maniobrabilidad de los vehículos utilizados.

Los vehículos de carga, antes de salir a la vía pública, contarán con un tramo horizontal de terreno consistente, de longitud no menor a vez y media la separación entre ejes, ni inferior a 6 m.

Las rampas para el movimiento de camiones y/o máquinas conservarán el talud lateral que exija el terreno.

La carga, tanto manual como mecánica, se realizará por los laterales del camión o por la parte trasera. Si se carga el camión por medios mecánicos, la pala no pasará por encima de la cabina. Cuando sea imprescindible que un vehículo de carga, durante o después del vaciado, se acerque al borde del mismo, se dispondrán topes de seguridad, comprobándose previamente la resistencia del terreno al peso del mismo.

9.3.3. ALMACENAMIENTO DE RESIDUOS

Para los caballones o depósitos de tierras en obra se tendrá en cuenta lo siguiente:

- El material vertido en caballones no se podrá colocar de forma que represente un peligro para construcciones existentes, por presión directa o por sobrecarga sobre el terreno contiguo.
- Deberán tener forma regular.
- Deberán situarse en los lugares que al efecto señale la dirección facultativa, y se cuidará de evitar arrastres hacia la zona de excavación o las obras de desagüe y no obstaculizará las zonas de circulación.

No se acumularán terrenos de excavación junto al borde del vaciado, separándose del mismo una distancia igual o mayor a dos veces la profundidad del vaciado.

Cuando el terreno excavado pueda transmitir enfermedades contagiosas, se desinfectará antes de su transporte y no podrá utilizarse, en este caso, como terreno de préstamo, debiendo el personal que lo manipula estar equipado adecuadamente.

Los acopios de cada tipo de material se formarán y explotarán de forma que se evite su segregación y contaminación, evitándose una exposición prolongada del material a la intemperie, formando los acopios sobre superficies no contaminantes y evitando las mezclas de materiales de distintos tipos.

Si se prevé la separación de residuos en obra, éstos se almacenarán, hasta su transporte a planta de valorización, en contenedores adecuados, debidamente protegidos y señalizados.

El responsable de obra adoptará las medidas necesarias para evitar el depósito de residuos ajenos a la obra.

9.3.4. GASTOS DE CARÁCTER GENERAL A CARGO DEL CONTRATISTA

Correrán a cuenta del Contratista los gastos que originen el replanteo general de las obras o su comprobación y los replanteos parciales de las mismas; los de construcción, desmontado y retirada de toda clase de construcciones auxiliares; los de alquiler o adquisición de terrenos para depósitos de maquinaria y materiales; los de protección de acopio y de la propia obra contra deterioro; los de limpieza y evacuación de desperdicios y basura, los del limpieza general de la obra; los de retirada de materiales rechazados y corrección de las deficiencias y puestas de manifiesto por los correspondientes ensayos y pruebas.

En los casos de resolución del contrato, cualquiera que sea la causa que lo motive, el contratista deberá proporcionar el personal y los materiales necesarios para la liquidación de las obras, abonando los gastos de las Actas Notariales que en su caso sea necesario levantar.

Asimismo, el contratista deberá proporcionar el personal y material que se precise para el replanteo general, replanteos parciales y liquidación de las obras.

10. PRESUPUESTO

10.1. PRECIOS UNITARIOS

PRECIOS UNITARIOS DE REFERENCIA	
Tipos de almacenamientos de residuos incluyendo alquiler, tranporte, tasas y gestión	**Precio (€/mes)**
1 saco de 1 m3	10,38 €
1 bidón de 200 l	14,37 €
1 contenedor de media capacidad 7 m3	13,10 €
1 carga de camión de transporte de 15 t hasta 20 km	132,13 €

Tabla 8. Precios unitarios de referencia

10.2. DESCOMPUESTOS

Vertidos y entregas	UD	Medición	Precio unitario (€/Ud)	Total (€)
Residuos peligrosos				
Pinturas				
Entrega de residuos peligrosos, restos de pintura con códigos 15 01 06 según la lista Europea de Residuos (LER) publicada por Orden MAM/304/2002, a gestor de residuos autorizado por la Consejería de Medio Ambiente, para operaciones de valorización o eliminación, según RD 105/2008 y la Ley 7/2022.	T	0,006	2.782,10 €	16,69 €
Aceites				
Entrega de residuos peligrosos, restos de aceites clorados y no clorados para motores y aislamientos con códigos 13 02 05 y 13 03 06 según la lista Europea de Residuos (LER) publicada por la ley 7/2022, de 8 de abril de 2022, a gestor de residuos autorizado por la Consejería de Medio Ambiente, para operaciones de valorización o eliminación, según RD 105/2008.	T	0,012	344,90 €	4,14 €
Envases				
Entrega de residuos peligrosos, restos de envases con sustancias peligrosas con código 15 01 10 según la lista Europea de Residuos (LER) publicada por la ley 7/2022, de 8 de abril de 2022, a gestor de residuos autorizado por la Consejería de Medio	T	0,120	344,90 €	41,39 €

Vertidos y entregas	UD	Medición	Precio unitario (€/Ud)	Total (€)
Ambiente, para operaciones de valorización o eliminación, según RD 105/2008.				
Aerosoles				
Entrega de residuos peligrosos, restos de envases de aerosoles con código 15 01 11 según la lista Europea de Residuos (LER) publicada por la ley 7/2022. De 8 de abril de 2022, a gestor de residuos autorizado por la Consejería de Medio Ambiente, para operaciones de valorización o eliminación, según RD 105/2008.	T	0,006	2.475,00 €	14,85 €
Trapos de limpieza y material impregnado de aceite				
Entrega de residuos peligrosos, filtros de aceite y material impregnado con código 15 02 02 según la lista Europea de Residuos (LER) publicada por la ley 7/2022, de 8 de abril de 2022, a gestor de residuos autorizado por la Consejería de Medio Ambiente, para operaciones de valorización o eliminación, según RD 105/2008.	T	0,012	2.196,10 €	26,35 €
RCD que contienen sustancias peligrosas				
Entrega de residuos peligrosos, restos de tierras y piedras contaminadas con código 17 09 03 según la lista Europea de Residuos (LER) publicada por Orden MAM/304/2002, a gestor de residuos autorizado por la Consejería de Medio Ambiente, para operaciones de valorización o eliminación, según RD 105/2008 y la Ley 7/2022.	T	0,060	1.322,20 €	79,33 €
Baterías de almacenamiento de Litio				
Entrega de residuos peligrosos, Acumuladores, pilas o baterías en cuya composición se encuentre el litio en cualquiera de sus formas, tales como las pilas de litio o los acumuladores ion-litio con código 16 06 05 según la lista Europea de Residuos (LER) publicada por Orden MAM/304/2002, a gestor de residuos autorizado por la Consejería de Medio Ambiente, para operaciones de valorización o eliminación, según RD 105/2008 y la Ley 7/2022.	T	0,012	2.350,00 €	28,20 €
SUBTOTAL RESIDUOS PELIGROSOS				210,95 €
Residuos no peligrosos				
Envases	T	0,240	344,90 €	82,78 €

Vertidos y entregas	UD	Medición	Precio unitario (€/Ud)	Total (€)
Entrega de envases de elementos no contaminantes con código 15 01 06 según la Lista Europea de Residuos (LER) publicada por la ley 7/2022, de 8 de abril de 2022, a gestor de residuos autorizado por la Consejería de Medio Ambiente, para operaciones de valorización o eliminación, según RD 105/2008.				
Hormigón				
Entrega restos de hormigón con código 17 01 01 según la Lista Europea de Residuos (LER) publicada por Orden MAM/304/2002, a gestor de residuos autorizado por la Consejería de Medio Ambiente, para operaciones de valorización o eliminación, según RD 105/2008 y la Ley 7/2022.	m^3	4,800	10,50 €	50,40 €
Mezclas de hormigón, ladrillos, tejas y cerámicos				
Entrega de mezcla de hormigón y materiales cerámicos con código 17 01 07 según la lista Europea de Residuos (LER) publicada por Orden MAM/304/2002, a gestor de residuos autorizado por la Consejería de Medio Ambiente, para operaciones de valorización o eliminación, según RD 105/2008 y la Ley 7/2022.	T	0,600	403,00 €	241,80 €
Madera				
Entrega de maderas con código 17 02 01 según la lista Europea de Residuos (LER) publicada por la ley 7/2022, de 8 de abril de 2022, a gestor de residuos autorizado por la Consejería de Medio Ambiente, para operaciones de valorización o eliminación, según RD 105/2008.	T	0,012	115,00 €	1,38 €
Plástico				
Entrega de plásticos con código 17 02 03 según la lista Europea de Residuos (LER) publicada por la ley 7/2022, de 8 de abril de 2022, a gestor de residuos autorizado por la Consejería de Medio Ambiente, para operaciones de valorización o eliminación, según RD 105/2008.	T	0,012	344,90 €	4,14 €
Cobre, bronce, latón				
Entrega de cables sin cubierta de hidrocarburo con código 17 04 01 según la lista Europea de Residuos (LER) publicada por la ley 7/2002, de 8 de abril de 2022, a gestor de residuos autorizado por la	T	0,120	560,00 €	67,20 €

Vertidos y entregas	UD	Medición	Precio unitario (€/Ud)	Total (€)
Consejería de Medio Ambiente, para operaciones de valorización o eliminación, según RD 105/2008.				
Metales mezclados				
Entrega de metales con código 17 02 03 según la lista Europea de Residuos (LER) publicada por la ley 7/2022, de 8 de abril de 2022, a gestor de residuos autorizado por la Consejería de Medio Ambiente, para operaciones de valorización o eliminación, según RD 105/2008.	T	0,060	290,00 €	17,40 €
Cables sin hidrocarburos, alquitrán o sustancias peligrosas				
Entrega de cables sin cubierta de hidrocarburo con código 17 04 11 según la lista Europea de Residuos (LER) publicada por la ley 7/2022, de 8 de abril de 2022, a gestor de residuos autorizado por la Consejería de Medio Ambiente, para operaciones de valorización o eliminación, según RD 105/2008.	T	0,024	466,00 €	11,18 €
Excedentes de excavación (tierras sin contaminar)				
Entrega de tierras y piedras sin sustancias peligrosas (tasa vertido) con código 17 05 04 según la lista Europea de Residuos (LER) publicada por Orden MAM/304/2002, a gestor de residuos autorizado por la Consejería de Medio Ambiente, para operaciones de valorización o eliminación, según RD 105/2008 y la Ley 7/2022.	T	248,550	26,50 €	6.586,58 €
Papel y cartón				
Entrega de papel y cartón con código 20 01 01 según la lista Europea de Residuos (LER) publicada por la ley 7/2022, de 8 de abril de 2022, a gestor de residuos autorizado por la Consejería de Medio Ambiente, para operaciones de valorización o eliminación, según RD 105/2008.	T	0,012	390,00 €	4,68 €
Residuos municipales mezclados				
Entrega de residuos municipales mezclados con código 20 03 01 según la lista Europea de Residuos (LER) publicada por la ley 7/2002, de 8 de abril de 2022, a gestor de residuos autorizado por la Consejería de Medio Ambiente, para operaciones de valorización o eliminación, según RD 105/2008.	T	0,840	563,40 €	473,26 €
Vidrio, aluminio, silicio	T	0,120	252,90 €	30,35 €

Vertidos y entregas	UD	Medición	Precio unitario (€/Ud)	Total (€)
Entrega de módulos fotovoltaicos defectuosos, compuestos principalmente de vidrio, silicio y aluminio, a gestor autorizado.				
SUBTOTAL RESUDUOS NO PELIGROSOS				7.571,14 €
Almacenamiento en obra				
Alquiler de contenedores para residuos	Mes			2.889,05 €
Alquiler de elementos de almacenamiento en obra, incluidos contenedores de 7 m3, sacas de 1 m3, bidones de 200 l para residuos peligrosos. Incluso carga y descarga en camión.				
SUBTOTAL ALMACENAMIENTO EN OBRA				2.889,05 €
Transporte de residuos				
Transporte de residuos	Ud			1.667,30 €
Transporte de residuos a instalación autorizada de gestión de residuos (Consejería de Medio Ambiente), con camión de 15 t, con un recorrido hasta 20 km.				
SUBTOTAL TRANSPORTE DE RESIDUOS				1.667,30 €

Tabla 9. Precios descompuestos

10.3. RESUMEN

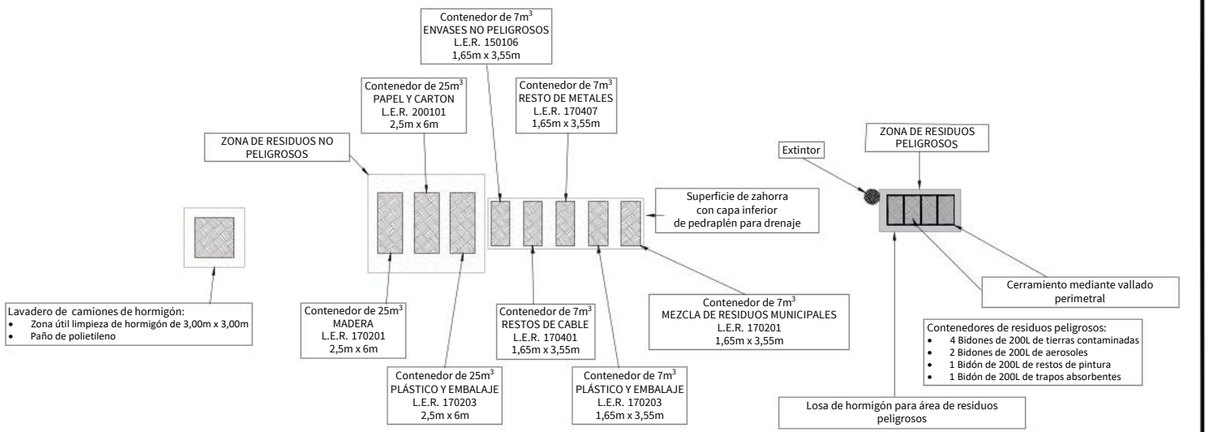
Descripción	Coste (€)
Gestión de residuos peligrosos	210,95 €
Gestión de residuos no peligrosos	7.571,14 €
Almacenamiento en obra	2.889,05 €
Transporte de residuos	1.667,30 €
TOTAL PRESUPUESTO PLAN DE GESTIÓN DE RESIDUOS	**12.338,44 €**

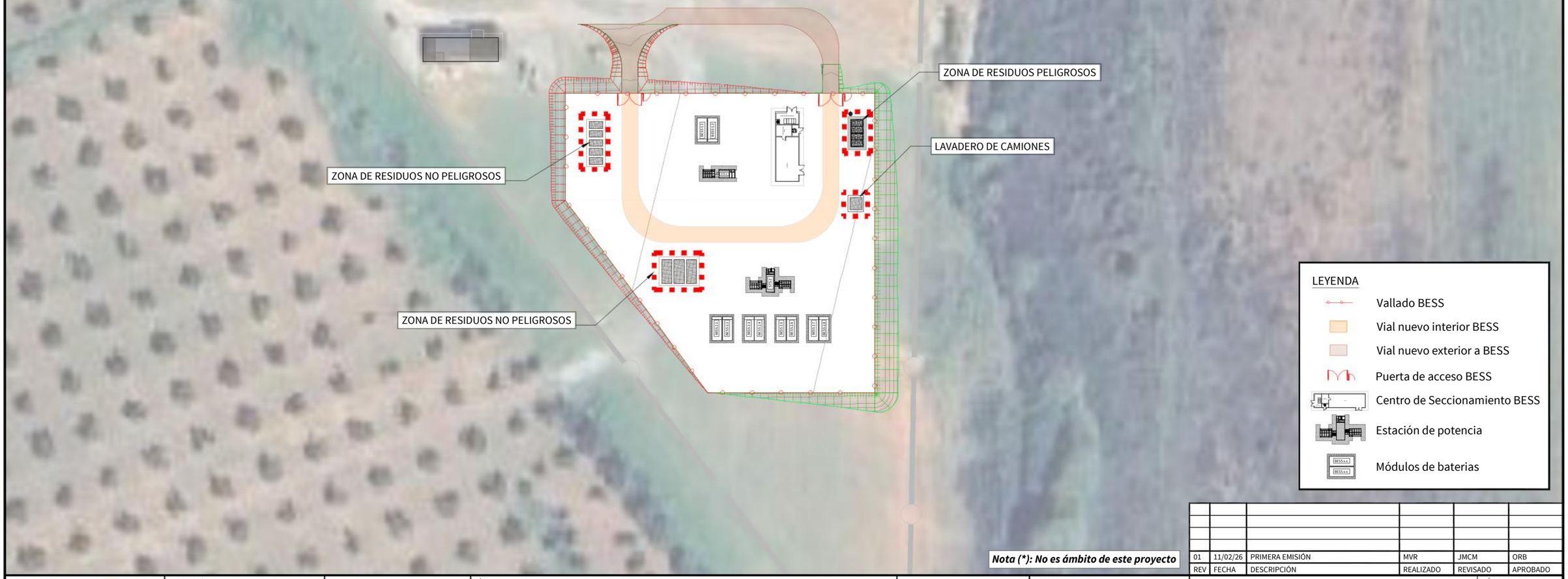
Tabla 10. Resumen de precios

11. DOCUMENTACIÓN GRÁFICA

A continuación, se adjuntan los planos con la información gráfica de ubicación y dimensiones de la zona dedicada al almacenamiento y gestión de residuos.

GR01 → Área de gestión de residuos fase construcción.





Nota (*): No es ámbito de este proyecto

REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	REALIZADO	REVISADO	APROBADO
01	11/02/26	PRIMERA EMISIÓN	MVR	JMCM	ORB

TITULAR Y PROMOTOR: frv	INGENIERÍA: Magtel INNOVATION & TECHNOLOGY	AUTOR DEL PROYECTO: Óscar Reyes Blanco, Graduado Ing. Électrica Nº Col.: 12.188	TÍTULO DEL PROYECTO: PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO DE HIBRIDACIÓN DE LA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA ''IERÓN'' MEDIANTE LA INSTALACIÓN DE 11MW DE BATERÍAS EN EL T.M. DE MONTÁNCHEZ (CÁCERES)	FECHA: FEBRERO 2026	ESCALA: 1 : 1.000 m; FORMATO UNE A-3; UNIDADES

PLANO: GESTIÓN DE RESIDUOS	NÚMERO DE PLANO: RES_01	
FICHERO DIGITAL: BES-IER-MAGOP-PEJ-ANE-0006.dwg	HOJA: 1 de 1	

Emisor	Magtel INNOVATION & TECHNOLOGY						
Receptor	frv						
Proyecto	PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO DE HIBRIDACIÓN DE LA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "IERÓN" MEDIANTE LA INSTALACIÓN DE 11MW DE BATERÍAS EN EL T.M. DE MONTÁNCHEZ (CÁCERES)"						
Título	ANEXO 7. DESMANTELAMIENTO						
Código	Negocio	Proyecto	Emisor	Disciplina	Documento	Nº Documento	Revisión
	[AAA]	[BBB]	[CCCCCC]	[DDD]	[EEE]	[#####]	[FF]
	BES	IER	MAGOP	PEJ	ANE	0007	1
	BES-IER-MAGOP-PEJ-ANE-0007					**Fecha**	11/02/2026

Revisión/ Edición	Fecha	Realizado	Revisado	Aprobado	Modificaciones
1	11/02/2026	SAS	JMCM	ORB	

ÍNDICE GENERAL

1. DATOS DEL PROYECTO....1

2. MEMORIA DESCRIPTIVA....1

2.1. OBJETO Y FINALIDAD DEL PROYECTO....1

2.2. UBICACIÓN Y EMPLAZAMIENTO....2

2.3. ANTECEDENTES....2

2.4. USO FUTURO DEL ÁREA EXPLOTADA....3

2.5. RESTAURACIÓN, DESMANTELAMIENTO Y REPOSICIÓN A SITUACIÓN ORIGINAL....4

2.6. CARACTERIZACIÓN DE LOS TRABAJOS DE DESMANTELAMIENTO....5

2.7. IDENTIFICACIÓN DE RESIDUOS PRODUCIDOS....7

2.8. PROCEDIMIENTO DE GESTIÓN DE RESIDUOS....8

2.9. ELEMENTOS REUTILIZABLES Y/O RECICLABLES....13

3. PLIEGO DE CONDICIONES....14

3.1. OBJETO DEL PLIEGO DE CONDICIONES....14

3.2. CONDICIONES DE CARÁCTER GENERAL....14

3.3. CERTIFICACIÓN DE LOS MEDIOS EMPLEADOS....15

3.4. LIMPIEZA DE LAS OBRAS....15

3.5. CONDICIONES DE CARÁCTER PARTICULAR....15

3.6. EVACUACIÓN DE LOS RESIDUOS....16

3.7. CARGA Y TRANSPORTE DE LOS RESIDUOS....16

3.8. ALMACENAMIENTO DE LOS RESIDUOS....17

4. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD....18

4.1. MEMORIA DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD....18

4.2. PLAN DE EMERGENCIA....55

4.3. PLIEGO DE CONDICIONES DE SEGURIDAD Y SALUD....68

4.4. PRESUPUESTO ESTUDIO SEGURIDAD Y SALUD DEL DESMANTELAMIENTO....82

5. PRESUPUESTO DEL DESMANTELAMIENTO....85

5.1. DESMONTAJE, DEMOLICIÓN Y RETIRADA DE INSTALACIONES Y EQUIPOS....85

5.2. RESTAURACIÓN DEL TERRENO....87

5.3. RESUMEN PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL....88

6. PLANOS....88

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Pictogramas identificación de residuos peligrosos.....10

Figura 2. Diagrama de equipo.....64

Figura 3. Diagrama de actuación en caso de accidente.....66

Figura 4. Diagrama de actuación en caso de incendio.....68

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Coordenadas poligonales de la implantación....2
Tabla 2. Mecanismos de valorización y eliminación de residuos peligrosos....11
Tabla 3. Mecanismos de valorización y eliminación de residuos NO peligrosos....12
Tabla 4. Residuos NO peligrosos....13
Tabla 5. Maquinaria y herramientas previstas para la ejecución de la obra....25
Tabla 6. Riesgos y causas del personal de obra....27
Tabla 7. Medidas preventivas para el personal de obra....43
Tabla 8. Máquinas y equipos a utilizar....43
Tabla 9. Medidas preventivas....48
Tabla 10. Identificaciones de riesgos y causas en replanteo del terreno....48
Tabla 11. Medidas preventivas en replanteo del terreno....49
Tabla 12. Identificación de riesgos y causas en movimientos de tierra....50
Tabla 13. Medidas preventivas en movimientos de tierra....51
Tabla 14. Medidas preventivas específicas en movimientos de tierra....51
Tabla 15. Identificación de riesgos y causas en losas de cimentación....52
Tabla 16. Medidas preventivas en losas de cimentación....52
Tabla 17. Identificación de riesgos y causas en zona para canalizaciones....53
Tabla 18. Medidas preventivas en zanjas para canalizaciones....53
Tabla 19. Medidas preventivas en conexionado a equipos eléctricos....54
Tabla 20. Identificación de riesgos y causas en trabajos manuales y acabados....55
Tabla 21. Medidas preventivas en zanjas para canalizaciones....55
Tabla 22. Elementos de protección colectiva....78
Tabla 23. Presupuesto para protecciones individuales....83
Tabla 24. Presupuesto para protecciones colectivas....84
Tabla 25. Presupuesto para prevención y primeros auxilios....84
Tabla 26. Presupuesto para la gestión de la prevención....85
Tabla 27. Resumen de presupuesto SS....85
Tabla 28. Precios del desmontaje y retirada del sistema de almacenamiento....85
Tabla 29. Precios de retirada de las cimentaciones....86

Tabla 30. Precios del desmontaje y retirada de red eléctrica....86

Tabla 31. Precio de demolición de arquetas....86

Tabla 32. Precio desmontaje y demolición del centro de seccionamiento....87

Tabla 33. Precio del desmontaje y demolición de la línea de evacuación de MT....87

Tabla 34. Precios del desmantelamiento otros....87

Tabla 35. Precios de restauración del terreno....88

Tabla 36. Resumen presupuesto....88

1. DATOS DEL PROYECTO

Título del Proyecto:

PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO DE HIBRIDACIÓN DE LA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA “IERÓN” MEDIANTE LA INSTALACIÓN DE 11MW DE BATERÍAS EN EL T.M. DE MONTÁNCHEZ (CÁCERES)”

Situación y Localidad:

La Instalación de Baterías “BESS IERÓN” se encuentra en un exclave del término municipal de Montánchez, en la provincia de Cáceres.

Montánchez tiene una extensión de 112,66 km^2. Limita al noroeste con Albalá, al norte con Torremocha y Valdefuentes, al este con Torre de Santa María y Valdemorales, y al sur y oeste con Arroyomolinos y Alcuéscar.

Promotor:

Titular: IERON SOLAR, S.L.U.

C.I.F.: B-90351594

Dirección: Calle María de Molina 40, 5ª planta, 28006, Madrid.

Autor de Proyecto:

Óscar Reyes Blanco

Autor del Plan del Estudio de Seguridad y Salud:

Silvia Asensio Sordo

Presupuesto de ejecución material:

El presupuesto de ejecución material asciende a la cantidad de CIENTO DIECISIETE MIL DOSCIENTOS CUARENTA Y NUEVE EUROS CON CINCUENTA Y TRES CÉNTIMOS (117.249,53 €)

Presupuesto del estudio de seguridad y salud:

El presupuesto de seguridad y salud asciende a DIEZ MIL SEISCIENTOS DOCE EUROS CON SETENTA Y SEIS CÉNTIMOS (10.612,76 €).

Plazo previsto de ejecución:

2 meses.

Número medio de trabajadores:

30 TRABAJADORES EN PUNTA

2. MEMORIA DESCRIPTIVA

2.1. OBJETO Y FINALIDAD DEL PROYECTO

Se redacta el presente documento con objeto de definir las operaciones a realizar en el momento del desmantelamiento de la instalación “BESS IERÓN”, y sus infraestructuras eléctricas de evacuación una vez que

haya concluido su vida útil, de forma y manera que se restituyan los terrenos a las condiciones anteriores a su construcción, minimizando así la afección al medio.

La instalación BESS se compone de 10 contenedores modulares de baterías, dispuestos en dos (2) Estaciones de Potencia (EP). Cada estación contará con dos (2) convertidores bidireccionales (PCS) y ocho (8) contenedores modulares de almacenamiento energético (4 contenedores por cada convertidor). Cada estación también contará con un transformador asociado (2 transformadores en total).

El edificio prefabricado destinado a Centro de Seccionamiento, Control y Almacén se encontrará ubicado del recinto destinado a la planta de almacenamiento BESS y deberá contar con:

- Una sala para ubicación de celdas de MT (centro seccionamiento 30kV).
- Una sala de control con los dispositivos de control y comunicación de la instalación, escritorios, sillas y dispositivos de aire acondicionado/calefacción.
- Una sala destinada a almacén.
- Una sala para el transformador de alimentación de las instalaciones de SSAA.

Para poder evacuar la energía procedente de la "BESS IERÓN" y la PSFV "IERÓN" en el Centro de Seccionamiento existente (no ámbito del presente proyecto) de la PSFV, se realizará el seccionamiento/apertura de línea de MT que une la estación de potencia puntera de la PSFV con el centro de seccionamiento existente. Una vez realizada la apertura de línea mediante la ejecución de arquetas de empalme y su conexión con los nuevos circuitos de MT a instalar para realizar entrada/salida en el nuevo centro de seccionamiento.

2.2. UBICACIÓN Y EMPLAZAMIENTO

La Instalación de Baterías "BESS IERÓN" se encuentra en un exclave del término municipal de Montánchez al sur del término municipal de Alcuéscar, en la provincia de Cáceres, limítrofe con la provincia de Badajoz, al igual que la Subestación Colectora "Valdemantilla"

Montánchez tiene una extensión de 112,66 km^2. Limita al noroeste con Albalá, al norte con Torremocha y Valdefuentes, al este con Torre de Santa María y Valdemorales, y al sur y oeste con Arroyomolinos y Alcuéscar.

Las coordenadas poligonales (ETRS89 huso 29N) del cerramiento de la instalación BESS son las siguientes:

COORDENADAS VALLADO PERIMETRAL "BESS IERÓN"			
PUNTO	**X**	**Y**	**Z (msnm)**
1	733.753	4.335.827	412
2	733.718	4.335.875	417
3	733.718	4.335.902	418
4	733.795	4.335.902	409
5	733.795	4.335.827	407

Tabla 1. Coordenadas poligonales de la implantación

2.3. ANTECEDENTES

El presente Anejo al proyecto de instalación de almacenamiento energético pretende cumplir con los requerimientos exigidos por la Ley 11/2018, de 21 de diciembre, de ordenación territorial y urbanística

sostenible de Extremadura, en relación con la implantación de construcciones e instalaciones en suelo rústico, así como con lo dispuesto en su normativa de desarrollo, en la cual se refleja lo siguiente:

Artículos 65, 67, 68, 69 y 70 de la Ley 11/2018, de 21 de diciembre, de ordenación territorial y urbanística sostenible de Extremadura. Deberes y limitaciones de las personas propietarias de suelo rústico, usos y actividades en suelo rústico, autorización de usos en suelo rústico, calificación rústica y requisitos de la calificación rústica:

- Las personas que ostenten la propiedad de suelo rústico deberán conservar y mantener el suelo y su cubierta vegetal en las condiciones precisas para evitar riesgos de erosión, seguridad o salud pública, daños a terceras personas o perjuicios al interés general, incluido el ambiental, evitando la contaminación indebida de la tierra, el agua y el aire. Asimismo, deberán garantizar la restauración, a la finalización de la actividad, de las condiciones ambientales de los terrenos y de su entorno inmediato.
- En suelo rústico se distinguen distintos tipos de usos y actividades, entre ellos los usos permitidos y autorizables. Las edificaciones, construcciones e instalaciones necesarias para la implantación de dichos usos estarán sujetas al régimen de control urbanístico que corresponda, conforme a la legislación urbanística y sectorial aplicable.
- Los usos permitidos y los usos autorizables en suelo rústico estarán sujetos a control municipal mediante el procedimiento de licencia o comunicación que corresponda en cada caso, previa obtención de la calificación rústica cuando resulte exigible.
- La calificación rústica es el acto administrativo por el que se establecen las condiciones para la materialización de las edificaciones, construcciones e instalaciones necesarias para la implantación de un uso permitido o autorizable en suelo rústico. Dicha calificación tiene eficacia temporal limitada y renovable, y en ningún caso será inferior al periodo de amortización de las inversiones precisas para materializar los actos sujetos a calificación. En ella se incluirán, entre otros aspectos, las características y condiciones de materialización de las instalaciones, las medidas medioambientales exigibles, los deberes vinculados a la actuación, el periodo de vigencia y la relación de edificaciones, construcciones e instalaciones necesarias para el desarrollo de la actividad.

2.4. USO FUTURO DEL ÁREA EXPLOTADA

Tal y como queda descrito en el proyecto, los terrenos donde se ubican las instalaciones son eminentemente agrícolas, siendo su uso habitual los cultivos herbáceos tanto de secano como de regadío.

La vegetación natural esta relegada a formaciones herbáceas asociadas a esta comunidad vegetal de cultivo, y que comúnmente se combate mediante diferentes técnicas por ser consideradas malas hierbas.

Por otro lado, la mayoría de las especies herbáceas naturales, como gramíneas, papaveráceas, ranunculáceas, euforbiáceas, etc., se desarrollan sobre todo en las cunetas y orlas de los caminos de acceso existentes.

Los usos posibles en la recuperación de terrenos alterados son muy amplios, sin embargo, el entorno social, ecológico y paisajístico, y el carácter agrícola predominante son factores a tener en cuenta, reduciendo el número de posibilidades de uso, hasta llegar a determinar la opción más adecuada.

En los casos en que los proyectos causan alteraciones de gran extensión, tales como explotaciones mineras, es posible al final de la explotación plantearse un cambio en el uso del suelo, ya que, una vez llegados a ese punto, otras opciones son menos adecuadas o incluso inviables.

El desbroce del terreno para la implantación de las estructuras y conductores no supone ningún peligro para la vegetación allí existente, debido principalmente a la baja tasa de diversidad floral del área donde se asienta el proyecto, es decir, la vegetación es común tanto en el área de estudio como en los alrededores. El movimiento parcial de tierra para la explanación y cimentación no supondría un efecto negativo en la vegetación de la zona.

Por el contrario, será más que probable el aumento de la calidad ambiental de la zona, ya que en ella se podrá desencadenar, en una primera etapa de la sucesión ecológica, de especies de vegetación herbácea natural que beneficiarán tanto las condiciones químicas y de fertilidad del suelo, como el aumento de la diversidad y riqueza de especies.

En cuanto a las recomendaciones, la primera es la de evitar en todo momento (tanto en la fase de construcción, como en las de actuación y desmantelamiento) acumular basuras (independientemente de su origen).

La posible explanación, se realizará preferentemente en época de baldío o barbecho de los terrenos, con el fin de no eliminar la cubierta vegetal y aprovechar así la explotación agrícola.

La tierra excavada se dispondrá en cordones de montículos de no más de un metro y medio de alto para favorecer así su posterior uso sin que la tierra pierda propiedades por su compactación.

Teniendo en cuenta estas recomendaciones y consideraciones, se estima que el impacto producido por la construcción indicada sobre la vegetación en el área del proyecto será mínimo y no supondrá peligro alguno.

Sin embargo, y a pesar de la puesta en práctica de las medidas minimizadoras del impacto anteriormente expuestas, teniendo en cuenta las características socioeconómicas de la zona del municipio en las que se localizará la planta, en las que predomina la actividad agraria para el cultivo de herbáceos principalmente de secano y olivares, y viendo que en el horizonte de vida útil de la instalación proyectada, no se espera que esta situación cambie de tendencia, es lógico plantear la restauración orientada a la explotación agraria, es decir, la actualmente existente.

2.5. RESTAURACIÓN, DESMANTELAMIENTO Y REPOSICIÓN A SITUACIÓN ORIGINAL

Las actuaciones a incluir dentro del Plan de Restauración se programan en tres momentos cronológicamente diferentes:

- Durante la fase de obras: en caso de que sea posible (buenas condiciones meteorológicas, época adecuada para la siembra, etc.), se procederá a restaurar los siguientes elementos:
    - Los taludes de los viales ya existentes y que han sido adecuados.
    - Las zanjas correspondientes al cableado.

Esta restauración consistirá básicamente en la redistribución de la primera capa de tierra vegetal extraída y procedente de la explanación sobre taludes y zanjas, de manera que se conserven y desarrollen las semillas presentes en el suelo.

- Al final de la fase de obras: se procederá a realizar la restauración sobre las zonas no ocupadas, y utilizando las especies herbáceas presentes en la zona.
- Al término de la fase de explotación: se procederá a realizar las operaciones de desmantelamiento y restauración para restituir la totalidad de la superficie afectada a su situación original.

En cuanto a las épocas adecuadas para la realización de las labores, se procurará ajustarse a lo siguiente:

- Las épocas adecuadas para la siembra coinciden con el comienzo de la estación de desarrollo, coincidiendo o precediendo a la época de lluvias. De esta forma, las mejores fechas coinciden con los comienzos de la primavera y el final del otoño, antes de que comiencen los fríos y heladas del invierno.
- La extracción del suelo, su apilamiento y su extendido no deben tener lugar en condiciones de humedad. Se realizará por tanto en épocas de pocas lluvias.
- La descompactación del suelo tiene igual consideración que los movimientos de tierra del punto anterior.

Una vez haya concluido la explotación de las instalaciones, se podrán acometer las acciones de restauración encaminadas a recuperar el valor ambiental y agrícola de las zonas ocupadas. Las acciones a ejecutar serán las siguientes:

Instalación de baterías para almacenamiento

- Desmontaje y retirada de módulos de baterías.
- Desmontaje de las estaciones de potencia y el resto de los equipos de la instalación.
- Desmontaje y retirada del cableado y elementos de conexión.
- Desmontaje y retirada del sistema de seguridad e iluminación.
- Demolición y retirada de cimentaciones.
- Desmontaje y retirada del vallado perimetral.
- Restauración del terreno.

2.6. CARACTERIZACIÓN DE LOS TRABAJOS DE DESMANTELAMIENTO

Las acciones a realizar para el desmantelamiento de los elementos mencionados serían las siguientes:

2.6.1. DESMONTAJE Y RETIRADA DE MÓDULOS DE BATERÍAS

En primer lugar, se procederá a desmontar los módulos de baterías de las estructuras soporte a las que están sujetos. Una vez desmontados, para determinar su destino final, se tendrá en cuenta su estado de funcionamiento ya que normalmente nos encontraremos con módulos con una degradación del 10%. En baterías bajo estas condiciones, se procederá a almacenarlas para su reventa en instalaciones rurales donde los requerimientos de potencia y pérdidas son menores que en plantas de potencia de generación centralizada.

En caso de no ser posible su reutilización, serán transportadas a la planta de reciclaje autorizada más próxima para la elaboración de nuevos módulos.

2.6.2. DESMONTAJE DE ESTACIONES DE POTENCIA, CENTRO DE SECCIONAMIENTO Y EL RESTO DE LOS EQUIPOS DE LA INSTALACIÓN.

Se aislarán eléctricamente los transformadores eléctricos y el centro de seccionamiento. Se trasladarán para su posterior utilización y, si ésta no es posible, se llevarán a vertedero autorizado.

Como los equipos son de grandes dimensiones, será necesaria la ayuda de una grúa para acopiarlos en el camión.

2.6.3. DESMONTAJE Y RETIRADA DEL CABLEADO Y ELEMENTOS DE CONEXIÓN

Se procederá a la desconexión de los módulos y los cables se almacenarán en zona segura para su traslado. Una vez realizado, se desmontarán los tramos enterrados mediante la excavación de las zanjas, luego se sacarán los cables de su interior y se almacenarán al igual que los anteriores. Paralelamente, se recuperarán los registros, arquetas y elementos auxiliares de las canalizaciones.

Los conductores se entregarán a un gestor autorizado de residuos eléctricos y electrónicos y el cobre será tratado como corresponde a cada residuo según su clasificación. Los tubos de PVC de las canalizaciones subterráneas correspondientes al cableado de comunicación junto con los demás residuos metálicos se transportarán en camiones a vertederos autorizados o a otro emplazamiento para su posterior reciclado/reutilización. Por último, habrá que restituir las zonas afectadas del terreno, huecos de arquetas y zanjas de canalizaciones, mediante relleno con tierra natural.

2.6.4. DESMONTAJE Y RETIRADA DEL SISTEMA DE SEGURIDAD E ILUMINACIÓN.

Se procederá al desmantelamiento de los equipos de vigilancia, seguridad, control, protección y medida al igual que el circuito de alumbrado exterior e interior. Estos residuos se entregarán al gestor de residuos eléctricos y electrónicos.

2.6.5. DEMOLICIÓN Y RETIRADA DE CIMENTACIONES

Una vez retirados todos aquellos equipos susceptibles de reutilización y desmontadas las instalaciones, se procederá a la retirada de las losas de cimentación. Respecto al edificio, se procederá al desmontaje de la cubierta y los cerramientos, posteriormente se eliminarán los perfiles metálicos mediante corte de los mismos. Las losas de hormigón serán demolidas mediante martillo neumático hasta que quede reducida a escombros. Los elementos metálicos serán depositados en plantas de reciclaje y los escombros generados serán trasladados a la planta de reciclado de escombros y restos de obra. Las arquetas también se añadirán a los residuos metálicos férreos. Respecto a los caminos interiores ejecutados para la circulación por el interior de la finca se retirarán las capas de zahorra o capas de firme utilizadas y se llevarán a un vertedero autorizado para dichos residuos inertes.

2.6.6. DESMONTAJE Y RETIRADA DEL VALLADO PERIMETRAL

El desmontaje de los vallados se llevará a cabo por peón ordinario que se encargará de retirar los postes y vallas metálicas. Para los dados de cimentación donde se montan los postes se demolerán con martillo neumático. Los residuos generados serán solamente férreos y escombros de las cimentaciones que serán tratados de igual forma que los resultantes del resto del desmantelamiento de la instalación.

2.6.7. RESTAURACIÓN DEL TERRENO

Las operaciones a realizar son las siguientes:

- Descompactación.
- Aporte de tierra vegetal procedente de los montículos creados a tal efecto en la fase de construcción.
- Extendido de la tierra vegetal.
- Despedregado.
- Escarificación superficial.
- Revegetación por siembra de las especies cultivables para su cosecha (trigo, cebada, etc.).

El repetido paso de maquinaria pesada en los suelos ocasiona una excesiva compactación del suelo. Esto aumenta su densidad, restringe el crecimiento de las raíces, y reduce el movimiento del aire y agua en su interior, limitando el asentamiento y crecimiento de la vegetación. Se debe proceder, por tanto, a la preparación del terreno mediante descompactación para subsanar este problema.

Con la descompactación, se persigue que los suelos tengan una densidad equivalente a la que poseen capas similares en suelos no perturbados por las actividades, de modo que el medio que encuentre la vegetación para su desarrollo sea el adecuado.

Con este objetivo se elige, como método de preparación del suelo, la descompactación mediante el laboreo superficial y lineal de la tierra para el caso de su posterior uso agrícola, incluyendo también un escarificado del terreno en las zonas donde se dejará sin cultivar. De esta forma, se produce una rotura de los horizontes del suelo en líneas equidistantes, sin alterar su disposición, con el fin de proporcionar profundidad amplia a las raíces de las plantas a introducir, para conseguir su rápido desarrollo.

Con la descompactación, se consigue un efecto hidrológico notable, mejora la profundidad del suelo y la capacidad de retención e infiltración de agua, y sobre el perfil actúa favorablemente, al no invertir horizontes.

Una vez remodelado y descompactado el terreno, se procederá al aporte y extendido de la tierra acopiada.

Se utilizará para ello una pala cargadora y camiones convencionales de obra.

La tierra vegetal acopiada se extenderá en todas las zonas en las que debido a la realización del proyecto fueron desprovistas de ella.

2.7. IDENTIFICACIÓN DE RESIDUOS PRODUCIDOS

Los residuos que se generarán en el proceso de desmantelamiento y restitución agrupados según la Lista Europea de Residuos (códigos LER), y gestionados conforme a la normativa estatal y autonómica aplicable, son:

- Capítulo 13: Residuos de aceites y de combustibles líquidos (excepto los aceites comestibles y los de los capítulos 05, 12 y 19).
    - 13 03 08 Aceites sintéticos de aislamiento y transmisión de calor.
    - 13 02 05 Aceites minerales no clorados de motor, de transmisión mecánica y lubricantes.
- Capítulo 15: Residuos de envases; absorbentes, trapos de limpieza; materiales de filtración y ropas de protección no especificados en otra categoría.

- 15 01 10 Envases que contienen restos de sustancias peligrosas o están contaminados por ellas.
- 15 02 02 Absorbentes, materiales de filtración, (incluidos los filtros de aceite no especificados en otra categoría), trapos de limpieza y ropas protectoras contaminadas por sustancias peligrosas.

- Capítulo 16: Residuos no especificados en otro capítulo de la lista.
  - 16 01 17 Metales férreos. se transportarán a planta de reciclado de chatarras férreas.
  - 16 01 19 Plástico, como los tubos de PVC de las conducciones subterráneas, etc. se entregarán a gestor autorizado de residuos plásticos para su valorización.
  - 16 01 20 Vidrio, que se transportará a planta de reciclado.
  - 16 02 Residuos de equipos eléctricos y electrónicos, como fusibles, cajas de conexión, cables eléctricos... se entregarán a gestor autorizado para el reciclado o valorización de residuos eléctricos y electrónicos.
- Capítulo 17: Residuos de la Construcción y demolición.
  - 17 01 07 Mezclas, o fracciones separadas de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos, que no contienen sustancias peligrosas, como por ejemplo los resultantes de la demolición de las casetas y las cimentaciones, se transportarán a planta de reciclado de escombros inertes y restos de obra.
  - 17 04 11 Cables distintos de los especificados en el código 17 04 10 (Cables que contienen hidrocarburos, alquitrán de hulla y otras sustancias peligrosas), se transportarán a una central de reciclado autorizada donde se reciclarán y recuperarán los metales o de compuestos metálicos.

2.8. PROCEDIMIENTO DE GESTIÓN DE RESIDUOS

2.8.1. RESIDUOS TÓXICOS Y PELIGROSOS

Durante el desmantelamiento de la instalación, los posibles residuos tóxicos generados serán los aceites aislantes de los transformadores, así como los suelos que se hayan podido contaminar con estos.

Como medida correctora, se especifica, en caso de necesidad, la instalación de un área provisional de almacenamiento de residuos tóxicos y peligrosos en las inmediaciones de la zona a desmantelar donde se ubicará el mantenimiento de maquinaria. Esta área habrá de estar techada. La zona de mantenimiento de la maquinaria habrá de estar impermeabilizada del suelo, al igual que toda el área de almacenamiento de residuos peligrosos.

Cuando se realice cualquier operación de mantenimiento, reparación de maquinaria de obra o desmantelamiento donde se produzcan residuos de este tipo, el supervisor ambiental y el personal a su cargo serán los encargados de identificar y recoger todos los residuos generados y los acopiarán en la nave de almacenamiento de residuos peligrosos. El personal asignado, tendrá la responsabilidad primaria para todos los movimientos de residuos peligrosos, esto incluye etiquetarlos en cuanto estén listos para su almacenamiento, recoger los contenedores etiquetados de las distintas áreas de la planta y transportarlos hasta la zona de almacenamiento.

El departamento de medio ambiente, por su parte, habrá de realizar todas las actividades administrativas exigidas para mantener el cumplimiento de la normativa. Deberá dirigir todas las relaciones con las autoridades ambientales incluyendo permisos, inspecciones, reuniones… determinar si los residuos son peligrosos, evaluar el estado de cumplimiento de todas las actividades generadoras de residuos peligrosos, realizar inspecciones semanales a la zona de almacenamiento y guardar copia de los informes; también debe compilar y mantener todos los registros exigidos, así como preparar y entregar informes a las autoridades competentes. Los responsables medioambientales de la empresa contratista deberán garantizar que los mantenimientos son efectuados por la empresa autorizada para ello, deberán también elaborar un Registro de Residuos Peligrosos y el Documento de Control y Seguimiento, así como verificar que las medidas especificadas en este procedimiento se están cumpliendo, solicitar a los contratistas los registros e informes que se generan en este procedimiento, evaluar el estado de cumplimiento de todas las actividades que produzcan residuos peligrosos con regularidad, recomendando cambios o la introducción de nuevos procedimientos para conseguir el cumplimiento normativo. El responsable medioambiental del promotor deberá dirigir todas las relaciones con las autoridades medioambientales incluyendo todos los permisos, inspecciones y reuniones con el personal de los organismos competentes. Realzar la Declaración Anual del Residuos y su presentación a los organismos competentes.

Además de cumplir las normas técnicas vigentes relativas al envasado de productos que afecten a los residuos tóxicos y peligrosos, deberán tomarse las siguientes normas de seguridad:

- Los envases y sus cierres estarán concebidos y realizados de tal manera que se evite cualquier pérdida de su contenido y habrán de estar construidos con materiales no susceptibles de ser afectados por el contenido de los mismos, ni de formar con éstos combinaciones peligrosas. Además, serán sólidos y resistentes para responder con seguridad a las manipulaciones necesarias y se mantendrán en perfectas condiciones estructurales (sin roturas ni fugas aparentes).
- El envasado y almacenamiento habrá de hacerse de tal manera que se evite generación de calor, explosiones, igniciones, formaciones de sustancias tóxicas o cualquier efecto que pudiera aumentar su peligrosidad o dificultar su gestión. Para residuos químicos líquidos se utilizarán envases de polietileno de alta densidad y alto peso molecular con tapón autoprecinto.

Los recipientes o envases que contengan residuos peligrosos deberán estar etiquetados de forma clara, legible e indeleble, al menos en la lengua española. En la etiqueta deberá aparecer la siguiente información:

- Código de identificación de los residuos que contiene.
- Nombre, dirección y teléfono del titular de los residuos.
- Fechas de envasado.
- Naturaleza de los riesgos que presentan los residuos.

Para indicar dicha naturaleza deberán usarse en los envases los siguientes pictogramas:



Figura 1. Pictogramas identificación de residuos peligrosos

Cuando se asigne a un residuo envasado más de un indicador de riesgo se tendrá en cuenta que la obligación de poner el indicador de riesgo de residuo tóxico hace que sea facultativa la inclusión de los indicadores de riesgo nocivo y corrosivo; y que la obligación de poner el indicador de riesgo de residuo explosivo hace que sea facultativa la inclusión del indicador de riesgo de residuo inflamable y comburente.

La etiqueta debe ser fijada firmemente sobre el envase, debiendo ser anuladas etiquetas anteriores. El tamaño de la etiqueta deberá tener como mínimo unas dimensiones de 10x10 cm.

El almacenamiento de los residuos tóxicos y peligrosos se realizará en la zona específica para tal fin, para su gestión posterior mediante cesión a una entidad gestora. El almacenamiento durará un tiempo equivalente al tiempo de mantenimiento.

Se procederá a la elaboración de un Registro de los Residuos Peligrosos producidos en el que deberán constar los siguientes datos:

- Origen de los residuos
- Cantidad, naturaleza y código de identificación
- Fecha de cesión de los mismos.

Asimismo, se deberán registrar y conservar los documentos de aceptación de los residuos en las instalaciones de tratamiento y eliminación durante un tiempo no inferior a cinco años. Durante ése mismo periodo se deberán conservar los ejemplares del “Documento de Control y Seguimiento” que reflejan el origen y destino de los residuos peligrosos.

Las alternativas de gestión previstas para la eliminación y/o valorización del residuo serán:

Residuo	Mecanismo de valorización y/o eliminación según Ley 7/2022, de 8 de abril
Envases contaminados con sustancias peligrosas	R1, R3, R4, R5
Material impregnado	R1, R3, R5
Mezcla de madera o plástico con sustancias peligrosas	R1, R3, R5
Residuos metálicos con sustancias peligrosas	R9

Tabla 2. Mecanismos de valorización y eliminación de residuos peligrosos

- R1: Utilización principal como combustible o como otro medio de generación de energía.
- R3: Reciclado o recuperación de sustancias orgánicas que no se utilicen como disolvente
- R4: Reciclado o recuperación de metales y compuestos metálicos
- R5: Reciclado y recuperación de otros materiales inorgánicos
- R7: Recuperación de componentes utilizados para la disminución de la contaminación
- R9: Regeneración u otro nuevo empleo de aceites

2.8.2. RESIDUOS NO PELIGROSOS

Los residuos no peligrosos que se producirán durante el desmantelamiento de la planta se catalogan principalmente como Residuos de Construcción y Demolición (RCD). La gestión de este tipo de residuos está regulada por el Decreto 105/2008, en el que se define los residuos de construcción y demolición como "Cualquier sustancia u objeto que cumpla con la definición de residuo incluida en el artículo 3. A) de la Ley 22/2011 del 28 de julio y se genere en una obra de construcción y demolición".

Se establecerán una serie de cuadrillas de limpieza con los medios adecuados, que diariamente realizarán labores de preclasificación y recolección, en los distintos frentes de trabajo de la obra. Para ello se seleccionarán, siempre que sea posible, los siguientes residuos: metales, maderas, plásticos, vidrios, materia orgánica, papel y cartón, para posteriormente depositarlos en el contenedor correspondiente.

A continuación, se trasladarán a la zona de almacenaje, donde se localizarán una serie de contenedores adecuados y perfectamente identificados para la recolección por separado de cada tipo de residuo, donde se facilite su segregación selectiva. Por último, los residuos serán evacuados a vertederos y/o plantas de reciclaje autorizadas.

De igual forma, se dispondrá de un área ambientalmente apta para la ubicación de los acopios donde se conserven correctamente los materiales excedentarios procedentes de los movimientos de tierra, para su posterior reutilización (en la misma obra o en otras actuaciones ajenas a la obra).

Las alternativas de gestión previstas para la eliminación y/o valorización del residuo serán las indicadas en la siguiente tabla, cuya codificación viene expresada conforme determina la Ley 7/2022 de 8 de abril.

Residuo	Mecanismo de valorización y/o eliminación según Ley 7/2022, de 8 de abril
Plásticos	R1, R3
Hierro y acero	R4, R11
Aluminio	R4, R11
Cobre	R4, R11
Papel y cartón	R1, R3, R5, R11
Mezcla de residuos orgánicos	R3, R4

Tabla 3. Mecanismos de valorización y eliminación de residuos NO peligrosos

- R1: Utilización principal como combustible o como otro medio de generación de energía
- R3: Reciclado o recuperación de sustancias orgánicas que no se utilicen como disolvente
- R4: Reciclado o recuperación de metales y compuestos metálicos
- R5: Reciclado y recuperación de otros materiales inorgánicos
- R7: Recuperación de componentes utilizados para la disminución de la contaminación
- R9: Regeneración u otro nuevo empleo de aceites
- R11: Utilización de residuos obtenidos a partir de cualquiera de las operaciones enumeradas entre R1 y R10.

Los residuos no peligrosos y cantidad que se producirán durante la fase de construcción serán los que se detallan a continuación:

Residuo	Código LER	Cantidad	Unidad	Origen
Aceites minerales	130208	4.000	litros	Aceites usados en Centros de Transformación y motores de seguidores
Cobre	170401	419	kg	Resto Cables
Hierro y acero	170405	26.439	kg	Estructuras hierro hormigón armado
Cables revestidos de plástico	170411	5.209	kg	Resto Cables
Hormigón	170101	205	m3	Restos de hormigón

Tabla 4. Residuos NO peligrosos

Para una correcta gestión de los Residuos, se prevén las siguientes instalaciones para su almacenamiento y manejo:

- Acopios y/o contenedores para selección de los diferentes tipos de residuos.

2.9. ELEMENTOS REUTILIZABLES Y/O RECICLABLES

Se debe tener en cuenta la posible reutilización de los elementos y materiales resultantes del desmantelamiento.

En el caso de que los módulos de baterías, una vez desmontados de las estructuras, no se puedan reutilizar, se procederá a su traslado a un centro de tratamiento y reciclado que garantice su eliminación sin perjuicios para el medio ambiente. Los módulos que estén en buen estado se puede contemplar su aprovechamiento en instalaciones rurales que no precisen de tanta potencia.

Los componentes de la instalación eléctrica serán trasladados a centros donde se reciclarán sus componentes para su reutilización.

Para el resto de elementos susceptibles a ser reciclados como pueden ser estructuras soporte, sistema de vigilancia, control, medida, alumbrado, vallado, etc. se reciclarán, siendo materias primas para la elaboración de nuevos componente y acero, respectivamente.

Las tierras procedentes de los movimientos de tierras necesarios para la extracción de las canalizaciones subterráneas se amontonarán para su posterior uso en el rellenado de las mismas.

El proceso de reciclaje y su posterior uso puede cambiar en el futuro, debido a los posibles avances tecnológicos.

3. PLIEGO DE CONDICIONES

3.1. OBJETO DEL PLIEGO DE CONDICIONES

El presente pliego de condiciones afectará a todas las obras que comprende este proyecto.

En el pliego, se señalarán los criterios generales que serán de aplicación, se describirán las obras comprendidas y se fijarán las características de los materiales a emplear que no se definen en el Documento I “MEMORIA”. Las normas que han de seguirse en la ejecución de las distintas unidades de obra y las pruebas previstas para las recepciones.

3.2. CONDICIONES DE CARÁCTER GENERAL

En todos los trabajos se procurará ocasionar los mínimos daños posibles, aleccionando al personal en este sentido.

Una vez acabada cada una de las fases del desmantelamiento se dejará el terreno colindante limpio de materiales sobrantes, recogiéndolos y retirándolos a vertederos o lugares de recogida de residuos.

La segregación, tratamiento y gestión de residuos se realizará mediante el tratamiento correspondiente por parte de empresas homologadas mediante contenedores o sacos industriales que cumplirán las especificaciones de la normativa vigente.

El contratista prestará especial atención al efecto que puedan tener las distintas operaciones e instalaciones que necesite realizar para la ejecución del contrato sobre el paisaje y la vegetación natural en las zonas en que se hallan las obras.

El contratista cuidará durante la realización de los trabajos de evitar especialmente las afecciones a la vegetación natural, en este sentido las instalaciones temporales, depósitos y acopios de materiales se realizarán, preferentemente junto a los caminos de acceso, en zonas desprovistas de vegetación natural. En todo caso deberán ser previamente autorizados por el Director de Obra.

No se depositarán sobre el terreno natural materiales provenientes de la demolición de las cimentaciones de los apoyos, sino que se cargarán directamente sobre camión y se trasladarán a vertederos autorizados para ello.

Se prohibirá expresamente la circulación de vehículos fuera de los accesos señalizados.

Una vez que los trabajos hayan terminado, todas las instalaciones y depósitos construidos con carácter temporal para el servicio de la misma, deberán ser desmontadas y los lugares de su emplazamiento restaurados a su forma original.

Toda la obra se ejecutará de forma que, las zonas afectadas queden totalmente limpias y en condiciones estéticas acordes con el paisaje circundante.

Estos trabajos se considerarán incluidos en el contrato y, por tanto, no serán objeto de abonos por su realización.

3.3. CERTIFICACIÓN DE LOS MEDIOS EMPLEADOS

Se proporcionarán a la Dirección Facultativa de la obra y a la Propiedad los certificados, emitidos por autoridades homologadas, de los contenedores utilizados, así como de los puntos de vertido final.

3.4. LIMPIEZA DE LAS OBRAS

Se mantendrá la obra y sus alrededores limpia de escombros y de materiales sobrantes.

Las instalaciones provisionales que no sean necesarias se retirarán tan pronto como se pueda, ejecutando todos los trabajos y adoptando las medidas que sean apropiadas para que la obra presente buen aspecto.

3.5. CONDICIONES DE CARÁCTER PARTICULAR

El depósito temporal de los escombros se realizará en sacos industriales (de menos de 1 m^3) o en contenedores metálicos específicos (con ubicación acorde a las ordenanzas municipales). Dicho depósito en acopios, deberá estar en lugares debidamente señalizados y segregados del resto de residuos.

El depósito temporal para residuos valorizables (plásticos, metales, chatarra…) se realizará en contenedores o acopios, que se señalizarán y segregarán del resto de residuos de un modo adecuado.

El responsable de la obra a la que presta servicio el contenedor adoptará las medidas necesarias para evitar el depósito de residuos ajenos a la misma. Los contenedores permanecerán cerrados o cubiertos, al menos, fuera del horario de trabajo, para evitar el depósito de residuos ajenos a las obras a la que prestan servicio.

Se destinarán los medios necesarios para realizar la separación adecuada para cada tipo de residuo.

Se atenderán los criterios municipales establecidos (ordenanzas, condiciones de licencia de obras…), especialmente si obligan a la separación en origen de determinadas materias objeto de reciclaje o deposición. En este último caso se deberá asegurar por parte del contratista realizar una evaluación económica de las condiciones en las que es viable esta operación, tanto por las posibilidades reales de ejecutarla como por disponer de plantas de reciclaje o gestores de residuos adecuados. La Dirección de Obra será la responsable de tomar la última decisión y de su justificación ante las autoridades locales o autonómicas pertinentes.

La contratación de la gestión de los residuos en su destino final (planta de reciclaje, vertedero, cantera, incineradora…) se hará con centros autorizados por la Consejería de Medio Ambiente. Se llevará a cabo un control documental en el que quedarán reflejados los avales de retirada y entrega final de cada transporte de residuos.

Los residuos de carácter urbano generados en las obras (restos de comidas, envases…) serán gestionados acorde con los preceptos marcados por la legislación y autoridad municipal correspondiente.

Se evitará en todo momento la contaminación con productos tóxicos o peligrosos de los plásticos y restos de madera para su adecuada segregación, así como la contaminación de los acopios o contenedores de escombros con componentes peligrosos.

Si las tierras superficiales pueden tener un uso posterior para jardinería o recuperación de los suelos degradados, será retirada y almacenada durante el menor tiempo posible en caballones de altura no superior a 1,5 metros. Se evitará la humedad excesiva, la manipulación y la contaminación con otros materiales.

3.6. EVACUACIÓN DE LOS RESIDUOS

Se señalizarán las zonas de recogida de escombros.

El contenedor deberá cubrirse siempre por una lona o plástico para evitar la propagación del polvo.

Durante los trabajos de carga de escombros se prohibirá el acceso y permanencia de operarios en las zonas de influencia de las máquinas (palas cargadoras, camiones, etc.)

Nunca los escombros sobrepasarán los cierres laterales del receptáculo (contenedor o caja del camión), debiéndose cubrir por una lona o toldo o, en su defecto, se regarán para evitar propagación del polvo en su desplazamiento hacia vertedero.

3.7. CARGA Y TRANSPORTE DE LOS RESIDUOS

Toda la maquinaria para el movimiento y transporte de tierras y escombros (camión volquete, pala cargadora, Dumper, etc.), serán manejadas por personal perfectamente adiestrado y cualificado.

Nunca se utilizará esta maquinaria por encima de sus posibilidades. Se revisarán y mantendrían de forma adecuada. Con condiciones climatológicas adversas se extremará la precaución y se limitará su utilización y, en caso necesario, se prohibirá su uso.

Si existen líneas eléctricas se eliminarán o protegerán para evitar entrar en contacto con ellas.

Antes de iniciar una maniobra o movimiento imprevisto deberá avisarse con una señal acústica.

Ningún operario deberá permanecer en la zona de acción de las máquinas y de la carga. Solamente los conductores de camión podrán permanecer en el interior de la cabina si ésta dispone de visera de protección.

Nunca se sobrepasará la carga máxima de los vehículos ni los laterales de cierre.

La carga, en caso necesario, se asegurará para que no pueda desprenderse durante el transporte.

Se señalizarán las zonas de acceso, recorrido y vertido.

El ascenso o descenso de las cabinas se realizará utilizando los peldaños y asideros de que disponen las máquinas. Éstos se mantendrán limpios de barro, grasa u otros elementos que los hagan resbaladizos.

En el uso de palas cargadoras, además de las medidas reseñadas se tendrá en cuenta:

- El desplazamiento se efectuará con la cuchara lo más baja posible.
- No se transportarán ni izarán personas mediante la cuchara.
- Al finalizar el trabajo la cuchara deber apoyar en el suelo.

En el caso de Dumper se tendrá en cuenta:

- Estarán dotados de cabina antivuelco o, en su defecto, de barra antivuelco. El conductor usará cinturón de seguridad.
- No se sobrecargará el cubilote de forma que impida la visibilidad ni que la carga sobresalga lateralmente.
- Para transporte de masas, el cubilote tendrá una señal de llenado máximo.
- No se transportarán operarios en el Dumper, ni mucho menos en el cubilote.

- En caso de fuertes pendientes, el descenso se hará marcha atrás.

Se organizará el tráfico determinando zonas de trabajo y vías recirculación.

Cuando en las proximidades de una excavación existan tendidos eléctricos con los hilos desnudos, se deberá tomar alguna de las siguientes medidas:

- Desvío de la línea.
- Corte de la corriente eléctrica.
- Protección de la zona mediante apantallados.
- Se guardarán las máquinas y vehículos a una distancia de seguridad determinada en función de la carga eléctrica.

Se acotará la zona de acción de cada máquina en su tajo. Cuando sea marcha atrás o el conductor esté falto de visibilidad, estará auxiliado por otro operario en el exterior del vehículo. Se extremarán estas precauciones cuando el vehículo o máquina cambie de tajo y/o se entrecrucen itinerarios.

En la operación de vertido de materiales con camiones, un auxiliar se encargará de dirigir la maniobra con objeto de evitar atropellos a personas y colisiones con otros vehículos.

Para transportes de tierras situadas a niveles inferiores a la cota 0, el ancho mínimo de la rampa será de 4,50 m, en ensanchándose en las curvas, y sus pendientes no serán mayores del 12% o del 8%, según se trate de tramos rectos o curvos respectivamente. En cualquier caso, se tendrá en cuenta la maniobrabilidad de los vehículos utilizados.

Los vehículos de carga, antes de salir a la vía pública, contarán con un tramo horizontal de terreno consistente, de longitud no menor a vez y media la separación entre ejes, ni inferior a 6 m.

Las rampas para el movimiento de camiones y/o máquinas conservarán el talud lateral que exija el terreno.

La carga, tanto manual como mecánica, se realizará por los laterales del camión o por la parte trasera. Si se carga el camión por medios mecánicos, la pala a no pasará por encima de la cabina. Cuando sea imprescindible que un vehículo de carga, durante o después del vaciado, se acerque al borde del mismo, se dispondrán topes de seguridad, comprobándose previamente la resistencia del terreno al peso del mismo.

3.8. ALMACENAMIENTO DE LOS RESIDUOS

Para los caballones o depósitos de tierras en obra se tendrá en cuenta lo siguiente:

- El material vertido en caballones no se podrá colocar de forma que represente un peligro para construcciones existentes, por presión directa o por sobrecarga sobre el terreno contiguo.
- Deberán tener forma regular.
- Deberán situarse en los lugares que al efecto señale la dirección facultativa, y se cuidará de evitar arrastres hacia la zona de excavación o las obras de desagüe y no obstaculizará las zonas de circulación.

No se acumularán terrenos de excavación junto al borde del vaciado, separándose del mismo una distancia igual o mayor a dos veces la profundidad del vaciado.

Cuando el terreno excavado pueda transmitir enfermedades contagiosas, se desinfectará antes de su transporte y no podrá utilizarse, en este caso, como terreno de préstamo, debiendo el personal que lo manipula estar equipado adecuadamente.

Los acopios de cada tipo de material se formarán y explotarán de forma que se evite su segregación y contaminación, evitándose una exposición prolongada del material a la intemperie, formando los acopios sobre superficies no contaminantes y evitando las mezclas de materiales de distintos tipos.

Si se prevé la separación de residuos en obra, éstos se almacenarán, hasta su transporte a planta de valorización, en contenedores adecuados, debidamente protegidos y señalizados.

El responsable de obra adoptará las medidas necesarias para evitar el depósito de residuos ajenos a la obra.

4. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

4.1. MEMORIA DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

4.1.1. OBJETO DEL PRESENTE ESTUDIO

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.

El *Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre, por el que se establecen las Disposiciones Mínimas de Seguridad y Salud en las Obras de Construcción* implanta la obligatoriedad de la inclusión de un Estudio de Seguridad y Salud o de un Estudio Básico de Seguridad y Salud, en los proyectos para la realización de obras de construcción. En el caso que nos ocupa, dadas las características de las obras proyectadas, es preceptiva la inclusión de un Estudio Básico de Seguridad y Salud.

Se considera prioritario en este Estudio:

- Preservar la integridad de los trabajadores y de todas las personas del entorno.
- La organización del trabajo de forma tal que el riesgo sea mínimo.
- Determinar las instalaciones y útiles necesarios para la protección colectiva e individual del personal.
- Definir las instalaciones y útiles necesarios para la protección colectiva e individual del personal.
- Establecer las normas de utilización de los elementos de seguridad.
- Proporcionar a los trabajadores los conocimientos necesarios para el uso correcto y seguro de los útiles y maquinaria que se les encomiende.
- El transporte del personal.
- Los trabajos con máquina ligera.
- Los primeros auxilios y evacuación de heridos.
- El servicio de Prevención.
- Los delegados de Prevención.

De acuerdo con ello, este estudio debe ser complementado, antes del inicio de la obra, por el Plan de Seguridad y Salud elaborado por el contratista. Dicho plan desarrollará las medidas preventivas previstas en el

estudio, adaptando éstas a las técnicas y soluciones que han de ponerse finalmente en obra. Eventualmente, el Plan de Seguridad y Salud podrá proponer alternativas preventivas a las medidas planificadas aquí, en las condiciones establecidas en el artículo 7 del ya citado *Real Decreto 1627/1997*. En su conjunto, el Plan de Seguridad y Salud constituirá el conjunto de medidas y actuaciones preventivas derivadas de este estudio, que el contratista se compromete a disponer en las distintas actividades y fases de la obra, sin perjuicio de las modificaciones y actualizaciones que pueda haber lugar, en las condiciones reglamentariamente establecidas.

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.

4.1.2. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS

La obra objeto del presente estudio consiste en la instalación de un sistema de almacenamiento de energía con baterías se diseñará con una potencia instalada (potencia nominal) de 11 MW y una capacidad de almacenamiento total a 62,50 MWh. Este sistema está formado por 10 contenedores de baterías dispuestos en 2 Estaciones de Potencia.

Viales de acceso y explanación

El acceso a la instalación se realizará desde los viales existentes de la PSFV "IERÓN" (no ámbito del presente proyecto). La instalación contará con dos puntos de acceso destinados a entrada-salida.

Los viales de acceso contarán con una anchura alrededor de 4 metros, con radios de curvaturas que permiten la entrada de vehículos articulados para el transporte de los equipos de la instalación BESS. Estos viales dispondrán de un paquete de firme compuesto de una base de 20 cm de zahorra artificial, compactada al 100% del Proctor modificado, dispuesta sobre una capa de suelo seleccionado de unos 40 cm de espesor.

Los viales interiores de la planta contarán con una anchura de 4 metros, con radios de curvaturas que permiten la entrada de vehículos articulados para el transporte de los equipos de la instalación BESS y dando accesibilidad a toda la instalación mediante automóvil o furgón durante la explotación. Estos viales dispondrán de un firme de doble capa de zahorra artificial de 20 cm de espesor compactada al 100% del Proctor modificado.

Cimentaciones

Cada agrupación de contenedores de baterías, convertidores, estaciones de potencia y edificios contarán con una solera de hormigón armado que trasmitirá las cargas al terreno. Además, los contenedores serán fijados a esta solera mediante pernos post-instalados. Las estaciones de potencia también se encuentran instaladas sobre contenedores/bastidores que serán fijados a la solera de hormigón.

Zanjas para el cableado

La ejecución de las zanjas para las canalizaciones eléctricas y de comunicaciones y pozos para instalación de arquetas se llevará a cabo siguiendo las especificaciones técnicas necesarias para garantizar la seguridad y la funcionalidad del sistema.

El relleno de las zanjas se realizará con materiales procedentes de la propia excavación, con un cribado en caso necesario para la eliminación de material de elevada granulometría que pueda dañar los cables o tubos, y

posterior compactación del material en la zanja. Los tubos serán sellados con espuma de poliuretano para evitar la entrada de roedores que puedan destruir el aislamiento de los conductores.

Adicionalmente, se instalará longitudinalmente en la zanja cintas de señalización o placa de protección de cables que adviertan de la presencia de la línea, conforme a los criterios establecidos en la normativa vigente.

En el caso de cruzamiento de canalizaciones con viales, los circuitos eléctricos irán en interior de tubo y la canalización irá hormigonada en toda la longitud de la vía creando un prisma de hormigón con los tubos a instalar. Dichos tubos circularán bajo la vía a una distancia mínima a la parte superior del tubo de 0,80 m.

4.1.3. JUSTIFICACIÓN DE RECURSOS

Se estima la necesidad de emplear 30 operarios en punta de trabajo.

Se estima a efectos de instalaciones provisionales de obra que existirán en obra, 20 operarios, para los que se cumplirán las siguientes condiciones:

- Comedor: 1,40 m^2 por operario
- Vestuarios: 1,74 m^2 por operario
- Aseos: 0,35 m^2 por operario

Relación resumida de los trabajos a realizar

Mediante la ejecución de las fases de obra que componen la parte técnica del proyecto al que se adjunta el presente Estudio de Seguridad y Salud, se pretende la realización de las siguientes obras:

- Desmontaje y retirada de módulos de baterías.
- Desmontaje de las estaciones de potencia y el resto de los equipos de la instalación.
- Desmontaje y retirada del cableado y elementos de conexión.
- Desmontaje y retirada del sistema de seguridad e iluminación.
- Demolición y retirada de cimentaciones.
- Desmontaje y retirada del vallado perimetral.
- Restauración del terreno.

4.1.4. CONTROL DE LA PREVENCIÓN

4.1.4.1. DEBERES, OBLIGACIONES Y COMPROMISOS

Según los Arts. 14 y 17, en el Capítulo III de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales se establecen los siguientes puntos:

- Los trabajadores tienen derecho a una protección eficaz en materia de seguridad y salud en el trabajo. El citado derecho supone la existencia de un correlativo deber del empresario de protección de los trabajadores frente a los riesgos laborales. Este deber de protección constituye, igualmente, un deber de las Administraciones Públicas respecto del personal a su servicio. Los derechos de información, consulta y participación, formación en materia preventiva, paralización de la actividad en caso de riesgo grave e inminente y vigilancia de su estado de salud, en los términos previstos en la presente Ley, forman parte del derecho de los trabajadores a una protección eficaz en materia de seguridad y salud en el trabajo.

- En cumplimiento del deber de protección, el empresario deberá garantizar la seguridad y la salud de los trabajadores a su servicio en todos los aspectos relacionados con el trabajo. A estos efectos, en el marco de sus responsabilidades, el empresario realizará la prevención de los riesgos laborales mediante la adopción de cuantas medidas sean necesarias para la protección de la seguridad y la salud de los trabajadores, con las especialidades que se recogen en los artículos correspondientes en materia de evaluación de riesgos, información, consulta y participación y formación de los trabajadores, actuación en casos de emergencia y de riesgo grave e inminente, vigilancia de la salud, y mediante la constitución de una organización y de los medios necesarios en los términos establecidos en el Capítulo IV de la presente Ley.
- El empresario desarrollará una acción permanente con el fin de perfeccionar los niveles de protección existentes y dispondrá lo necesario para la adaptación de las medidas de prevención señaladas en el párrafo anterior a las modificaciones que puedan experimentar las circunstancias que incidan en la realización del trabajo.
- El empresario deberá cumplir las obligaciones establecidas en la normativa sobre prevención de riesgos laborales.
- Las obligaciones de los trabajadores establecidas en esta Ley, la atribución de funciones en materia de protección y prevención a trabajadores o Servicios de la empresa y el recurso al concierto con entidades especializadas para el desarrollo de actividades de prevención complementarán las acciones del empresario, sin que por ello le eximan del cumplimiento de su deber en esta materia, sin perjuicio de las acciones que pueda ejercitar, en su caso, contra cualquier otra persona.
- El coste de las medidas relativas a la seguridad y la salud en el trabajo no deberá recaer en modo alguno sobre los trabajadores.

Equipos de trabajo y medios de protección.

1. El empresario adoptará las medidas necesarias con el fin de que los equipos de trabajo sean adecuados para el trabajo que deba realizarse y convenientemente adaptados a tal efecto, de forma que garanticen la seguridad y la salud de los trabajadores al utilizarlos. Cuando la utilización de un equipo de trabajo pueda presentar un riesgo específico para la seguridad y la salud de los trabajadores, el empresario adoptará las medidas necesarias con el fin de que:
    a) La utilización del equipo de trabajo quede reservada a los encargados de dicha utilización.
    b) Los trabajos de reparación, transformación, mantenimiento o conservación sean realizados por los trabajadores específicamente capacitados para ello.
2. El empresario deberá proporcionar a sus trabajadores equipos de protección individual adecuados para el desempeño de sus funciones y velar por el uso efectivo de los mismos cuando, por la naturaleza de los trabajos realizados, sean necesarios. Los equipos de protección individual deberán utilizarse cuando los riesgos no se puedan evitar o no puedan limitarse suficientemente por medios técnicos de protección colectiva o mediante medidas, métodos o procedimientos de organización del trabajo.

4.1.4.2. PRINCIPIOS BÁSICOS DE LA ACTIVIDAD PREVENTIVA DE ESTA OBRA

De acuerdo con los Arts. 15 y 16 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, se establece que:

1. El empresario aplicará las medidas que integran el deber general de prevención previsto en el capítulo anterior, con arreglo a los siguientes principios generales:

a) Evitar los riesgos.

b) Evaluar los riesgos que no se puedan evitar.

c) Combatir los riesgos en su origen.

d) Adaptar el trabajo a la persona, en particular en lo que respecta a la concepción de los puestos de trabajo, así como a la elección de los equipos y los métodos de trabajo y de producción, con miras, en particular, a atenuar el trabajo monótono y repetitivo y a reducir los efectos del mismo en la salud.

e) Tener en cuenta la evolución de la técnica.

f) Sustituir lo peligroso por lo que entrañe poco o ningún peligro.

g) Planificar la prevención, buscando un conjunto coherente que integre en ella la técnica, la organización del trabajo, las condiciones de trabajo, las relaciones sociales y la influencia de los factores ambientales en el trabajo.

h) Adoptar medidas que antepongan la protección colectiva a la individual.

i) Dar las debidas instrucciones a los trabajadores.

2. El empresario tomará en consideración las capacidades profesionales de los trabajadores en materia de seguridad y salud en el momento de encomendarles las tareas.

3. El empresario adoptará las medidas necesarias a fin de garantizar que solo los trabajadores que hayan recibido información suficiente y adecuada puedan acceder a las zonas de riesgo grave y específico.

4. La efectividad de las medidas preventivas deberá prever las distracciones o imprudencias no temerarias que pudiera cometer el trabajador. Para su adopción se tendrán en cuenta los riesgos adicionales que pudieran implicar determinadas medidas preventivas; las cuales solo podrán adoptarse cuando la magnitud de dichos riesgos sea sustancialmente inferior a la de los que se pretende controlar y no existan alternativas más seguras.

5. Podrán concertar operaciones de seguro que tengan como fin garantizar como ámbito de cobertura la previsión de riesgos derivados del trabajo, la empresa respecto de sus trabajadores, los trabajadores autónomos respecto a ellos mismos y las sociedades cooperativas respecto a sus socios cuya actividad consista en la prestación de su trabajo personal.

Evaluación de los riesgos.

1. La acción preventiva en la empresa se planificará por el empresario a partir de una evaluación inicial de los riesgos para la seguridad y la salud de los trabajadores, que se realizará, con carácter general, teniendo en cuenta la naturaleza de la actividad, y en relación con aquellos que estén expuestos a riesgos especiales. Igual evaluación deberá hacerse con ocasión de la elección de los equipos de trabajo, de las sustancias o preparados químicos y del acondicionamiento de los lugares de trabajo. La evaluación inicial tendrá en cuenta aquellas otras actuaciones que deban desarrollarse de conformidad con lo dispuesto en la normativa sobre protección de riesgos específicos y actividades de especial peligrosidad. La evaluación será actualizada cuando cambien las condiciones de trabajo y, en todo caso, se someterá a consideración y se revisará, si fuera necesario, con ocasión de los daños para la salud que se hayan producido. Cuando el resultado de la evaluación lo hiciera necesario, el empresario realizará controles periódicos de las condiciones de trabajo y de la actividad de los trabajadores en la prestación de sus servicios, para detectar situaciones potencialmente peligrosas.

2. Si los resultados de la evaluación prevista en el apartado anterior lo hicieran necesario, el empresario realizará aquellas actividades de prevención, incluidas las relacionadas con los métodos de trabajo y de producción, que garanticen un mayor nivel de protección de la seguridad y la salud de los trabajadores.

Estas actuaciones deberán integrarse en el conjunto de las actividades de la empresa y en todos los niveles jerárquicos de la misma. Las actividades de prevención deberán ser modificadas cuando se aprecie por el empresario, como consecuencia de los controles periódicos previstos en el apartado anterior, su inadecuación a los fines de protección requeridos.

Cuando se haya producido un daño para la salud de los trabajadores o cuando, con ocasión de la vigilancia de la salud prevista en el artículo 22, aparezcan indicios de que las medidas de prevención resultan insuficientes, el empresario llevará a cabo una investigación al respecto, a fin de detectar las causas de estos hechos.

4.1.5. PREVENCIÓN DE RIESGOS

4.1.5.1. ANÁLISIS DE LOS MÉTODOS DE EJECUCIÓN Y DE LOS MATERIALES Y EQUIPOS A UTILIZAR

4.1.5.1.1. OPERACIONES PREVIAS A LA EJECUCIÓN DE LA OBRA

Conforme el Proyecto de ejecución de obra y el Plan de la misma, se iniciarán las operaciones previas a la realización de las obras, procediendo a:

- La organización general de la obra: vallado, señalización, desvíos de tráfico, accesos a la obra de peatones y de vehículos, etc. tal y como se grafía en los planos.
- Colocación de los servicios de Higiene y Bienestar, reserva y acondicionamiento de espacios para acopio de materiales paletizados y a montón, tal como se grafía en los planos.
- Delimitación de espacios de trabajo siguiendo las especificaciones grafiadas en los planos.
- Acotación de las zonas de trabajo y reserva de espacios.
- Señalización de accesos a la obra.
- Con anterioridad al inicio de los trabajos, se establecerán las instrucciones de seguridad para la circulación de las personas por la obra.
- Todo el personal que acceda a esta obra, para circular por la misma, deberá conocer y cumplir estas normas, independientemente de las tareas que vayan a realizar.

Estas normas deberán estar expuestas en la obra, perfectamente visibles en la entrada, así como en los vestuarios y en el tablón de anuncios.

Los recursos preventivos de cada contratista o en su defecto los representantes legales de cada empresa que realice algún trabajo en la obra, deberán entregar una copia a todos sus trabajadores presentes en la obra (incluyendo autónomos, subcontratas y suministradores). De dicha entrega deberá dejarse constancia escrita.

4.1.5.1.2. NORMAS DE ACCESO Y CIRCULACIÓN POR OBRA

No entre en obra sin antes comunicar su presencia, para realizar un efectivo control de acceso a obra, por su bien y el del resto de los trabajadores.

Utilice para circular por la obra calzado de seguridad con plantilla metálica, chaleco reflectante y casco de protección en correcto estado. En caso de realizar algún trabajo con herramientas o materiales que puedan caer, el calzado deberá disponer también de puntera metálica con el fin de controlar el riesgo no evitable de caída de objetos en manipulación.

Recuerde que los EPIs tienen una fecha de caducidad, pasada la cual no garantizan su efectividad.

No camine por encima de los escombros (podría sufrir una torcedura, un tropiezo, una caída, clavarse una tacha, etc.).

No pise sobre tablones o maderas en el suelo. Podría tener algún clavo y clavárselo.

Respete las señales. En caso de ver una señalización de peligro que corte el paso evite el agua potable

Dicha señalización está indicando una zona de acceso restringido o prohibido.

Haga siempre caso de los carteles indicadores existentes por la obra.

No quite o inutilice bajo ningún concepto, una protección colectiva sin antes haberlo consultado con los recursos preventivo. Sólo bajo la supervisión de los citados recursos preventivos se puede retirar una protección y/o trabajar sin ella.

Si encuentra alguna protección en mal estado o mal colocada, adviértalo inmediatamente a los recursos preventivos.

Circule por la obra sin prisas. Ir corriendo por la obra le puede suponer un accidente o la provocación de un accidente.

En caso encontrarse obstáculos (andamios de borriquetas o plataformas de trabajo elevadas, con operarios trabajando sobre ellos), esquívelos cambiando de camino. Rodearlo es preferible a sufrir o a provocar un accidente.

Si tiene que hacer uso de algún cuadro eléctrico, hágalo utilizando las clavijas macho-hembra adecuadas para su conexión.

Si tiene dudas, no improvise, advierta y pregunte a los recursos preventivos, esa es una de sus funciones.

4.1.5.2. MEDIOS AUXILIARES PREVISTOS PARA LA EJECUCIÓN DE LA OBRA

Se detalla a continuación, la relación de medios auxiliares empleados en la obra que cumplen las condiciones técnicas y de utilización que se determinan en el Anexo IV del R.D. 1627/97 así como en su reglamentación específica y que van a utilizarse o cuya utilización está prevista en esta obra.

Medios auxiliares

- Escalera de mano.
- Eslingas de acero (cables, cadenas, etc.).
- Carretón o carretilla de mano.
- Cubilote de hormigonado.
- Plataforma Elevadora Móvil de Personas.

4.1.5.3. MAQUINARIA

La tipología de maquinaria que se prevé emplear en la ejecución de la obra se indica en la relación (no exhaustiva) de la tabla adjunta:

Maquinaria y herramientas previstas en obra	
Grúa Telescópica	Sierra circular

Maquinaria y herramientas previstas en obra	
Maquinaria para movimiento de tierras	Compactador manual
Dumper	Acabados
Camiones	Rodillo compactador
Camión hormigonera	Grupo electrógeno

OBSERVACIONES:

1.- La maquinaria para movimiento de tierras, se usará solo para el fin para el que está concebida, y estará provista de cabina de seguridad antivuelco ROPS y antiimpactos ROPS, señalización óptica y acústica de marcha atrás.

2.- Los camiones respetarán las normas del código de circulación y dispondrán de señalización óptica y acústica de marcha atrás.

3.- En lo referente a la utilización de la maquinaria se respetará lo indicado en la Evaluación de Riesgos para este tipo de elementos tanto los pertenecientes a la empresa como los que se pudieran subcontratar.

4.- A todos los efectos, los operarios estarán informados de los riesgos y medidas a adoptar en previsión de accidentes en relación a cada uno de los tipos de maquinaria a utilizar en obra, mediante información dada por la empresa en función del tipo de trabajo que desempeñarán.

Tabla 5. Maquinaria y herramientas previstas para la ejecución de la obra

4.1.6. IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS

4.1.6.1. RIESGOS PROFESIONALES

Las empresas contratistas adjudicatarias de los trabajos, han de considerar que la evaluación de riesgos concerniente a cada una de las actividades de construcción supone el análisis previo de:

- Las condiciones generales del trabajo, las máquinas y equipos que se manejen, las instalaciones próximas existentes y a los agentes físicos, químicos y biológicos que puedan existir.
- Las características de organización y ordenación del trabajo, que influyen en la magnitud de los riesgos.
- La inadecuación de los puestos de trabajo a las características de los trabajadores especialmente sensibles a ciertos riesgos.

La valoración de riesgos en cada momento se conocerá tras realizar inspecciones de los trabajos. No obstante, se consideran riesgos generales y como tales están presentes en cualquier actividad de construcción, como se indican a continuación.

4.1.6.2. RIESGOS GENERALES Y MEDIDAS PREVENTIVAS

Personal de obra

Identificación del riesgo	Causa
Caídas de personas al mismo nivel	Caídas por deficiencias en el suelo, por pisar o tropezar con objetos en el suelo, por superficies en mal estado por condiciones atmosféricas (heladas, nieve, agua, etc.)
Caídas de personas a distinto nivel	Caída desde escaleras portátiles, hoyos, cimentaciones o

Identificación del riesgo	Causa
	torres metálicas de transporte.
Caídas de objetos	Caída por manipulación manual de objetos y herramientas. Caída de elementos manipulados con aparatos elevadores o de elementos apilados (almacén).
Desprendimientos, desplomes y derrumbes	Desprendimientos de elementos de montaje fijos. Hundimiento de hoyos cimentaciones.
Choques y golpes	Choques contra objetos fijos y choques contra objetos móviles. Golpes por herramientas manuales.
Maquinaria automotriz y vehículos	Atropello a peatones, vuelco de vehículos, Caída de Cargas Choques y golpes entre vehículos o contra elementos fijos.
Atrapamiento por mecanismos en movimiento	Atrapamientos por herramientas manuales, mecanismos en movimiento o por objetos.
Cortes	Cortes por herramientas manuales, objetos superficiales o punzantes.
Proyecciones	Impacto por fragmentos, partículas sólidas o líquidas.
Contactos eléctricos	Contactos directos, indirectos o descargas eléctricas.
Arcos eléctricos	Calor, proyecciones. Radiaciones no ionizantes.
Sobreesfuerzos	Esfuerzos al empujar o tirar de objetos, por el uso de herramientas, movimientos bruscos o al levantar o manipular cargas.
Explosiones	Máquinas, equipos y botellas de gases. Voladuras o Material explosivo.
Incendios	Acumulación de material combustible. Almacenamiento y trasvase de productos inflamables. Focos de ignición. Proyecciones de chispas o de partículas calientes (soldadura).
Tráfico	Choques entre vehículos o contra objetos fijos Atropello de peatones o en situaciones de trabajo. Vuelco de vehículos por accidente de tráfico. Fallos mecánicos de vehículos.
Agresión de animales	Picadura de insectos Ataque de perros. Agresión por otros animales.
Estrés térmico	Exposición prolongada al calor o al frío. Cambios bruscos de temperatura.
Radiaciones no ionizantes	Exposición a radiación infrarroja o a radiación visible o luminosa.
Carga física	Movimientos repetitivos. Carga estática o postural (espacios de trabajo). Carga dinámica (actividad física).
Carga mental	Distribución de tiempos. Aislamiento.

Tabla 6. Riesgos y causas del personal de obra

Medidas preventivas

Identificación del riesgo	Medidas preventivas	
Caídas del 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 líquido	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 por resbalones y tropezonas por malos apoyos del pie	Respetar y cumplir señalización.
		Utilizar vías y pasos habilitados

Identificación del riesgo	Medidas preventivas	
		para los trabajos.
		Comunicar, corregir deficiencias.
		Utilización de calzado adecuado.
Caídas de personas a distinto nivel	Caída por huecos	Colocación de barandillas adecuadas.
		Comunicar, corregir deficiencias.
		Señalización de la zona.
		Tener iluminación adecuada.
		Utilizar los medios previstos para el paso o acceso a otras instalaciones.
	Caídas 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 será 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 aguantara 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 dos 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

Identificación del riesgo	Medidas preventivas	
		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.
Caídas 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 la misma vertical, si es necesario se utilizarán medios sólidos de separación.
		Tener los materiales necesarios

Identificación del riesgo	Medidas preventivas	
		para el trabajo dentro de recipientes adecuados.
		Usar cuerda de servicio o poleas para subir o bajar materiales.
	Caída de elementos apilados	Respetar y cumplir las señalizaciones.
		Utilizar el casco de seguridad y calzado adecuado.
		Pequeños materiales en cajas.
		Retirar materiales sin alterar la estabilidad de los restantes.
		Dispositivos de retención si fueran necesarios (redes, fundas, etc.).
		No abusar en exceso del espacio existente.
	Caídas 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 adecuada.
		Utilizar el casco de seguridad.

Identificación del riesgo	Medidas preventivas	
		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	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.

Identificación del riesgo	Medidas preventivas	
		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.
		Colocar adecuadamente la carga (no sobrecargar, bien sujeta, estable y centrada).
Atrapamiento por mecanismos en movimiento	Atrapamientos por herramientas manuales	Respetar y cumplir las señalizaciones.
		Tener la iluminación adecuada.

Identificación del riesgo	Medidas preventivas	
		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.
	Atrapamiento 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.

Identificación del riesgo	Medidas preventivas	
	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 las distancias entre máquinas 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

Identificación del riesgo	Medidas preventivas	
		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.

Identificación del riesgo	Medidas preventivas	
		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 eléctricos	Contactos directos en las	Formación e información a los

Identificación del riesgo	Medidas preventivas	
	instalaciones y equipos	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, montadas 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

Identificación del riesgo	Medidas preventivas	
		no se utilizarán escaleras o elementos metálicos largos.
	Contactos directos para trabajos en instalaciones sin tensión	Formar e informar a los trabajadores.
		Desarrollar un procedimiento para el descargo de las instalaciones.
		Colocar los 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 en las instalaciones y equipos	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, montadas y mantenidas de acuerdo con los reglamentos y normas aplicables.
		Los equipos portátiles de alumbrado serán de tensión de seguridad o estarán alimentados a

Identificación del riesgo	Medidas preventivas	
		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.
	Contactos indirectos para trabajos en instalaciones sin tensión	Formar e informar a los trabajadores.
		Desarrollar un procedimiento para el descargo de las instalaciones.
		Colocar los 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.
Arcos eléctricos		
Sobreesfuerzos	Sobreesfuerzos al tirar o empujar	Utilizar los medios adecuados siguiendo las instrucciones del

Identificación del riesgo	Medidas preventivas	
	objetos	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.
Explosiones	Según se indique en el Plan de Seguridad y Salud	
Incendios	Según se indique en el Plan de Seguridad y Salud	
Tráfico	Atropellos, vuelco de vehículos…	
Agresión de animales	Insectos	Vestir la ropa de trabajo correcta. Preferiblemente manga y pantalón largos.
		En caso de existencia de insectos, procurar no realizar el trabajo en las horas de mayor insolación.
		Utilizar repelentes o insecticidas.
	Ataque de perros	Utilizar dispositivos para ahuyentarlos.
		No realizar movimientos bruscos en su presencia.
		Si es necesario, protegerse en el

Identificación del riesgo	Medidas preventivas	
		vehículo o habitáculos.
	Agresión por otros animales	Acudir al servicio de asistencia médica más próximo.
Estrés térmico	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.
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 son 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 son de trabajo libre de materiales o equipos no necesarios.

Identificación del riesgo	Medidas preventivas	
	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 son 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 de 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.
	Atención-complejidad	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

Identificación del riesgo	Medidas preventivas	
		a las horas y turnos.

Tabla 7. Medidas preventivas para el personal de obra

Máquinas y equipos

Dentro de este aparatado se procede a la identificación de las máquinas y equipos que serán utilizados:

Máquinas y equipos a utilizar
Camión grúa
Camión
Excavadora
Retroexcavadora
Pilotadora
Motovolquetes y carretillas y elevadoras
Herramientas manuales en general
Equipos y herramientas eléctricas
Andamios y escaleras

Tabla 8. Máquinas y equipos a utilizar

Medidas preventivas

Equipo	Riesgo	Medidas preventivas
Camión grúa	Caídas de personas al mismo nivel. Caídas de objetos. Golpes en movimientos de giro. Atrapamientos. Sobreesfuerzos.	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.

Equipo	Riesgo	Medidas preventivas
		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 desplazara 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.
Camión	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.	Sé 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

Equipo	Riesgo	Medidas preventivas
		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.
Excavadora	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.	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 trasportín para estos menesteres).
		El remonte de pendientes bajo

Equipo	Riesgo	Medidas preventivas
		carga se efectuará siempre en marcha atrás, en evitación de pérdidas de equilibrio y vuelco.
		El operador no desplazara la carga por encima del personal con la carretilla elevadora.
Retroexcavadoras	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.	
Motovolquetes y carretillas elevadoras	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.	
Herramientas manuales en general. Equipos y herramientas eléctricas.	Golpes y cortes por objetos o herramientas. Proyección de fragmentos o partículas. Pisadas sobre objetos. Trastornos musculo esqueléticos.	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

Equipo	Riesgo	Medidas preventivas
		la función que fueron diseñados.
		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.

Tabla 9. Medidas preventivas

4.1.6.3. RIESGOS ESPECÍFICOS

4.1.6.3.1. Replanteo del terreno

Identificación de riesgos

Identificación del riesgo	Causa
Caídas de personas al mismo nivel	Caídas por deficiencias en el suelo, por pisar o tropezar con objetos en el suelo, por superficies en mal estado por condiciones atmosféricas (heladas, nieve, agua, etc.)
Caídas de personas a distinto nivel	Caída desde escaleras portátiles, hoyos, cimentaciones o torres metálicas de transporte.
Caídas de objetos	Caída por manipulación manual de objetos y herramientas. Caída de elementos manipulados con aparatos elevadores o de elementos apilados (almacén).
Desprendimientos, desplomes y derrumbes	Desprendimientos de elementos de montaje fijos. Hundimiento de hoyos cimentaciones.
Choques y golpes	Choques contra objetos fijos y choques contra objetos móviles. Golpes por herramientas manuales.
Cortes	Cortes por herramientas manuales, objetos superficiales o punzantes.
Agresión de animales	Picadura de insectos Ataque de perros. Agresión por otros animales.
Estrés térmico	Exposición prolongada al calor o al frío. Cambios bruscos de temperatura.

Tabla 10. Identificaciones de riesgos y causas en replanteo del terreno

Medidas preventivas

Medidas preventivas
Antes del inicio de los trabajos de campo, se realizará un recorrido rápido con objeto de señalar los lugares de observación y los recorridos a realizar, detectando los posibles riesgos y la forma de evitarlos o minimizarlos. Utilizar vías y pasos habilitados para los trabajos. Todo el equipo debe usar botas de aislamiento y especiales para evitar caídas por las pendientes y al mismo nivel. Extremar la precaución en las labores de fijación de estacas, respetando la distancia mínima de seguridad con los pies.

Para clavar las estacas con ayuda de los punteros largos se tendrá que usar guantes, y punteros con protector de golpes en manos. Extremar la precaución en las labores de fijación de estacas, respetando la distancia mínima de seguridad con los pies. Deben evitarse el uso de los punteros que presenten deformaciones en la zona de golpeo, por tener el riesgo de proyección de partículas de acero, en cara y ojos. Se usarán gafas antipartículas, durante estas operaciones. En tajos donde la maquinaria esté en movimiento y en zonas donde se aporten materiales mediante camiones, se evitará la estancia de los equipos de replanteo, respetando unas distancias de seguridad que se fijará en función de los riesgos previsibles. Se comprobarán antes de realizar los replanteos la existencia de cables eléctricos, para evitar contactos directos con los mismos. En las zonas donde existan líneas eléctricas las miras utilizadas, serán dieléctricas.

Tabla 11. Medidas preventivas en replanteo del terreno

4.1.6.3.2. Movimientos de tierra

Identificación de riesgos

Identificación del riesgo	Causa
Caídas de personas al mismo nivel	Caídas por deficiencias en el suelo, por pisar o tropezar con objetos en el suelo, por superficies en mal estado por condiciones atmosféricas (heladas, nieve, agua, etc.)
Caídas de personas a distinto nivel	Caída desde escaleras portátiles, hoyos, cimentaciones o torres metálicas de transporte.
Caídas de objetos	Caída por manipulación manual de objetos y herramientas. Caída de elementos manipulados con aparatos elevadores o de elementos apilados (almacén).
Desprendimientos, desplomes y derrumbes	Desprendimientos de elementos de montaje fijos. Hundimiento de hoyos cimentaciones.
Choques y golpes	Choques contra objetos fijos y choques contra objetos móviles. Golpes por herramientas manuales.
Maquinaria automotriz y vehículos	Atropello a peatones, vuelco de vehículos, Caída de Cargas Choques y golpes entre vehículos o contra elementos fijos.
Atrapamiento por mecanismos en movimiento	Atrapamientos por herramientas manuales, mecanismos en movimiento o por objetos.
Cortes	Cortes por herramientas manuales, objetos superficiales o punzantes.
Proyecciones	Impacto por fragmentos, partículas sólidas o líquidas.
Contactos eléctricos	Contactos directos, indirectos o descargas eléctricas.
Arcos eléctricos	Calor, proyecciones. Radiaciones no ionizantes.
Sobreesfuerzos	Esfuerzos al empujar o tirar de objetos, por el uso de

Identificación del riesgo	Causa
	herramientas, movimientos bruscos o al levantar o manipular cargas.
Explosiones	Máquinas, equipos y botellas de gases. Voladuras o Material explosivo.
Incendios	Acumulación de material combustible. Almacenamiento y trasvase de productos inflamables. Focos de ignición. Proyecciones de chispas o de partículas calientes (soldadura).
Tráfico	Choques entre vehículos o contra objetos fijos Atropello de peatones o en situaciones de trabajo. Vuelco de vehículos por accidente de tráfico. Fallos mecánicos de vehículos.
Agresión de animales	Picadura de insectos Ataque de perros. Agresión por otros animales.
Estrés térmico	Exposición prolongada al calor o al frío. Cambios bruscos de temperatura.

Tabla 12. Identificación de riesgos y causas en movimientos de tierra

Medidas preventivas

Medidas preventivas
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 cercas colindantes…
Separación tránsito de vehículos y operarios.
Avisadores ópticos y acústicos dé marcha atrás en maquinaria.
Protección partes móviles maquinaria.
Conservación adecuada vías de circulación.
No permanecer en radio acción máquinas.
Distancia de seguridad a líneas eléctricas conforme con el RD 614/2001.

Tabla 13. Medidas preventivas en movimientos de tierra

Medidas preventivas específicas

Medidas preventivas específicas

Sólo se permitirá el manejo a aquellas personas que conozcan su funcionamiento y tengan una categoría profesional adecuada. El maquinista tendrá buen conocimiento de las zonas de circulación y trabajo (zanjas, cables, limitaciones de altura, etc.) Utilizar las máquinas de acuerdo con las instrucciones del fabricante y sólo en aquellos para los que han sido diseñadas. El maquinista se encontrará en perfecto estado de salud antes de subir a la máquina. Estará prohibido circular con cualquier tipo de maquinaria que no disponga de matriculación, por carreteras abiertas al tráfico rodado. Cuando la circulación afecta a viales públicos, las máquinas llevarán en zona visible una luz giratoria, siendo aconsejable llevar encendidas las luces de posición en todo momento. La máquina se revisará antes de iniciar los trabajos, para que esté en condiciones de realizar su tarea. Se respetarán las cargas admisibles para las que está diseñada la máquina. No se realizarán maniobras bruscas ni se frenará de repente. Se prohíbe la manipulación y operaciones de ajuste y arreglo de máquinas a personal sin la debida preparación y conocimientos de los riesgos a los que puede estar expuesto. Cuando abastezca de combustible no lo haga cerca de un punto caliente ni fume. No guarde material combustible ni trapos grasientos en la máquina, puede ser el origen de un incendio. Si debe arrancar la máquina, mediante la batería de otra, tome precauciones para evitar chisporroteos de los cables. Recuerde que los electrólitos emiten gases inflamables y se puede producir una explosión.

Tabla 14. Medidas preventivas específicas en movimientos de tierra

4.1.6.3.3. Losas de cimentación

Identificación de riesgos

Identificación del riesgo	Causa
Caídas de personas al mismo nivel	Caídas por deficiencias en el suelo, por pisar o tropezar con objetos en el suelo, por superficies en mal estado por condiciones atmosféricas (heladas, nieve, agua, etc.)
Caídas de objetos	Caída por manipulación manual de objetos y herramientas. Caída de elementos manipulados con aparatos elevadores o de elementos apilados (almacén).
Choques y golpes	Choques contra objetos fijos y choques contra objetos móviles. Golpes por herramientas manuales.
Cortes	Cortes por herramientas manuales, objetos superficiales o punzantes.
Proyecciones	Impacto por fragmentos, partículas sólidas o líquidas.

Vuelco de maquinaria	Vuelco de maquinaria.

Tabla 15. Identificación de riesgos y causas en losas de cimentación

Medidas preventivas

Medidas preventivas
Antes de iniciar los trabajos se tomarán las medidas necesarias para resolver las posibles interferencias con conducciones de servicios aéreas o enterradas.
Deberá instruirse, mediante la realización de cursos, a todo el personal que vaya a intervenir en los trabajos, haciendo especial hincapié en los riesgos específicos de la actividad que vayan a realizar, así como las medidas que deban tomarse para evitarlos.
El hormigonado que se haga con bomba, se revisará previamente el estado de los tubos, para evitar colapsos de los mismos o reventones.
Se evitará la permanencia de personas bajo cargas suspendidas, especialmente durante las operaciones de colocación de armaduras.
La zona de acopios permanecerá limpia y ordenada sin materiales por los caminos de paso.
Se establecerán caminos de circulación sobre las armaduras a base de tablones o plataformas metálicas de 0,60m de anchura.

Tabla 16. Medidas preventivas en losas de cimentación

4.1.6.3.4. Zanjas para canalizaciones

Identificación de riesgos

Identificación del riesgo	Causa
Caídas de personas al mismo nivel	Caídas por deficiencias en el suelo, por pisar o tropezar con objetos en el suelo, por superficies en mal estado por condiciones atmosféricas (heladas, nieve, agua, etc.)
Caídas de objetos	Caída por manipulación manual de objetos y herramientas. Caída de elementos manipulados con aparatos elevadores o de elementos apilados (almacén).
Choques y golpes	Choques contra objetos fijos y choques contra objetos móviles. Golpes por herramientas manuales.
Cortes	Cortes por herramientas manuales, objetos superficiales o punzantes.
Proyecciones	Impacto por fragmentos, partículas sólidas o líquidas.
Atrapamiento de maquinaria	Posibilidad de atrapamiento de un trabajador en una máquina.
Atrapamiento o aplastamiento en la manipulación de materiales	Descolgamiento de las cargas suspendidas.
Sobreesfuerzos y conclusiones	Debido al sobreesfuerzo de los trabajos realizados.

Tabla 17. Identificación de riesgos y causas en zona para canalizaciones

Medidas preventivas

Medidas preventivas
Antes del inicio de los trabajos, se adoptarán medidas de seguridad tendentes a reducir riesgos que aparezcan por interferencias con los servicios afectados por el trazado de la zanja, por lo que se deberán adoptar medidas específicas cuando se encuentren instalaciones o conducciones en servicio. Se localizarán y señalizarán. La existencia de conducciones eléctricas próximas a la zona de obra será señalizada con antelación a la ejecución de los trabajos. No se sobrecargará la cabeza de la excavación con ningún tipo de acopios, debiendo colocarse a una distancia del borde igual a la profundidad de la zanja y como mínimo a 2 m. del borde. Siempre que no se pueda dar un talud estable a la zanja se entibará. Cuando la zanja tenga una profundidad superior a 1,50m. se dispondrán escaleras de mano en los lugares en que se esté trabajando para facilitar el acceso y la salida a la misma. Esta sobrepasará 1,00m el borde de la zanja y estará fijada adecuadamente para impedir su vuelco, lateral o frontal. Diariamente, antes del inicio de los trabajos, y después de las lluvias y heladas, se vigilará la estabilidad de la zanja, así como el estado de las entibaciones, reforzándolas si fuese necesario.

Tabla 18. Medidas preventivas en zanjas para canalizaciones

4.1.6.3.5. Desmontaje de equipos eléctricos

Medidas preventivas

Contacto indirecto	Contacto directo
Formación e información a los trabajadores. Mantener los elementos en tensión alejados de las zonas accesibles o bajos envolventes cerrados y señalizados.	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.	Disponer de los equipos de protección individual precisos, tales como guantes aislantes, protección facial u ocular, casco aislante, ropa de trabajo, calzado de protección.
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).	Deberán estar fabricados, montadas y mantenidas de acuerdo con los reglamentos y normas aplicables.
En el interior de las instalaciones eléctricas o en proximidad de ellas no se utilizaran escaleras o elementos metálicos largos.	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).
Se evitará entrar en instalaciones eléctricas o accionar en los equipos eléctricos si no se está cualificado y expresamente autorizado para ello.	Se evitará entrar en instalaciones eléctricas o accionar en los equipos eléctricos si no se está cualificado y expresamente autorizado para ello.

Tabla 19. Medidas preventivas en conexionado a equipos eléctricos

4.1.6.3.6. Trabajos manuales y acabados

Identificación de riesgos

Identificación del riesgo	Causa
Caídas de personas al mismo nivel	Caídas por deficiencias en el suelo, por pisar o tropezar con objetos en el suelo, por superficies en mal estado por condiciones atmosféricas (heladas, nieve, agua, etc.)
Caídas de objetos	Caída por manipulación manual de objetos y herramientas. Caída de elementos manipulados con aparatos elevadores o de elementos apilados (almacén).
Choques y golpes	Choques contra objetos fijos y choques contra objetos móviles. Golpes por herramientas manuales.
Golpes y cortes por objetos o herramientas	Cortes por herramientas manuales, objetos superficiales o punzantes.
Proyecciones	Impacto por fragmentos, partículas sólidas o líquidas.
Atrapamiento de maquinaria	Posibilidad de atrapamiento de un trabajador en una máquina.

Identificación del riesgo	Causa
Atrapamiento o aplastamiento en la manipulación de materiales	Descolgamiento de las cargas suspendidas.
Sobreesfuerzos y conclusiones	Debido al sobreesfuerzo de los trabajos realizados.

Tabla 20. Identificación de riesgos y causas en trabajos manuales y acabados

Medidas preventivas de herramientas manuales

Medidas 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.
Se prohíbe expresamente depositar en el suelo o dejar abandonado conectado a la red eléctrica el taladro portátil.

Tabla 21. Medidas preventivas en zanjas para canalizaciones

4.2. PLAN DE EMERGENCIA

4.2.1. NORMATIVA DE APLICACIÓN

En esta obra, se cumplirán las medidas establecidas en el Anexo IV del R.D. 1627/97 Parte A, y concretamente:

Punto 4. Vías y salidas de emergencia:

- Las vías y salidas de emergencia deberán permanecer expeditas y desembocar lo más directamente posible en una zona de seguridad.
- En caso de peligro, todos los lugares de trabajo deberán poder evacuarse rápidamente y en condiciones de máxima seguridad para los trabajadores.
- El número, la distribución y las dimensiones de las vías y salidas de emergencia dependerán del uso de los equipos y de las dimensiones de la obra y de los locales, así como del número máximo de personas que puedan estar presente en ellos.
- Las vías y salidas específicas de emergencia deberán señalizarse conforme al Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo. Dicha señalización deberá fijarse en los lugares adecuados y tener la resistencia suficiente.
- Las vías y salidas de emergencia, así como las vías de circulación y las puertas que den acceso a ellas no deberán estar obstruidas por ningún objeto, de modo que puedan utilizarse sin trabas en cualquier momento.
- En caso de avería del sistema de alumbrado, las vías y salidas de emergencia que requieran iluminación deberán estar equipadas con iluminación de seguridad de suficiente intensidad.

Punto 5. Detección y lucha contra incendios:

- Según las características de la obra y según las dimensiones y el uso de los locales, los equipos presentes, las características físicas y químicas de las sustancias o materiales que se hallen presentes, así como el número máximo de personas que puedan hallarse en ellos, se deberá prever un número suficiente de dispositivos apropiados de lucha contra incendios y, si fuere necesario, de detectores de incendios y de sistemas de alarma.

- Dichos dispositivos de lucha contra incendios y sistemas de alarma deberán verificarse y mantenerse con regularidad. Deberán realizarse, a intervalos regulares, pruebas y ejercicios adecuados.
- Los dispositivos no automáticos de lucha contra incendios deberán ser de fácil acceso y manipulación. Deberán estar señalizados conforme al Real Decreto sobre señalización de seguridad y salud en el trabajo. Dicha señalización deberá fijarse en los lugares adecuados y tener la resistencia suficiente.

Punto 14. Primeros auxilios:

- Será responsabilidad del empresario garantizar que los primeros auxilios puedan prestarse en todo momento por personal con la suficiente formación para ello. Asimismo, deberán adoptarse medidas para garantizar la evacuación, a fin de recibir cuidados médicos, de los trabajadores accidentados o afectados por una indisposición repentina.
- Cuando el tamaño de la obra o el tipo de actividad lo requieran, deberá contarse con uno o varios locales para primeros auxilios.
- Los locales para primeros auxilios deberán estar dotados de las instalaciones y el material de primeros auxilios indispensables y tener fácil acceso para las camillas. Deberán estar señalizados conforme al Real Decreto sobre señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- En todos los lugares en los que las condiciones de trabajo lo requieran se deberá disponer también de material de primeros auxilios, debidamente señalizado y de fácil acceso. Una señalización claramente visible deberá indicar la dirección y el número de teléfono del servicio local de urgencias.

4.2.2. MEDIOS DE PROTECCIÓN

4.2.2.1. MEDIOS TÉCNICOS

a) La obra dispondrá de los siguientes medios materiales de protección:

- Extintores de incendios.
- Botiquín.
- Cuerdas para salvamento.

b) Medios externos:

Los medios externos se solicitan al **TELÉFONO DE EMERGENCIA 112.**

- Por la ubicación de la obra, le corresponde el siguiente parque de bomberos:
  PARQUE DE BOMBEROS
  Localización: s/n poligono industrial el prado, C. Sevilla, 06800 Mérida, Badajoz
  Distancia: 34 km
  Respuesta isócrona: 24 min aproximadamente
  Teléfono: 924 372 861

- Por la ubicación de la obra, le corresponde el siguiente hospital:
  HOSPITAL DE MÉRIDA
  Localización: Av. Don Antonio Campos Hoyos, 26, 06800 Mérida, Badajoz
  Distancia: 33,4 km
  Respuesta isócrona: 24 min aproximadamente
  Teléfono: 924 381 000

- Por la ubicación de la obra, le corresponde el siguiente centro de salud:
  CENTRO EXTREMEÑO DE SALUD
  Localización: Av. Extremadura, 06488 Carmonita, Badajoz
  Distancia: 3,9 km
  Respuesta isócrona: 5 min aproximadamente

- **TELÉFONOS DE EMERGENCIA:**
  Emergencias: 112
  Emergencias sanitarias: 061
  Parque bomberos: 085
  Policía municipal: 092
  Policía nacional: 091

4.2.2.2. MEDIOS HUMANOS DE INTERVENCIÓN

Para hacer frente a las situaciones de incendio, el centro cuenta con unos responsables y equipos de intervención, alarma y primeros auxilios, formados por un conjunto de personas especialmente preparadas para el auxilio y extinción de incendios, que desempeñan un puesto de trabajo y, que en caso de emergencia, se incorporan al mismo.

4.2.3. PLAN DE ACTUACIÓN

4.2.3.1. EMERGENCIA

4.2.3.1.1. SALIDAS DEL CENTRO DE TRABAJO

Conforme se establecerá en el plan específico en el momento de la construcción, las salidas establecidas y señalizadas serán suficientes para permitir en caso de emergencia la salida del personal del Centro de Trabajo.

4.2.3.2. PLANES DE ACTUACIÓN

4.2.3.2.1. PROCEDIMIENTOS DE SALVAMENTO

Caída con arnés de seguridad

Equipamiento de salvamento:

Se deberá disponer en la obra de cuerdas para salvamento, con el objeto de poder ser arrojado al accidentado para proceder a su salvamento.

Actuaciones para el salvamento:

Cuando un trabajador con arnés de seguridad queda colgado tras sufrir un percance, presenta problemas de salvamento, ya que el accidentado permanece en posición colgado pudiendo quedar a cierta distancia de un punto accesible con posibilidades de rescate y con riesgo de golpearse contra partes salientes de los elementos si trata de realizar movimientos inadecuados o actúa precipitadamente.

1º- Observar el estado del accidentado, para actuar en consecuencia:

Estado del accidentado crítico:

- Mantener la calma a su alrededor.
- Avisar a los equipos de Emergencia (Bomberos, Ambulancia, etc.) indicando claramente el suceso y el estado en que se encuentra.
- Calmar al accidentado y tratar de que no se mueva.
- Asegurarse de que el estado del arnés permite soportar el peso del accidentado. Si presenta fracturas en la columna o cuello, reventones de bazo, etc. es conveniente no moverlo y esperar que los servicios de rescate lo extraigan. Si presenta heridas sangrantes o fracturas en otros miembros, deberá ser rescatado inmediatamente siguiendo las instrucciones que se indican más abajo.
- Si hace viento frío, lluvia, nieve o existe peligro de caída de objetos sobre el accidentado deberá en cualquier caso rescatarse siguiendo las instrucciones que se indican más abajo.

Estado del accidentado leve:

- Mantener la calma a su alrededor.
- Calmar al accidentado y tratar de que no se mueva hasta que procedamos a su rescate siguiendo las instrucciones que se indica más abajo.

2º- Proceder a su rescate siguiendo el orden siguiente:

- Evitar que los compañeros actúen en el rescate de modo impulsivo y por su cuenta.
- Aproximarse al borde del forjado que quede más próximo al accidentado.
- Retirar las barandillas si las hay. Deberá necesariamente utilizar un arnés de seguridad y sujetarse a un punto fijo o línea de vida.
- Evitar que la gente alarme al accidentado con sus voces o sugerencias, ya que puede afectar a su estado y le puede hacer actuar irresponsablemente.
- Si el estado del accidentado lo permite, se le lanzará un cabo de salvamento y tirando de modo progresivo del mismo y en sentido dirigido hacia el forjado más cercano al rescate, ir acercando al accidentado. En caso contrario deberá ser lazado por los brazos, con objeto de acercarlo.
- Ayudar con las manos a que el accidentado acceda al forjado.
- Una vez a salvo, comprobar el estado del arnés y línea de vida, con el objeto de sustituirla si fuera necesario antes de continuar con las actividades.

3º- Actúe después del salvamento siguiendo estas instrucciones:

- Si el accidentado presenta heridas, lesiones, fracturas, taquicardia, palpitaciones, dolor de pecho, dolor de bazo o cualquier otro síntoma deberá ser trasladado de inmediato a un centro médico para su reconocimiento.
- Aprovechar el efecto sociológico beneficioso de protección, provocado por la red en el incidente para sacar la máxima rentabilidad preventiva de la experiencia sobre el equipo humano de la obra.

Actuaciones en caso de heridas.

Se trata sin duda del accidente más frecuente, y suelen ser causados normalmente por el mal uso o uso indebido de elementos de corte, manipulación de piezas cortantes, etc.

La forma correcta de curar una herida en un accidentado es la siguiente:

- El socorrista deberá lavarse las manos y desinfectárselas posteriormente con alcohol.
- Hervir las pinzas y tijeras que vamos a utilizar, durante 15 minutos. Verter un poco de alcohol sobre las mismas y hacerlas arder (flameado).

- Limpiar la herida con agua y jabón empezando en el centro y después hacia los extremos, con una compresa de gasa (nunca con algodón, ya que puede dejar restos).
- Quitar los restos de cuerpos extraños de la herida; restos de tierra, etc., mediante unas pinzas estériles.
- Finalmente se pincelará la herida con mercurocromo (mercromina). Después se colocará una gasa por encima y un apósito - siempre que sea posible (sino sangra o rezuma)- es mejor dejarla al aire libre.

No obstante, si observamos aparentemente que la herida reviste gravedad, deberemos proceder del siguiente modo:

- Con carácter general: Se cubrirá con un apósito lo más rápidamente posible (estéril) o un pañuelo o trapo cualquiera lo más limpio que pueda y se le hará trasladar de inmediato al centro asistencial.
- En las heridas penetrantes de tórax debe evitarse la entrada de aire por la herida mediante vendaje impermeable (esparadrapo) y trasladar al lesionado en postura semisentado.
- En las heridas de abdomen con salida de vísceras (intestinos) nunca hay que intentar reintroducirlas, simplemente cubrirlas y trasladar al lesionado echado boca arriba con las piernas flexionadas. No olvide que bajo ninguna circunstancia deberá dar de beber a estos heridos.

Actuaciones en caso de hemorragias:

La hemorragia es la pérdida de sangre por rotura de una arteria o vena importante. Para determinar si la rotura es de una arteria o vena observaremos lo siguiente:

- Si la sangre es roja y sale en forma intermitente es de una arteria.
- Si la sangre es oscura y sale en forma continua, es de una vena. Debemos tener en cuenta estas diferencias, y actuar en consecuencia.

Las hemorragias venosas se tratan siempre por compresión directa o colocando un vendaje sobre la misma confeccionado con una gasa estéril y unas vueltas de algodón o celulosa para después darles circulares con venda sobre la misma (vendaje compresivo).

Sólo en hemorragias arteriales importantes hay que recurrir primeramente a la compresión y en último extremo, al torniquete.

En caso de tener que recurrir a un torniquete, deberá antes saber:

- Este debe ser colocado sólo en la raíz de las extremidades (superiores o inferiores) y jamás en ningún otro punto (antebrazo, codo, muñeca, dedos, pierna, tobillo o pie).
- Debe aflojarse cada 10 minutos.
- Tener en cuenta que, en heridas de los dedos, aunque sean arteriales, nunca hace falta torniquete, basta siempre con colocar un vendaje compresivo (tal como hemos descrito) y elevar la extremidad afecta.

Actuaciones en caso de quemaduras:

Cuando se produzcan quemaduras en alguna parte del cuerpo, deberá procederse del siguiente modo:

- Si observamos que la quemadura es poco extensa y la piel está roja, espolvorear con polvos antisépticos y vigilar unos días. Las compresas de alcohol y curas de grasas son útiles.
- Se recomienda no obstante visitar al médico con objeto de observarla y que nos de las indicaciones y/o medicación oportuna.
- Si la quemadura origina pequeñas ampollas, no romperlas, ya que se pueden infectar. Aplicar en tales casos antisépticos, apósitos esterilizados y vigilar. Si está rota la ampolla, con manos limpias y material

esterilizado, se recorta la piel necrosada. Aplicar antisépticos y tapar durante 48 horas; luego, dejar al aire libre.

- Igualmente, después de la cura inicial es recomendable asistir al médico para que nos de las indicaciones o medicación oportuna.

En las quemaduras graves la piel está carbonizada y el resto más o menos atacado. No es frecuente por las funciones desarrolladas en un puesto de trabajo de oficinas que tales quemaduras tengan lugar, pero si por las causas que fuesen tuvieren lugar, deberán seguirse estas normas:

- No desnudar al quemado ni aplicar ningún producto en las quemaduras.
- Envolver la zona quemada con una tela esterilizada.
- Calmar su angustia (calmantes), cubrirle con mantas.
- Transportarle al centro sanitario más próximo, con urgencia.

Actuaciones en casos específicos:

Accidentes digestivos

Las indigestiones se curan solas con dietas. No emplear nunca purgas ni lavativas.

Si no remite el problema asistir al médico al menor tiempo posible.

Desmayos

Poner al desmayado acostado con la cabeza baja, los pies ligeramente elevados y la ropa aflojada. No levantarle demasiado pronto, manteniéndole en esta posición más de 10 minutos.

Crisis de nervios

Aislar al enfermo. Rociarle la cara con agua, colocarle unas gotas de colonia o vinagre en las fosas nasales.

Ataques epilépticos

No impedir al enfermo que realice su crisis.

Proteger al enfermo, apartando los objetos con los que pueda dañarse. Colocarle entre los dientes un trapo arrollado, para evitar que se muerda la lengua, y aflojarle la ropa.

Cuerpos extraños

Los cuerpos extraños son introducidos en alguno de estos órganos:

Ojos

Si el cuerpo extraño está en el parpado, lavar el ojo bajo el grifo.

Si el cuerpo extraño está clavado en la córnea, colocar unas gotas de colirio anestésico, taparlo con compresa y llevar urgentemente el paciente al oftalmólogo.

Si son substancias ácidas o alcalinas, lavar el ojo abundantemente con un chorro de agua y después con agua con bicarbonato si la sustancia era ácida, o con agua y vinagre si era alcalina.

En cualquier caso, llevar al oftalmólogo. Es recomendable en cualquier caso asistir al médico.

Vías respiratorias

Dejar toser al accidentado, no hacer nada. Llevarlo urgentemente al médico. Es recomendable en cualquier caso asistir al médico.

Vías digestivas

Cuando se ha ingerido algún producto que puede ocasionar heridas, deberá hacer ingerir miga de pan o espárragos con objeto de que envuelva el objeto si es puntiagudo. En caso de monedas, botones, no hacer nada. Llevarlo urgentemente al médico. Es recomendable en cualquier caso asistir al médico.

Heridas especificadas

De la nariz (epistaxis): Algunas personas son propensas a estos efectos. En tales casos aplicar la presión digital exterior. Si no cede efectuar un taponamiento con una gasa y agua oxigenada.

En varices: En el caso de que se provoque una herida en varices, de debe elevar el miembro afectado por encima de la altura del corazón del paciente. Comprimir con gasas la herida y efectuar un buen vendaje.

Por forúnculos: En el caso de forúnculos, se deberá aplicar calor local. No apretarlo, ni exprimirlo. Que lo vea el médico.

4.2.3.2.2. ACCIDENTE LABORAL

Actuaciones a seguir 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.

En caso de accidente laboral se actuará de la siguiente manera:

- 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.

Itinerario de evacuación en caso de accidente:

En caso de accidente será necesario efectuar un plano de situación de los centros hospitalarios más cercanos a la hora de redactar el Plan de Seguridad y Salud.

Comunicaciones en caso de accidente laboral:

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 en caso de accidente laboral:

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.

4.2.3.2.3. ACTUACIONES EN CASO DE EMERGENCIA

Actuaciones de todo el Personal de esta obra en caso de Emergencia:

SI SE DETECTA UN ACCIDENTE

- PRESTAR asistencia al herido.
- ALERTAR al equipo de primeros auxilios.
- DAR parte al Jefe de Emergencia.

SI SE DETECTA UN INCENDIO

- Dar la voz de ALARMA
- Identificarse
- Detallar el lugar, naturaleza y tamaño de la Emergencia.
- Comprobar que reciben el aviso.
- UTILIZAR inmediatamente el extintor adecuado.
- INDICAR la situación del fuego, al Jefe de Intervención o miembros del Equipo de Intervención.
- SEGUIR el procedimiento específico en cada caso.

SI SUENA LA ALARMA

- MANTENER el orden.
- ATENDER las indicaciones del Equipo de Evacuación
- NO REZAGARSE a recoger objetos personales.
- SALIR ordenadamente y sin correr.
- NO HABLAR durante la evacuación.
- REALIZAR la evacuación a ras de suelo en caso de presencia de humos.
- DIRIGIRSE AL LUGAR DE CONCENTRACIÓN FIJADO Y PERMANECER EN ÉL HASTA RECIBIR INSTRUCCIONES (Muy importante para saber si la evacuación se ha completado).

4.2.3.2.4. ACTUACIONES EN CASO DE RIESGO GRAVE

Actuaciones de Todo el Personal de esta obra en caso de Riesgo grave:

- MANTENER el orden.
- ATENDER las indicaciones del Equipo de Evacuación.
- NO REZAGARSE a recoger objetos personales.
- SALIR ordenadamente y sin correr.
- NO HABLAR durante la evacuación.
- REALIZAR la evacuación a ras de suelo en caso de obra cerrada y presencia de humos.
- DIRIGIRSE AL LUGAR DE CONCENTRACIÓN FIJADO Y PERMANECER EN ÉL HASTA RECIBIR INSTRUCCIONES (Muy importante para saber si la evacuación se ha completado).

4.2.3.2.5. ACTUACIONES EN CASO DE RIESGO INMINENTE

Actuaciones de Todo el Personal de esta obra en caso de Riesgo inminente:

- Si descubre el Riesgo o peligro inminente, dar la voz de ALARMA
- ABANDONAR inmediatamente el tajo, ordenadamente y en el menor tiempo posible.
- MANTENER en todo momento el orden.
- NUNCA REZAGARSE a recoger objetos personales.
- Si la obra ya está cerrada, REALIZAR la evacuación a ras de suelo en caso de presencia de humos.
- DIRIGIRSE AL LUGAR DE CONCENTRACIÓN FIJADO Y PERMANECER EN ÉL HASTA RECIBIR INSTRUCCIONES (Muy importante para saber si la evacuación se ha completado).

4.2.3.3. EQUIPOS DE EMERGENCIA

Cuando el contratista elabore el Plan de Seguridad y Salud correspondiente se recogerá en el mismo que se procederá a nombrar los siguientes equipos:

A. Jefe de emergencia (titular y suplente).
B. Jefe de intervención (titular y suplente).
C. Equipo de primera y segunda intervención, en su caso (responsable y suplente).
D. Equipo de alarma y evacuación (responsable y suplente).
E. Equipo de primeros auxilios y apoyo (responsable y suplente).



Figura 2. Diagrama de equipo

4.2.4. IMPLANTACIÓN

4.2.4.1. IMPLANTACIÓN: CONSIGNAS JEFE DE EMERGENCIA

4.2.4.1.1. EN CASO DE ACCIDENTE O EMERGENCIA

Deberá requerir el transporte y ordenar el traslado del herido a un centro sanitario, si fuese necesario, previo informe del equipo de primeros auxilios.

Avisará e Informará del suceso acaecido a los familiares directos del herido.

4.2.4.1.2. SI SE DETECTA UN INCENDIO

Recibirá la información de los equipos de emergencia: Intervención, Evacuación y Primeros auxilios.

Valorará la necesidad de dar alarma general y en su caso la ordenará.

Ordenará la evacuación señalando vías alternativas al equipo responsable en caso de obstrucción de las salidas habituales como consecuencia de la emergencia.

Ordenará la desconexión de las instalaciones generales: Gas, Electricidad, Gasóleo, etc.

Se asegurará que los bomberos han sido avisados.

Coordinará a todos los equipos de emergencia.

Recibirá e informará a las ayudas externas: Policía, Bomberos, Sanitarios, etc. con un ejemplar de este Plan de emergencia, indicando:

Tiempo transcurrido

Situación del incidente o fuego

Cederá el mando de la intervención a los equipos profesionales una vez hayan acudido.

Colaborará en la dirección del control de la emergencia.

Redactará un informe especificando las causas, proceso, desarrollo de acontecimientos y consecuencias.

4.2.4.2. IMPLANTACIÓN: CONSIGNAS JEFE DE INTERVENCIÓN

4.2.4.2.1. EN CASO DE ACCIDENTE O EMERGENCIA

Deberá atender al herido.

Ordenará el aviso al equipo de Primeros Auxilios.

Esperará las órdenes del Jefe de Emergencia.

4.2.4.2.2. SI SE DETECTA UN INCENDIO

Comprobará y valorará la emergencia.

Coordinará y dirigirá la lucha contra la emergencia con los equipos de intervención.

Informará al Jefe de Emergencia sobre la evolución de la emergencia.

Esperará órdenes del Jefe de Emergencia.

4.2.4.3. IMPLANTACIÓN: TODO EL PERSONAL DE LA EMPRESA

4.2.4.3.1. SI SE DETECTA UN ACCIDENTE

Deberá prestar asistencia a los heridos.

Deberá alertar al equipo de Primeros Auxilios.

Deberá dar parte al Jefe de Emergencias.

4.2.4.3.2. SI SE DETECTA UN INCENDIO

Deberá utilizar inmediatamente el extintor adecuado.

Indicará la situación del fuego al Jefe de Intervención y/o miembros del Equipo de Intervención.

Regresará a su puesto de trabajo y esperará las órdenes oportunas.

4.2.4.3.3. SI SUENA LA ALARMA

Deberá mantener el orden.

Deberá atender las indicaciones del Equipo de Evacuación.

No deberá rezagarse recogiendo objetos personales.

Cerrará las puertas y ventanas que pueda.

Saldrá ordenadamente y sin correr.

Procurará no hablar durante la evacuación.

En caso de presencia de humos, la evacuación la hará a ras del suelo.

Deberá dirigirse al lugar de concentración fijado y permanecer hasta recibir instrucciones. Esto es importante, para saber si la evacuación se ha completado o permanece gente sin localizar.

4.2.4.4. DIAGRAMAS DE ACTUACIÓN

4.2.4.4.1. ACTUACIONES EN CASO DE ACCIDENTE

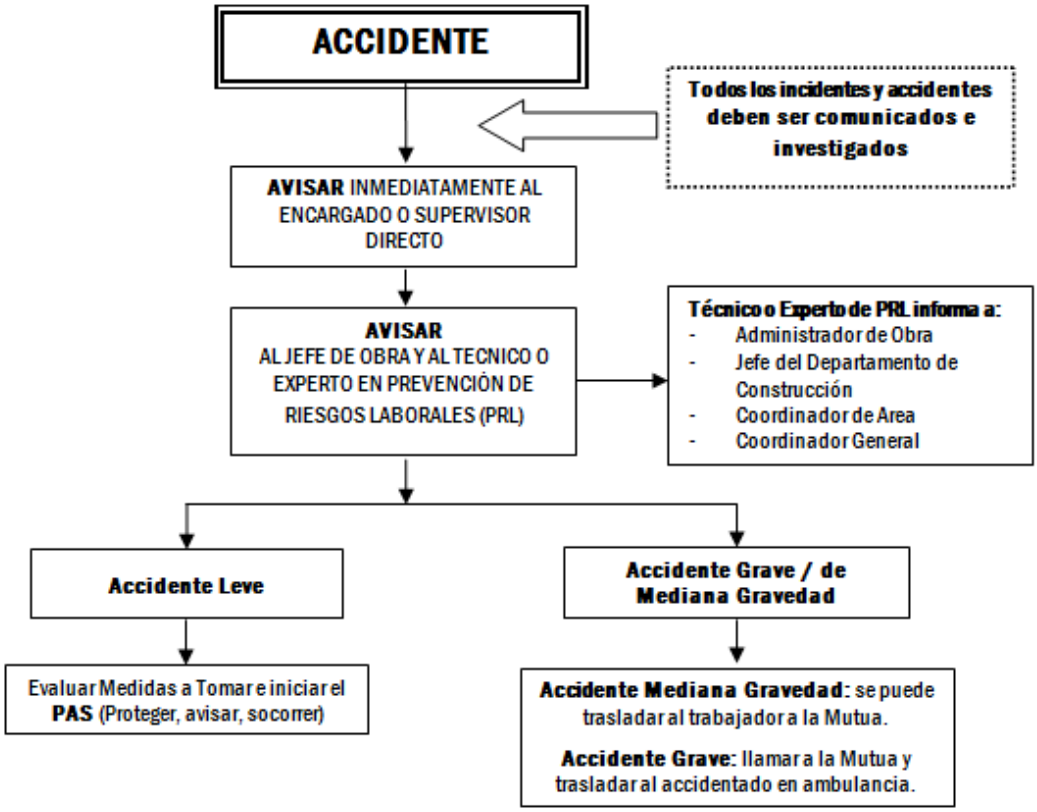
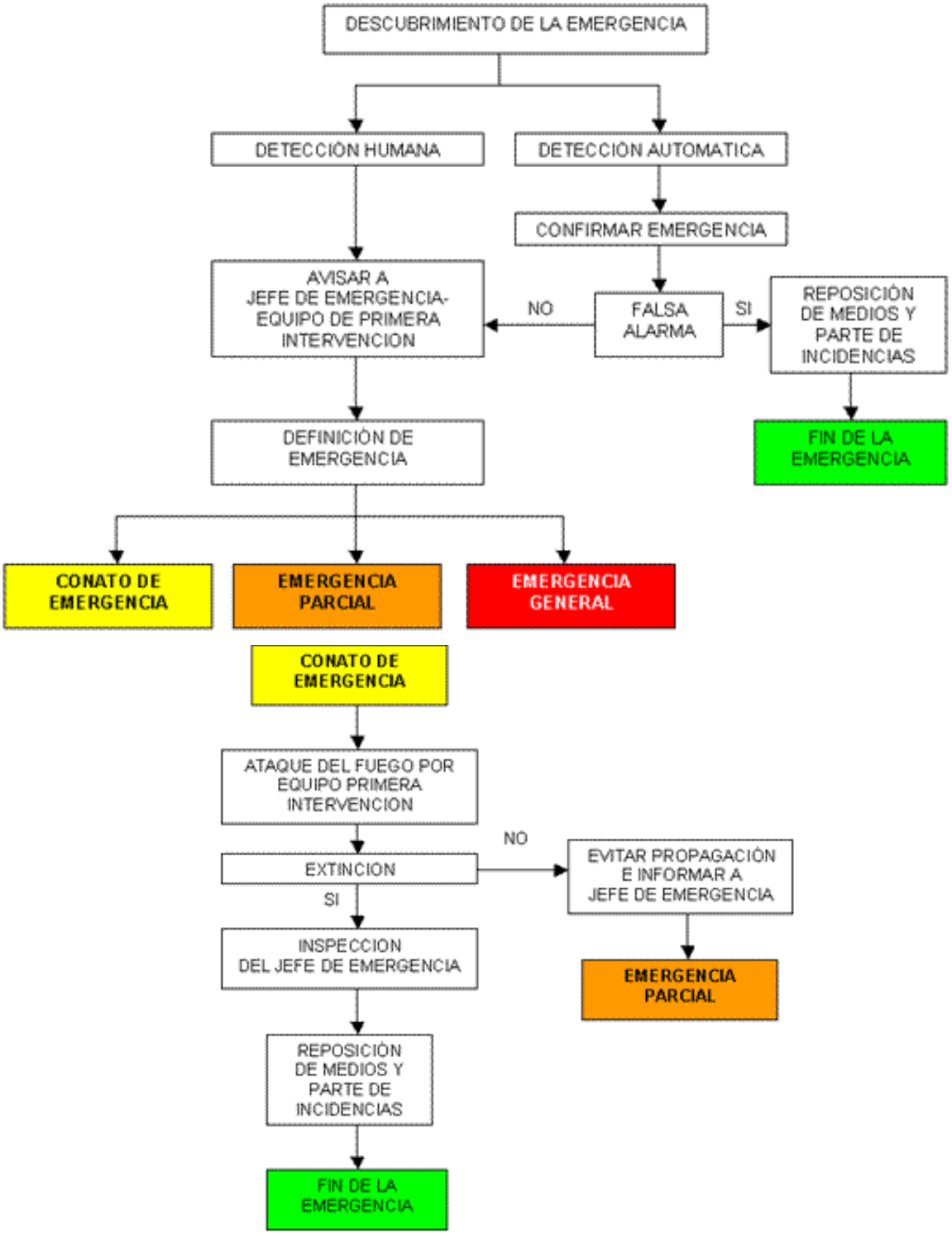


Figura 3. Diagrama de actuación en caso de accidente

4.2.4.5. ACTUACIONES EN CASO DE INCENDIO



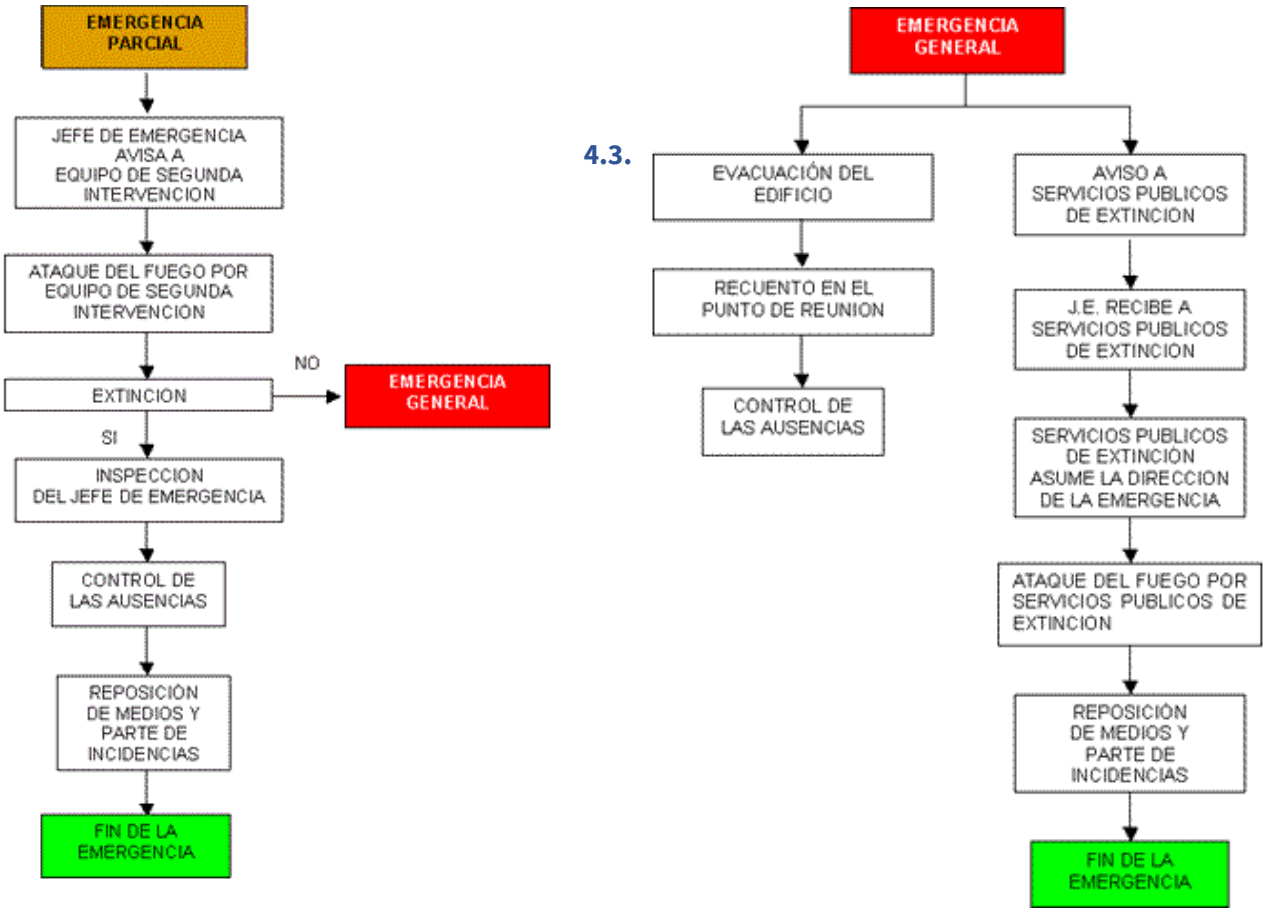


Figura 4. Diagrama de actuación en caso de incendio

4.3. PLIEGO DE CONDICIONES DE SEGURIDAD Y SALUD

4.3.1. 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.

4.3.2. DISPOSICIONES LEGALES Y REGLAMENTARIAS DE APLICACIÓN

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*
- *REAL DECRETO 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.*
- *REAL DECRETO 487/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores.*

- *REAL DECRETO 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.*
- *REAL DECRETO 780/1998, de 30 de abril, por el que se modifica el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los servicios de prevención.*
- *REAL DECRETO 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.*
- *LEY 54/2003, de 12 de diciembre, de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales.*
- *Real Decreto 1311/2005, de 4 de noviembre, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores frente a los riesgos derivados o que puedan derivarse de la exposición a vibraciones mecánicas.*
- *REAL DECRETO 286/2006, de 10 de marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido.*
- *REAL DECRETO 604/2006, de 19 de mayo, por el que se modifican el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención*
- *Real Decreto 330/2009, de 13 de marzo, por el que se modifica el Real Decreto 1311/2005, de 4 de noviembre, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores frente a los riesgos derivados o que puedan derivarse de la exposición a vibraciones mecánicas.*

4.3.3. 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.

4.3.4. 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 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.

4.3.5. SEGUROS

4.3.5.1. 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.

4.3.6. DISPOSICIONES FACULTATIVAS

4.3.6.1. COORDINADOR DE SEGURIDAD Y SALUD

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.

4.3.6.2. 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.

4.3.6.3. 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.

4.3.6.4. 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.

4.3.6.5. 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.
- En caso de accidente laboral se actuará de la siguiente manera:
    - 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.

4.3.6.6. COMUNICACIONES EN CASO DE ACCIDENTEN LABORAL

1. 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
2. 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
3. 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

4.3.6.7. ACTUACIONES ADMINISTRATIVAS EN CASO DE ACCIDENTE LABORAL

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

4.3.6.8. 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 el Contratista 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.

4.3.6.9. 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.

4.3.7. CONDICIONES DE LOS MEDIOS DE PROTECCIÓN

4.3.7.1. PROTECCIONES PERSONALES

Todos los Equipos de Protección Individual (EPI) cumplirán lo establecido en el *R.D. 1407/92 de 20 de noviembre*, y modificaciones posteriores (*Orden de 16 de Mayo de 1994*, *R.D. 159/1995*, *Orden de 20 de Febrero de 1997*, etc.), por el que se adopta en todos los Equipos de Protección Individual (EPI) el cumplimiento de las exigencias mínimas establecidas en los criterios de la Normativa Europea (*Directiva 89/656/CE*).

Todos los Equipos de Protección Individual (EPI) dispondrán del consiguiente certificado y contendrá de forma visible el sello (CE) correspondiente.

4.3.7.1.1. 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 relacionan 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:

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
- 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

Protección auditiva

- Orejeras.

Protección de la cabeza

- Cascos de protección con barbuquejo (para la construcción).

Protección contra caídas

- Arneses anticaídas.
- Dispositivos de anclaje.

Protección de la cara y de los ojos

- Protección ocular. Uso general
- Protección ocular (gafas protección polarizadas).
- Gas y polvo fino
- Partículas a gran velocidad y media energía.

- Filtros.
- Filtros para soldadura.

Protección de manos y brazos

- Guantes de protección contra riesgos mecánicos de uso general.
- Guantes y manoplas de material aislante para trabajos eléctricos.
- Guantes protectores contra sierras de cadena.

Protección de pies y piernas

- Calzado de uso general.
- Calzado de trabajo de uso profesional.
- Calzado de seguridad, protección y trabajo de uso profesional protección contra la perforación.
- Calzado de seguridad, protección y trabajo de uso profesional penetración y absorción de agua.
- Calzado aislante de la electricidad para trabajos e instalaciones de baja tensión.

Protección respiratoria

- Mascarillas.
- Medias máscaras filtrantes de protección contra partículas (mascarillas autofiltrantes).

Vestuario de protección

- Vestuario de protección de alta visibilidad.
- Ropa de protección para trabajadores expuestos al calor.
- Ropa ignifuga y resistente a arco eléctrico.

4.3.7.2. PROTECCIONES COLECTIVAS

El *R.D. 1627/97, 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.

Se consideran Protecciones Colectica las siguientes:

- Redes (según Norma UNE 81-65680)
- Protecciones de la instalación eléctrica
- Medios de protección contra incendios
- Señalización
- Barandillas
- Plataformas
- Líneas o cuerdas de vida, etc.

Los elementos de protección colectiva se ajustarán a las características fundamentales siguientes:

Elementos de protección colectiva	
Vallas de limitación y protección	Tendrán como mínimo 90 cm de altura, estando construidas a base de tubos metálicos. Dispondrán de patas para mantener su verticalidad.
Topes de desplazamiento de vehículos	Se podrán realizar con un par de tablones embridados fijados al terreno por medio de redondos hincados al mismo, o de otra forma eficaz, como calzas si el terreno lo requiriera.
Pasillos de seguridad	Podrán realizarse a base de pórticos con pies derechos y dintel a base de tablones embridados firmemente sujetos al terreno y cubierta cuajada de tablones. Estos elementos también podrán ser metálicos (los pórticos a base de tubo o perfiles y la cubierta de chapa). Serán capaces de soportar el impacto de los objetos que se prevea puedan caer, pudiendo colocar elementos amortiguadores sobre la cubierta (sacos terreros, capa de arena, etc.).
Barandillas	Dispondrán de un listón superior a una altura de 90 cm, de suficiente resistencia para garantizar la retención de personas, además de un listón horizontal intermedio, así como el correspondiente rodapié.
Lonas	Serán de buena calidad y de gran resistencia a la propagación de la llama.
Cables de sujeción de cinturón de seguridad, anclajes y soportes	Tendrán suficiente resistencia para soportar los esfuerzos a que pueden verse sometidos de acuerdo con su función protectora.
Plataformas de trabajo	Tendrán un mínimo de 60 cm de ancho. Las situadas a más de 2 m del suelo estarán dotadas de barandillas de 90 cm de altura, listón intermedio y rodapié.
Escalera de mano	Deberá ir provista de zapatas antideslizantes.
Plataformas en voladizo	Tendrán la suficiente resistencia para la carga que deban soportar y estarán convenientemente ancladas y dotadas de barandilla.
Interruptores diferenciales y tomas de tierra	La sensibilidad mínima de los interruptores diferenciales será: para alumbrado de 30 mA y para fuerza de 300 mA. La resistencia de las tomas de tierra no será superior a la que garantice, de acuerdo con la sensibilidad del interruptor diferencial, una tensión máxima de 24 V. Se medirá su resistencia periódicamente, y al menos una vez en la época más seca del año.
Extintores	Serán adecuados en agente extintor y tamaño al tipo de incendio previsible, y se revisarán cada 6 meses como máximo.

Elementos de protección colectiva	
Riesgos	Las pistas para vehículos se regarán convenientemente para que no se produzca levantamiento de polvo por el tránsito de los mismos.
Señalización	Los cruces con carreteras deberán señalizarse con arreglo a la normativa vigente (Norma 8.3-IC).
Explosivos	En el caso de empleo de explosivos, deberán cumplirse las Normas dictadas en el reglamento de Policía Minera. Las únicas personas capacitadas para utilizar y manipular este material serán los artilleros, que serían homologados y aprobados por el Organismo competente que corresponda en cada caso. Todos los accesos a la zona peligrosa deberán ser convenientemente vigilados y señalizados mediante barreras, banderines u otra señal apropiada de aviso y prohibición de paso.
Vehículos	Todos los vehículos de obra deberán llevar aparato acústico; asimismo, llevarán un extintor contra incendios que será revisado cada seis meses como máximo. La pista de trabajo se mantendrá en condiciones de circulación durante todas las fases de obra, dando continuidad a toda ella. La velocidad de circulación será de veinte kilómetros por hora, como máximo.
Proximidad a áreas con riesgo eléctrico	En las zonas de influencia de líneas eléctricas de media y alta tensión, el contratista establecerá las medidas de seguridad para protección del personal que fijan los Reglamentos vigentes. Por otra parte, los elementos y características de seguridad más significativos de los medios de protección colectiva que se prevé utilizar están descritos en los planos y dibujos que se adjuntan en el apartado de Planos del presente Estudio.

Tabla 22. Elementos de protección colectiva

4.3.7.3. 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 *R.D.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, *R.D. 2291/1985, 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*

• *Reglamento de Seguridad en las Máquinas, R.D.1595/1986, de 26 de mayo*, modificado por *el R.D.830/1991 de 24 de mayo*

• Aplicación de la *Directiva del Consejo 89 -392-CEE, R.D.1435/1992, de 27 de noviembre*, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre máquinas.

• *R.D.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*

4.3.7.4. INSTALACIONES PROVISIONALES

- Se atendrán a lo dispuesto en el *R.D.1627/1997, de 24 de octubre*, en su Anexo IV
- El *R.D.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*
- 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. (*R.D. 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 policloropreno 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 señalizará el paso del cable mediante una cubrición permanente de tablones 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:
    - Medidas de protección contra contactos directos: Se realizarán mediante protección por aislamiento de las partes activas o por medio de barreras o envolventes
    - 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.
- 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.

4.3.8. SERVICIOS DE PREVENCIÓN

Servicio Técnico de Seguridad e Higiene

La empresa constructora dispondrá de asesoramiento en seguridad e higiene.

Servicio Médico

La empresa constructora dispondrá de un servicio médico de empresa propio o mancomunado.

4.3.9. VIGILANTE DE SEGURIDAD Y COMITÉ DE SEGURIDAD Y SALUD

Se nombrará el vigilante de seguridad de acuerdo con lo previsto en la ordenanza general de seguridad e higiene en el trabajo.

Se constituirá el comité cuando proceda, según la ordenanza laboral de construcción o, en su caso, lo que disponga el convenio colectivo provincial.

4.3.10. INSTALACIONES MÉDICAS

Tanto el botiquín de oficina como el de los tajos, en caso de que exista, se revisarán semanalmente y se repondrá inmediatamente el material consumido.

4.3.11. INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR

En función del personal de oficina, almacenes y taller, se dispondrá de las siguientes instalaciones:

- El vestuario dispondrá de taquillas individuales con llave, asientos y calefacción.
- Los servicios higiénicos tendrán un lavabo y una ducha de agua fría y caliente por cada diez trabajadores, y un W.C. por cada 25 trabajadores, disponiendo de espejos y calefacción.
- Para la limpieza y conservación de estos locales, se dispondrá de un trabajador con la dedicación necesaria.

4.3.12. PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD

El contratista está obligado a redactar un plan de seguridad e higiene adaptando este estudio a sus medios y métodos de ejecución.

Será también obligación del contratista, el cumplimiento del *Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre*, en lo referente al libro de incidencias a llevar en la obra.

4.3.13. REVISIONES TÉCNICAS DE SEGURIDAD

Tal como hemos indicado a lo largo del presente Estudio, se realizarán, con cierta periodicidad, las revisiones necesarias a los equipos, herramientas y medios auxiliares, con el fin de mantenerlos en perfectas condiciones de uso.

4.3.14. LIBRO DE INCIDENCIAS

El Artículo 13 del R.D.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.

4.4. PRESUPUESTO ESTUDIO SEGURIDAD Y SALUD DEL DESMANTELAMIENTO

4.4.1. PROTECCIONES INDIVIDUALES

Nº de Orden	Ud. De Obra	Concepto	Medición	Precio (€)	Amortización	Total (€)
1.01	Ud	Casco de seguridad homologado	30	6,3	10%	18,90
1.02	Ud	Casco de seguridad clase E-AT aislante para a AT	3	8,5	10%	2,55
1.03	Ud	Casco de seguridad E-AT aislante con pantalla	3	15	10%	4,50
1.04	Ud	Ropa de trabajo bicolor alta visibilidad	30	45,08	10%	135,24
1.05	Ud	Traje impermeable de alta visibilidad	30	48,08	10%	144,24
1.06	Ud	Par de botas de seguridad	30	17,31	10%	51,93
1.07	Ud	Par de botas aislantes BT	8	25	10%	20,00
1.08	Ud	Par de botas impermeables	30	18,03	10%	54,09
1.09	Ud	Gafas contra impactos mecánicos	30	3,14	10%	9,42
1.10	Ud	Gafas polarizadas	30	10	10%	30,00
1.11	Ud	Anorak amarillo de alta visibilidad con capucha y bandas reflectantes.	27	60,33	10%	162,89
1.12	Ud	Pares de guantes de seguridad de cuero anticorte	30	2,75	10%	8,25
1.13	Ud	Arnés de seguridad con sistemas anticaídas	15	68	10%	102,00
1.14	Ud	Guantes aislante clase 00	3	12	10%	3,60
1.15	Ud	Guantes aislante clase III	3	60	10%	18,00
1.16	Ud	Ropa ignífuga y contra arco eléctrico	8	100	10%	80,00
1.17	Ud	Pantalla de soldador	4	25	10%	10,00
1.18	Ud	Mascarilla antipolvo	15	3	10%	4,50
1.19	Ud	Guantes anticorte	23	6	10%	13,80
1.20	Ud	Chaleco reflectante	30	3	10%	9,00
1.21	Ud	Faja lumbar	15	8	10%	12,00
1.22	Ud	Cinturón portaherramientas	30	5	10%	15,00
1.23	Ud	Protectores auditivos	30	3,5	10%	10,50

Nº de Orden	Ud. De Obra	Concepto	Medición	Precio (€)	Amortización	Total (€)
					TOTAL	**920,41 €**

Tabla 23. Presupuesto para protecciones individuales

4.4.2. PROTECCIONES COLECTIVAS

Nº de Orden	Ud. De Obra	Concepto	Medición	Precio (€)	Amortización	Total (€)
2.01	Ud	Señal de seguridad de advertencia de caídas al mismo nivel, con soporte	7	17,33	10%	12,13
2.02	Ud	Señal de seguridad de advertencia de caídas a distinto nivel, con soporte	7	17,33	10%	12,13
2.03	Ud	Señal de seguridad de obligación de protección obligatoria de los pies, con soporte.	7	17,33	10%	12,13
2.04	Ud	Señal de seguridad de obligación de protección obligatoria de las manos, con soporte.	7	17,33	10%	12,13
2.05	Ud	Señal de seguridad de obligación de protección obligatoria de la vista, con soporte	7	17,33	10%	12,13
2.06	Ud	Señal de seguridad de obligación de protección obligatoria de la cabeza, con soporte.	7	17,33	10%	12,13
2.07	Ud	Señal de seguridad de advertencia de riesgo eléctrico	7	17,33	10%	12,13
2.08	Ud	Señal de seguridad de advertencia de riesgo de cargas suspendidas, con soporte.	4	17,33	10%	6,93
2.09	Ud	Señal de seguridad de advertencia de riesgo de golpes por máquina pesada en movimiento, con soporte	4	17,33	10%	6,93
2.10	Ud	Señal de seguridad de advertencia de circulación de carretillas de manutención, con soporte	4	17,33	10%	6,93
2.11	Ud	Señal de seguridad de advertencia de prohibir transportar personas con sobre carretilla elevadora, con soporte	4	17,33	10%	6,93
2.12	Ud	Señal de seguridad de advertencia de peligro de arrollamiento, con soporte	4	17,33	10%	6,93
2.13	Ud	Señal de seguridad de advertencia de caídas de objetos con soporte	7	17,33	10%	12,13
2.14	Ml	Cinta delimitadora de zonas de	3400	0,84	10%	285,60

Nº de Orden	Ud. De Obra	Concepto	Medición	Precio (€)	Amortización	Total (€)
		trabajo.				
2.15	Ml	Banda de balizamiento de gálibo de vía reflectante, con soportes.	169	2,40	10%	40,56
2.16	Ud	Extintor de polvo polivalente, incluido soporte y colocación	13	65,09	10%	84,62
2.17	Ud	Instalación de toma de tierra, compuesta por cable de cobre y electrodo conectado a tierra, en cuadros de electricidad, máquinas eléctricas, etc.	10	150,35	10%	150,35
2.18	Ud	Línea de luces amarillas fijas	7	12,00	10%	8,40
2.19	Ud	Cono de balizamiento	40	6,71	10%	26,84
2.20	Ud	Baliza luminosa intermitente	5	12,00	10%	6,00
2.21	Ud	Interruptor diferencial de alta sensibilidad (300 mA), instalado	11	63,21	10%	69,53
2.22	Ud	Balizamiento metálico de las zonas de trabajo.	169	33,18	10%	560,74
					TOTAL	**1.364,35 €**

Tabla 24. Presupuesto para protecciones colectivas

4.4.3. MEDICINA PREVENTIVA, PRIMEROS AUXILIOS Y LOCALES DE HIGIENE

Nº de Orden	Ud. De Obra	Concepto	Medición	Precio (€)	Total (€)
3.01	Ud	Botiquín instalado en obra	1	20	20,00
3.02	Ud	Reposición de material sanitario durante el transcurso de la obra	1	8	8,00
3.03	Ud	Alquiler de caseta de obra prefabricada con aparatos sanitarios, duchas, cocinas climatización, etc.	2	150	300,00
3.04	Ud	Montaje y desmontaje de caseta, incluso sus instalaciones.	1	150	150,00
3.05	Ud	Hora de mano empleada en limpieza de instalaciones de personal	10	18	180,00
				TOTAL	**658,00 €**

Tabla 25. Presupuesto para prevención y primeros auxilios

4.4.4. GESTIÓN DE LA PREVENCIÓN, FORMACIONES Y REUNIONES

Nº de Orden	Ud. De Obra	Concepto	Medición	Precio (€)	Total (€)
4.01	Ud	Formación Mandos intermedios	3	50	150,00

4.02	Ud	Formación Ml y Operarios	18	40	720,00
4.03	Ud	Reunión de la comisión de seguridad y salud en el trabajo	6	150	900,00
4.04	Ud	Montaje y desmontaje de caseta, incluso sus instalaciones.	1	100	100,00
4.05	Ud	Asistencias por Técnicos de Servicios de prevención	1	5.800,00	5.800,00
				TOTAL	**7.670,00 €**

Tabla 26. Presupuesto para la gestión de la prevención

4.4.5. RESUMEN PRESUPUESTO ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD DEL DESMANTELAMIENTO

ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD		
1	PROTECCIONES INDIVIDUALES	920,41
2	PROTECCIONES COLECTIVAS	1.364,35
3	MEDIDAS PREVENTIVAS, PRIMEROS AUXILIOS Y LOCALES DE HIGIENE	658,00
4	GESTIÓN DE LA PREVENCIÓN, FORMACIÓN Y REUNIONES	7.670,00
	TOTAL	**10.612,76 €**

Tabla 27. Resumen de presupuesto SS

5. PRESUPUESTO DEL DESMANTELAMIENTO

5.1. DESMONTAJE, DEMOLICIÓN Y RETIRADA DE INSTALACIONES Y EQUIPOS

DESMONTAJE Y RETIRADA DEL SISTEMA DE ALMACENAMIENTO					
CANTIDAD	**UNIDAD**	**DESCRIPCIÓN**	**PRECIO**	**SUBTOTAL**	**IMPORTE**
		Desmontaje de la instalación de la planta de almacenamiento, incluyendo conexiones eléctricas internas de los contenedores y STS con medios manuales y mecánicos. Incluso medios auxiliares de apeado, grúas, carga en camiones, transporte a vertederos autorizados y canon de vertido.			
		CONTENEDORES DE BATERÍAS			
536,1	H	Peón ayudante	24,00 €	12.866,04 €	
141,7	H	Camión Grúa de 35 Tn	80,00 €	11.336,16 €	
		OTROS			
80,5	H	Oficial de primera	30,00 €	2.413,95 €	
77,7	H	Peón ayudante	24,00 €	1.865,95 €	
43,1	H	Camión	61,00 €	2.626,29 €	
				SUMA DE LA PARTIDA	31.108,40 €
				COSTES INDIRECTOS 13%	4.044,09 €
				TOTAL PARTIDA	**35.152,49 €**

Tabla 28. Precios del desmontaje y retirada del sistema de almacenamiento

RETIRADA DE LAS CIMENTACIONES

CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
		Excavación por medios mecánicos en las losas de cimentación del sistema de almacenamiento hasta un metro de profundidad, incluso carga en camión y transporte de restos a vertedero autorizado			
62,1	H	Peón ayudante	24,00 €	1.489,75 €	
40,5	H	Camión	61,00 €	2.473,31 €	
40,5	H	Pala cargadora	61,00 €	2.473,31 €	
62,1	H	Retroexcavadora	62,00 €	3.848,53 €	
		SUMA DE LA PARTIDA			10.284,89 €
		COSTES INDIRECTOS 13%			1.337,04 €
		TOTAL PARTIDA			**11.621,93 €**

Tabla 29. Precios de retirada de las cimentaciones

DESMONTAJE Y RETIRADA RED ELÉCTRICA					
CANTIDAD	**UNIDAD**	**DESCRIPCIÓN**	**PRECIO**	**SUBTOTAL**	**IMPORTE**
		Desmontaje y retirada de cables de interconexionado de baterías y conexionado a estaciones de potencia			
		TRANSFORMADORES			
26,5	H	Oficial de Primera	30,00 €	796,29 €	
24,0	H	Peón ayudante	24,00 €	576,84 €	
18,0	H	Camión Grúa de 35 Tn	80,00 €	1.437,92 €	
		SUMA DE LA PARTIDA			2.811,05 €
		COSTES INDIRECTOS 13%			365,44 €
		TOTAL PARTIDA			**3.176,49 €**

Tabla 30. Precios del desmontaje y retirada de red eléctrica

DEMOLICIÓN ARQUETAS					
CANTIDAD	**UNIDAD**	**DESCRIPCIÓN**	**PRECIO**	**SUBTOTAL**	**IMPORTE**
		Demolición de arquetas de servicio y paso para las líneas eléctricas, incluso carga en camión y retirada a vertedero autorizado.			
85,4	H	Peón ayudante	24,00 €	2.048,64 €	
63,1	H	Camión	61,00 €	3.851,54 €	
75,9	H	Retroexcavadora	62,00 €	4.705,80 €	
		SUMA DE LA PARTIDA			10.605,98 €
		COSTES INDIRECTOS 13%			1.378,78 €
		TOTAL PARTIDA			**11.984,76 €**

Tabla 31. Precio de demolición de arquetas

DESMONTAJE Y DEMOLICIÓN DE CENTRO SECCIONAMIENTO					
CANTIDAD	**UNIDAD**	**DESCRIPCIÓN**	**PRECIO**	**SUBTOTAL**	**IMPORTE**
		Desmontaje y demolición de centro de seccionamiento, carga y transporte a gestor autorizado, demolición de obra civil y urbanización de la zona con carga y transporte de escombros a vertedero y regeneración de la zona.			
42,2	H	Oficial de Primera	30,00 €	1.267,20 €	
55,0	H	Peón ayudante	24,00 €	1.320,00 €	
39,2	H	Camión	61,00 €	2.388,76 €	

55,0	m3	Tierra vegetal	3,00 €	165,00 €	
				SUMA DE LA PARTIDA	5.140,96 €
				COSTES INDIRECTOS 13%	668,32 €
				TOTAL PARTIDA	**5.809,28 €**

Tabla 32. Precio desmontaje y demolición del centro de seccionamiento

DESMONTAJE Y DEMOLICIÓN DE LÍNEA DE EVACUACIÓN MT					
CANTIDAD	**UNIDAD**	**DESCRIPCIÓN**	**PRECIO**	**SUBTOTAL**	**IMPORTE**
		Retirada de cables de MT correspondiente a la interconexión entre estaciones de potencia y centro de seccionamiento.			
33,0	H	Oficial de Primera	30,00 €	990,00 €	
41,3	H	Peón ayudante	24,00 €	990,00 €	
16,5	H	Retroexcavadora	62,00 €	1.023,00 €	
24,8	H	Camión	61,00 €	1.509,75 €	
				SUMA DE LA PARTIDA	4.512,75 €
				COSTES INDIRECTOS 13%	586,66 €
				TOTAL PARTIDA	**5.099,41 €**

Tabla 33. Precio del desmontaje y demolición de la línea de evacuación de MT

OTROS					
CANTIDAD	**UNIDAD**	**DESCRIPCIÓN**	**PRECIO**	**SUBTOTAL**	**IMPORTE**
		Desmantelamiento del vallado perimetral, excavación de las losas de cimentación por medios mecánicos hasta un metro de profundidad, incluso carga en camión y transporte de restos a vertedero autorizado y regeneración			
51,7	H	Oficial de Primera	30,00 €	1.551,00 €	
60,7	H	Peón ayudante	24,00 €	1.457,28 €	
46,9	H	Camión	61,00 €	2.858,46 €	
46,9	H	Pala cargadora	61,00 €	2.858,46 €	
46,9	H	Retroexcavadora	62,00 €	2.905,32 €	
				SUMA DE LA PARTIDA	11.630,52 €
				COSTES INDIRECTOS 13%	1.511,97 €
				TOTAL PARTIDA	**13.142,49 €**

Tabla 34. Precios del desmantelamiento otros.

5.2. RESTAURACIÓN DEL TERRENO

DESPEJE Y DESBROCE DEL TERRENO					
CANTIDAD	**UNIDAD**	**DESCRIPCIÓN**	**PRECIO**	**SUBTOTAL**	**IMPORTE**
		Despeje y desbroce del terreno, realizado con medios mecánicos, incluso retirada de capa vegetal de 20 cm, acopio y posterior extendido			
131,2	H	Peón ayudante	24,00 €	2.587,20 €	
100,3	H	Pala cargadora	61,00 €	5.448,52 €	
				SUMA DE LA PARTIDA	8.035,72 €
				COSTES INDIRECTOS 13%	1.044,64 €
				TOTAL PARTIDA	**9.080,36 €**

DESPEJE Y DESBROCE DEL TERRENO					
CANTIDAD	**UNIDAD**	**DESCRIPCIÓN**	**PRECIO**	**SUBTOTAL**	**IMPORTE**
RESTITUCIÓN DEL TERRENO					
CANTIDAD	**UNIDAD**	**DESCRIPCIÓN**	**PRECIO**	**SUBTOTAL**	**IMPORTE**
		Movimiento de tierras y posterior relleno, extendido y compactado de tierras propias, por medios manuales y/o mecánicos, en tongadas de 20 cm de espesor, regado de las mismas empleo de máquina compactadora			
48,5	H	Peón ayudante	24,00 €	1.034,88 €	
48,5	H	Pala cargadora	61,00 €	2.630,32 €	
45,1	H	Máquina compactadora	67,00 €	2.579,50 €	
		SUMA DE LA PARTIDA			6.244,70 €
		COSTES INDIRECTOS 13%			811,81 €
		TOTAL PARTIDA			**7.056,51 €**
RESTAURACIÓN CAPA DE CULTIVO					
CANTIDAD	**UNIDAD**	**DESCRIPCIÓN**	**PRECIO**	**SUBTOTAL**	**IMPORTE**
		Restauración de capa de cultivo en superficies ocupadas por planta solar, con aportación de 10 cm de tierra vegetal para su posterior uso agrícola.			
61,1	H	Oficial de primera	30,00 €	1.617,00 €	
61,1	H	Peón ayudante	24,00 €	1.293,60 €	
788,0	m3	Tierra vegetal	3,00 €	2.263,80 €	
788,0	m3	Abono	2,00 €	1.509,20 €	
56,8	H	Pala cargadora	61,00 €	3.193,96 €	
56,8	H	Máquina compactadora	67,00 €	3.508,12 €	
		SUMA DE LA PARTIDA			13.385,68 €
		COSTES INDIRECTOS 13%			1.740,14 €
		TOTAL PARTIDA			**15.125,82 €**

Tabla 35. Precios de restauración del terreno

5.3. RESUMEN PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL

PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL	
1. Desmontaje, demolición y retirada de instalaciones y equipos	85.986,84 €
2. Restauración del terreno	31.262,69 €
Total ejecución material	**117.249,53 €**

Tabla 36. Resumen presupuesto

6. PLANOS

La documentación gráfica asociada al presente Anexo de Desmantelamiento es la siguiente:

1. SITUACIÓN

2. EMPLAZAMIENTO

3. IMPLANTACIÓN GENERAL

4. EQUIPOS INDIVIDUALES

5. REGLAS DE ORO PARA EL TRABAJO CON CORTE DE TENSIÓN EN A.T.

6. RIESGO ELÉCTRICO

7. PUESTA A TIERRA

8. SEÑALIZACIÓN DE BALIZAMIENTO

9. SEÑALIZACION DE PROHIBICIÓN

10. SEÑALIZACION DE OBLIGACIÓN

11. SEÑALIZACIÓN DE PELIGRO

12. SEÑALIZACIÓN DE INFORMACIÓN

13. SUSTENTACIÓN DE CARGAS

14. PROTECCIÓNES COLECTIVAS. SIERRA CIRCULAR Y BOMBONAS

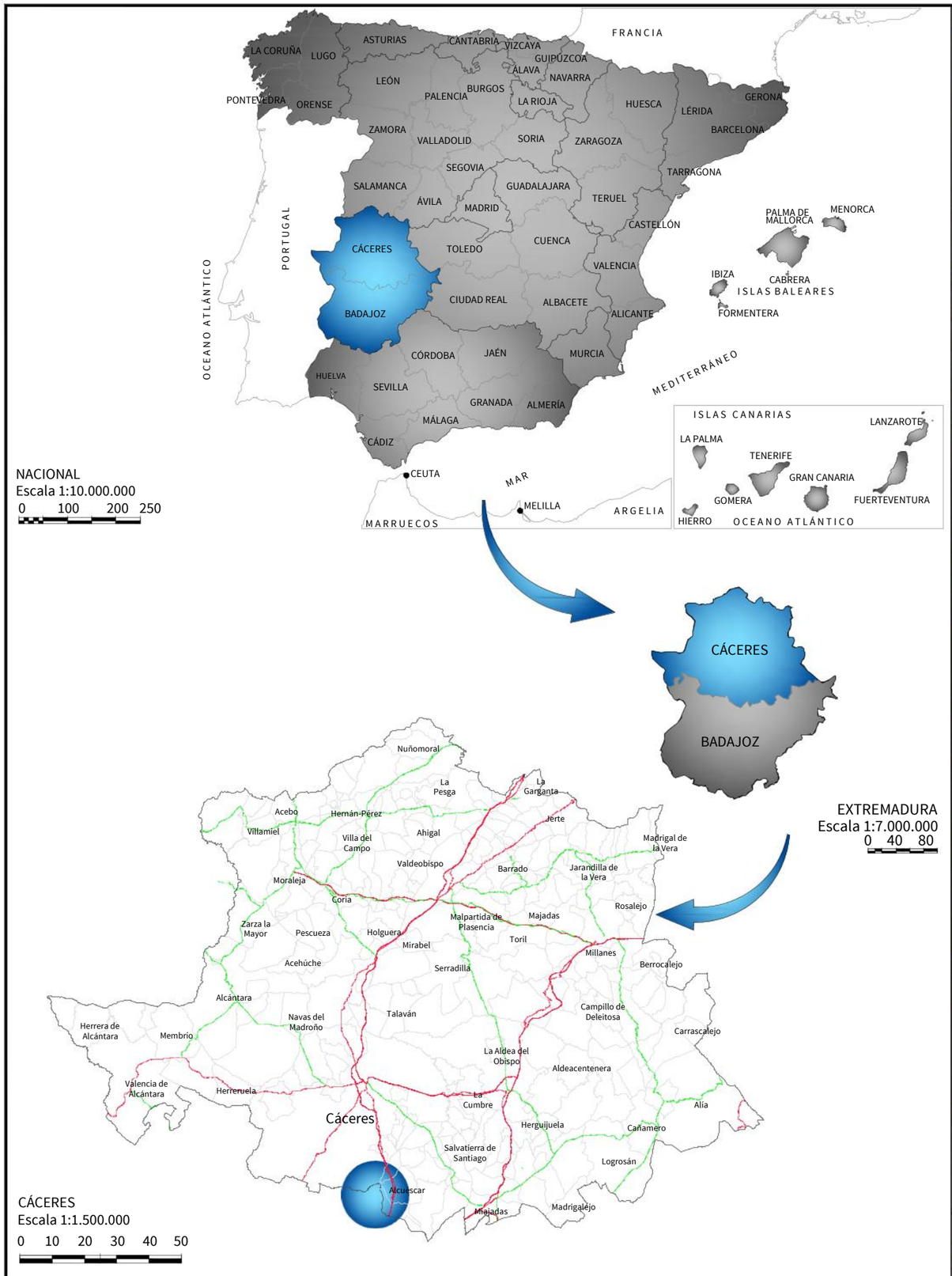
En Sevilla, a febrero de 2026.

El Graduado en Ingeniería Eléctrica



Óscar Reyes Blanco

Colegiado nº: 12.188. C.O.G.I.T.I.S.E.



DISTANCIA A NÚCLEOS URBANOS	
NÚCLEOS URBANOS	DISTANCIA (Km)
CARMONITA	3,50 Km
ALCUÉSCAR	6,20 Km

REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	REALIZADO	REVISADO	APROBADO
01	11/02/26	PRIMERA EMISIÓN	CGH	JMCM	ORB

TITULAR Y PROMOTOR: frv	INGENIERÍA: Magtel INNOVATION & TECHNOLOGY	AUTOR DEL PROYECTO: Óscar Reyes Blanco, Graduado Ing. Electrica Nº Col.: 12.188	TÍTULO DEL PROYECTO: PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO DE HIBRIDACIÓN DE LA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA ''IERÓN'' MEDIANTE LA INSTALACIÓN DE 11MW DE BATERÍAS EN EL T.M. DE MONTÁNCHEZ (CÁCERES)	FECHA: FEBRERO 2026	ESCALA: INDICADAS m; FORMATO UNE A-3; UNIDADES

PLANO: SITUACIÓN

NÚMERO DE PLANO: DES_1

FICHERO DIGITAL: BES-IER-MAGOP-PEJ-ANE-0001.dwg

HOJA: 1 de 1



REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	REALIZADO	REVISADO	APROBADO
01	11/02/26	PRIMERA EMISIÓN	CGH	JMCM	ORB

TITULAR Y PROMOTOR: frv

INGENIERÍA: Magtel INNOVATION & TECHNOLOGY

AUTOR DEL PROYECTO:
Óscar Reyes Blanco
Graduado Ing. Électrica Nº Col.: 12.188

TÍTULO DEL PROYECTO:
PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO DE HIBRIDACIÓN DE LA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA ''IERÓN'' MEDIANTE LA INSTALACIÓN DE 11MW DE BATERÍAS EN EL T.M. DE MONTÁNCHEZ (CÁCERES)

FECHA: FEBRERO 2026

ESCALA: 1 : 10.000 | FORMATO UNE A-3 | UNIDADES: m

PLANO: EMPLAZAMIENTO

NÚMERO DE PLANO: DES_2

FICHERO DIGITAL: BES-IER-MAGOP-PEJ-ANE-0002.dwg

HOJA: 1 de 1



Nota (*): No es ámbito de este proyecto

REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	REALIZADO	REVISADO	APROBADO
01	11/02/26	PRIMERA EMISIÓN	MVR	JMCM	ORB

TITULAR Y PROMOTOR: frv	INGENIERÍA: Magtel INNOVATION & TECHNOLOGY	AUTOR DEL PROYECTO: Óscar Reyes Blanco, Graduado Ing. Electrica Nº Col.: 12.188	TÍTULO DEL PROYECTO: PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO DE HIBRIDACIÓN DE LA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA ''IERÓN'' MEDIANTE LA INSTALACIÓN DE 11MW DE BATERÍAS EN EL T.M. DE MONTÁNCHEZ (CÁCERES)	FECHA: FEBRERO 2026	ESCALA: 1 : 5.000 m; FORMATO UNE A-3 UNIDADES

PLANO: IMPLANTACIÓN SUPERFICIE VINCULADA A PSFV IERÓN	NÚMERO DE PLANO: DES-03	
FICHERO DIGITAL: BES-IER-MAGOP-PEJ-ANE-0003.dwg	HOJA: 1 de 11	

PLANO DE REFERENCIA

MINUTA 1

MINUTA 2

LEYENDA

- Vallado BESS
- Vallado PSVF
- Superficie vinculada a PSVF
- Punto de coordenada superficie vinculada

Nota (*): No es ámbito de este proyecto

REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	REALIZADO	REVISADO	APROBADO
01	11/02/26	PRIMERA EMISIÓN	MVR	JMCM	ORB

TITULAR Y PROMOTOR: frv	INGENIERÍA: Magtel INNOVATION & TECHNOLOGY	AUTOR DEL PROYECTO: Óscar Reyes Blanco Graduado Ing. Electrica Nº Col.: 12.188	TÍTULO DEL PROYECTO: PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO DE HIBRIDACIÓN DE LA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA ''IERÓN'' MEDIANTE LA INSTALACIÓN DE 11MW DE BATERÍAS EN EL T.M. DE MONTÁNCHEZ (CÁCERES)	FECHA: FEBRERO 2026	ESCALA: 1 : 2.500 m FORMATO UNE A-3 UNIDADES

PLANO: IMPLANTACIÓN SUPERFICIE VINCULADA A PSFV IERÓN (ISLA OESTE) MINUTA 1

NÚMERO DE PLANO: DES-03

FICHERO DIGITAL: BES-IER-MAGOP-PEJ-ANE-0003.dwg

PLANO DE REFERENCIA

MINUTA 1

MINUTA 2

LEYENDA

- Vallado BESS
- Vallado PSVF
- Superficie vinculada a PSVF
- Punto de coordenada superficie vinculada

Nota (*): No es ámbito de este proyecto

REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	REALIZADO	REVISADO	APROBADO
01	11/02/26	PRIMERA EMISIÓN	MVR	JMCM	ORB

TITULAR Y PROMOTOR: frv	INGENIERÍA: Magtel INNOVATION & TECHNOLOGY	AUTOR DEL PROYECTO: Óscar Reyes Blanco, Graduado Ing. Electrica Nº Col.: 12.188	TÍTULO DEL PROYECTO: PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO DE HIBRIDACIÓN DE LA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA ''IERÓN'' MEDIANTE LA INSTALACIÓN DE 11MW DE BATERÍAS EN EL T.M. DE MONTÁNCHEZ (CÁCERES)	FECHA: FEBRERO 2026	ESCALA: 1 : 2.500 m; FORMATO UNE A-3 UNIDADES

PLANO: IMPLANTACIÓN SUPERFICIE VINCULADA A PSFV IERÓN (ISLA OESTE) MINUTA 2

NÚMERO DE PLANO: DES-03

FICHERO DIGITAL: BES-IER-MAGOP-PEJ-ANE-0003.dwg HOJA: 3 de 11



01	11/02/26	PRIMERA EMISIÓN	MVR	JMCM	ORB
REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	REALIZADO	REVISADO	APROBADO

TITULAR Y PROMOTOR: frv	INGENIERÍA: Magtel INNOVATION & TECHNOLOGY	AUTOR DEL PROYECTO: Óscar Reyes Blanco Graduado Ing. Electrica Nº Col.: 12.188	TÍTULO DEL PROYECTO: PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO DE HIBRIDACIÓN DE LA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA ''IERÓN'' MEDIANTE LA INSTALACIÓN DE 11MW DE BATERÍAS EN EL T.M. DE MONTÁNCHEZ (CÁCERES)	FECHA: FEBRERO 2026	ESCALA: 1 : 2.500 m FORMATO UNE A-3 UNIDADES

PLANO: IMPLANTACIÓN SUPERFICIE VINCULADA A PSFV IERÓN (ISLA ESTE) MINUTA 3

NÚMERO DE PLANO: DES-03

FICHERO DIGITAL: BES-IER-MAGOP-PEJ-ANE-0003.dwg

HOJA: 4 de 11



Nota (*): No es ámbito de este proyecto

01	11/02/26	PRIMERA EMISIÓN	MVR	JMCM	ORB
REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	REALIZADO	REVISADO	APROBADO

TITULAR Y PROMOTOR: frv	INGENIERÍA: Magtel INNOVATION & TECHNOLOGY	AUTOR DEL PROYECTO: Óscar Reyes Blanco Graduado Ing. Electrica Nº Col.: 12.188	TÍTULO DEL PROYECTO: PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO DE HIBRIDACIÓN DE LA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA ''IERÓN'' MEDIANTE LA INSTALACIÓN DE 11MW DE BATERÍAS EN EL T.M. DE MONTÁNCHEZ (CÁCERES)	FECHA: FEBRERO 2026	ESCALA: 1 : 2.500 m FORMATO UNE A-3 UNIDADES

PLANO: IMPLANTACIÓN SUPERFICIE VINCULADA A PSFV IERÓN (ISLA ESTE) MINUTA 4

NÚMERO DE PLANO: DES-03

FICHERO DIGITAL: BES-IER-MAGOP-PEJ-ANE-0003.dwg

HOJA: 5 de 11

SISTEMA DE COORDENADAS ETRS89.TM29. SUPERFICIE VINCULADA AL PROYECTO (OESTE)		
PUNTO	X	Y
P01	733.202,50	4.336.507,47
P02	733.207,23	4.336.507,97
P03	733.238,11	4.336.513,56
P04	733.264,28	4.336.517,38
P05	733.322,89	4.336.526,67
P06	733.357,35	4.336.533,33
P07	733.395,43	4.336.540,56
P08	733.424,15	4.336.549,00
P09	733.433,00	4.336.552,31
P10	733.452,87	4.336.559,72
P11	733.496,26	4.336.575,69
P12	733.525,94	4.336.586,85
P13	733.531,19	4.336.588,82
P14	733.533,70	4.336.589,86
P15	733.543,90	4.336.594,07
P16	733.580,11	4.336.609,01
P17	733.607,77	4.336.617,69
P18	733.624,69	4.336.621,40
P19	733.644,72	4.336.624,71
P20	733.723,77	4.336.631,50
P21	733.771,07	4.336.635,94
P22	733.777,82	4.336.636,91
P23	733.779,70	4.336.598,21
P24	733.781,17	4.336.568,80
P25	733.776,76	4.336.529,83
P26	733.765,10	4.336.517,90
P27	733.767,44	4.336.489,29
P28	733.771,66	4.336.476,62
P29	733.771,66	4.336.464,43
P30	733.770,72	4.336.456,46
P31	733.774,94	4.336.445,67
P32	733.781,50	4.336.434,41
P33	733.786,20	4.336.420,34
P34	733.789,01	4.336.406,27
P35	733.787,13	4.336.394,55
P36	733.780,57	4.336.383,76
P37	733.782,45	4.336.377,66
P38	733.785,26	4.336.370,63
P39	733.787,13	4.336.359,37
P40	733.791,82	4.336.351,40
P41	733.793,96	4.336.336,65
P42	733.794,58	4.336.332,68
P43	733.804,59	4.336.323,29
P44	733.811,06	4.336.315,98

SISTEMA DE COORDENADAS ETRS89.TM29. SUPERFICIE VINCULADA AL PROYECTO (OESTE)		
PUNTO	X	Y
P45	733.815,03	4.336.308,57
P46	733.816,07	4.336.297,09
P47	733.816,49	4.336.284,14
P48	733.816,00	4.336.225,51
P49	733.817,04	4.336.206,51
P50	733.820,62	4.336.185,05
P51	733.823,75	4.336.175,45
P52	733.829,38	4.336.172,73
P53	733.837,10	4.336.162,92
P54	733.846,22	4.336.151,80
P55	733.850,81	4.336.143,25
P56	733.853,11	4.336.133,64
P57	733.853,11	4.336.123,62
P58	733.853,17	4.336.111,15
P59	733.851,50	4.336.099,25
P60	733.852,34	4.336.086,72
P61	733.853,33	4.336.063,22
P62	733.855,42	4.336.048,81
P63	733.860,01	4.336.040,88
P64	733.863,39	4.336.033,11
P65	733.864,44	4.336.022,88
P66	733.864,44	4.336.013,70
P67	733.862,98	4.336.007,64
P68	733.859,63	4.336.000,64
P69	733.851,29	4.335.991,66
P70	733.842,53	4.335.982,90
P71	733.835,43	4.335.972,88
P72	733.826,86	4.335.962,89
P73	733.825,81	4.335.956,83
P74	733.823,73	4.335.949,94
P75	733.818,51	4.335.938,46
P76	733.819,97	4.335.935,33
P77	733.823,52	4.335.928,23
P78	733.824,12	4.335.924,24
P79	733.821,40	4.335.917,56
P80	733.819,32	4.335.906,50
P81	733.816,40	4.335.894,18
P82	733.816,40	4.335.887,71
P83	733.814,90	4.335.882,94
P84	733.815,52	4.335.874,38
P85	733.820,11	4.335.869,79
P86	733.824,28	4.335.867,28
P87	733.825,95	4.335.862,69
P88	733.827,00	4.335.854,13

SISTEMA DE COORDENADAS ETRS89.TM29. SUPERFICIE VINCULADA AL PROYECTO (OESTE)		
PUNTO	X	Y
P89	733.832,45	4.335.838,10
P90	733.834,95	4.335.830,80
P91	733.835,78	4.335.824,12
P92	733.830,99	4.335.817,02
P93	733.832,62	4.335.791,48
P94	733.831,51	4.335.786,90
P95	733.829,68	4.335.784,55
P96	733.829,68	4.335.780,80
P97	733.831,14	4.335.778,92
P98	733.829,89	4.335.772,66
P99	733.829,05	4.335.765,77
P100	733.829,89	4.335.757,42
P101	733.832,60	4.335.749,69
P102	733.837,81	4.335.743,01
P103	733.856,59	4.335.724,08
P104	733.859,36	4.335.722,49
P105	733.860,00	4.335.716,85
P106	733.858,75	4.335.704,33
P107	733.860,41	4.335.692,85
P108	733.861,25	4.335.683,24
P109	733.863,53	4.335.677,40
P110	733.867,92	4.335.673,22
P111	733.878,34	4.335.668,63
P112	733.881,54	4.335.662,79
P113	733.884,48	4.335.652,14
P114	733.886,35	4.335.642,75
P115	733.885,30	4.335.633,04
P116	733.881,54	4.335.626,36
P117	733.873,74	4.335.619,40
P118	733.873,27	4.335.619,99
P119	733.865,64	4.335.629,60
P120	733.790,26	4.335.724,55
P121	733.782,70	4.335.734,08
P122	733.719,64	4.335.822,68
P123	733.656,70	4.335.908,45
P124	733.637,14	4.335.933,43
P125	733.523,23	4.336.078,85
P126	733.458,59	4.336.162,89
P127	733.396,05	4.336.245,26
P128	733.333,52	4.336.327,83
P129	733.279,53	4.336.400,47
P130	733.278,62	4.336.401,71
P131	733.228,57	4.336.469,08
P132	733.222,26	4.336.477,55

REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	REALIZADO	REVISADO	APROBADO
01	11/02/26	PRIMERA EMISIÓN	MVR	JMCM	ORB

TITULAR Y PROMOTOR: frv

INGENIERÍA: Magtel INNOVATION & TECHNOLOGY

AUTOR DEL PROYECTO:
Óscar Reyes Blanco
Graduado Ing. Électrica Nº Col.: 12.188

TÍTULO DEL PROYECTO:
PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO DE HIBRIDACIÓN DE LA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA ''IERÓN'' MEDIANTE LA INSTALACIÓN DE 11MW DE BATERÍAS EN EL T.M. DE MONTÁNCHEZ (CÁCERES)

FECHA: FEBRERO 2026

ESCALA: s/e

FORMATO UNE A-3

UNIDADES: m

PLANO: IMPLANTACIÓN
SUPERFICIE VINCULADA A PSFV IERÓN (ISLA OESTE)
SISTEMA DE COORDENADAS

NÚMERO DE PLANO: DES-03

FICHERO DIGITAL: BES-IER-MAGOP-PEJ-ANE-0003.dwg

SISTEMA DE COORDENADAS ETRS89.TM29. SUPERFICIE VINCULADA AL PROYECTO (ESTE)		
PUNTO	X	Y
P01	733.832,76	4.336.283,72
P02	733.828,64	4.336.304,65
P03	733.816,39	4.336.322,86
P04	733.802,48	4.336.339,74
P05	733.796,52	4.336.352,32
P06	733.792,96	4.336.370,33
P07	733.792,46	4.336.385,84
P08	733.798,96	4.336.408,84
P09	733.793,96	4.336.429,85
P10	733.780,44	4.336.454,35
P11	733.777,70	4.336.472,82
P12	733.773,70	4.336.488,32
P13	733.772,20	4.336.509,33
P14	733.778,20	4.336.517,83
P15	733.783,20	4.336.528,83
P16	733.784,97	4.336.556,02
P17	733.785,47	4.336.593,03
P18	733.784,78	4.336.637,90
P19	733.827,44	4.336.644,00
P20	733.872,36	4.336.648,40
P21	733.900,04	4.336.652,38
P22	733.956,37	4.336.659,07
P23	733.974,96	4.336.660,89
P24	734.007,09	4.336.560,04
P25	734.007,31	4.336.559,63
P26	734.041,56	4.336.496,76
P27	734.054,10	4.336.483,91
P28	734.055,42	4.336.482,56
P29	734.060,38	4.336.477,47
P30	734.397,56	4.336.225,88
P31	734.426,91	4.336.203,98
P32	734.437,41	4.336.196,15
P33	734.443,37	4.336.191,70
P34	734.449,24	4.336.187,32
P35	734.450,84	4.336.186,12
P36	734.441,91	4.336.176,57
P37	734.437,54	4.336.168,02
P38	734.426,28	4.336.149,24
P39	734.424,99	4.336.136,77
P40	734.419,98	4.336.125,40
P41	734.404,96	4.336.115,79
P42	734.391,20	4.336.109,11
P43	734.381,60	4.336.096,59
P44	734.375,35	4.336.087,82

SISTEMA DE COORDENADAS ETRS89.TM29. SUPERFICIE VINCULADA AL PROYECTO (ESTE)		
PUNTO	X	Y
P45	734.372,43	4.336.079,89
P46	734.370,34	4.336.069,03
P47	734.364,92	4.336.058,60
P48	734.360,11	4.336.047,31
P49	734.355,94	4.336.036,46
P50	734.350,31	4.336.027,27
P51	734.345,89	4.336.020,63
P52	734.339,84	4.336.016,46
P53	734.332,13	4.336.012,28
P54	734.321,91	4.336.008,53
P55	734.315,44	4.336.004,35
P56	734.310,23	4.335.998,92
P57	734.307,31	4.335.995,17
P58	734.306,54	4.335.987,09
P59	734.302,99	4.335.980,20
P60	734.294,86	4.335.974,15
P61	734.282,55	4.335.969,14
P62	734.272,75	4.335.967,05
P63	734.265,66	4.335.962,67
P64	734.250,01	4.335.943,19
P65	734.240,84	4.335.936,51
P66	734.227,28	4.335.931,29
P67	734.218,13	4.335.920,34
P68	734.211,25	4.335.908,23
P69	734.201,86	4.335.893,83
P70	734.195,33	4.335.887,16
P71	734.185,52	4.335.875,89
P72	734.177,87	4.335.858,14
P73	734.177,68	4.335.856,82
P74	734.176,41	4.335.848,12
P75	734.168,70	4.335.838,52
P76	734.165,45	4.335.834,38
P77	734.164,11	4.335.832,68
P78	734.154,99	4.335.822,55
P79	734.141,01	4.335.812,32
P80	734.131,00	4.335.804,18
P81	734.121,56	4.335.795,29
P82	734.115,30	4.335.781,30
P83	734.108,42	4.335.766,48
P84	734.101,96	4.335.751,50
P85	734.094,66	4.335.739,81
P86	734.088,40	4.335.736,47
P87	734.077,55	4.335.732,92
P88	734.068,17	4.335.728,54

SISTEMA DE COORDENADAS ETRS89.TM29. SUPERFICIE VINCULADA AL PROYECTO (ESTE)		
PUNTO	X	Y
P89	734.052,55	4.335.714,97
P90	734.038,79	4.335.705,16
P91	734.027,94	4.335.702,65
P92	734.017,30	4.335.703,28
P93	733.993,98	4.335.692,35
P94	733.977,51	4.335.682,33
P95	733.966,87	4.335.674,29
P96	733.949,77	4.335.657,18
P97	733.935,58	4.335.637,14
P98	733.915,14	4.335.628,79
P99	733.914,26	4.335.635,62
P100	733.904,87	4.335.654,41
P101	733.891,54	4.335.675,50
P102	733.885,80	4.335.686,25
P103	733.880,05	4.335.697,00
P104	733.875,08	4.335.702,43
P105	733.875,70	4.335.707,86
P106	733.869,46	4.335.723,73
P107	733.863,83	4.335.743,56
P108	733.854,84	4.335.750,89
P109	733.848,17	4.335.751,52
P110	733.842,74	4.335.756,32
P111	733.839,82	4.335.770,72
P112	733.841,91	4.335.778,45
P113	733.845,45	4.335.786,17
P114	733.848,13	4.335.798,08
P115	733.848,76	4.335.806,43
P116	733.853,13	4.335.812,82
P117	733.853,34	4.335.816,37
P118	733.846,46	4.335.825,34
P119	733.846,46	4.335.834,53
P120	733.842,71	4.335.846,64
P121	733.837,98	4.335.857,29
P122	733.835,27	4.335.870,23
P123	733.832,14	4.335.887,56
P124	733.836,32	4.335.892,28
P125	733.844,81	4.335.904,16
P126	733.851,06	4.335.919,19
P127	733.853,02	4.335.938,64
P128	733.846,35	4.335.953,10
P129	733.844,87	4.335.962,74
P130	733.854,13	4.335.973,12
P131	733.865,99	4.335.983,51
P132	733.872,55	4.335.993,07

SISTEMA DE COORDENADAS ETRS89.TM29. SUPERFICIE VINCULADA AL PROYECTO (ESTE)		
PUNTO	X	Y
P133	733.875,47	4.336.004,97
P134	733.876,72	4.336.022,30
P135	733.872,48	4.336.038,41
P136	733.867,47	4.336.053,23
P137	733.864,97	4.336.065,13
P138	733.865,45	4.336.073,94
P139	733.867,33	4.336.095,86
P140	733.870,26	4.336.108,06
P141	733.871,51	4.336.120,38
P142	733.870,26	4.336.132,28
P143	733.862,34	4.336.148,35
P144	733.852,77	4.336.168,79
P145	733.847,35	4.336.182,36
P146	733.844,85	4.336.190,92
P147	733.837,51	4.336.210,04
P148	733.836,05	4.336.224,86
P149	733.833,10	4.336.243,14
P150	733.832,48	4.336.268,40

REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	REALIZADO	REVISADO	APROBADO
01	11/02/26	PRIMERA EMISIÓN	MVR	JMCM	ORB

TITULAR Y PROMOTOR: frv

INGENIERÍA: Magtel INNOVATION & TECHNOLOGY

AUTOR DEL PROYECTO:
Óscar Reyes Blanco
Graduado Ing. Electrica Nº Col.: 12.188

TÍTULO DEL PROYECTO:
PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO DE HIBRIDACIÓN DE LA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA ''IERÓN'' MEDIANTE LA INSTALACIÓN DE 11MW DE BATERÍAS EN EL T.M. DE MONTÁNCHEZ (CÁCERES)

FECHA: FEBRERO 2026

ESCALA: s/e m
FORMATO UNE A-3 UNIDADES

PLANO: IMPLANTACIÓN
SUPERFICIE VINCULADA A PSFV IERÓN (ISLA ESTE)
SISTEMA DE COORDENADAS

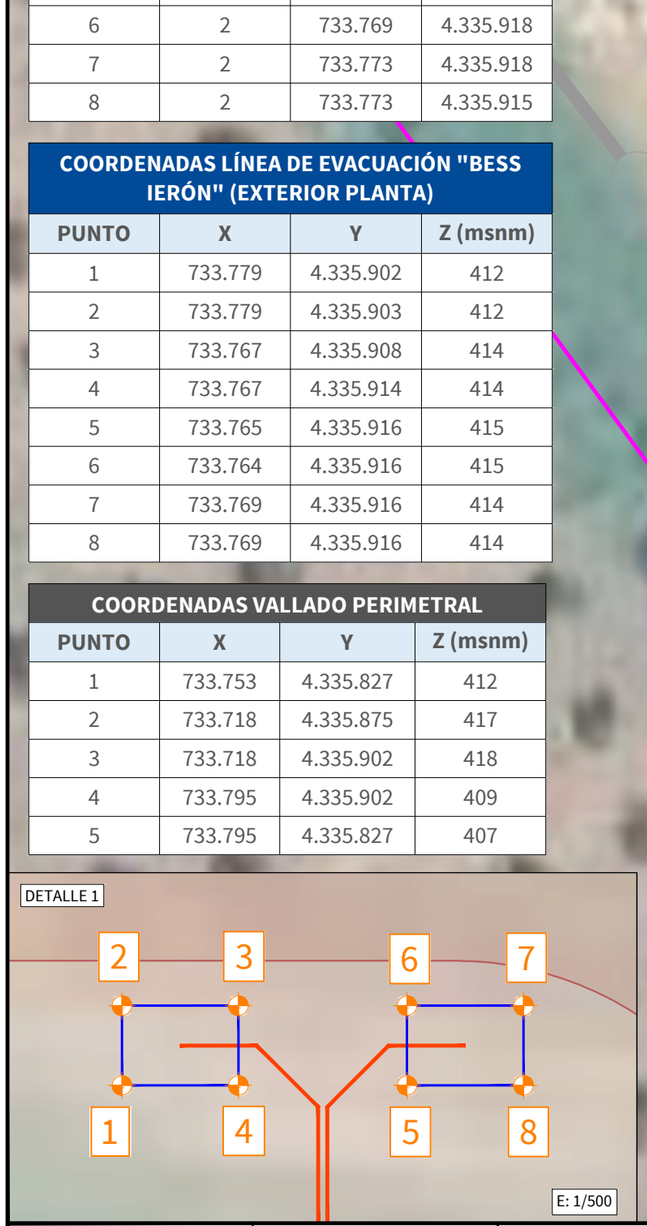
NÚMERO DE PLANO: DES-03

FICHERO DIGITAL: BES-IER-MAGOP-PEJ-ANE-0003.dwg

COORDENADAS CÁMARAS DE EMPALME (EXTERIOR PLANTA)			
PUNTO	Cámara	X	Y
1	1	733.760	4.335.915
2	1	733.760	4.335.918
3	1	733.764	4.335.918
4	1	733.764	4.335.915
5	2	733.769	4.335.915
6	2	733.769	4.335.918
7	2	733.773	4.335.918
8	2	733.773	4.335.915

COORDENADAS LÍNEA DE EVACUACIÓN "BESS IERÓN" (EXTERIOR PLANTA)			
PUNTO	X	Y	Z (msnm)
1	733.779	4.335.902	412
2	733.779	4.335.903	412
3	733.767	4.335.908	414
4	733.767	4.335.914	414
5	733.765	4.335.916	415
6	733.764	4.335.916	415
7	733.769	4.335.916	414
8	733.769	4.335.916	414

COORDENADAS VALLADO PERIMETRAL			
PUNTO	X	Y	Z (msnm)
1	733.753	4.335.827	412
2	733.718	4.335.875	417
3	733.718	4.335.902	418
4	733.795	4.335.902	409
5	733.795	4.335.827	407



EDIFICIO CENTRO DE SECCIONAMIENTO PSFV EXISTENTE*

LÍNEA SOTERRADA DE EVACUACIÓN 30 kV

SUPERFICIE VALLADO PERIMETRAL 4.932,66 m²

VALLADO PSFV EXISTENTE *

BESS IERÓN

LEYENDA
- Vallado BESS
- Superficie vinculada a PSVF
- Puerta de acceso BESS
- Cámaras de empalme
- Vial nuevo exterior a BESS

Nota (*): No es ámbito de este proyecto

REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	REALIZADO	REVISADO	APROBADO
01	11/02/26	PRIMERA EMISIÓN	MVR	JMCM	ORB

TITULAR Y PROMOTOR: frv

INGENIERÍA: Magtel INNOVATION & TECHNOLOGY

AUTOR DEL PROYECTO:
Óscar Reyes Blanco
Graduado Ing. Electrica Nº Col.: 12.188

TÍTULO DEL PROYECTO:
PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO DE HIBRIDACIÓN DE LA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA ''IERÓN'' MEDIANTE LA INSTALACIÓN DE 11MW DE BATERÍAS EN EL T.M. DE MONTÁNCHEZ (CÁCERES)

FECHA: FEBRERO 2026

ESCALA: 1 : 600 m
FORMATO UNE A-3 UNIDADES

PLANO: IMPLANTACIÓN

NÚMERO DE PLANO: DES-03

FICHERO DIGITAL: BES-IER-MAGOP-PEJ-ANE-0003.dwg

HOJA: 8 de 11



COORDENADAS LÍNEA DE COMUNICACIONES "BESS IERÓN" (EXTERIOR PLANTA)

PUNTO	X	Y	Z (msnm)
1	733.779	4.335.902	412
2	733.779	4.335.903	412
3	733.767	4.335.908	414
4	733.685	4.335.908	419
5	733.684	4.335.908	419
6	733.684	4.335.909	419

REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	REALIZADO	REVISADO	APROBADO
01	11/02/26	PRIMERA EMISIÓN	MVR	JMCM	ORB

TITULAR Y PROMOTOR: frv

INGENIERÍA: Magtel INNOVATION & TECHNOLOGY

AUTOR DEL PROYECTO:
Óscar Reyes Blanco
Graduado Ing. Electrica Nº Col.: 12.188

TÍTULO DEL PROYECTO:
PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO DE HIBRIDACIÓN DE LA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA ''IERÓN'' MEDIANTE LA INSTALACIÓN DE 11MW DE BATERÍAS EN EL T.M. DE MONTÁNCHEZ (CÁCERES)

FECHA: FEBRERO 2026

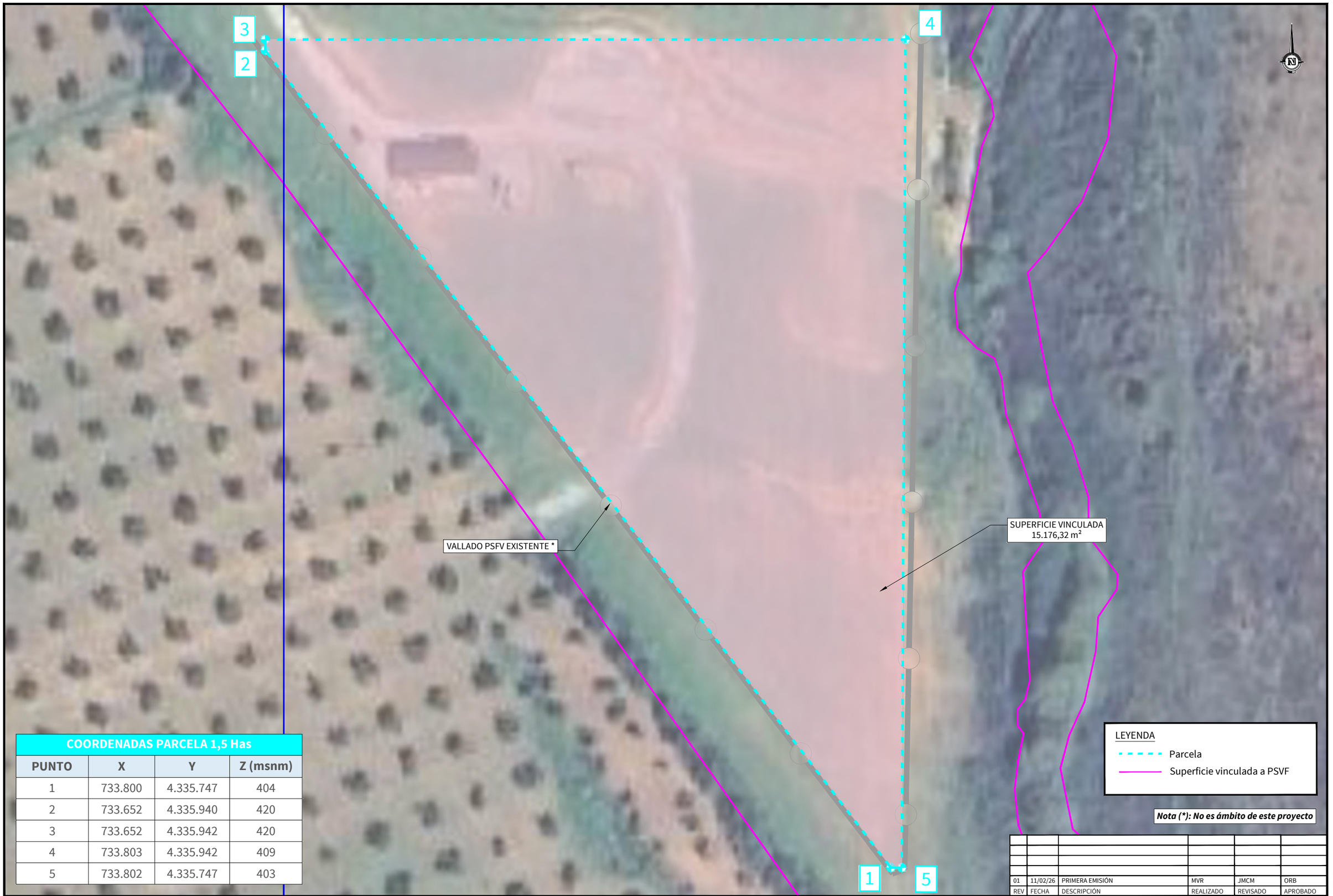
ESCALA: 1 : 600 | FORMATO UNE A-3

UNIDADES: m

PLANO: IMPLANTACIÓN

NÚMERO DE PLANO: DES-03

FICHERO DIGITAL: BES-IER-MAGOP-PEJ-ANE-0003.dwg



COORDENADAS PARCELA 1,5 Has			
PUNTO	X	Y	Z (msnm)
1	733.800	4.335.747	404
2	733.652	4.335.940	420
3	733.652	4.335.942	420
4	733.803	4.335.942	409
5	733.802	4.335.747	403

REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	REALIZADO	REVISADO	APROBADO
01	11/02/26	PRIMERA EMISIÓN	MVR	JMCM	ORB

TITULAR Y PROMOTOR: frv

INGENIERÍA: Magtel INNOVATION & TECHNOLOGY

AUTOR DEL PROYECTO:
Óscar Reyes Blanco
Graduado Ing. Electrica Nº Col.: 12.188

TÍTULO DEL PROYECTO:
PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO DE HIBRIDACIÓN DE LA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA ''IERÓN'' MEDIANTE LA INSTALACIÓN DE 11MW DE BATERÍAS EN EL T.M. DE MONTÁNCHEZ (CÁCERES)

FECHA: FEBRERO 2026

ESCALA: 1 : 800 | FORMATO UNE A-3

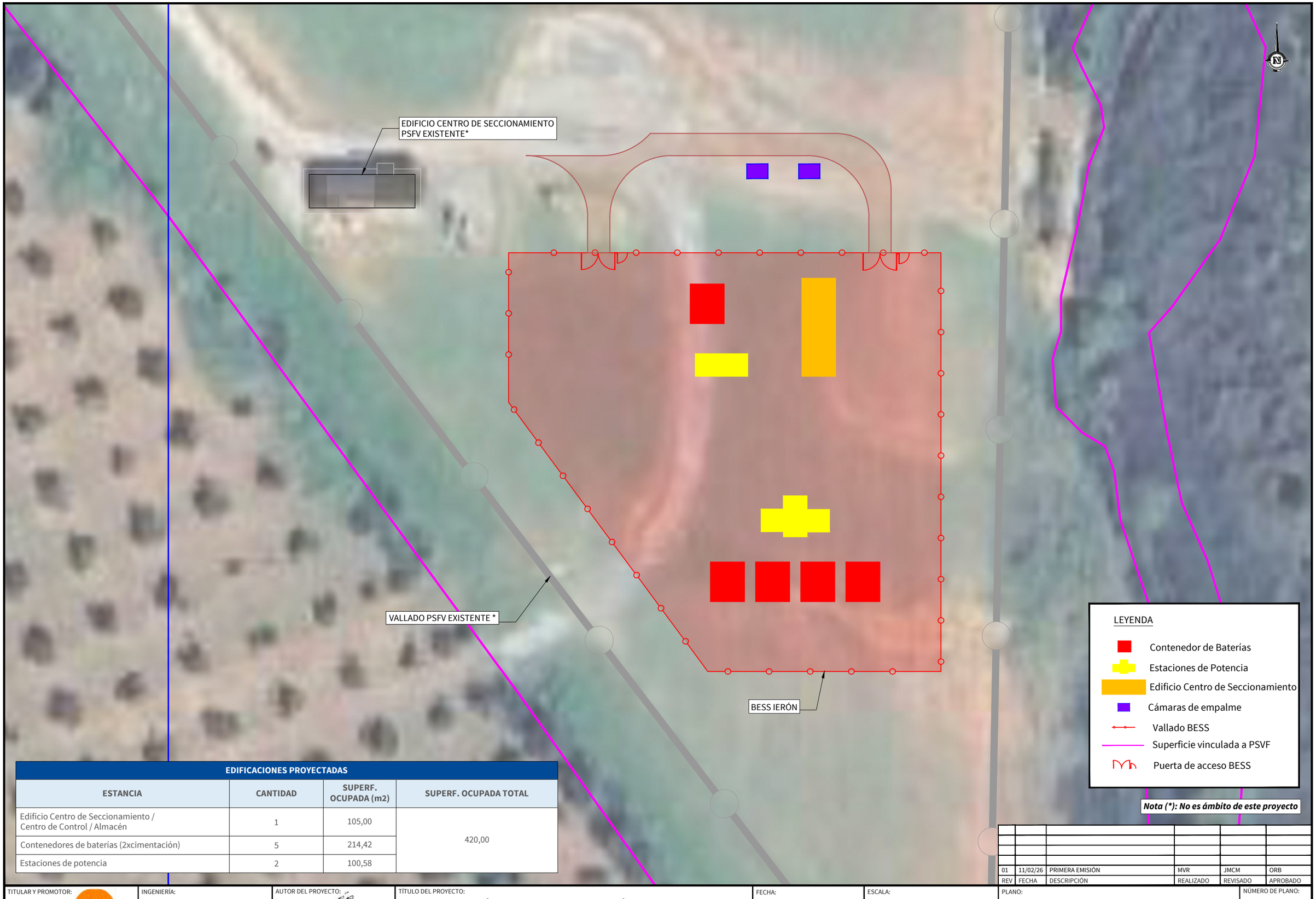
UNIDADES: m

PLANO: IMPLANTACIÓN SUPERFICIE VINCULADA AL PROYECTO

NÚMERO DE PLANO: DES-03

FICHERO DIGITAL: BES-IER-MAGOP-PEJ-ANE-0003.dwg

HOJA: 10 de 11



EDIFICACIONES PROYECTADAS

ESTANCIA	CANTIDAD	SUPERF. OCUPADA (m2)	SUPERF. OCUPADA TOTAL
Edificio Centro de Seccionamiento / Centro de Control / Almacén	1	105,00	420,00
Contenedores de baterías (2xcimentación)	5	214,42	
Estaciones de potencia	2	100,58	

Nota (*): No es ámbito de este proyecto

REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	REALIZADO	REVISADO	APROBADO
01	11/02/26	PRIMERA EMISIÓN	MVR	JMCM	ORB

TITULAR Y PROMOTOR: frv

INGENIERÍA: Magtel INNOVATION & TECHNOLOGY

AUTOR DEL PROYECTO:
Óscar Reyes Blanco
Graduado Ing. Electrica Nº Col.: 12.188

TÍTULO DEL PROYECTO:
PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO DE HIBRIDACIÓN DE LA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA ''IERÓN'' MEDIANTE LA INSTALACIÓN DE 11MW DE BATERÍAS EN EL T.M. DE MONTÁNCHEZ (CÁCERES)

FECHA: FEBRERO 2026

ESCALA: 1 : 800 | FORMATO UNE A-3

UNIDADES: m

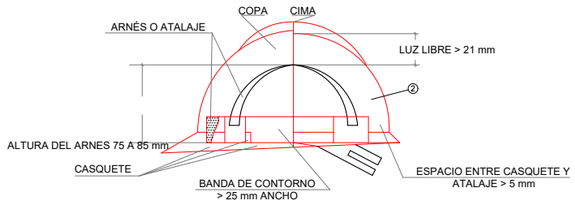
PLANO: IMPLANTACIÓN
SUPERFICIES EDIFICACIONES PROYECTADAS

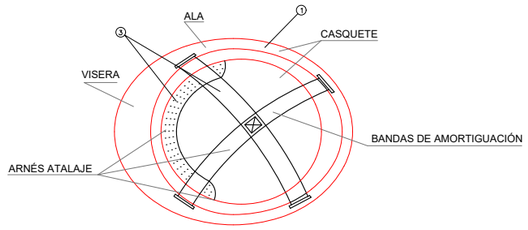
NÚMERO DE PLANO: DES-03

FICHERO DIGITAL: BES-IER-MAGOP-PEJ-ANE-0003.dwg

PROTECCIONES INDIVIDUALES

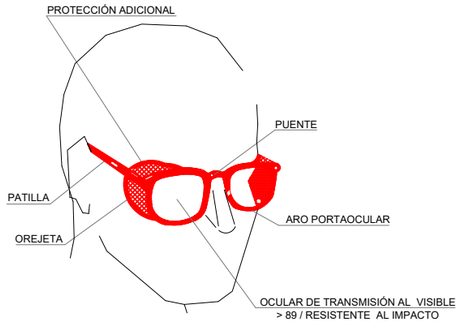
CASCO DE SEGURIDAD NO METÁLICO



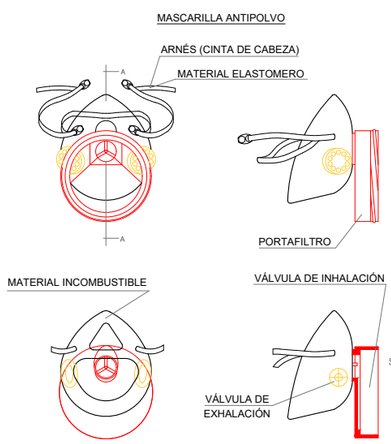


1. MATERIAL INCOMBUSTIBLE, RESISTENTE A GRASAS, SALES Y AGUA
2. CLASE N AISLANTE A 1000 V CLASE E-AT AISLANTE A 25000 V
3. MATERIAL NO RÍGIDO HIDRÓFUGO, FÁCIL LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN

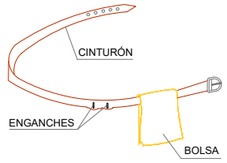
GAFAS DE MONTURA TIPO UNIVERSAL CONTRA IMPACTOS



MASCARILLA ANTIPOLVO



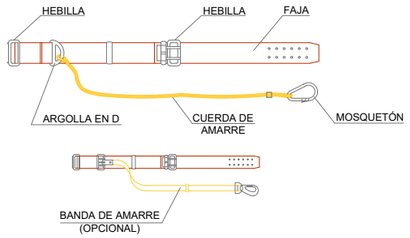
CINTURON PORTAHERRAMIENTAS



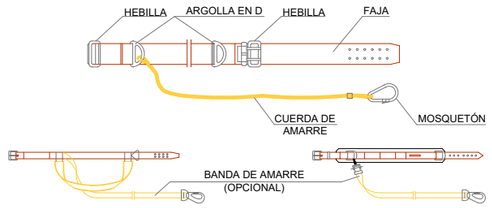
PERMITE TENER LAS MANOS LIBRES, MAS SEGURIDAD AL MOVERSE EVITA CAIDAS DE HERRAMIENTAS NO EXIME DEL CINTURON DE SEGURIDAD CUANDO ESTE ES NECESARIO

CINTURÓN DE SEGURIDAD DE SUJECIÓN CLASE "A"

TIPO 1

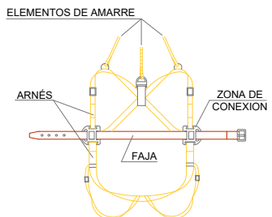


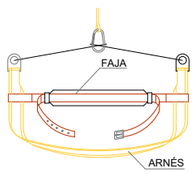
TIPO 2

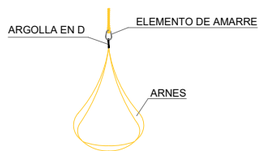


CINTURÓN DE SEGURIDAD DE SUSPENSIÓN CLASE "B"

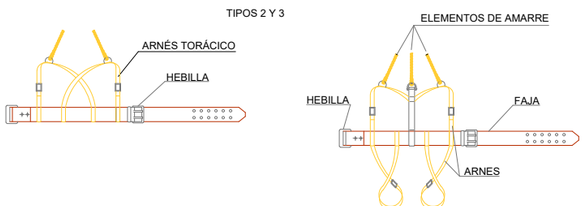
TIPO 1





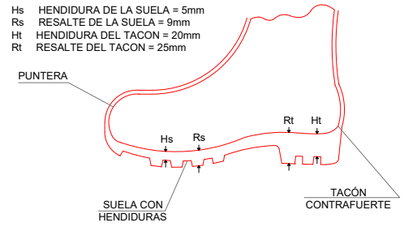


TIPOS 2 Y 3

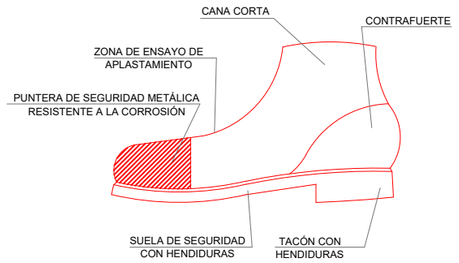


BOTA IMPERMEABLE AL AGUA Y A LA HUMEDAD

Hs HENDIDURA DE LA SUELA = 5mm
Rs RESALTE DE LA SUELA = 9mm
Ht HENDIDURA DEL TACON = 20mm
Rt RESALTE DEL TACON = 25mm



BOTA DE SEGURIDAD CLASE III



Según R.D. 773/1997, R.D. 1407/1992,
R.D. 159/1995 y R.D. 1627/1997

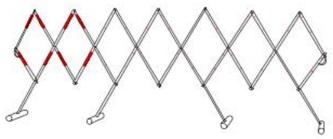
REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	REALIZADO	REVISADO	APROBADO
01	23/01/26	PRIMERA EMISIÓN	CGH	JMCM	ORB

TITULAR Y PROMOTOR: frv	INGENIERÍA: Magtel INNOVATION & TECHNOLOGY	AUTOR DEL PROYECTO: Óscar Reyes Blanco, Graduado Ing. Eléctrica Nº Col.: 12.188	TÍTULO DEL PROYECTO: PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO DE HIBRIDACIÓN DE LA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "IERÓN" MEDIANTE LA INSTALACIÓN DE 11MW DE BATERÍAS EN EL T.M. DE MONTÁNCHEZ (CÁCERES)	FECHA: FEBRERO 2026	ESCALA: S / E — m; FORMATO UNE A-3 — UNIDADES

PLANO:	EQUIPOS INDIVIDUALES	NÚMERO DE PLANO: DES_04
FICHERO DIGITAL:	BES-IER-MAGOP-PEJ-ANE-0007.dwg	HOJA: 1 de 1

REGLAS DE ORO PARA TRABAJOS CON CORTE DE TENSIÓN EN A.T.

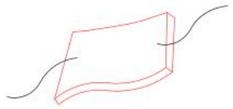
EQUIPOS PRECISOS



VALLA EXTENSIBLE



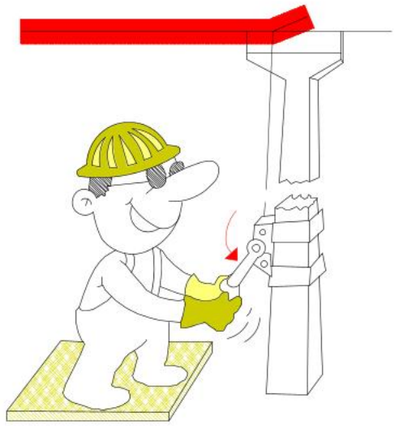
GUANTES



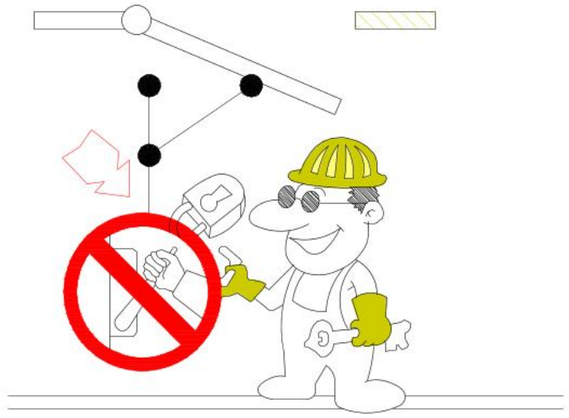
MANTA AISLANTE



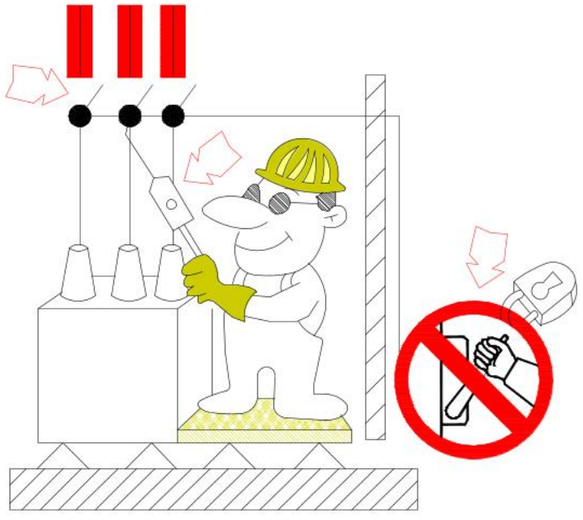
REGLA Nº1. DESCONECTAR



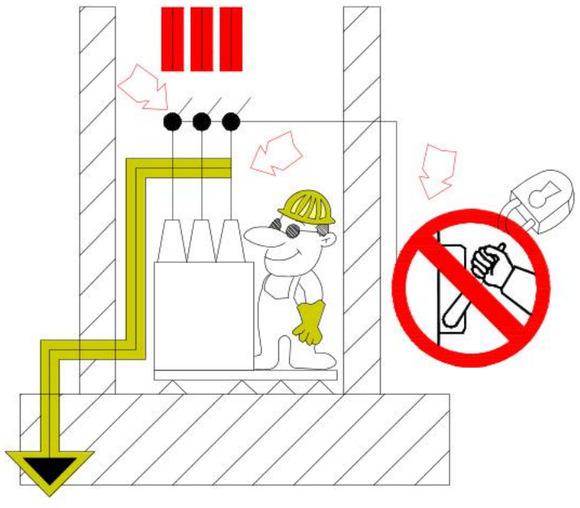
REGLA Nº2. PREVENIR CUALQUIER POSIBLE REALIMENTACIÓN



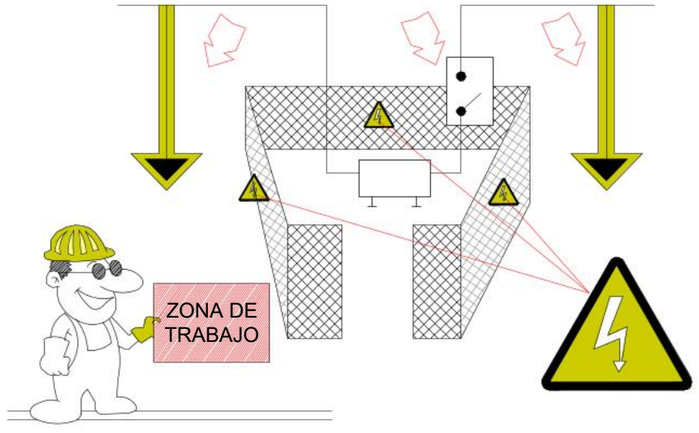
REGLA Nº3. VERIFICAR LA AUSENCIA DE TENSIÓN



REGLA Nº4. PONER A TIERRA Y EN CORTOCIRCUITO



REGLA Nº5. PROTEGER FRENTE A ELEMENTOS EN TENSIÓN Y SEÑALIZAR LA ZONA



REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	REALIZADO	REVISADO	APROBADO
01	23/01/26	PRIMERA EMISIÓN	CGH	JMCM	ORB

TITULAR Y PROMOTOR: frv

INGENIERÍA: Magtel INNOVATION & TECHNOLOGY

AUTOR DEL PROYECTO:
Óscar Reyes Blanco
Graduado Ing. Électrica Nº Col.: 12.188

TÍTULO DEL PROYECTO:
PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO DE HIBRIDACIÓN DE LA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA ''IERÓN'' MEDIANTE LA INSTALACIÓN DE 11MW DE BATERÍAS EN EL T.M. DE MONTÁNCHEZ (CÁCERES)

FECHA: FEBRERO 2026

ESCALA: S / E — FORMATO UNE A-3

UNIDADES: m

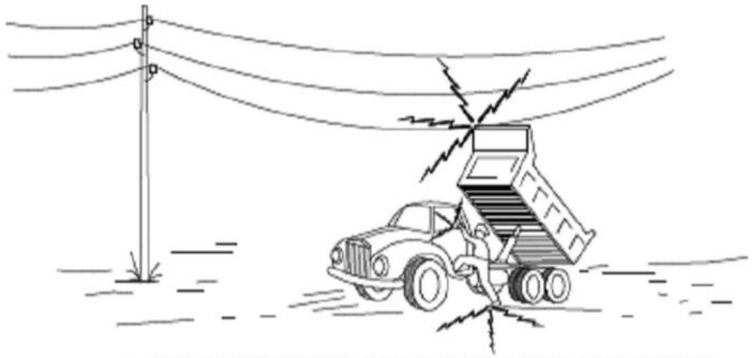
PLANO: REGLAS DE ORO PARA EL TRABAJO EN A.T.

NÚMERO DE PLANO: DES_05

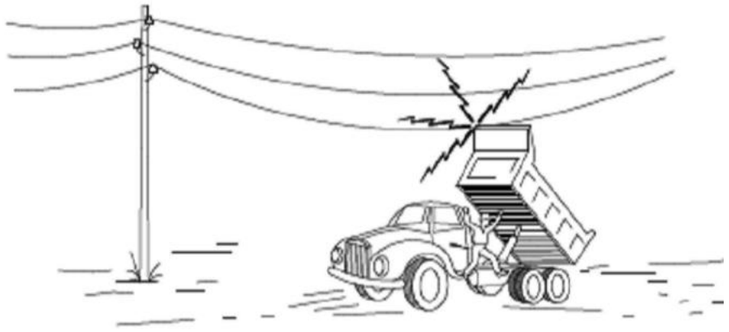
FICHERO DIGITAL: BES-IER-MAGOP-PEJ-ANE-0007.dwg

HOJA: 1 de 1

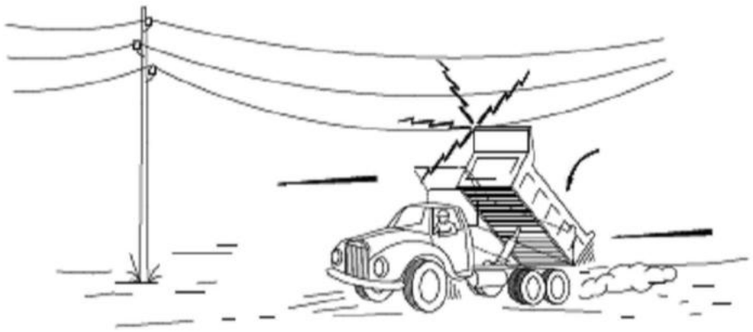
ATENCION AL BASCULANTE



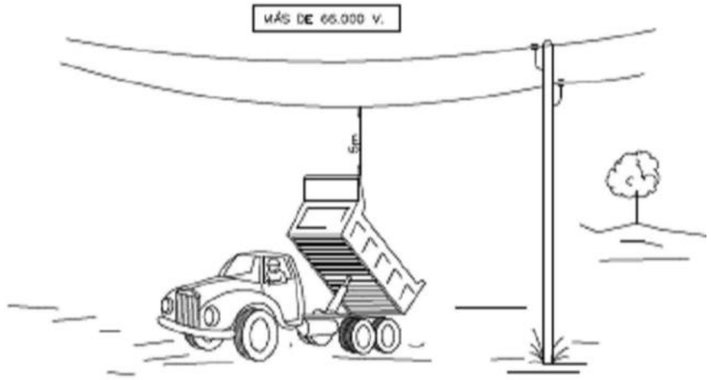
1— EN NINGUN CASO DESCIENDA. GUARDARA LA CALMA INCLUSO SI LOS NEUMATICOS COMIENZAN A ARDER. SE QUEDARA EN SU PUESTO DE MANDO O EN LA CABINA, DEBIDO A QUE ALLI ESTA LIBRE DEL RIESGO DE ELECTROCUCION.



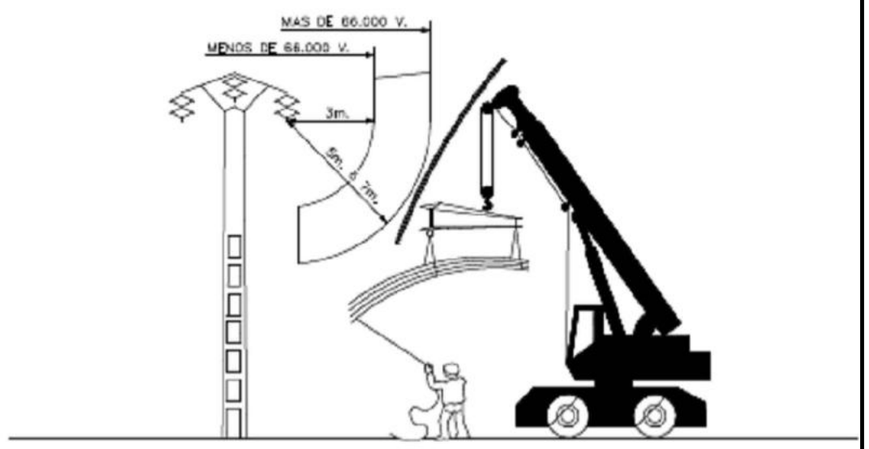
3.— SI ES IMPOSIBLE SEPARAR LA MAQUINA Y EN CASO DE ABSOLUTA NECESIDAD EL CONDUCTOR O MAQUINISTA NO DESCENDERA UTILIZANDO LOS MEDIOS HABITUALES, SI NO QUE SALTARA LO MAS LEJOS POSIBLE DE LA MAQUINA EVITANDO TOCARLA.



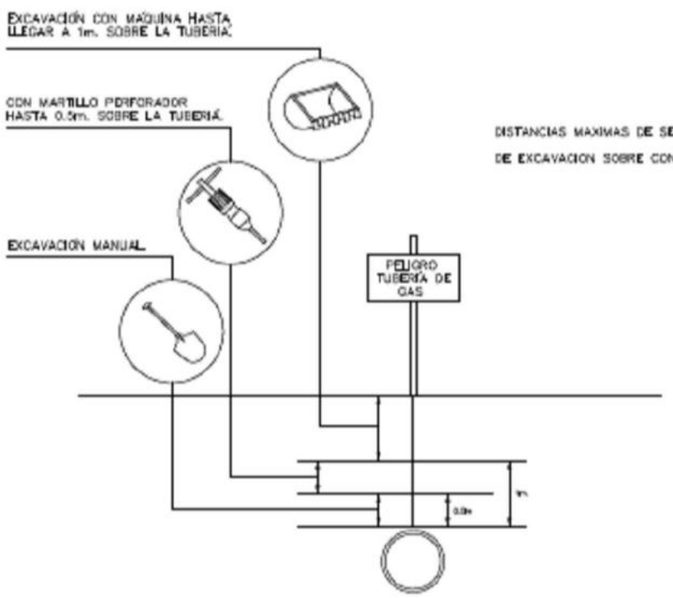
2— SI CONTACTO, NO ABANDONE LA CABINA, INTENTE EN PRIMER LUGAR BAJARLO Y ALEJARSE, HASTA QUE SE ENCUENTRE A UNA DISTANCIA SEGURA



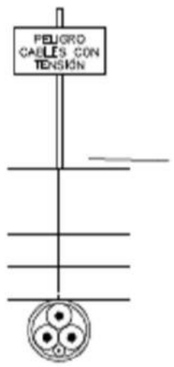
EMPLAZAMIENTO EN OBRA DE UNA GRUA CON RIESGO DE CONTACTO CON UNA LINEA ELECTRICA DE ALTA TENSION Y ACCESO A LA OBRA.



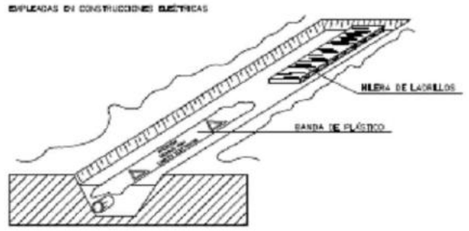
SE DELIMITARA EFICAZMENTE LA ZONA DE TRABAJO DE LA ZONA DE PELIGRO
R.D. 614/2001

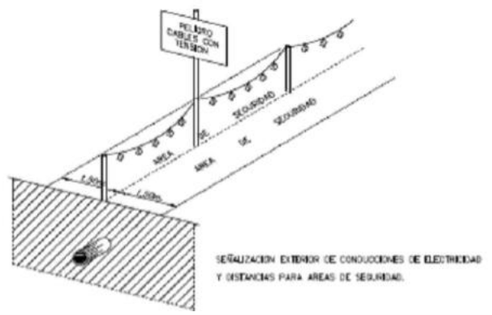


DISTANCIAS MAXIMAS DE SEGURIDAD RECOMENDABLES EN TRABAJOS DE EXCAVACION SOBRE CONDUCCIONES DE GAS Y ELECTRICIDAD.



FORMAS MAS USUALES DE SEÑALIZACION INTERIOR Y PROTECCION EMPLEADAS EN CONSTRUCCIONES ELECTRICAS





SEÑALIZACION EXTERIOR DE CONDUCCIONES DE ELECTRICIDAD Y DISTANCIAS PARA AREAS DE SEGURIDAD.

REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	REALIZADO	REVISADO	APROBADO
01	23/01/26	PRIMERA EMISIÓN	CGH	JMCM	ORB

TITULAR Y PROMOTOR: frv	INGENIERÍA: Magtel INNOVATION & TECHNOLOGY	AUTOR DEL PROYECTO: Óscar Reyes Blanco, Graduado Ing. Electrica Nº Col.: 12.188	TÍTULO DEL PROYECTO: PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO DE HIBRIDACIÓN DE LA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "IERÓN" MEDIANTE LA INSTALACIÓN DE 11MW DE BATERÍAS EN EL T.M. DE MONTÁNCHEZ (CÁCERES)	FECHA: FEBRERO 2026	ESCALA: S / E m; FORMATO UNE A-3; UNIDADES

PLANO: RIESGO ELÉCTRICO	NÚMERO DE PLANO: DES_06		
FICHERO DIGITAL: BES-IER-MAGOP-PEJ-ANE-0007.dwg	HOJA: 1 de 1		

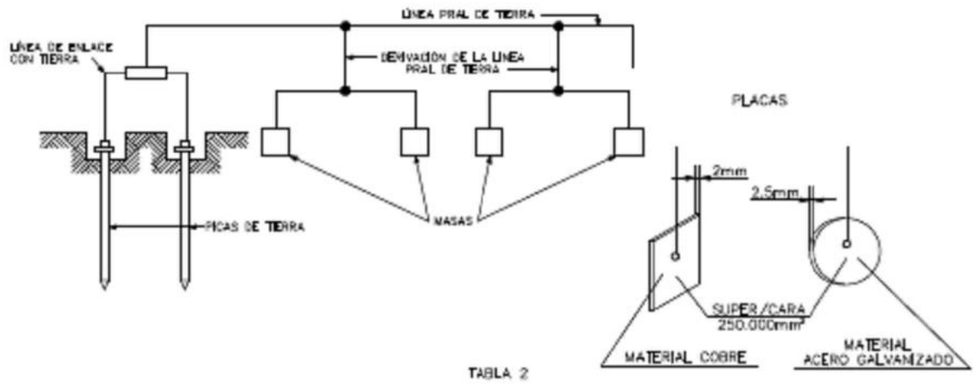
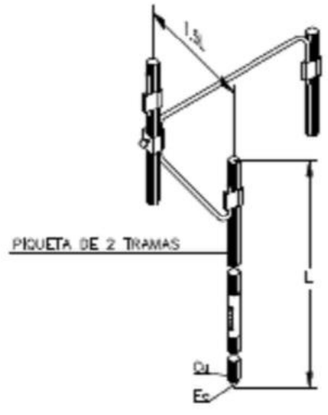


TABLA 2

NATURALEZA DE TERRENO	RESISTIVADAD EN OHM-M
TERRENOS PANTANOSOS	DE ALGUNAS UNIDADES A 30
LIMO	20 A 100
HUMUS	10 A 150
TURBA HUMEDA	5 A 100
ARCILLA PLASTICA	50
MARGAS Y ARCILLAS COMPACTAS	100 A 200
MARGAS DEL JURASICO	30 A 40
ARENA ARCILLOSA	50 A 500
ARENA SILICEA	200 A 3000
SUELO PEDREGOSO CUBIERTO DE CESPED	300 A 500
SUELO PEDREGOSO DESNUDO	1500 A 3000
CALIZAS BLANDAS	100 A 300
CALIZAS COMPACTAS	1000 A 5000
CALIZAS AGRIETADAS	500 A 1000
PIZARRAS	50 A 300
ROCAS DE MICA Y CUARZO	800
GRANITOS Y GRES PROCEDENTES DE ALTERACION	1500 A 10000
GRANITOS Y GRES MUY ALTERADOS	100 A 600



CUANDO EL SUBSUELO NO PUEDE SER PENETRADO O PRESENTA UNA RESISTIVADAD SUPERIOR A LA SUPERFICIAL, SE PUEDE DISMINUIR LA RESISTENCIA CLAVANDO DOS O MAS PICAS EN PARALELO.

-2 PICAS DE TIERRA REDUCEN LA RESISTENCIA AL 60% DE LA OBTENIDA CON UNA SOLA.
-3 PICAS DE TIERRA REDUCEN LA RESISTENCIA AL 45% DE LA OBTENIDA CON UNA SOLA.
-4 PICAS DE TIERRA REDUCEN LA RESISTENCIA AL 33% DE LA OBTENIDA CON UNA SOLA.

ELECTRODOS EN PARALELO

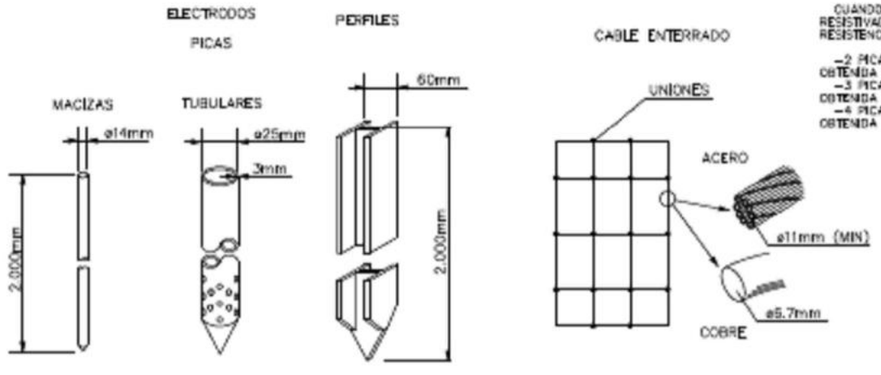
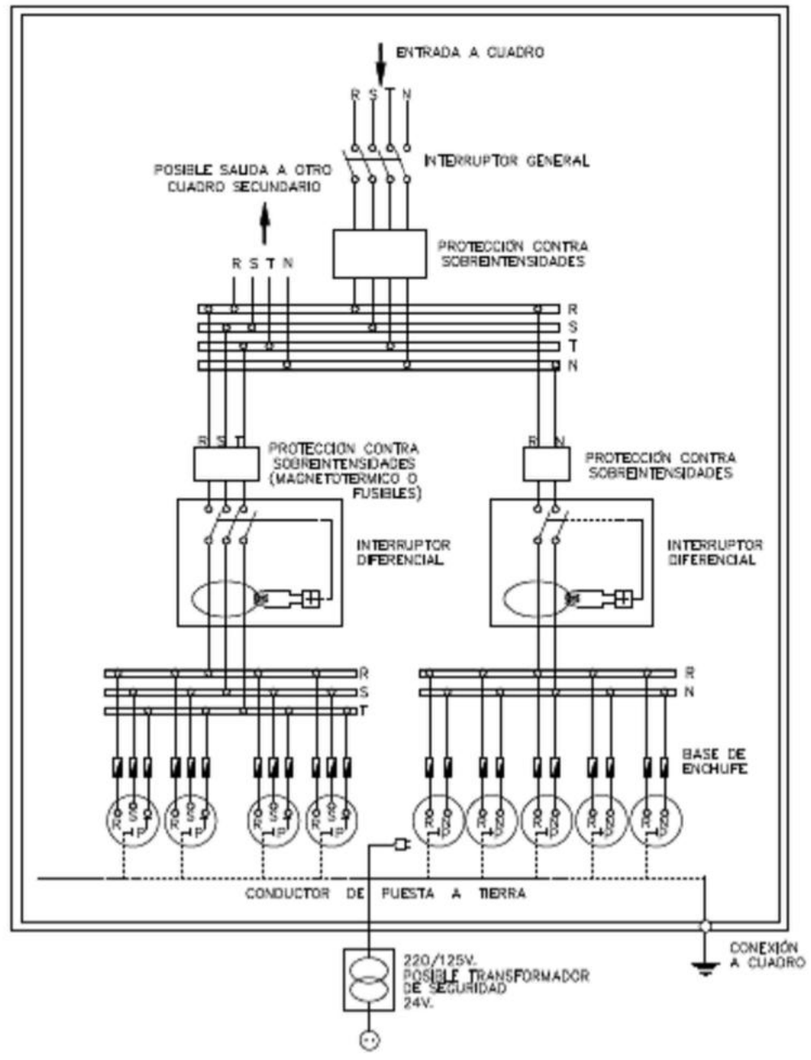


TABLA 1

ELECTRODO	RESISTENCIA DE TIERRA, EN OHM
PLACA ENTERRADA	$R=0,8\frac{Q}{P}$
PICA VERTICAL	$R=\frac{Q}{L}$
CONDUCTOR ENTERRADO HORIZONTALMENTE	$R=\frac{2Q}{L}$
Q, RESISTIVIDAD DEL TERRENO (OHM-M) P, PERIMETRO DE LA PLACA (m) L, LONGITUD DE LA PICA O DEL CONDUCTOR (m)	

LA RESISTENCIA DE TIERRA DEBE SER DE TAL VALOR QUE LA CORRIENTE DE FUGA NO PUEDA DAR LUGAR A

CUADRO DE ALIMENTACIÓN A OBRA
ESQUEMA DE INSTALACIÓN



NOTA.- LA SENSIBILIDAD DEL RELE DIFERENCIAL ESTARA RELACIONADA CON EL VALOR DE LA TOMA DE TIERRA, NO PUDIENDO SER INFERIOR A 300mA (1 <300mA)

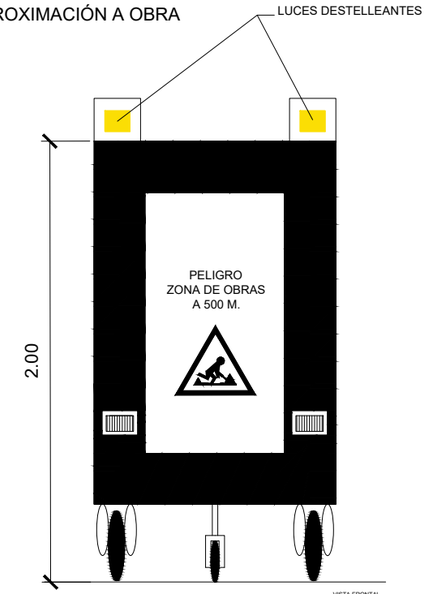
GRUPO ELECTROGENO

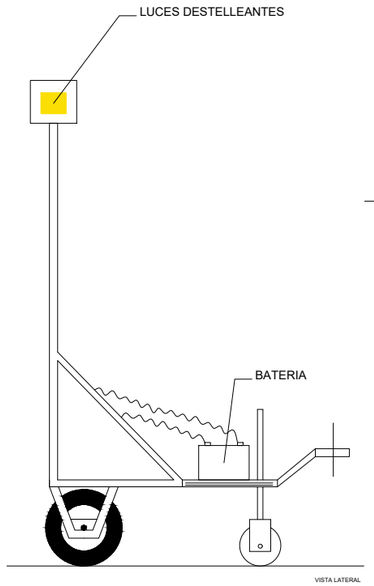


REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	REALIZADO	REVISADO	APROBADO
01	23/01/26	PRIMERA EMISIÓN	CGH	JMCM	ORB

TITULAR Y PROMOTOR: frv	INGENIERÍA: Magtel INNOVATION & TECHNOLOGY	AUTOR DEL PROYECTO: Óscar Reyes Blanco, Graduado Ing. Electrica Nº Col.: 12.188	TÍTULO DEL PROYECTO: PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO DE HIBRIDACIÓN DE LA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "IERÓN" MEDIANTE LA INSTALACIÓN DE 11MW DE BATERÍAS EN EL T.M. DE MONTÁNCHEZ (CÁCERES)	FECHA: FEBRERO 2026	ESCALA: S / E m; FORMATO UNE A-3; UNIDADES
PLANO: PUESTA A TIERRA	NÚMERO DE PLANO: DES_07	FICHERO DIGITAL: BES-IER-MAGOP-PEJ-ANE-0007.dwg	HOJA: 1 de 1		

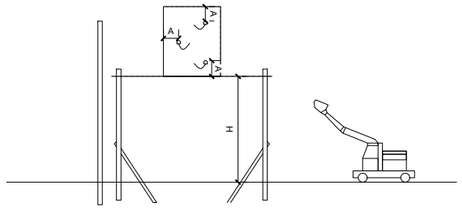
SEÑAL MÓVIL DE
APROXIMACIÓN A OBRA

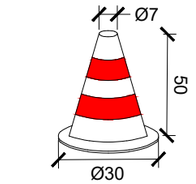




H = PASO LIBRE

A = SEÑAL DE ALTURA MÁXIMA

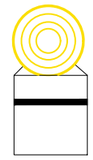




CONO BALIZAMIENTO



CINTA BALIZAMIENTO

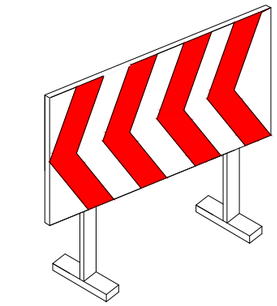


LAMPARA AUTONOMA
FIJA-INTERMITENTE

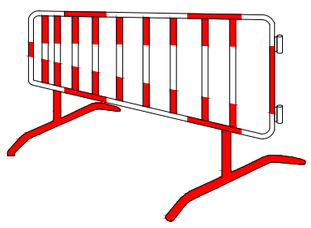


CORDON BALIZAMIENTO

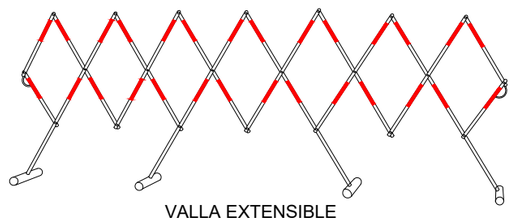
BALIZAMIENTO DE GÁLIBO DE OBRA



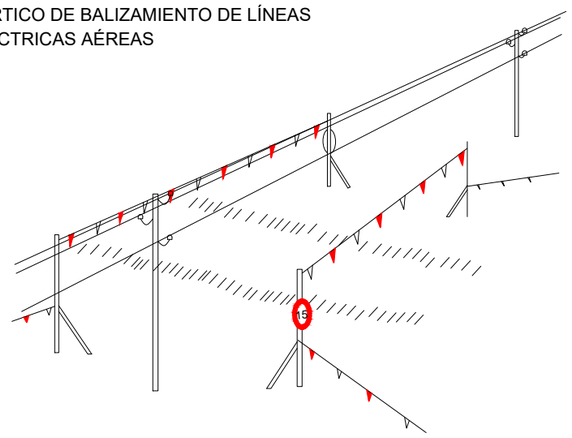
VALLAS DESVIO TRÁFICO



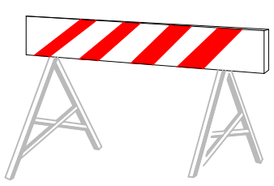
VALLA EXTENSIBLE



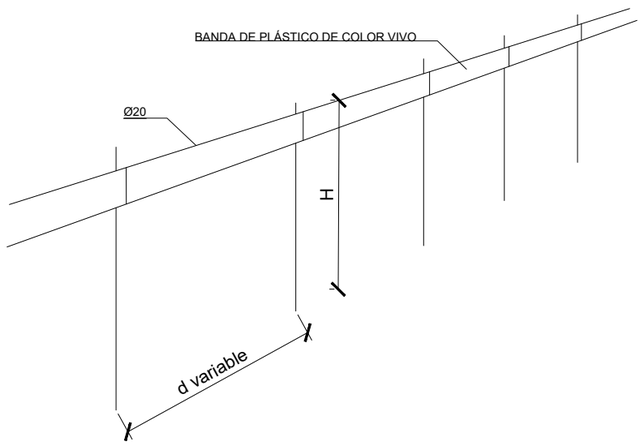
PÓRTICO DE BALIZAMIENTO DE LÍNEAS
ELÉCTRICAS AÉREAS

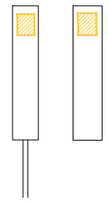


VALLA DE OBRA MODELO



BANDAS DE BALIZAMIENTO DE GÁLIBO DE OBRA





HITOS DE PVC

SEGÚN R.D. 485/1997

REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	REALIZADO	REVISADO	APROBADO
01	23/01/26	PRIMERA EMISIÓN	CGH	JMCM	ORB

TITULAR Y PROMOTOR: frv	INGENIERÍA: Magtel INNOVATION & TECHNOLOGY	AUTOR DEL PROYECTO: Óscar Reyes Blanco, Graduado Ing. Electrica Nº Col.: 12.188	TÍTULO DEL PROYECTO: PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO DE HIBRIDACIÓN DE LA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "IERÓN" MEDIANTE LA INSTALACIÓN DE 11MW DE BATERÍAS EN EL T.M. DE MONTÁNCHEZ (CÁCERES)	FECHA: FEBRERO 2026

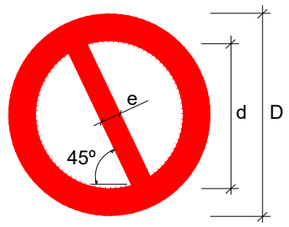
ESCALA: S / E	m	PLANO: SEÑALIZACIÓN DE BALIZAMIENTO	NÚMERO DE PLANO: DES_08
FORMATO UNE A-3	UNIDADES	FICHERO DIGITAL: BES-IER-MAGOP-PEJ-ANE-0007.dwg	HOJA: 1 de 1

SEÑALES DE PROHIBICIÓN

SEGÚN R.D. 485/1997 DE 14 ABRIL SOBRE DISPOSICIONES MÍNIMAS EN MATERIA DE SEÑALIZACIÓN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO

FORMA, DIMENSIONES Y COLOR DE SEÑALES DE PROHIBICIÓN.

GRÁFICA



DIMENSIONES (En mm)

D	d	e
594	420	44
420	297	31
297	210	17
210	148	16
148	105	11
105	74	8

CARACTERISTICAS GENERALES

- COLOR DE FONDO: BLANCO
- BORDE Y BANDA TRANSVERSAL: ROJO
- SÍMBOLO O TEXTO: NEGRO
- SEGÚN COORDENADAS CROMÁTICAS EN NORMAS UNE 1-115 Y UNE 48-103

PROHIBIDO TRABAJAR SIN DESCONECTAR LA CORRIENTE

GRÁFICA	CONTENIDO GRÁFICO
	CONECTOR

PROHIBIDO EL PASO EN GENERAL

GRÁFICA	CONTENIDO GRÁFICO
	BARRA BLANCA EN HORIZONTAL

PROHIBIDO FUMAR

GRÁFICA	CONTENIDO GRÁFICO
	CIGARRILLO ENCENDIDO

PROHIBIDO ARROJAR MATERIALES

GRÁFICA	CONTENIDO GRÁFICO
	PERSONA ARROJANDO MATERIAL

PROHIBIDO HACER FUEGO

GRÁFICA	CONTENIDO GRÁFICO
	CERILLA ENCENDIDA

PROHIBIDO APAGAR FUEGO CON AGUA

GRÁFICA	CONTENIDO GRÁFICO
	AGUA VERTIDA SOBRE FUEGO

PROHIBIDO CONECTAR

GRÁFICA	CONTENIDO GRÁFICO
	BRAZO EMPUÑANDO CONECTOR

PROHIBIDO EL PASO A PEATONES

GRÁFICA	CONTENIDO GRÁFICO
	PERSONA CAMINANDO

PROHIBIDO EL PASO A CARRETILLAS

GRÁFICA	CONTENIDO GRÁFICO
	

PROHIBIDO TRABAJAR SIN PRENDAS ESPECIALES

GRÁFICA	CONTENIDO GRÁFICO
	BRAZO Y RODAMIENTOS

REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	REALIZADO	REVISADO	APROBADO
01	23/01/26	PRIMERA EMISIÓN	CGH	JMCM	ORB

TITULAR Y PROMOTOR: frv

INGENIERÍA: Magtel INNOVATION & TECHNOLOGY

AUTOR DEL PROYECTO:
Óscar Reyes Blanco
Graduado Ing. Électrica Nº Col.: 12.188

TÍTULO DEL PROYECTO:
PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO DE HIBRIDACIÓN DE LA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA ''IERÓN'' MEDIANTE LA INSTALACIÓN DE 11MW DE BATERÍAS EN EL T.M. DE MONTÁNCHEZ (CÁCERES)

FECHA: FEBRERO 2026

ESCALA: S / E

FORMATO UNE A-3 | UNIDADES: m

PLANO: SEÑALIZACIÓN DE PROHIBICIÓN

NÚMERO DE PLANO: DES_09

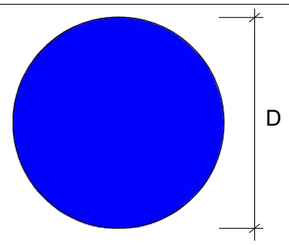
FICHERO DIGITAL: BES-IER-MAGOP-PEJ-ANE-0007.dwg

HOJA: 1 de 1

SEÑALES DE OBLIGACIÓN

SEGÚN R.D. 485/1997 DE 14 ABRIL SOBRE DISPOSICIONES MÍNIMAS EN MATERIA DE SEÑALIZACIÓN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO

FORMA, DIMENSIONES Y COLOR DE SEÑALES DE OBLIGACIÓN

GRÁFICA	DIMENSIONES " D " (En mm)	CARACTERISTICAS GENERALES
	• 594 • 420 • 297 • 210 • 148 • 105	• COLOR DE FONDO: AZUL • SÍMBOLO O TEXTO: BLANCO • SEGÚN COORDENADAS CROMÁTICAS EN NORMAS UNE 1-115 Y UNE 48-103

PROTECCIÓN OBLIGATORIA DE LOS PIES

GRÁFICA	CONTENIDO GRÁFICO
	CALZADO DE SEGURIDAD.

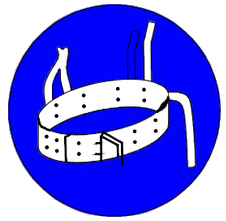
OBLIGACIÓN EN GENERAL

GRÁFICA	CONTENIDO GRÁFICO
	SIGNO DE ADMIRACIÓN.

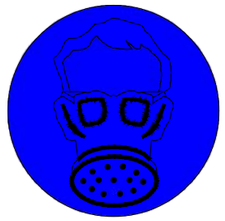
PROTECCIÓN OBLIGATORIA DE LA VISTA

GRÁFICA	CONTENIDO GRÁFICO
	CABEZA PROVISTA DE GAFAS PROTECTORAS.

USO OBLIGATORIO CINTURÓN DE SEGURIDAD

GRÁFICA	CONTENIDO GRÁFICO
	CINTURÓN DE SEGURIDAD.

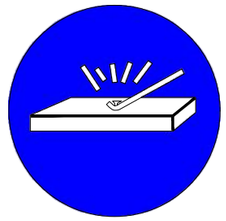
PROTECCIÓN OBLIGATORIA DE LAS VIAS RESPIRATORIAS

GRÁFICA	CONTENIDO GRÁFICO
	CABEZA PROVISTA DE UN APARATO RESPIRATORIO.

PROTECCIÓN OBLIGATORIA DE LA CABEZA

GRÁFICA	CONTENIDO GRÁFICO
	CABEZA PROVISTA DE CASCO.

ELIMINACIÓN OBLIGATORIA DE PUNTAS

GRÁFICA	CONTENIDO GRÁFICO
	TABLÓN DEL QUE SE EXTRAE UNA PUNTA.

PROTECCIÓN OBLIGATORIA DEL OIDO

GRÁFICA	CONTENIDO GRÁFICO
	CABEZA PROVISTA DE CASCOS AURICULARES.

PROTECCIÓN OBLIGATORIA DE LAS MANOS

GRÁFICA	CONTENIDO GRÁFICO
	GUANTES DE PROTECCIÓN.

USO DE GAFAS O PANTALLAS

GRÁFICA	CONTENIDO GRÁFICO
	GAFAS Y PANTALLA.

REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	REALIZADO	REVISADO	APROBADO
01	23/01/26	PRIMERA EMISIÓN	CGH	JMCM	ORB

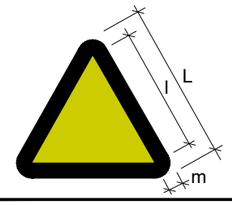
TITULAR Y PROMOTOR: frv	INGENIERÍA: Magtel INNOVATION & TECHNOLOGY	AUTOR DEL PROYECTO: Óscar Reyes Blanco, Graduado Ing. Électrica Nº Col.: 12.188	TÍTULO DEL PROYECTO: PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO DE HIBRIDACIÓN DE LA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA ''IERÓN'' MEDIANTE LA INSTALACIÓN DE 11MW DE BATERÍAS EN EL T.M. DE MONTÁNCHEZ (CÁCERES)	FECHA: FEBRERO 2026	ESCALA: S / E m (FORMATO UNE A-3, UNIDADES)

PLANO: SEÑALIZACIÓN DE OBLIGACIÓN	NÚMERO DE PLANO: DES_10	
FICHERO DIGITAL: BES-IER-MAGOP-PEJ-ANE-0007.dwg	HOJA: 1 de 1	

SEÑALES DE PELIGRO

SEGÚN R.D. 485/1997 DE 14 ABRIL SOBRE DISPOSICIONES MÍNIMAS EN MATERIA DE SEÑALIZACIÓN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO

FORMA, DIMENSIONES Y COLOR DE SEÑALES DE ADVERTENCIA DE PELIGRO

GRÁFICA	DIMENSIONES (En mm)	CARACTERISTICAS GENERALES
	L / l / m 594 / 492 / 30 420 / 348 / 21 297 / 246 / 15 210 / 174 / 11 148 / 121 / 8 105 / 87 / 5	• COLOR DE FONDO: AMARILLO • SÍMBOLO O TEXTO: NEGRO • BORDE: NEGRO EN FORMA DE TRIÁNGULO • SEGÚN COORDENADAS CROMÁTICAS EN NORMAS UNE 1-115 Y UNE 48-103

PRECAUCIÓN

GRÁFICA	CONTENIDO GRÁFICO
	SIGNO DE EXCLAMACIÓN

PRECAUCIÓN PELIGRO DE INCENDIO

GRÁFICA	CONTENIDO GRÁFICO
	LLAMA

PRECAUCIÓN PELIGRO POR CAIDAS AL MISMO NIVEL

GRÁFICA	CONTENIDO GRÁFICO
	CAIDA AL MISMO NIVEL

PRECAUCIÓN PELIGRO DE EXPLOSION

GRÁFICA	CONTENIDO GRÁFICO
	BOMBA EXPLOSIVA

PRECAUCIÓN PELIGRO DE CORROSION

GRÁFICA	CONTENIDO GRÁFICO
	LIQUIDO QUE CAE GOTA A GOTA SOBRE UNA BARRA Y SOBRE UNA MANO

PRECAUCIÓN PELIGRO POR CAIDA DE OBJETOS

GRÁFICA	CONTENIDO GRÁFICO
	OBJETOS CAYENDO

PRECAUCIÓN PELIGRO DE INTOXICACIÓN

GRÁFICA	CONTENIDO GRÁFICO
	CALAVERA Y TIBIAS CRUZADAS

PRECAUCIÓN PELIGRO DE SACUDIDA ELECTRICA

GRÁFICA	CONTENIDO GRÁFICO
	FLECHA QUEBRADA (SIMBOLO N 5036 DE LA PUBLICACIÓN 417B DE LA CEI)(=UNE 20-557/1)

PRECAUCIÓN PELIGRO POR CAIDAS A DISTINTO NIVEL

GRÁFICA	CONTENIDO GRÁFICO
	CAIDA A DISTINTO NIVEL

PRECAUCIÓN PELIGRO POR DESPRENDIMIENTO

GRÁFICA	CONTENIDO GRÁFICO
	DESPRENDIMIENTO EN TALUD

PRECAUCIÓN PELIGRO POR MAQUINARIA PESADA EN MOVIMIENTO

GRÁFICA	CONTENIDO GRÁFICO
	MÁQUINA EXCAVADORA

PRECAUCIÓN PELIGRO POR CARGAS SUSPENDIDAS

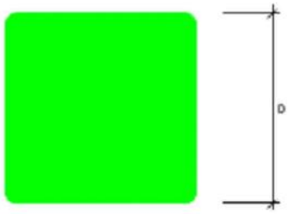
GRÁFICA	CONTENIDO GRÁFICO
	CARGA SUSPENDIDA

REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	REALIZADO	REVISADO	APROBADO
01	23/01/26	PRIMERA EMISIÓN	CGH	JMCM	ORB

TITULAR Y PROMOTOR: frv	INGENIERÍA: Magtel INNOVATION & TECHNOLOGY	AUTOR DEL PROYECTO: Óscar Reyes Blanco, Graduado Ing. Électrica Nº Col.: 12.188	TÍTULO DEL PROYECTO: PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO DE HIBRIDACIÓN DE LA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA ''IERÓN'' MEDIANTE LA INSTALACIÓN DE 11MW DE BATERÍAS EN EL T.M. DE MONTÁNCHEZ (CÁCERES)	FECHA: FEBRERO 2026	ESCALA: S / E — FORMATO UNE A-3 — UNIDADES: m

PLANO: SEÑALIZACIÓN DE PELIGRO	NÚMERO DE PLANO: DES_11	
FICHERO DIGITAL: BES-IER-MAGOP-PEJ-ANE-0007.dwg	HOJA: 1 de 1	

SEÑALES DE INFORMACIÓN RELATIVAS A LAS CONDICIONES DE SEGURIDAD.



COLOR DE FONDO: VERDE (*)
SIMBOLO O TEXTO: BLANCO (*)

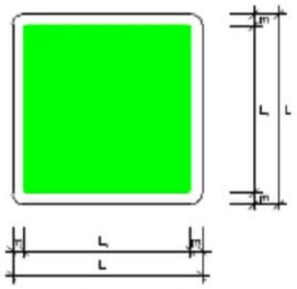
(*): SEGUN COORDENADAS CROMATICAS EN NORMAS UNE 1-115 Y UNE 48-103

SEÑAL	 (1)	 (1)	 (3)	 (3)
Nº	B-4-1	B-4-2	B-4-3	B-4-4
REFERENCIA	PRIMEROS AUXILIOS	INDICACION GENERAL DE DIRECCION HACIA...	LOCALIZACION DE PRIMEROS AUXILIOS	DIRECCION HACIA PRIMEROS AUXILIOS
CONTENIDO GRAFICO	CRUZ GRIEGA	FLECHA DE DIRECCION	CRUZ GRIEGA Y FLECHA DE LOCALIZACION	CRUZ GRIEGA Y FLECHA DE DIRECCION

NOTAS:

(1) SEÑAL RECOGIDA EN LA NORMA UNE 1-115-85 CON EJEMPLO GRAFICO
(2) SEÑAL RECOGIDA EN LA NORMA UNE 1-115-85 SIN EJEMPLO GRAFICO POR NO HABER SIDO AUN ADOPTADA INTERNACIONALMENTE
(3) SEÑAL NO RECOGIDA EN LA NORMA UNE 1-115-85

SEÑALES DE SALVAMENTO, VIAS DE EVACUACIÓN Y EQUIPOS DE EXTINCION.



COLOR DE FONDO: VERDE
SIMBOLO O TEXTO: BLANCO
REBORDE: BLANCO

SEÑAL	 (3)	 (3)	 (3)	 (3)	 (3)
Nº	B-4-5	B-4-6	B-4-7	B-4-8	B-4-9
REFERENCIA	EXTINTOR	TELEFONO A UTILIZAR EN CASO DE URGENCIA	BOCA DE INCENDIO	PULSADOR DE ALARMA	ESCALERA DE INCENDIOS
CONTENIDO GRAFICO	EXTINTOR	TELEFONO	MANGUERA	PULSADOR	ESCALERA

DIMENSIONES EN mm.		
L	L	m
594	534	30
420	378	21
297	267	15
210	188	11
148	132	8
105	95	5

(3) SEÑAL NO RECOGIDA EN LA NORMA UNE 1-115-85

CODIGO DE SEÑALES DE MANIOBRAS

A.- GESTOS GENERALES

SIGNIFICADO	DESCRIPCION	ILUSTRACION
COMIENZO: ATENCION. TOMA DE MANDO	LOS DOS BRAZOS EXTENDIDOS DE FORMA HORIZONTAL LAS PALMAS DE LAS MANOS HACIA ADELANTE.	
ALTO: INTERRUPCION. FIN DE MOVIMIENTO	EL BRAZO DERECHO EXTENDIDO HACIA ARRIBA, LA PALMA DE LA MANO DERECHA HACIA ADELANTE.	
FIN DE LAS OPERACIONES	LAS DOS MANOS JUNTAS A LA ALTURA DEL PECHO.	

B.- MOVIMIENTOS VERTICALES

SIGNIFICADO	DESCRIPCION	ILUSTRACION
IZAR.	BRAZO DERECHO EXTENDIDO HACIA ARRIBA, LA PALMA DE LA MANO DERECHA HACIA ADELANTE DESCRIBIENDO LENTAMENTE UN CIRCULO	
BAJAR.	BRAZO DERECHO EXTENDIDO HACIA ABAJO, LA PALMA DE LA MANO DERECHA HACIA EL INTERIOR DESCRIBIENDO LENTAMENTE UN CIRCULO	
DISTANCIA VERTICAL	LAS MANOS INDICAN LA DISTANCIA	

C.- MOVIMIENTOS HORIZONTALES

SIGNIFICADO	DESCRIPCION	ILUSTRACION
AVANZAR.	LOS DOS BRAZOS DOBLADOS LAS PALMAS DE LAS MANOS HACIA EL INTERIOR.LOS ANTEBRAZOS SE MUEVEN LENTAMENTE HACIA EL CUERPO	
RETROCEDER.	LOS DOS BRAZOS DOBLADOS LAS PALMAS DE LAS MANOS HACIA EL EXTERIOR,LOS ANTEBRAZOS SE MUEVEN LENTAMENTE ALEJANDOSE DEL CUERPO.	
HACIA LA DERECHA: CON RESPECTO AL ENCARGADO DE LAS SEÑALES.	EL BRAZO DERECHO EXTENDIDO MAS O MENOS EN HORIZONTAL LA PALMA DE LA MANO DERECHA HACIA ABAJO, HACE PEQUEÑOS MOVIMIENTOS LENTOS INDICANDO LA DIRECCION.	
HACIA LA IZQUIERDA: CON RESPECTO AL ENCARGADO DE LAS SEÑALES.	EL BRAZO DERECHO EXTENDIDO MAS O MENOS EN HORIZONTAL LA PALMA DE LA MANO IZQUIERDA HACIA ABAJO, HACE PEQUEÑOS MOVIMIENTOS LENTOS INDICANDO LA DIRECCION.	
DISTANCIA HORIZONTAL	LAS MANOS INDICAN LA DISTANCIA	

D.- PELIGRO

PELIGRO. ALTO O PARADA DE EMERGENCIA.	LOS DOS BRAZOS EXTENDIDOS HACIA ARRIBA, LAS PALMAS DE LAS MANOS HACIA ADELANTE.	
RAPIDO O LENTO	LOS GESTOS CODIFICADOS REFERIDOS A LOS MOVIMIENTOS SE HACEN RAPIDA O LENTAMENTE RESPECTIVAMENTE.	

REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	REALIZADO	REVISADO	APROBADO
01	23/01/26	PRIMERA EMISIÓN	CGH	JMCM	ORB

TITULAR Y PROMOTOR: frv	INGENIERÍA: Magtel INNOVATION & TECHNOLOGY	AUTOR DEL PROYECTO: Óscar Reyes Blanco Graduado Ing. Électrica Nº Col.: 12.188	TÍTULO DEL PROYECTO: PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO DE HIBRIDACIÓN DE LA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA ''IERÓN'' MEDIANTE LA INSTALACIÓN DE 11MW DE BATERÍAS EN EL T.M. DE MONTÁNCHEZ (CÁCERES)	FECHA: FEBRERO 2026	ESCALA: S / E m FORMATO UNE A-3 UNIDADES

PLANO: SEÑALIZACIÓN DE INFORMACIÓN	NÚMERO DE PLANO: DES_12.1	
FICHERO DIGITAL: BES-IER-MAGOP-PEJ-ANE-0007.dwg	HOJA: 1 de 2	

CODIGO DE SEÑALES DE MANIOBRAS PARA MANEJO DE GRÚAS

SEÑALES ACÚSTICAS O LUMINOSAS DE CONTESTACIÓN	
COMPRENDIDO Obedezco	Una señal breve
REPITA Solicito órdenes	Dos señales breves
CUIDADO Peligro inminente	Señales largas o una contínua
EN MARCHA LIBRE Aparato desplazándose	Señales cortas

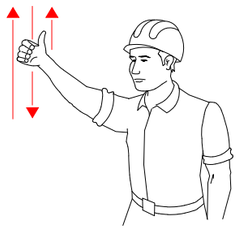
CODIGO DE SEÑALES DE MANIOBRAS

SI SE QUIERE QUE NO HAYA CONFUSIONES PELIGROSAS CUANDO EL MAQUINISTA O ENGANCHADOR CAMBIEN DE UNA MAQUINA A OTRA Y CON MAYOR RAZÓN DE UN TALLER A OTRO.
ES NECESARIO QUE TODO EL MUNDO HABLE EL MISMO IDIOMA Y MANDE CON LAS MISMAS SEÑALES.
NADA MEJOR PARA ELLO QUE SEGUIR LOS MOVIMIENTOS QUE PARA CADA OPERACIÓN SE INSERTAN A CONTINUACIÓN.

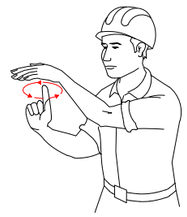
1
LEVANTAR LA CARGA



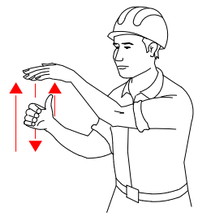
2
LEVANTAR EL AGUILÓN O PLUMA



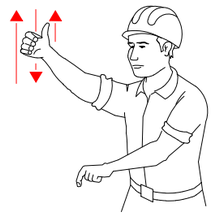
3
LEVANTAR LA CARGA LENTAMENTE



4
LEVANTAR EL AGUILÓN O PLUMA LENTAMENTE



5
LEVANTAR EL AGUILÓN O PLUMA Y BAJAR LA CARGA



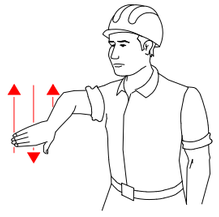
6
BAJAR LA CARGA



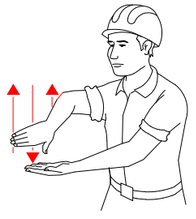
7
BAJAR LA CARGA LENTAMENTE



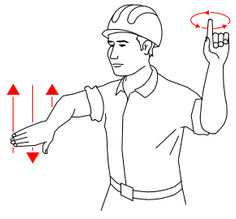
8
BAJAR EL AGUILÓN O PLUMA



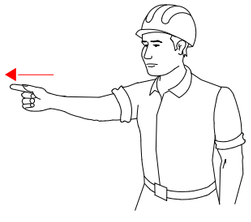
9
BAJAR EL AGUILÓN O PLUMA LENTAMENTE



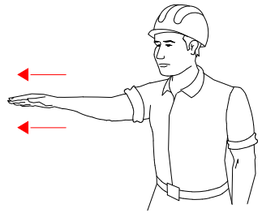
10
BAJAR EL AGUILÓN O PLUMA Y LEVANTAR LA CARGA



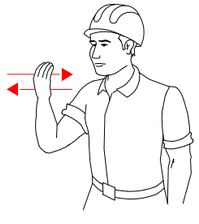
11
GIRAR EL AGUILÓN EN LA DIRECCION INDICADA POR EL DEDO



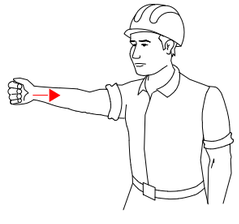
12
SACAR PLUMA



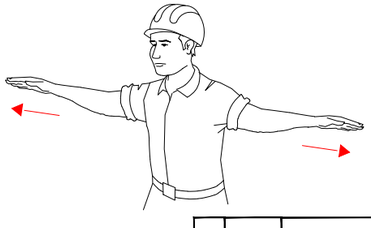
13
AVANZAR EN LA DIRECCIÓN INDICADA POR EL SEÑALISTA



14
METER PLUMA



15
PARAR

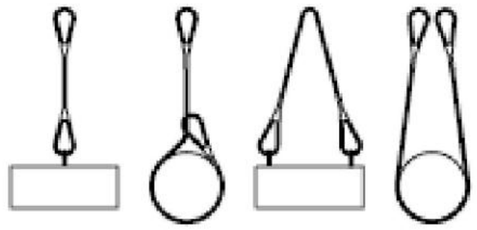


REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	REALIZADO	REVISADO	APROBADO
01	23/01/26	PRIMERA EMISIÓN	CGH	JMCM	ORB

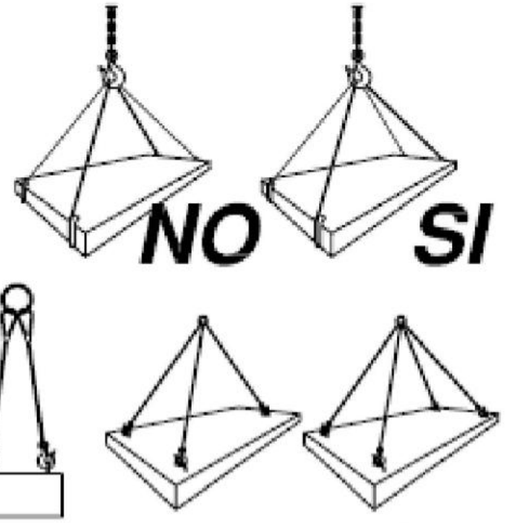
TITULAR Y PROMOTOR: frv	INGENIERÍA: Magtel INNOVATION & TECHNOLOGY	AUTOR DEL PROYECTO: Óscar Reyes Blanco Graduado Ing. Électrica Nº Col.: 12.188	TÍTULO DEL PROYECTO: PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO DE HIBRIDACIÓN DE LA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA ''IERÓN'' MEDIANTE LA INSTALACIÓN DE 11MW DE BATERÍAS EN EL T.M. DE MONTÁNCHEZ (CÁCERES)	FECHA: FEBRERO 2026

ESCALA: S / E	m	PLANO: SEÑALIZACIÓN DE INFORMACIÓN	NÚMERO DE PLANO: DES_12.2
FORMATO UNE A-3	UNIDADES	FICHERO DIGITAL: BES-IER-MAGOP-PEJ-ANE-0007.dwg	HOJA: 2 de 2

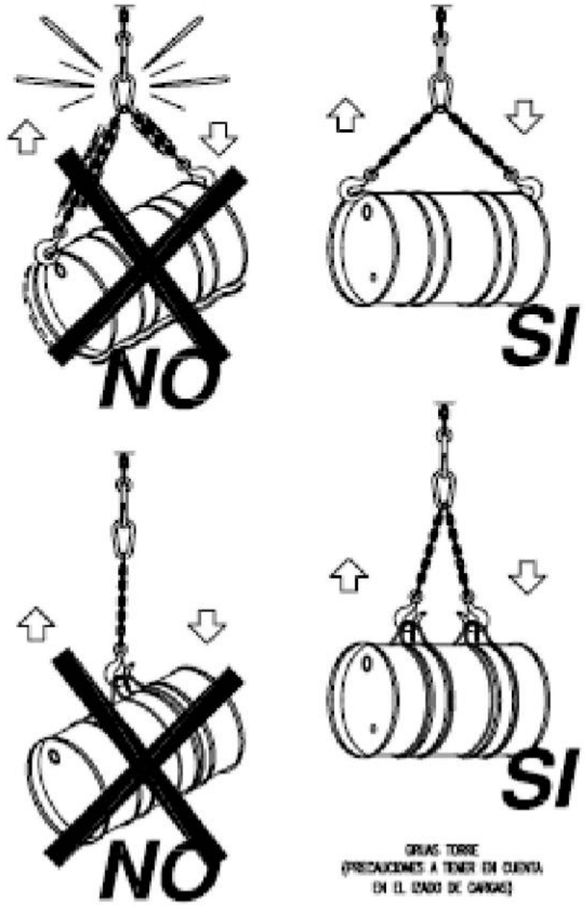
FORMAS QUE PUEDEN SER UTILIZADAS EN ESLINGAS Y ESTROBOS:



NUNCA SE DEBEN CRUZAR LAS ESLINGAS. SI SE MONTA UNA SOBRE OTRA, PUEDE PRODUCIRSE LA ROTURA DE LA ESLINGA QUE QUEDA APRISIONADA.



CARGAS HORIZONTALES
(PRECAUCIONES A TENER EN CUENTA
PARA TENERLAS BIEN SUJETAS)

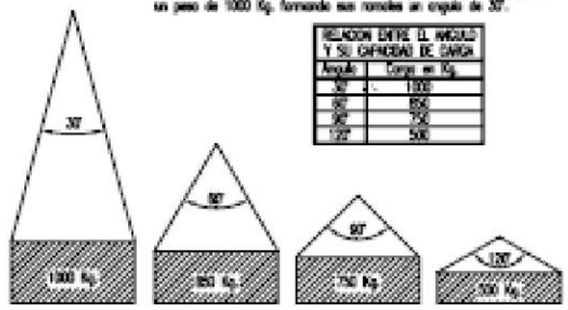


GRUAS TORRE
(PRECAUCIONES A TENER EN CUENTA
EN EL CASO DE CARGAS)

ANGULO DE LOS RAMALES EN LAS ESLINGAS PARA EL MANEJO DE MATERIALES CON LA MISMA ESLINGA

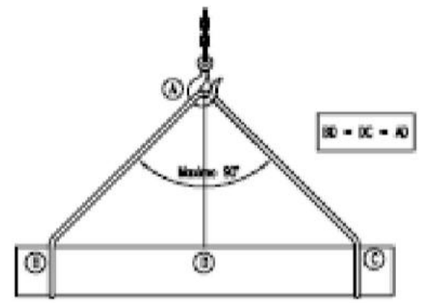
Cuadro de ejemplo, suponiendo que una eslinga sea capaz de soportar un peso de 1000 Kg, formando sus ramales un ángulo de 30°.

RELACION ENTRE EL ANGULO Y SU CAPACIDAD DE CARGA	
Angulo	Carga en Kg
30°	1000
90°	850
90°	750
120°	500

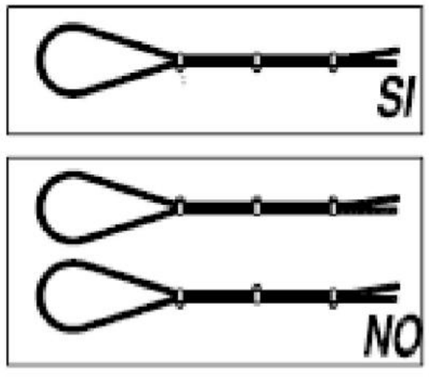


La carga maxima que puede soportar una eslinga depende, fundamentalmente, del angulo formado por los ramales de la misma. A mayor angulo, menor será la capacidad de carga de la eslinga.

NUNCA SE DEBE HACER TRABAJAR UNA ESLINGA CON UN ANGULO MAYOR DE 90°.
Y LA CARGA SIEMPRE BIEN CENTRADA.



Forma correcta de construccion de una Eslin :



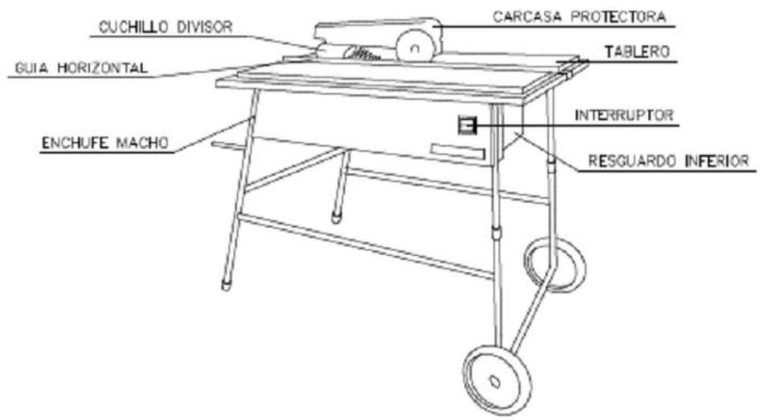
COLOCACION DE GRAPAS EN LAS GAZAS
(Metodo de instalacion de las grapas)



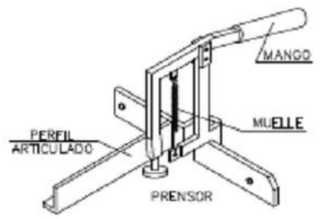
REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	REALIZADO	REVISADO	APROBADO
01	23/01/26	PRIMERA EMISIÓN	CGH	JMCM	ORB

TITULAR Y PROMOTOR: frv	INGENIERÍA: Magtel INNOVATION & TECHNOLOGY	AUTOR DEL PROYECTO: Óscar Reyes Blanco Graduado Ing. Électrica Nº Col.: 12.188	TÍTULO DEL PROYECTO: PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO DE HIBRIDACIÓN DE LA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA ''IERÓN'' MEDIANTE LA INSTALACIÓN DE 11MW DE BATERÍAS EN EL T.M. DE MONTÁNCHEZ (CÁCERES)	FECHA: FEBRERO 2026	ESCALA: S / E m FORMATO UNE A-3 UNIDADES

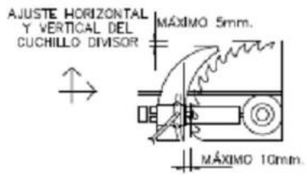
PLANO:	NÚMERO DE PLANO:
SUSTENTACIÓN DE CARGAS	DES_13
FICHERO DIGITAL: BES-IER-MAGOP-PEJ-ANE-0007.dwg	HOJA: 1 de 1

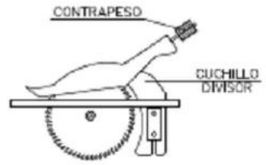


DISPOSITIVO FABRICACIÓN DE CUÑAS

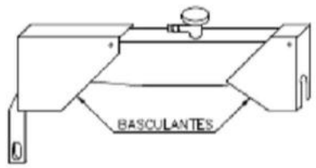


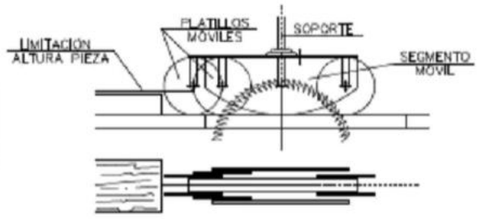
CUCHILLO DIVISOR

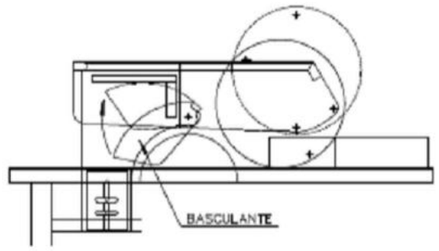




CARCASAS PROTECTORAS



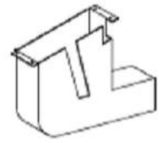




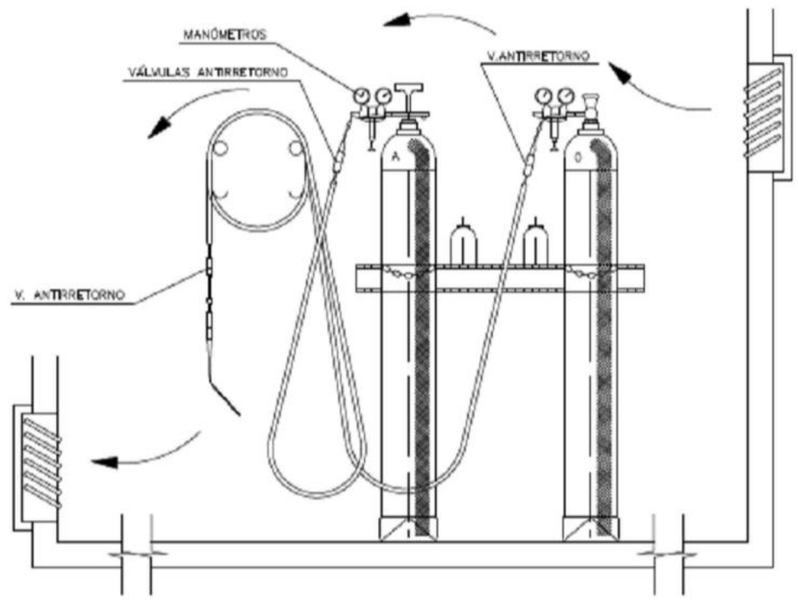
CARENADO INFERIOR



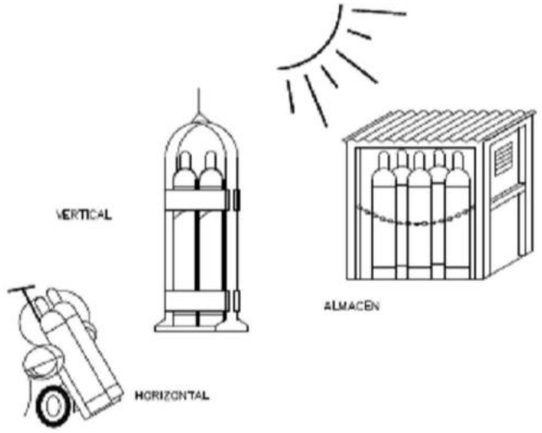
RESGUARDO INFERIOR



GRUPO OXICORTE CON DOBLE VÁLVULA ANTIRRETORNO



INSTALACION DE BOMBONAS DE OXIGENO Y ACETILENO



REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	REALIZADO	REVISADO	APROBADO
01	23/01/26	PRIMERA EMISIÓN	CGH	JMCM	ORB

TITULAR Y PROMOTOR: frv	INGENIERÍA: Magtel INNOVATION & TECHNOLOGY	AUTOR DEL PROYECTO: Óscar Reyes Blanco Graduado Ing. Electrica Nº Col.: 12.188	TÍTULO DEL PROYECTO: PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO DE HIBRIDACIÓN DE LA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA ''IERÓN'' MEDIANTE LA INSTALACIÓN DE 11MW DE BATERÍAS EN EL T.M. DE MONTÁNCHEZ (CÁCERES)	FECHA: FEBRERO 2026	ESCALA: S / E m FORMATO UNE A-3 UNIDADES

PLANO: SIERRA CIRCULAR Y BOMBONAS	FICHERO DIGITAL: BES-IER-MAGOP-PEJ-ANE-0007.dwg	NÚMERO DE PLANO: DES_14 HOJA: 1 de 1

Emisor							
Receptor							
Proyecto	PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO DE HIBRIDACIÓN DE LA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "IERÓN" MEDIANTE LA INSTALACIÓN DE 11MW DE BATERÍAS EN EL T.M. DE MONTÁNCHEZ (CÁCERES)"						
Título	ANEJO 8: CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS						
Código	Negocio	Proyecto	Emisor	Disciplina	Documento	Nº Documento	Revisión
	[AAA]	[BBB]	[CCCCCC]	[DDD]	[EEE]	[#####]	[FF]
	BES	IER	MAGOP	PEJ	ANE	0008	1
	BES-IER-MAGOP-PEJ-ANE-0008					**Fecha**	11/02/2025

Revisión/ Edición	Fecha	Realizado	Revisado	Aprobado	Modificaciones
1	11/02/2025	PRS	JMCM	ORB	

ÍNDICE GENERAL

1. OBJETO 4

2. NORMATIVA APLICABLE 4

3. METODOLOGÍA DE ANÁLISIS DE CAMPOS MAGNÉTICOS 5

3.1. MODELO DE SIMULACIÓN 5

3.2. LÍMITE NORMATIVO 6

3.3. CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN Y DATOS DE CÁLCULO 7

3.4. MODELO 3D 8

4. CÁLCULOS 10

4.1. SALIDA DE LINEAS SUBTERRANEAS 1,33 KV 10

4.2. ESTACIONES DE POTENCIA 12

4.3. CIRCUITOS DE MEDIA TENSIÓN 30 KV 14

4.4. LÍNEA DE EVACUACIÓN 15

5. EVALUACIÓN DE RESULTADOS 16

6. CONCLUSIONES 18

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Planta de la instalación. 8
Figura 2. Renderizado del conjunto EP (8,78 MW) + PCS + Baterías. 9
Figura 3. Renderizado del conjunto EP (3,29 MW) + PCS + Baterías. 9
Figura 4. Renderizado de la instalación. 10
Figura 5. Planta del campo magnético a la salida de la BESS. 11
Figura 6. Campo magnético en la Estación de Potencia TWIN SKID. 12
Figura 7. Campo magnético en la Estación de Potencia MV SKID. 13
Figura 8. Campo *electromagnético* media tensión 14
Figura 9. Campo electromagnético de la Línea de Evacuación 15
Figura 10. Campo magnético en 3D 17
Figura 11. Campo magnético máximo en el eje X 18

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Restricciones básicas para campos eléctricos, magnéticos y electromagnéticos..... 6

1. OBJETO

El presente anejo tiene por objeto la evaluación detallada de los niveles de campo electromagnético generados en la planta de almacenamiento de energía “BESS IERÓN”” con una potencia instalada de 11 MW, mediante simulaciones rigurosas apoyadas en sof ware especializado de cálculo electromagnético. El estudio se realiza con carácter conservador, considerando las condiciones operativas más exigentes, con el fin de verificar el estricto cumplimiento de los límites de exposición definidos en la normativa vigente.

El estudio se centra en el cálculo de los valores máximos del campo magnético, generados por el funcionamiento de los equipos y líneas asociadas a la evacuación de energía, en condiciones nominales de operación. Dicho cálculo se ha realizado empleando herramientas de simulación computacional que permiten modelar con precisión el comportamiento del campo electromagnético en el entorno de la instalación.

El objetivo de este análisis es comprobar el cumplimiento de los límites de exposición al campo magnético establecidos en el Real Decreto 1066/2001, de 28 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento que establece las condiciones de protección del dominio público radioeléctrico, restricciones a las emisiones radioeléctricas y medidas de protección sanitaria frente a emisiones radioeléctricas.

Del mismo modo, se da cumplimiento a lo exigido en los apartados 4.7 de la ITC-RAT 14 y 3.15 de la ITC-RAT 15 del Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión, que establecen la necesidad de realizar estudios específicos de campo electromagnético como parte integrante del diseño y legalización de subestaciones eléctricas.

2. NORMATIVA APLICABLE

El presente estudio se ajusta al marco legal y técnico definido por la normativa vigente en materia de instalaciones eléctricas de alta tensión y protección frente a campos electromagnéticos.

En primer lugar, el 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 (RAT)*, establece las disposiciones técnicas mínimas que deben cumplir este tipo de instalaciones. En lo que respecta a campos electromagnéticos, dicho reglamento remite expresamente a lo dispuesto en el Real Decreto 1066/2001, de 28 de septiembre.

El Real Decreto 1066/2001, por el que se aprueba el *Reglamento que establece condiciones de protección del dominio público radioeléctrico, restricciones a las emisiones radioeléctricas y medidas de protección sanitaria frente a emisiones radioeléctricas*, fija los límites de exposición del público en general a campos electromagnéticos generados por instalaciones de telecomunicación, líneas e infraestructuras eléctricas. Para el caso particular de los campos magnéticos generados a frecuencia industrial (50 Hz), se establece un límite máximo de exposición de 100 microteslas (100 µT).

Si bien la medición experimental de campos electromagnéticos no forma parte del presente documento, se hace referencia a las normas técnicas que regulan los procedimientos de medición y los requisitos que deben cumplir los equipos utilizados a tal efecto, en caso de ser requeridos en fases posteriores:

- UNE 20833:1997 – *Medida de los campos eléctricos a frecuencia industrial*.

- UNE-EN 62110:2013 – *Campos eléctricos y magnéticos generados por sistemas de alimentación en corriente alterna. Procedimientos de medida de los niveles de exposición del público en general*.
- UNE-EN 61786-1:2014 – *Medición de campos magnéticos en corriente continua, y campos eléctricos y magnéticos en corriente alterna de 1 Hz a 100 kHz. Parte 1: Requisitos para los instrumentos de medida*.
- IEC 61786-2:2014 – *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*.

3. METODOLOGÍA DE ANÁLISIS DE CAMPOS MAGNÉTICOS

Con el objetivo de comprobar el cumplimiento de los límites establecidos por la normativa vigente en relación con la exposición del público a campos electromagnéticos, se ha realizado una simulación del campo magnético generado por los principales elementos de la planta de almacenamiento BESS, utilizando un sof ware basado en formulaciones analíticas del campo magnético.

3.1. MODELO DE SIMULACIÓN

El cálculo se ha desarrollado mediante una aplicación específica, diseñada para simular y calcular el campo magnético en puntos definidos dentro y en el entorno de las estaciones de potencia. Dicha herramienta realiza los cálculos utilizando la ley de Biot y Savart aplicada a segmentos rectilíneos, sobre un modelo tridimensional (3D) de la topología de la instalación.

Para ello, el conjunto de conductores ha sido discretizado en segmentos rectilíneos 3D, sobre los cuales se realiza la integración del campo magnético en los puntos de análisis. Se pueden considerar los efectos de apantallamiento asociados a envolventes metálicas, pantallas de cables o carcasas de equipos eléctricos, lo que confiere al análisis un carácter más realista, al estimar el campo real.

Los datos de entrada al sof ware incluyen:

- La geometría 3D de los conductores (posición, orientación y longitud).
- Las corrientes máximas previstas en cada conductor, en particular en los transformadores de potencia y líneas de entrada/salida.

El estado de carga considerado corresponde a la condición más desfavorable desde el punto de vista electromagnético, es decir, la circulación simultánea de las corrientes máximas previstas en todas las fases. Si bien, dicho estado es técnicamente posible, su ocurrencia real sería puntual y de corta duración.

De acuerdo con lo establecido en la norma UNE-EN 62110:2013, los puntos críticos para el análisis del campo magnético son:

- A 1 metro de altura sobre el nivel del terreno en toda la superficie de la estación de potencia (análisis informativo general).
- A 0,2 metros del vallado perimetral, en zonas accesibles al público, también a 1 metro de altura, para verificación del cumplimiento normativo.
- A 1 metro sobre la vertical de los cables subterráneos en su punto de entrada/salida de la instalación.

3.2. LÍMITE NORMATIVO

En base a lo dispuesto en el Real Decreto 1066/2001, Anexo II, apartado 3.1, el límite de campo magnético admisible para la población general se define mediante la relación:

$$B_{\text{límite}} = \frac{5}{f}$$

Donde:

- f es la frecuencia en kHz

Para frecuencia industrial de 50 Hz (0,05 kHz), el límite queda fijado en:

$$B_{\text{límite}} = \frac{5}{0{,}05} = 100\ \mu T$$

De esta manera, el límite de campo magnético para una frecuencia de $50\ Hz$ es de $100\ \mu T$.

Gama de frecuencia	Intensidad de campo E (V/m)	Intensidad de campo H (A/m)	Campo B (μT)	Densidad de potencia equivalente de onda plana (W/m²)
0-1 Hz		$3{,}2 \times 10^4$	4×10^4	
1-8 Hz	10.000	$3{,}2 \times 10^4/f^2$	$4 \times 10^4/f^2$	
8-25 Hz	10.000	4.000/f	5.000/f	
0,025-0,8 kHz	250/f	4/f	5/f	
0,8-3 kHz	250/f	5	6,25	
3-150 kHz	87	5	6,25	
0,15-1 MHz	87	0,73/f	0,92/f	
1-10 MHz	$87/f^{1/2}$	0,73/f	0,92/f	
10-400 MHz	28	0,073	0,092	2
400-2.000 MHz	$1{,}375\ f^{1/2}$	$0{,}0037\ f^{1/2}$	$0{,}0046\ f^{1/2}$	f/200
2-300 GHz	61	0,16	0,20	10

Tabla 1. Restricciones básicas para campos eléctricos, magnéticos y electromagnéticos.

Este valor es el adoptado como referencia para verificar el cumplimiento normativo en el presente estudio.

Para el cálculo del valor eficaz del campo magnético generado por un conductor rectilíneo, se ha utilizado la siguiente expresión:

$$B = \frac{\mu_0 \cdot I}{2\pi r}$$

Donde:

- I: intensidad de corriente por fase
- r: distancia al punto donde se quiere calcular el campo magnético
- B: Intensidad del campo magnético (T)
- μ_0: Permeabilidad magnética del vacío (4π·10−7 H/m)

Para obtener la dirección y componentes vectoriales del campo magnético en un punto P(xi,yi)P(x_i, y_i)P(xi,yi) respecto a un conductor situado en (xc,yc)(x_c, y_c)(xc,yc), se han utilizado las siguientes expresiones:

$$B_x = \frac{\mu_0}{2\pi r} \cdot I \cdot \frac{(x_i - x_c)}{(x_i - x_c)^2 + (y_i - y_c)^2}$$

$$B_y = \frac{\mu_0}{2\pi r} \cdot I \cdot \frac{(y_i - y_c)}{(x_i - x_c)^2 + (y_i - y_c)^2}$$

La magnitud total del campo magnético se ha calculado como:

$$B_t = \sqrt{B_x^2 + B_y^2}$$

Supuestos técnicos:

- Se ha considerado un sistema en corriente continua sin desfase entre fases.
- Se ha considerado un sistema trifásico equilibrado, con un desfase de 120° entre fases.
- Se ha adoptado un desfase de corriente de 90° para simular la condición más desfavorable en términos de intensidad del campo magnético.
- Las simulaciones se han realizado tanto en la zona de 1,33 kV, como en la zona de 30 kV (salida del transformador).

3.3. CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN Y DATOS DE CÁLCULO

La instalación objeto del presente estudio corresponde a las estaciones de potencia, los módulos de almacenamiento conectados a las mismas con una configuración 30/0,69 kV y una potencia de transformador de 8,78 MW y 3,29 MW, y la línea de evacuación hacia el Centro de Seccionamiento de la PSFV existente “Ierón”. Las principales características técnicas de la instalación son las siguientes:

- Niveles de tensión:
    - Baja Tensión: 1,33 kV corriente continua
    - Media Tensión: 30 kV
- Tipo de instalación: Estación de potencia, convertidores de potencia, módulos de baterías y línea de evacuación.
- Tipo de línea: Directamente enterrada.
- Número de transformadores: 2
- Número de módulos: 9

Para el análisis del campo magnético se ha considerado el escenario más desfavorable, correspondientes a la operación de dos estaciones de potencia, aportando la totalidad de su potencia nominal. Este supuesto, aunque representa un estado extremo de funcionamiento, es técnicamente posible y ha sido adoptado con carácter conservador a efectos de asegurar el cumplimiento normativo bajo cualquier condición operativa.

El Real Decreto 1066/2001 establece recomendaciones en cuanto a la adopción de medidas que permitan minimizar la exposición a campos eléctricos y magnéticos, especialmente en las zonas accesibles al público. En este sentido, la disposición de los equipos eléctricos dentro del recinto, así como las distancias existentes entre los elementos activos y el vallado perimetral, permiten reducir significativamente los niveles de radiación electromagnética hacia el exterior de la instalación.

Como resultado, se espera que los valores de campo magnético en el entorno accesible al público se mantengan por debajo de los límites establecidos por la normativa vigente, tanto en condiciones nominales como en el caso más desfavorable simulado en el presente estudio.

3.4. MODELO 3D

Partiendo de la planta y el perfil de la instalación se realizan los siguientes modelos:

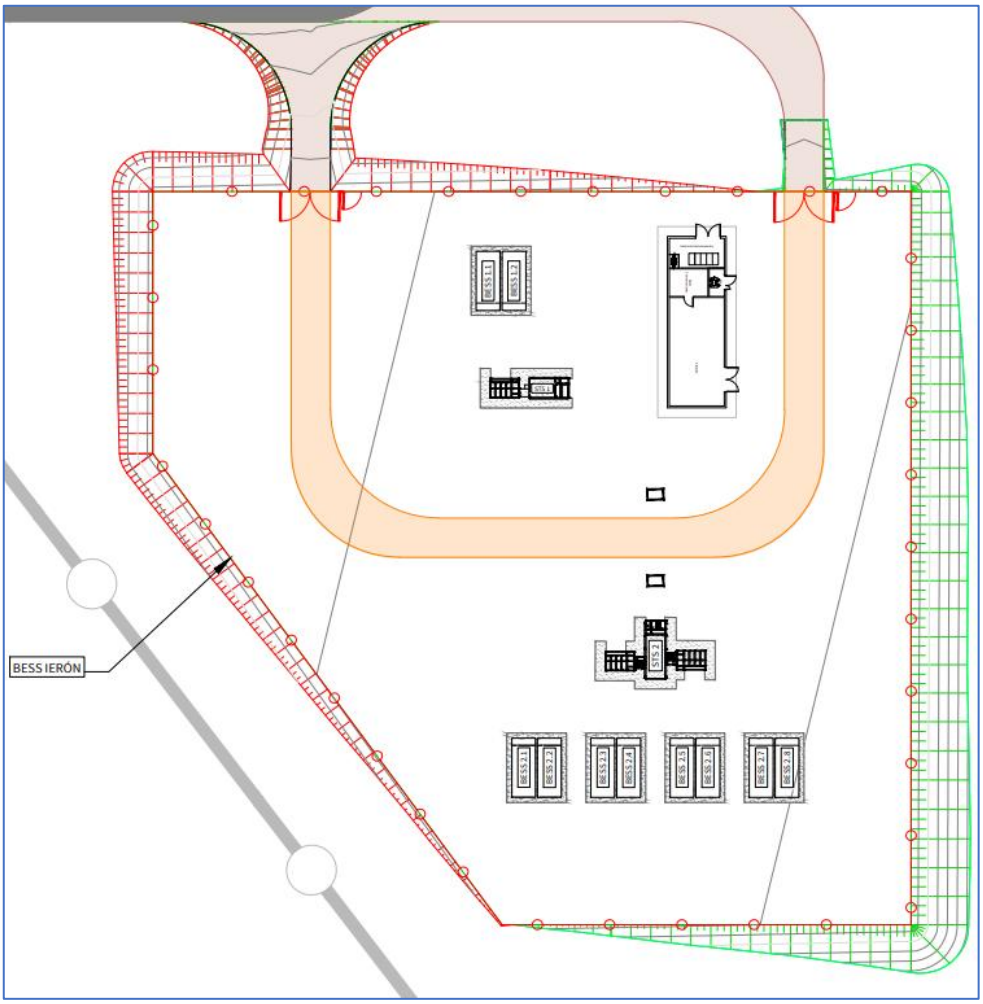


Figura 1. Planta de la instalación.

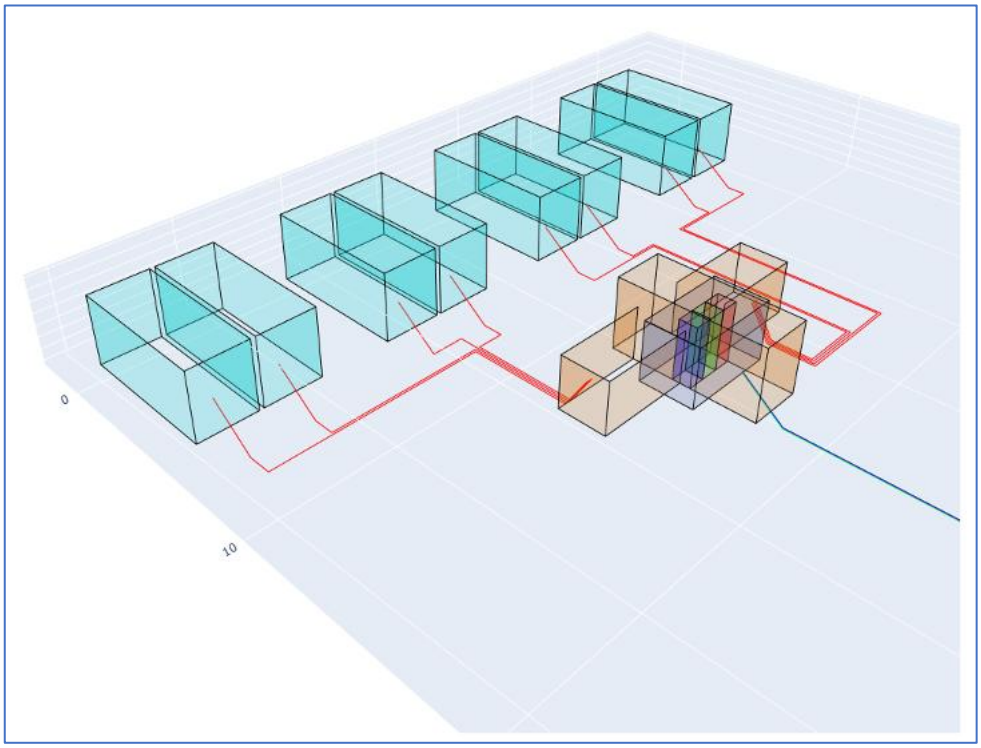


Figura 2. Renderizado del conjunto EP (8,78 MW) + PCS + Baterías.

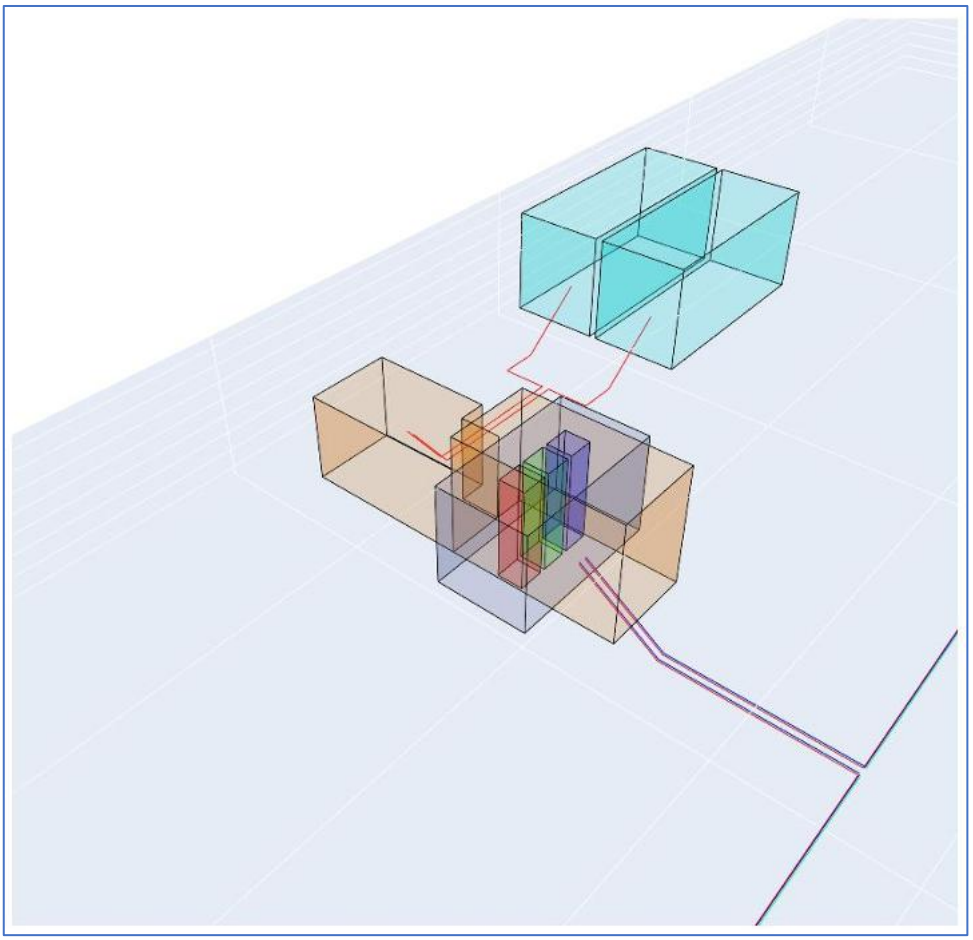


Figura 3. Renderizado del conjunto EP (3,29 MW) + PCS + Baterías.

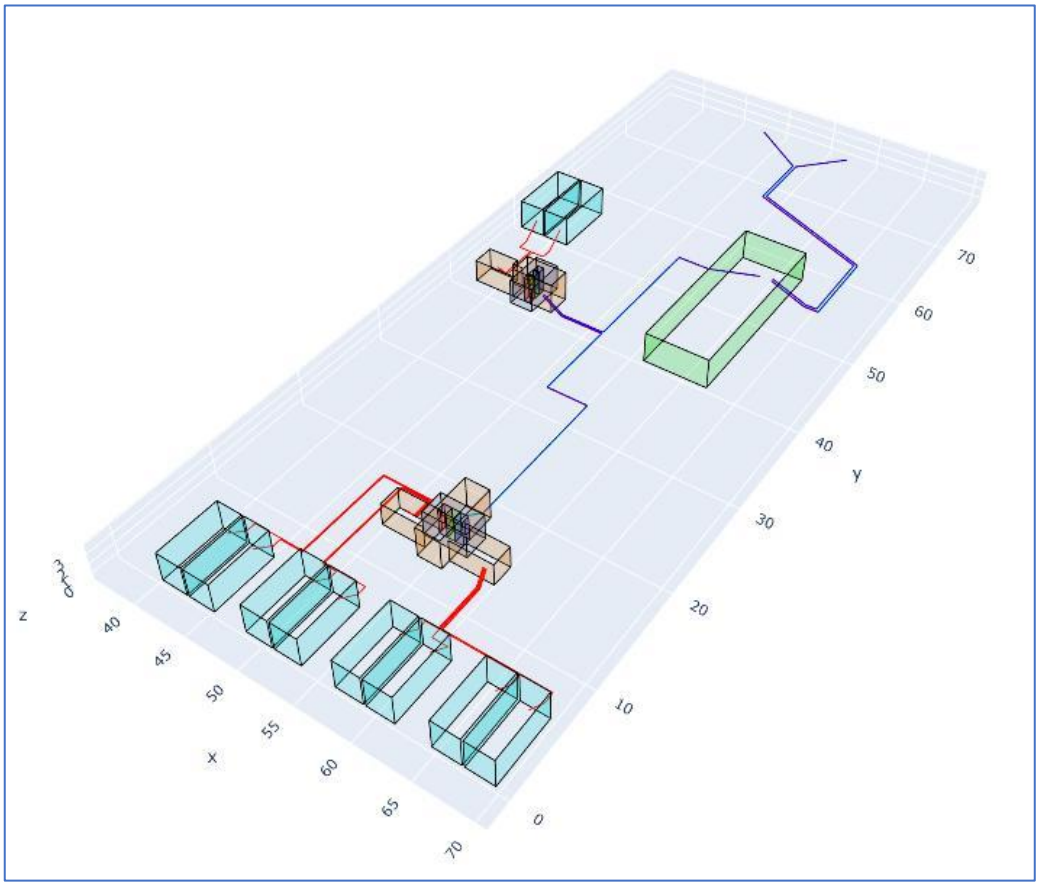


Figura 4. Renderizado de la instalación.

4. CÁLCULOS

4.1. SALIDA DE LINEAS SUBTERRANEAS 1,33 kV

Se ha realizado el cálculo del campo magnético en la zona de los módulos de almacenamiento a una tensión de 1,33 kV, considerando las condiciones más desfavorables de funcionamiento, con circulación de potencia máxima por cada posición analizada, el plano de cálculo es a un (1) metro de altura.

$I = 1000\ A$ (cada circuito)

$h_{conductores} = -1\ m$

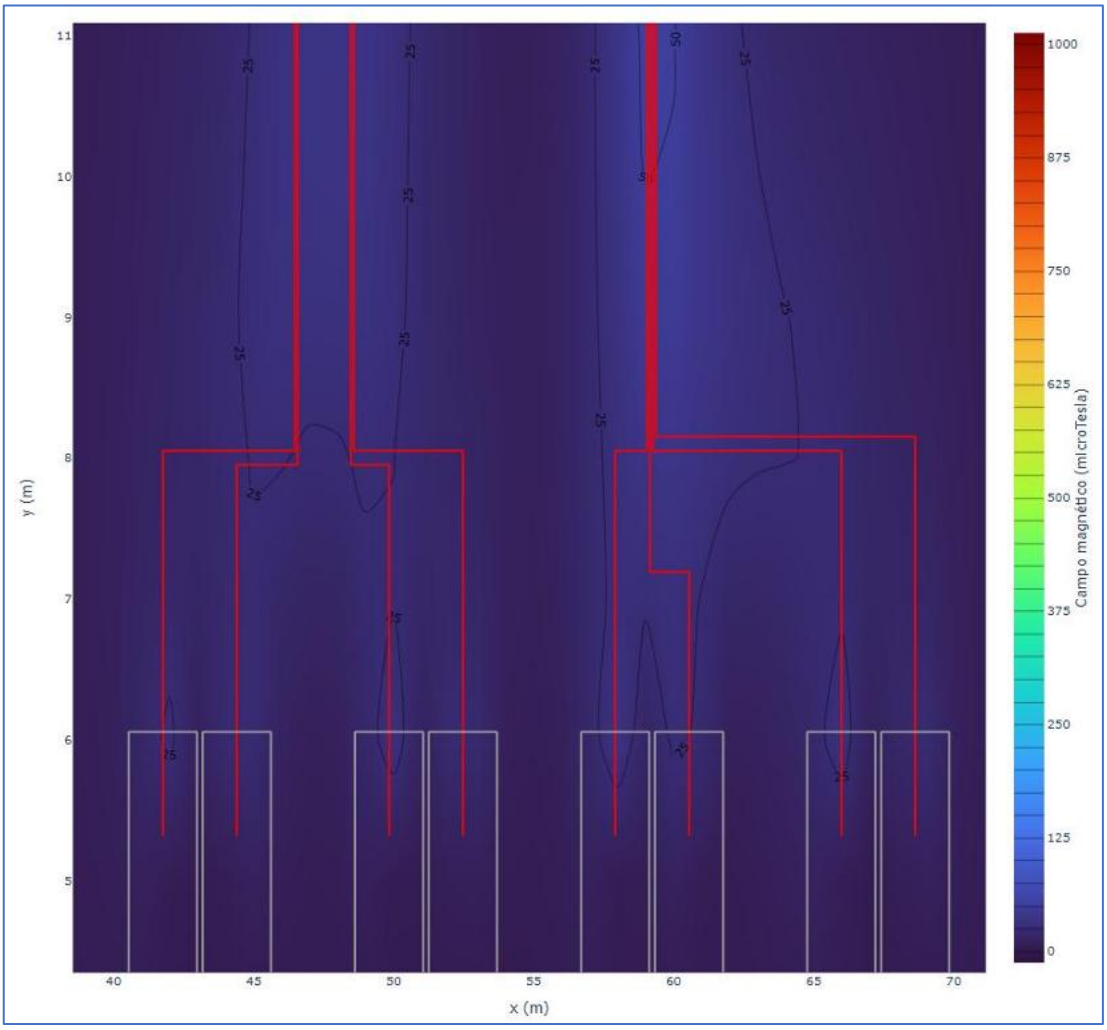


Figura 5. Planta del campo magnético a la salida de la BESS.

Al tratarse de una instalación en corriente continua, los cables asociados generan un campo magnético estático proporcional a la intensidad de corriente que circula por ellos. A diferencia de las instalaciones en corriente alterna (50 Hz), en las que el campo oscila en el tiempo y puede inducir corrientes en el cuerpo humano, en el caso del BESS el campo magnético es constante mientras las baterías entregan o absorben energía. Por ello, el análisis se centra en la componente magnética y no en el campo eléctrico, que resulta despreciable debido al aislamiento de los conductores y a su disposición enterrada.

El valor del campo magnético estático en el entorno del BESS depende principalmente de tres factores:

1. Intensidad de corriente que circula por cada circuito. Para el presente proyecto se ha adoptado la condición más exigente funcionando simultáneamente los ocho circuitos previstos.
2. Profundidad de los cables, que en esta instalación se sitúa en torno a los 0,6 m hasta el eje del conductor.
3. Separación entre polos (+/–) dentro de cada circuito. La disposición de los conductores en pares cercanos favorece la cancelación parcial de campos, reduciendo significativamente el valor resultante en superficie.

El valor máximo registrado ha sido de:

$$B_{\text{máx}} = \mathbf{35{,}49}\ \mu T Bma´x$$

Cabe destacar que estos puntos no se encuentran en zonas normalmente accesibles por el personal, correspondiendo a áreas operativas para el mantenimiento, restringidas durante el funcionamiento normal de la planta. Además, el valor del campo al que se exponen se encuentra en los marcados por la normativa.

4.2. ESTACIONES DE POTENCIA

Se ha realizado el cálculo del campo magnético en el entorno de las estaciones de potencia modelando los elementos que contribuyen al campo total en el perímetro del transformador, tanto la zona de entrada proveniente de los PCS a una tensión de 690 V, como la salida de los cables de los transformadores a una tensión de 30 kV, considerando las condiciones más desfavorables de funcionamiento, con circulación de potencia máxima, el plano de cálculo es a 1 metro de altura del suelo.

4.2.1. TWIN SKID COMPACT 8780 KVA

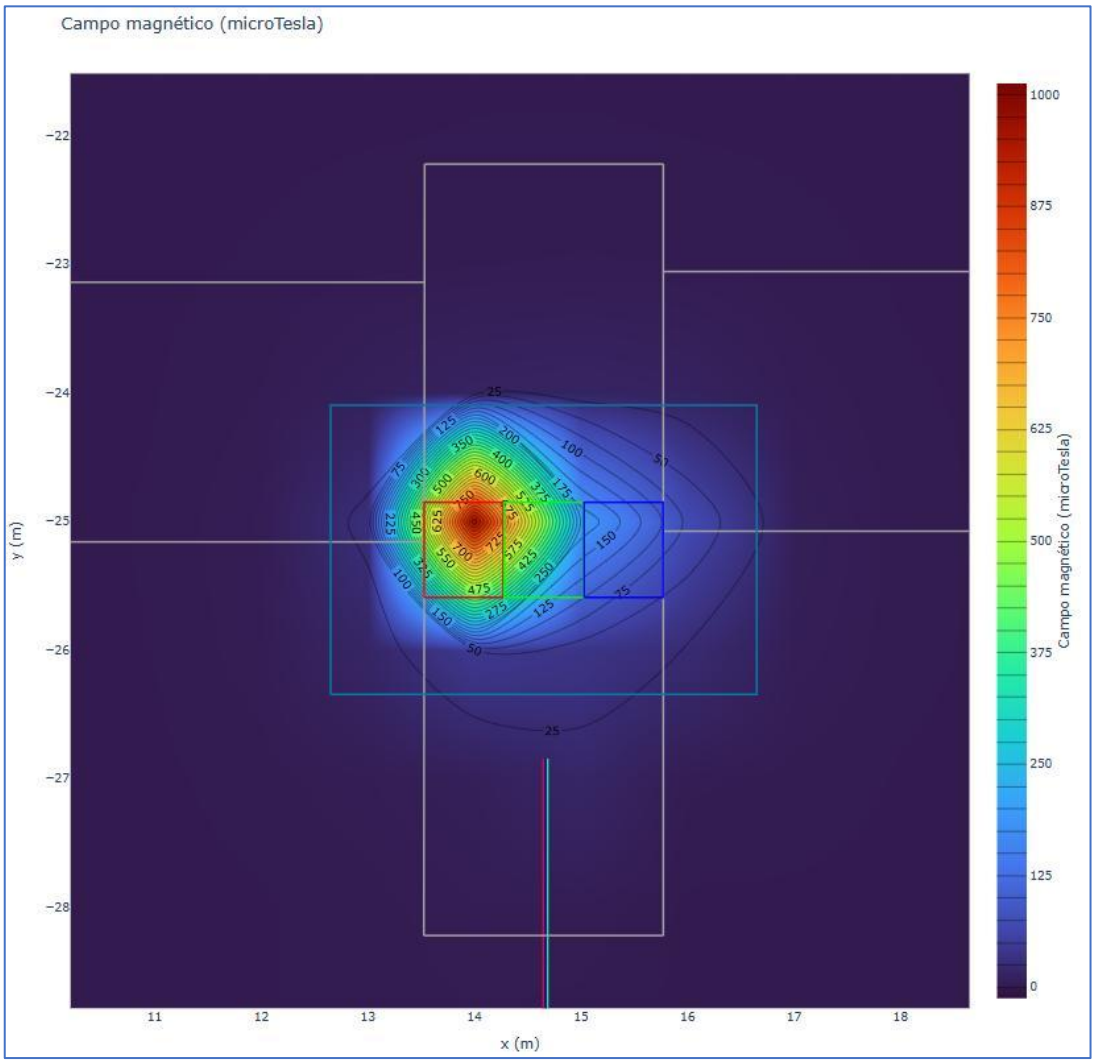


Figura 6. Campo magnético en la Estación de Potencia TWIN SKID.

Durante la simulación, el programa ha detectado punto singular (picos) donde se alcanzan valores superiores al umbral normativo, 100 µT, asociados a zonas de alta densidad de corriente. Estos valores se encuentran en el

transformador de la estación de potencia, pero no representan una distribución homogénea, sino concentraciones puntuales en áreas de acceso restringido. Se ha verificado que el gradiente de campo decrece rápidamente con la distancia, y en ningún caso se exceden los valores de exposición para el público en general fuera del recinto.

El valor máximo registrado ha sido de:

$$B_{\text{máx}} = \mathbf{966{,}04}\ \mu T Bma´x$$

4.2.2. MV SKID COMPACT 3290 KVA

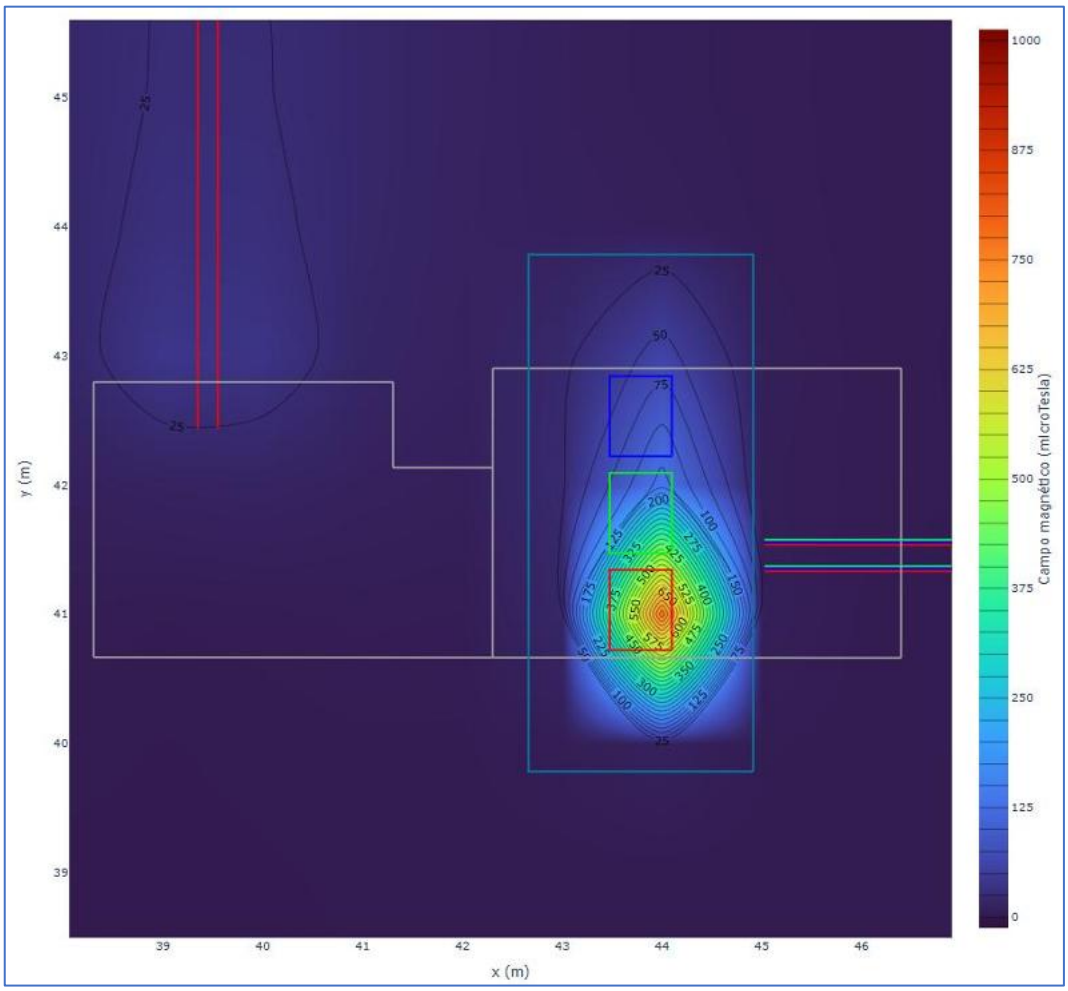


Figura 7. Campo magnético en la Estación de Potencia MV SKID.

Durante la simulación, el programa ha detectado un punto singular (picos) donde se alcanzan valores superiores al umbral normativo, 100 µT, asociados a zonas de alta densidad de corriente. Estos valores se encuentran en el transformador de la estación de potencia, pero no representan una distribución homogénea, sino concentraciones puntuales en áreas de acceso restringido. Se ha verificado que el gradiente de campo decrece rápidamente con la distancia, y en ningún caso se exceden los valores de exposición para el público en general fuera del recinto.

El valor máximo registrado ha sido de:

$$B_{\text{máx}} = \mathbf{767{,}68}\ \mu TBma'x$$

4.3. CIRCUITOS DE MEDIA TENSIÓN 30 KV

Se ha realizado el cálculo del campo magnético en los circuitos de media tensión que conectan las estaciones de potencia con el centro de seccionamiento modelando los elementos que contribuyen al campo total en el perímetro de cables directamente enterrados, tanto la zona de salida de las estaciones como la entrada de los conductores al centro de seccionamiento, considerando las condiciones más desfavorables de funcionamiento, con circulación de potencia máxima, el plano de cálculo es de 1 metro.

$P = 11$ MVA

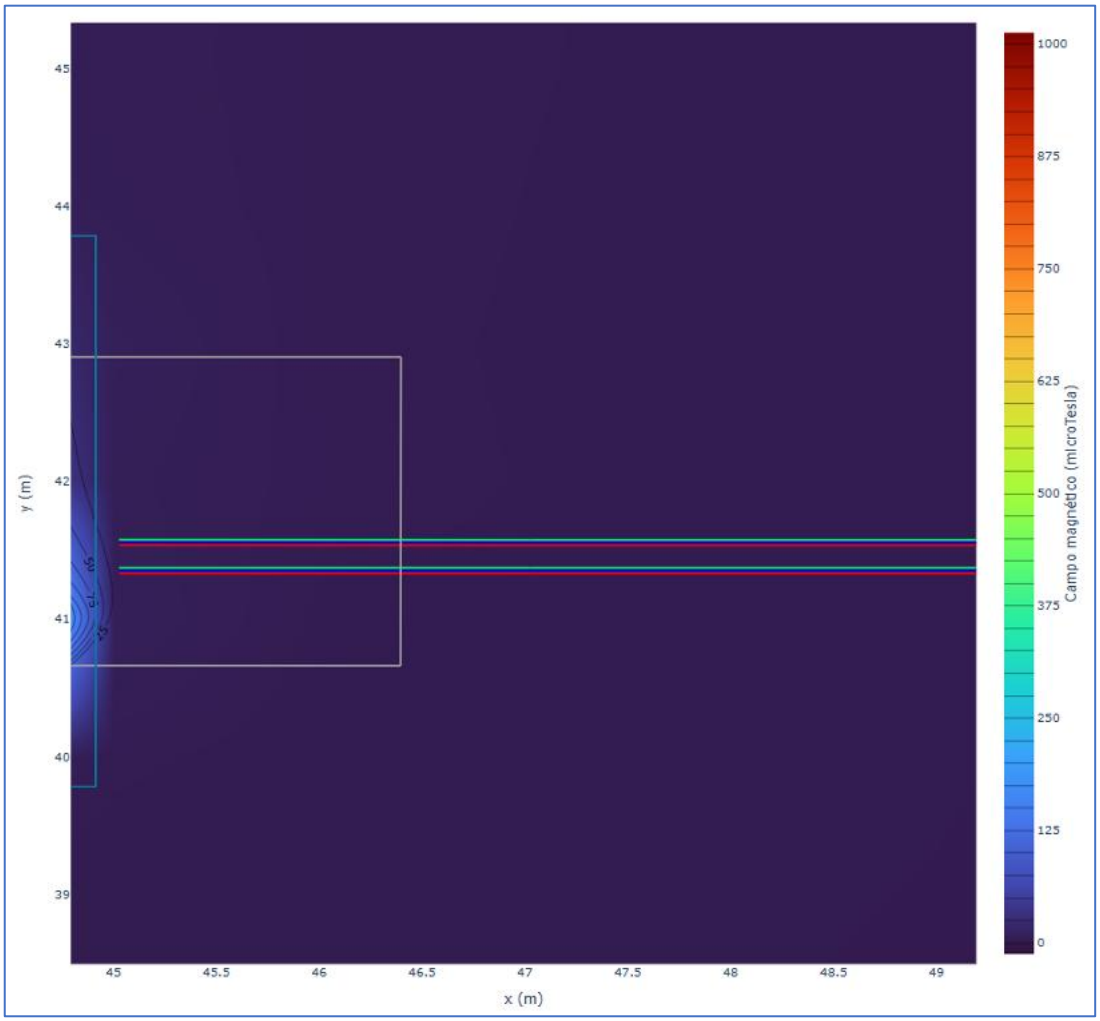


Figura 8. Campo *electromagnético* media tensión

Se puede ver cómo se el campo generado por las líneas de media tensión es inferior a los límites de la normativa y en ningún caso exceden los límites.

El valor máximo registrado se encuentra a la salida de la STS y ha sido de:

$$B_{\text{máx}} = \mathbf{5{,}87}\ \mu TBma'x$$

4.4. LÍNEA DE EVACUACIÓN

Se ha realizado el cálculo del campo magnético en la línea de evacuación de la planta hacia el edificio de seccionamiento existente de la PSFV, considerando las condiciones más desfavorables de funcionamiento, con circulación de potencia máxima, el plano de cálculo es de 1 metro de altura.

$P = 11$ MVA

$I = 211{,}69\ A$

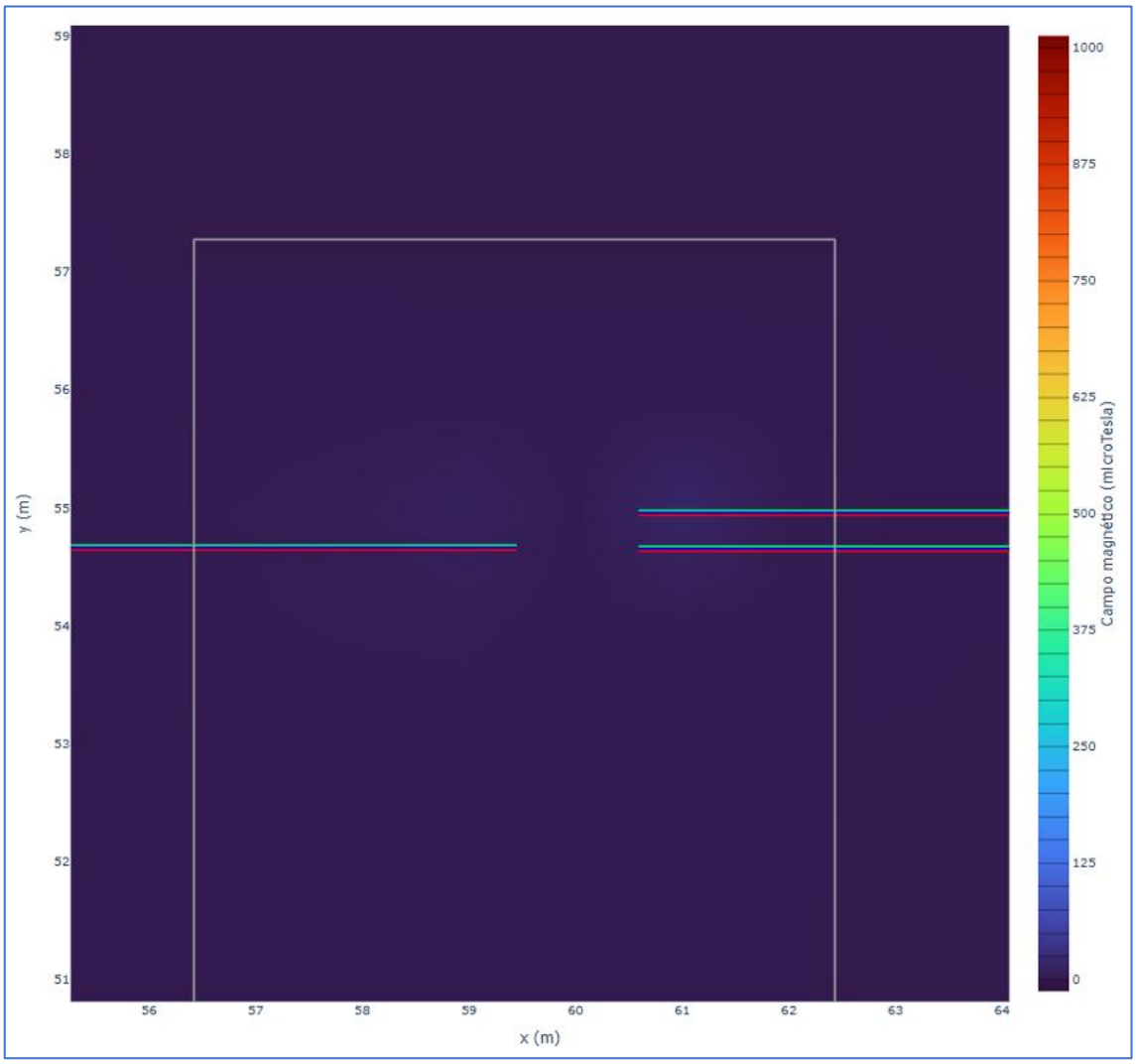


Figura 9. Campo electromagnético de la Línea de Evacuación

Durante la simulación, el programa no ha detectado un punto singular (picos) donde se alcanzan valores superiores al umbral normativo, 100 µT, asociados a zonas de alta densidad de corriente. Se ha verificado que en ningún caso se exceden los valores de exposición para el público en general fuera del recinto.

El valor máximo se ha registrado a la salida del centro de seccionamiento, y ha sido de:

$$B_{\text{máx}} = \mathbf{17{,}60}\ \mu T Bma´x$$

5. EVALUACIÓN DE RESULTADOS

Tal como se expone en el Apartado 2. Normativa Aplicable, el Real Decreto 1066/2001 establece los límites máximos de exposición a campos magnéticos generados a frecuencia industrial (50 Hz), diferenciando entre:

- 100 µT para el público en general.
- 500 µT para la exposición ocupacional.

Se considera público general todo aquel que pueda acceder libremente a un espacio, sin necesidad de formación o información específica sobre la exposición a campos electromagnéticos. Por el contrario, se entiende por exposición ocupacional aquella que afecta a personas que, por motivos laborales, desarrollan su actividad en entornos donde existen fuentes generadoras de campos magnéticos y están debidamente informadas y protegidas frente a dichas exposiciones.

En este contexto, dentro de las instalaciones de la planta —clasificadas como entorno de exposición ocupacional—, se admite una exposición de hasta 500 µT, mientras que en el perímetro exterior accesible al público, no se debe superar el umbral de 100 µT.

De acuerdo con los resultados obtenidos en la simulación:

- El valor máximo de campo magnético en la planta alcanza los 966,04 µT, localizado en el transformador de una de las estaciones de potencia. Esta zona es inaccesible durante la operación normal de la instalación, y está claramente identificada como área de acceso restringido para personal autorizado.

Los resultados obtenidos evidencian, por tanto, que los niveles de campo magnético generados por la instalación se encuentran muy por debajo de los valores límite permitidos, tanto en la zona accesible al público como en el entorno ocupacional.

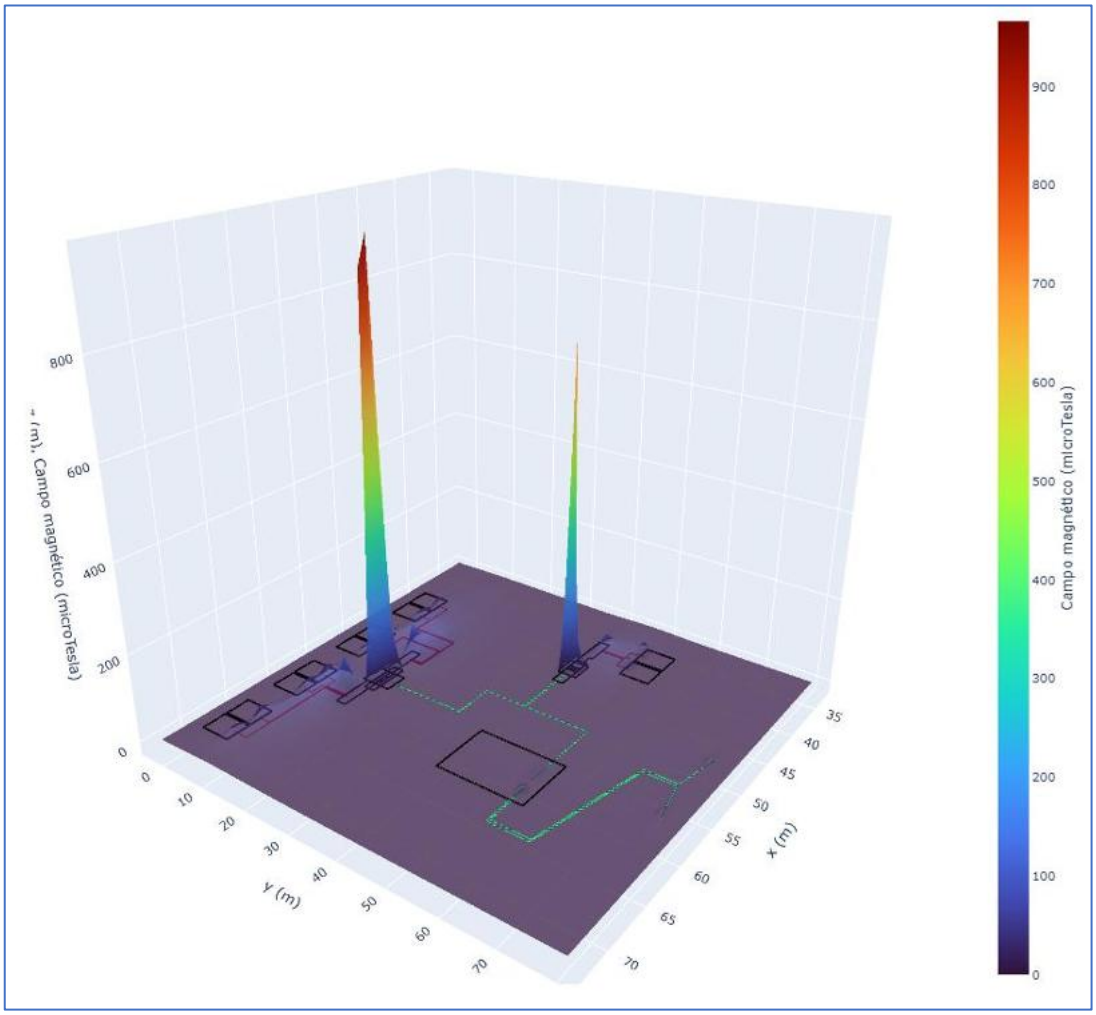


Figura 10. Campo magnético en 3D

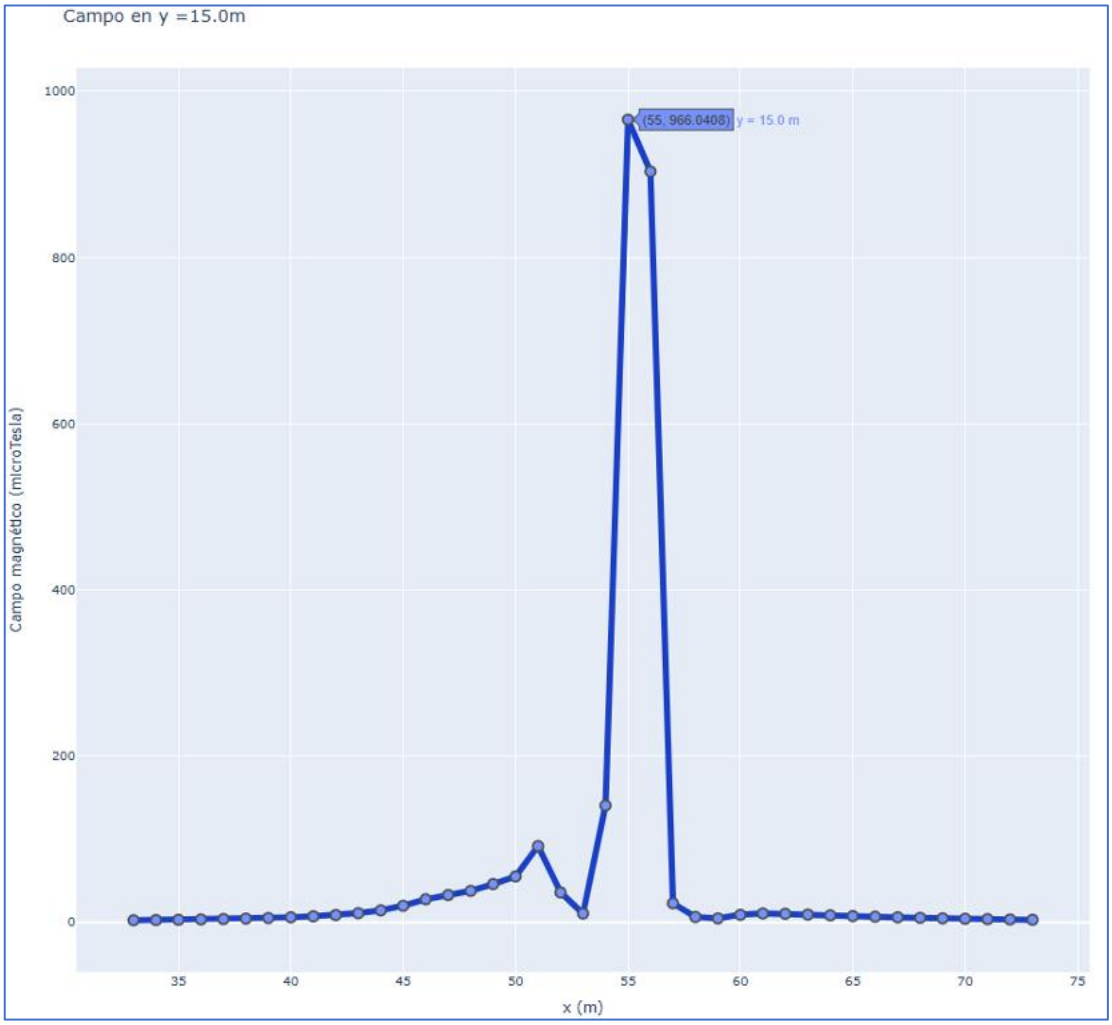


Figura 11. Campo magnético máximo en el eje X

6. CONCLUSIONES

Los valores de campo magnético de exposición al público en general obtenidos son inferiores al límite de 100 µT establecido por la normativa vigente, por lo que el diseño propuesto no implica emisiones superiores a los máximos permitidos en las instalaciones de alta tensión según el Real Decreto 1066/2001”, de agosto de 2005, y en la Recomendación del Consejo de Ministros de Sanidad de la Unión Europea (RCMSUE) 1999/519/CE de julio de 1999, transcrita al ámbito nacional en el mencionado R.D 1066/2001.

En consecuencia, y verificada la no superación de dichos límites en el proyecto objeto de estudio, se concluye que no es necesaria ninguna protección o mitigación adicional del campo magnético generado por el transformador y los cables en el exterior, ya que no presenta riesgo para la salud del público general.

A la vista de los resultados obtenidos, y considerando que se ha modelado el escenario más exigente de operación, se concluye que la instalación cumple de forma robusta con los requisitos establecidos en el RD 1066/2001, de 28 de septiembre, sin necesidad de adoptar medidas adicionales de mitigación. El modelo electromagnético desarrollado ha demostrado ser adecuado para la representación precisa del comportamiento

del campo magnético en la instalación, y los valores obtenidos se mantienen dentro de los márgenes de seguridad definidos para la exposición del público y del personal técnico:

- Los niveles de campo magnético generados en el perímetro exterior de la EP se mantienen por debajo del límite de 100 µT, cumpliendo con lo establecido para la exposición del público en general según el Real Decreto 1066/2001.
- En el interior de la estación de potencia, existe un valor máximo, de 966,04 µT, superior al límite permitido. Se localiza en dentro de la envolvente de la estación de potencia (decreciendo muy rápidamente con la distancia), en una zona de acceso restringido y en la cual, si hubiera que realizar algún tipo de mantenimiento, no se estaría generando ese campo electromagnético ya que no estaría en funcionamiento. Por lo tanto, no representa riesgo alguno para el personal autorizado.

Por tanto, la planta “BESS IERÓN” cumple con los requisitos legales y técnicos en materia de protección frente a campos electromagnéticos, garantizando la seguridad tanto de los trabajadores como del público general.

Emisor	Magtel INNOVATION & TECHNOLOGY
Receptor	frv
Proyecto	PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO DE HIBRIDACIÓN DE LA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "IERÓN" MEDIANTE LA INSTALACIÓN DE 11MW DE BATERÍAS EN LOS T.M. DE MONTÁNCHEZ (CÁCERES)
Título	DOCUMENTO 2. PLANOS

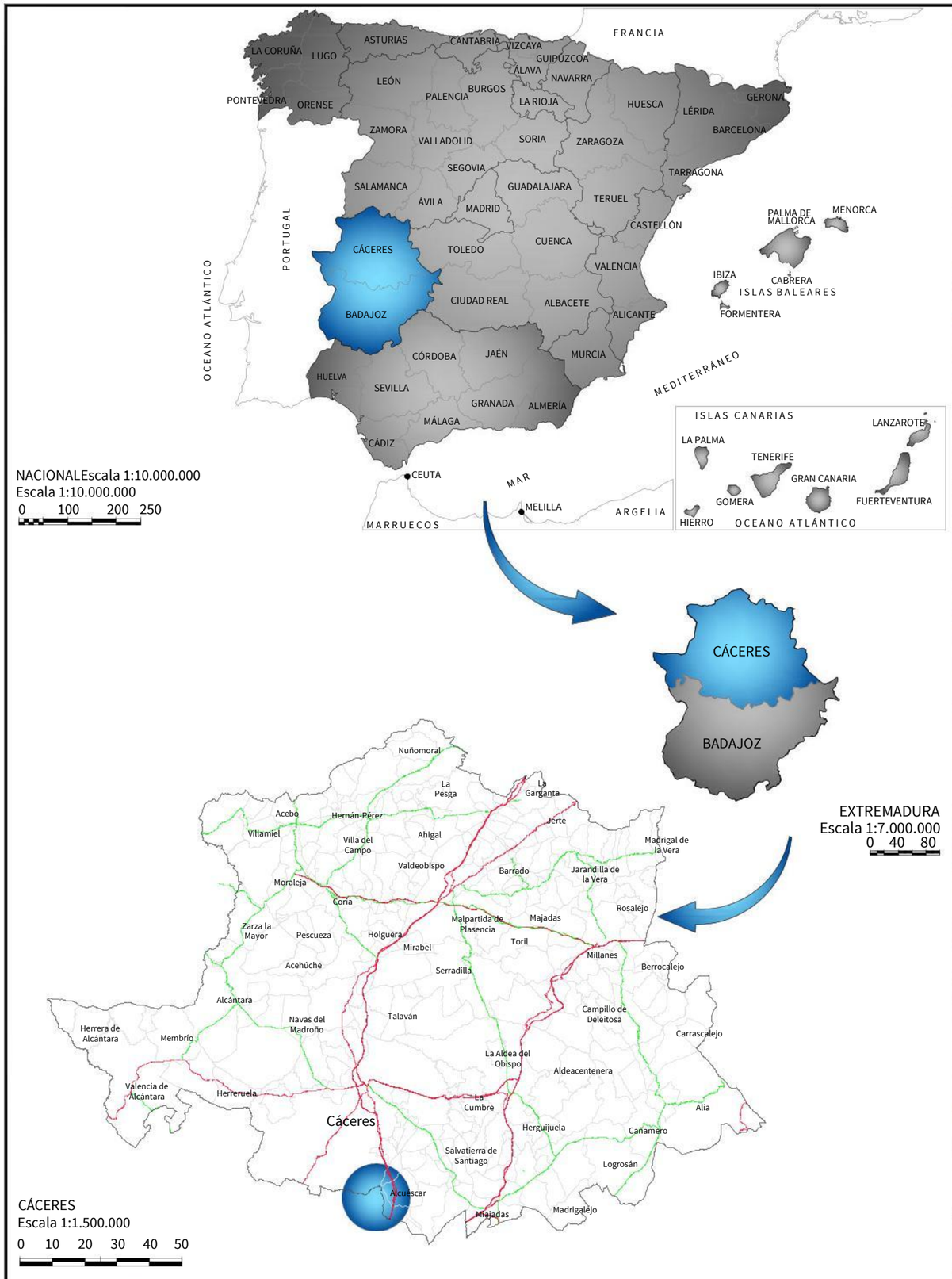
Código

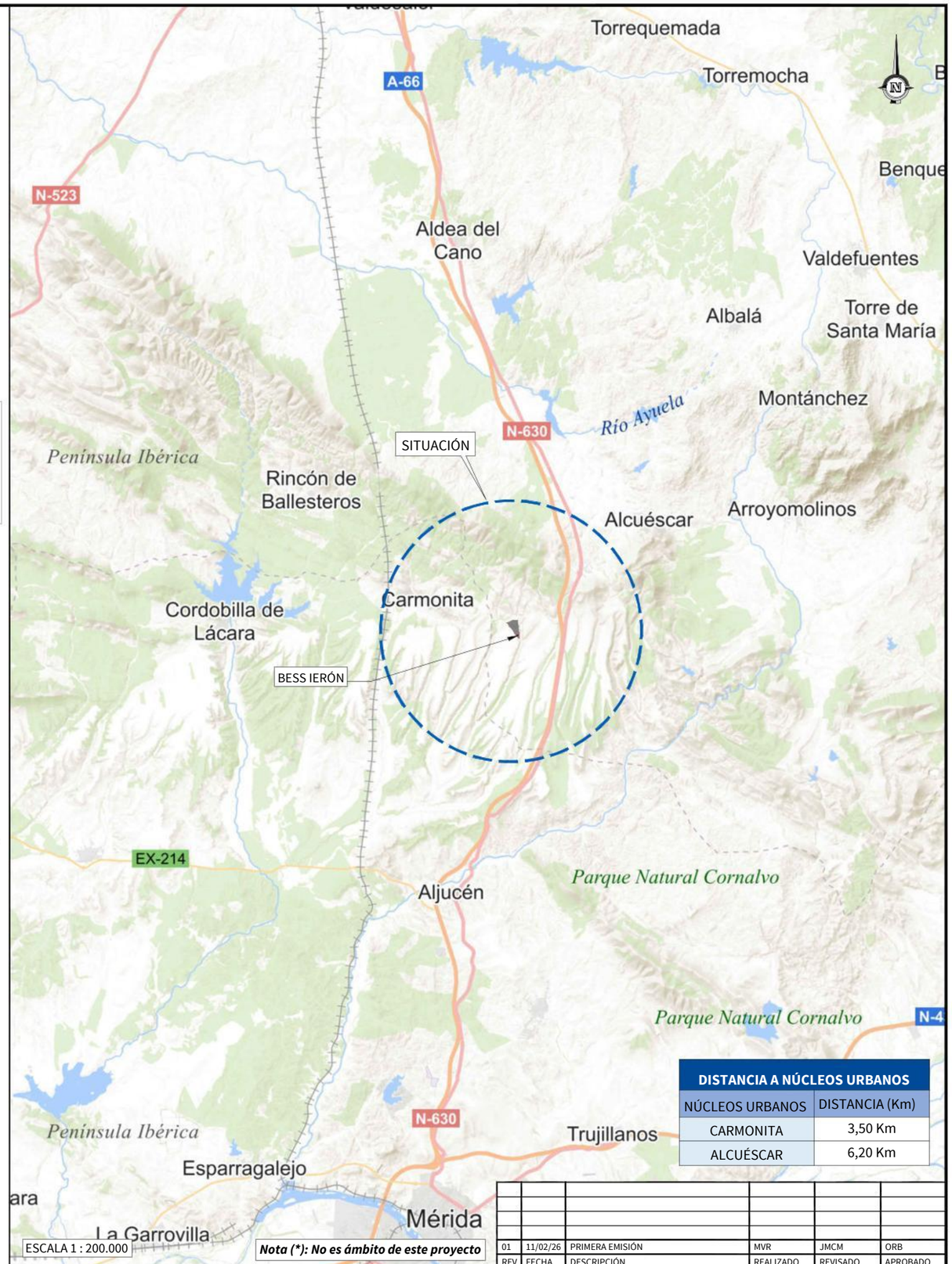
Negocio	Proyecto	Emisor	Disciplina	Documento	Nº Documento	Revisión
[AAAAAAAA]	[BBB]	[CCCCCC]	[DDD]	[EEE]	[#####]	[FF]
BES	IER	MAGOP	PEJ	DOC	0002	1
BES-IER-MAGOP-PEJ-DOC-0002					**Fecha**	11/02/2026

Revisión/ Edición	Fecha	Realizado	Revisado	Aprobado	Modificaciones
1	11/02/2026	MVR	JMCM	ORB	

ÍNDICE DE PLANOS

PLANO Nº 1 - SITUACIÓN GENERAL
PLANO Nº 2 - EMPLAZAMIENTO
PLANO Nº 3 - IMPLANTACIÓN
PLANO Nº 4 - ORTOFOTO CATASTRAL
PLANO Nº 5 - DETALLE AFECCIÓN CAUCES E INUNDABILIDAD T500
PLANO Nº 6 - DETALLE AFECCIÓN LINDES Y EDIFICACIONES
PLANO Nº 7 - DETALLE AFECCIÓN CARRETERAS, CAMINOS Y VÍAS PECUARIAS
PLANO Nº 8 - DETALLE AFECCIÓN INSTALACIONES ELÉCTRICAS EXISTENTES
PLANO Nº 9 - DETALLE ACCESO A LAS INSTALACIONES
PLANO Nº 10 - LAYOUT
PLANO Nº 11 - TRAZADO CIRCUITOS DE BAJA TENSIÓN
PLANO Nº 12 - TRAZADO CIRCUITOS DE MEDIA TENSIÓN
PLANO Nº 13 - SISTEMA DE ILUMINACIÓN PERIMETRAL
PLANO Nº 14 - TRAZADO RED DE COMUNICACIONES
PLANO Nº 15 - DETALLE ESTACIÓN DE POTENCIA
PLANO Nº 16 - DETALLE CONTENEDOR DE BATERÍAS
PLANO Nº 17 - SISTEMA DE COMUNICACIONES
PLANO Nº 18 - EDIFICIO CENTRO DE SECCIONAMIENTO
PLANO Nº 19 - LOCALIZACIÓN CELDA MT PARA CONEXIÓN EN CENTRO DE SECCIONAMIENTO EXISTENTE PSFV
PLANO Nº 20 - ESQUEMA UNIFILAR RED DE BT
PLANO Nº 21 - ESQUEMA UNIFILAR RED DE MT
PLANO Nº 22 - ESQUEMA UNIFILAR CENTRO SECCIONAMIENTO BESS
PLANO Nº 23 - DETALLE DE ZANJAS BT Y MT
PLANO Nº 24 - DETALLE DE ARQUETAS
PLANO Nº 25 - DETALLE PUESTA A TIERRA
PLANO Nº 26 - DETALLE VALLADO PERIMETRAL
PLANO Nº 27 - PLANTA DE VIALES
PLANO Nº 28 - DETALLE DE VIALES. SECCIONES TIPO
PLANO Nº 29 - ESCORRENTÍA SUPERFICIAL EXISTENTE
PLANO Nº 30 - PLANTA DE DRENAJES
PLANO Nº 31 - PLANTA DE DRENAJES. SECCIONES TIPO
PLANO Nº 32 - DETALLE DE CIMENTACIONES





DISTANCIA A NÚCLEOS URBANOS	
NÚCLEOS URBANOS	DISTANCIA (Km)
CARMONITA	3,50 Km
ALCUÉSCAR	6,20 Km

REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	REALIZADO	REVISADO	APROBADO
01	11/02/26	PRIMERA EMISIÓN	MVR	JMCM	ORB

TITULAR Y PROMOTOR: frv

INGENIERÍA: Magtel INNOVATION & TECHNOLOGY

AUTOR DEL PROYECTO:
Óscar Reyes Blanco Graduado Ing. Électrica
Graduado Ing. Electrica Nº Col.: 12.188
Nº Col.: 12.188

TÍTULO DEL PROYECTO:
PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO DE HIBRIDACIÓN DE LA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA ''IERÓN'' MEDIANTE LA INSTALACIÓN DE 11MW DE BATERÍAS EN EL T.M. DE MONTÁNCHEZ (CÁCERES)

FECHA: FEBRERO 2026

ESCALA: INDICADAS m
FORMATO UNE A-3 | UNIDADES

PLANO: SITUACIÓN

NÚMERO DE PLANO: 1

FICHERO DIGITAL: BES-IER-MAGOP-PEJ-PLA-0001.dwg

HOJA: 1 de 1



REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	REALIZADO	REVISADO	APROBADO
01	11/02/26	PRIMERA EMISIÓN	MVR	JMCM	ORB

TITULAR Y PROMOTOR: frv	INGENIERÍA: Magtel INNOVATION & TECHNOLOGY	AUTOR DEL PROYECTO: Óscar Reyes Blanco Graduado Ing. Électrica Nº Col.: 12.188	TÍTULO DEL PROYECTO: PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO DE HIBRIDACIÓN DE LA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA ''IERÓN'' MEDIANTE LA INSTALACIÓN DE 11MW DE BATERÍAS EN EL T.M. DE MONTÁNCHEZ (CÁCERES)	FECHA: FEBRERO 2026	ESCALA: 1 : 10.000 m FORMATO UNE A-3 UNIDADES

PLANO:	NÚMERO DE PLANO:
EMPLAZAMIENTO	2
FICHERO DIGITAL: BES-IER-MAGOP-PEJ-PLA-0002.dwg	HOJA: 1 de 1



Nota (*): No es ámbito de este proyecto

REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	REALIZADO	REVISADO	APROBADO
01	11/02/26	PRIMERA EMISIÓN	MVR	JMCM	ORB

TITULAR Y PROMOTOR: frv	INGENIERÍA: Magtel INNOVATION & TECHNOLOGY	AUTOR DEL PROYECTO: Óscar Reyes Blanco, Graduado Ing. Electrica Nº Col.: 12.188	TÍTULO DEL PROYECTO: PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO DE HIBRIDACIÓN DE LA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA ''IERÓN'' MEDIANTE LA INSTALACIÓN DE 11MW DE BATERÍAS EN EL T.M. DE MONTÁNCHEZ (CÁCERES)	FECHA: FEBRERO 2026	ESCALA: 1 : 5.000 m; FORMATO UNE A-3 UNIDADES

PLANO:	NÚMERO DE PLANO:
IMPLANTACIÓN SUPERFICIE VINCULADA A PSFV IERÓN	3
FICHERO DIGITAL: BES-IER-MAGOP-PEJ-PLA-0003.dwg	HOJA: 1 de 11

PLANO DE REFERENCIA

MINUTA 1

MINUTA 2

LEYENDA

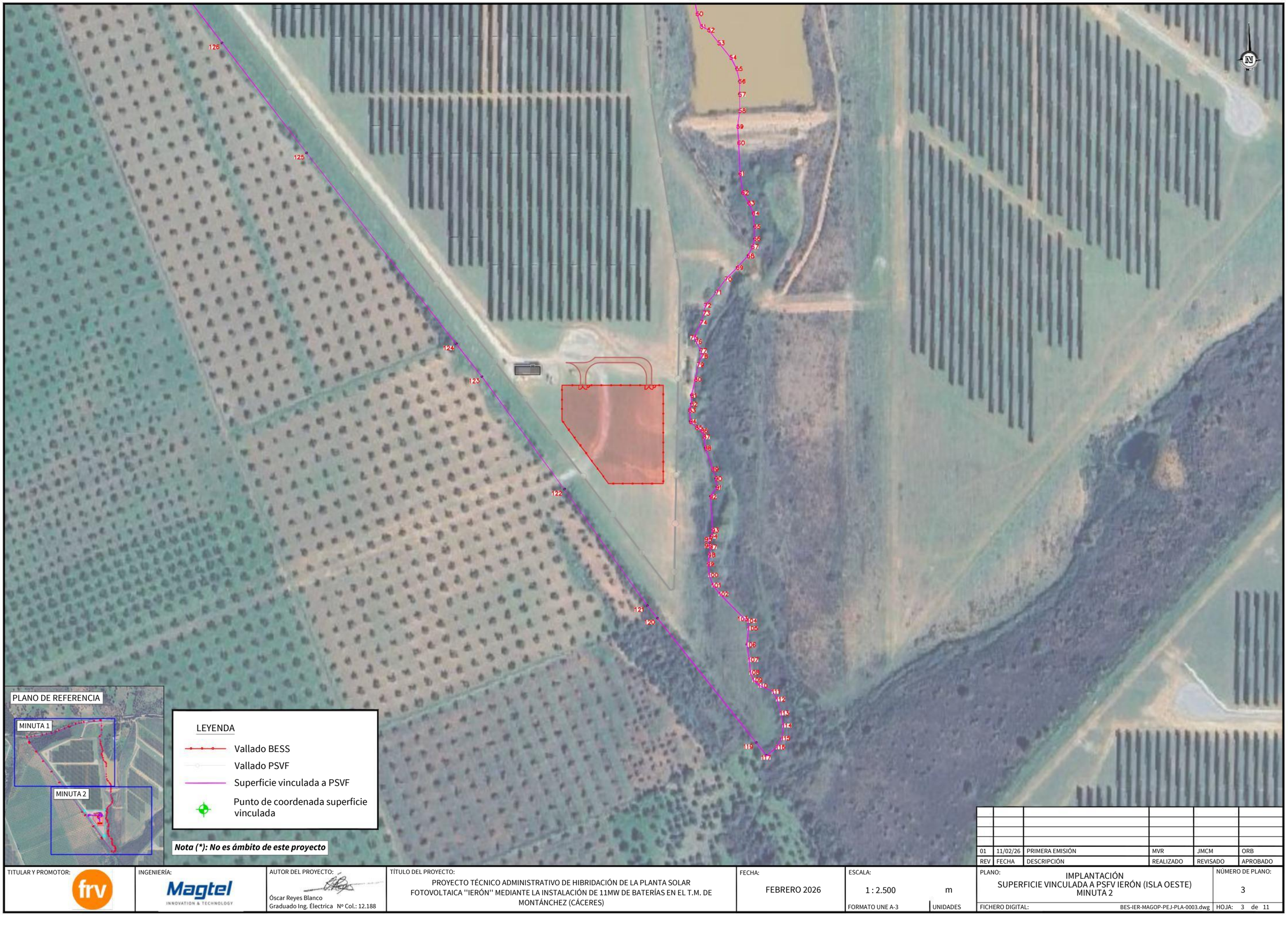
- Vallado BESS
- Vallado PSVF
- Superficie vinculada a PSVF
- Punto de coordenada superficie vinculada

Nota (*): No es ámbito de este proyecto

REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	REALIZADO	REVISADO	APROBADO
01	11/02/26	PRIMERA EMISIÓN	MVR	JMCM	ORB

TITULAR Y PROMOTOR: frv	INGENIERÍA: Magtel INNOVATION & TECHNOLOGY	AUTOR DEL PROYECTO: Óscar Reyes Blanco Graduado Ing. Electrica Nº Col.: 12.188	TÍTULO DEL PROYECTO: PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO DE HIBRIDACIÓN DE LA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA ''IERÓN'' MEDIANTE LA INSTALACIÓN DE 11MW DE BATERÍAS EN EL T.M. DE MONTÁNCHEZ (CÁCERES)

FECHA: FEBRERO 2026	ESCALA: 1 : 2.500	m	PLANO: IMPLANTACIÓN SUPERFICIE VINCULADA A PSFV IERÓN (ISLA OESTE) MINUTA 1
	FORMATO UNE A-3	UNIDADES	NÚMERO DE PLANO: 3
			FICHERO DIGITAL: BES-IER-MAGOP-PEJ-PLA-0003.dwg
			HOJA: 2 de 11



REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	REALIZADO	REVISADO	APROBADO
01	11/02/26	PRIMERA EMISIÓN	MVR	JMCM	ORB

TITULAR Y PROMOTOR: frv	INGENIERÍA: Magtel INNOVATION & TECHNOLOGY	AUTOR DEL PROYECTO: Óscar Reyes Blanco, Graduado Ing. Electrica Nº Col.: 12.188	TÍTULO DEL PROYECTO: PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO DE HIBRIDACIÓN DE LA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA ''IERÓN'' MEDIANTE LA INSTALACIÓN DE 11MW DE BATERÍAS EN EL T.M. DE MONTÁNCHEZ (CÁCERES)	FECHA: FEBRERO 2026	ESCALA: 1 : 2.500 m; FORMATO UNE A-3 UNIDADES

PLANO: IMPLANTACIÓN SUPERFICIE VINCULADA A PSFV IERÓN (ISLA OESTE) MINUTA 2

NÚMERO DE PLANO: 3

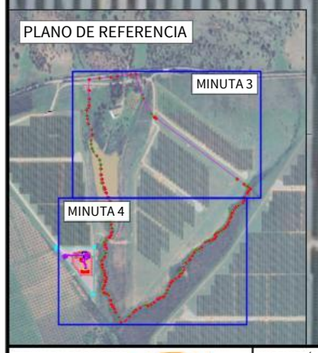
FICHERO DIGITAL: BES-IER-MAGOP-PEJ-PLA-0003.dwg

LEYENDA

- Vallado BESS
- Vallado PSVF
- Superficie vinculada a PSVF
- Punto de coordenada superficie vinculada

Nota (*): No es ámbito de este proyecto

PLANO DE REFERENCIA



REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	REALIZADO	REVISADO	APROBADO
01	11/02/26	PRIMERA EMISIÓN	MVR	JMCM	ORB

TITULAR Y PROMOTOR: frv

INGENIERÍA: Magtel INNOVATION & TECHNOLOGY

AUTOR DEL PROYECTO:
Óscar Reyes Blanco
Graduado Ing. Electrica Nº Col.: 12.188

TÍTULO DEL PROYECTO:
PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO DE HIBRIDACIÓN DE LA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA ''IERÓN'' MEDIANTE LA INSTALACIÓN DE 11MW DE BATERÍAS EN EL T.M. DE MONTÁNCHEZ (CÁCERES)

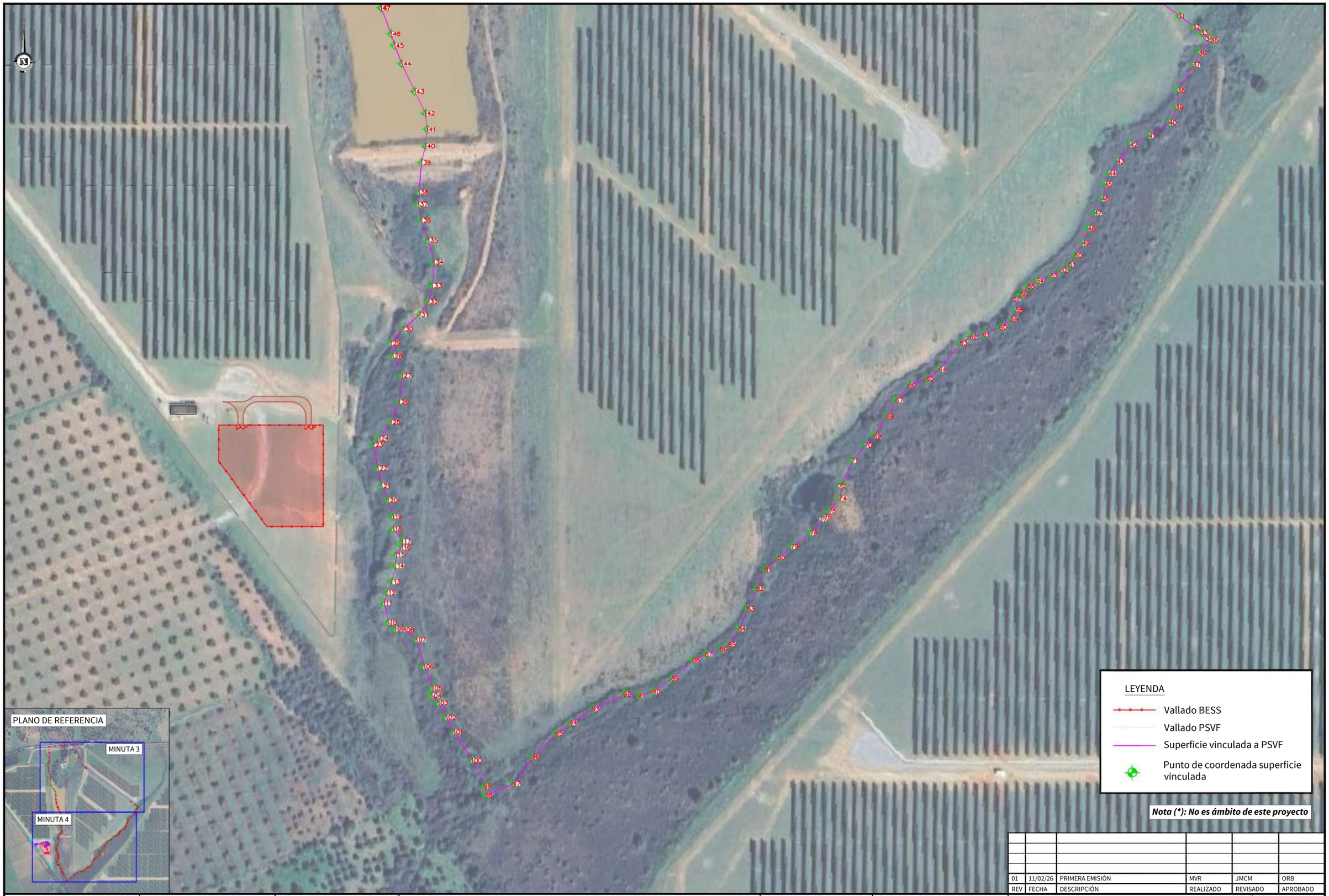
FECHA: FEBRERO 2026

ESCALA: 1 : 2.500 m
FORMATO UNE A-3 UNIDADES

PLANO: IMPLANTACIÓN
SUPERFICIE VINCULADA A PSFV IERÓN (ISLA ESTE)
MINUTA 3

NÚMERO DE PLANO: 3

FICHERO DIGITAL: BES-IER-MAGOP-PEJ-PLA-0003.dwg



01	11/02/26	PRIMERA EMISIÓN	MVR	JMCM	ORB
REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	REALIZADO	REVISADO	APROBADO

TITULAR Y PROMOTOR: frv	INGENIERÍA: Magtel INNOVATION & TECHNOLOGY	AUTOR DEL PROYECTO: Óscar Reyes Blanco Graduado Ing. Électrica Nº Col.: 12.188	TÍTULO DEL PROYECTO: PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO DE HIBRIDACIÓN DE LA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA ''IERÓN'' MEDIANTE LA INSTALACIÓN DE 11MW DE BATERÍAS EN EL T.M. DE MONTÁNCHEZ (CÁCERES)	FECHA: FEBRERO 2026	ESCALA: 1 : 2.500 m FORMATO UNE A-3 UNIDADES

PLANO: IMPLANTACIÓN SUPERFICIE VINCULADA A PSFV IERÓN (ISLA ESTE) MINUTA 4

NÚMERO DE PLANO: 3

FICHERO DIGITAL: BES-IER-MAGOP-PEJ-PLA-0003.dwg

HOJA: 5 de 11

SISTEMA DE COORDENADAS ETRS89.TM29. SUPERFICIE VINCULADA AL PROYECTO (OESTE)		
PUNTO	X	Y
P01	733.202,50	4.336.507,47
P02	733.207,23	4.336.507,97
P03	733.238,11	4.336.513,56
P04	733.264,28	4.336.517,38
P05	733.322,89	4.336.526,67
P06	733.357,35	4.336.533,33
P07	733.395,43	4.336.540,56
P08	733.424,15	4.336.549,00
P09	733.433,00	4.336.552,31
P10	733.452,87	4.336.559,72
P11	733.496,26	4.336.575,69
P12	733.525,94	4.336.586,85
P13	733.531,19	4.336.588,82
P14	733.533,70	4.336.589,86
P15	733.543,90	4.336.594,07
P16	733.580,11	4.336.609,01
P17	733.607,77	4.336.617,69
P18	733.624,69	4.336.621,40
P19	733.644,72	4.336.624,71
P20	733.723,77	4.336.631,50
P21	733.771,07	4.336.635,94
P22	733.777,82	4.336.636,91
P23	733.779,70	4.336.598,21
P24	733.781,17	4.336.568,80
P25	733.776,76	4.336.529,83
P26	733.765,10	4.336.517,90
P27	733.767,44	4.336.489,29
P28	733.771,66	4.336.476,62
P29	733.771,66	4.336.464,43
P30	733.770,72	4.336.456,46
P31	733.774,94	4.336.445,67
P32	733.781,50	4.336.434,41
P33	733.786,20	4.336.420,34
P34	733.789,01	4.336.406,27
P35	733.787,13	4.336.394,55
P36	733.780,57	4.336.383,76
P37	733.782,45	4.336.377,66
P38	733.785,26	4.336.370,63
P39	733.787,13	4.336.359,37
P40	733.791,82	4.336.351,40
P41	733.793,96	4.336.336,65
P42	733.794,58	4.336.332,68
P43	733.804,59	4.336.323,29
P44	733.811,06	4.336.315,98

SISTEMA DE COORDENADAS ETRS89.TM29. SUPERFICIE VINCULADA AL PROYECTO (OESTE)		
PUNTO	X	Y
P45	733.815,03	4.336.308,57
P46	733.816,07	4.336.297,09
P47	733.816,49	4.336.284,14
P48	733.816,00	4.336.225,51
P49	733.817,04	4.336.206,51
P50	733.820,62	4.336.185,05
P51	733.823,75	4.336.175,45
P52	733.829,38	4.336.172,73
P53	733.837,10	4.336.162,92
P54	733.846,22	4.336.151,80
P55	733.850,81	4.336.143,25
P56	733.853,11	4.336.133,64
P57	733.853,11	4.336.123,62
P58	733.853,17	4.336.111,15
P59	733.851,50	4.336.099,25
P60	733.852,34	4.336.086,72
P61	733.853,33	4.336.063,22
P62	733.855,42	4.336.048,81
P63	733.860,01	4.336.040,88
P64	733.863,39	4.336.033,11
P65	733.864,44	4.336.022,88
P66	733.864,44	4.336.013,70
P67	733.862,98	4.336.007,64
P68	733.859,63	4.336.000,64
P69	733.851,29	4.335.991,66
P70	733.842,53	4.335.982,90
P71	733.835,43	4.335.972,88
P72	733.826,86	4.335.962,89
P73	733.825,81	4.335.956,83
P74	733.823,73	4.335.949,94
P75	733.818,51	4.335.938,46
P76	733.819,97	4.335.935,33
P77	733.823,52	4.335.928,23
P78	733.824,12	4.335.924,24
P79	733.821,40	4.335.917,56
P80	733.819,32	4.335.906,50
P81	733.816,40	4.335.894,18
P82	733.816,40	4.335.887,71
P83	733.814,90	4.335.882,94
P84	733.815,52	4.335.874,38
P85	733.820,11	4.335.869,79
P86	733.824,28	4.335.867,28
P87	733.825,95	4.335.862,69
P88	733.827,00	4.335.854,13

SISTEMA DE COORDENADAS ETRS89.TM29. SUPERFICIE VINCULADA AL PROYECTO (OESTE)		
PUNTO	X	Y
P89	733.832,45	4.335.838,10
P90	733.834,95	4.335.830,80
P91	733.835,78	4.335.824,12
P92	733.830,99	4.335.817,02
P93	733.832,62	4.335.791,48
P94	733.831,51	4.335.786,90
P95	733.829,68	4.335.784,55
P96	733.829,68	4.335.780,80
P97	733.831,14	4.335.778,92
P98	733.829,89	4.335.772,66
P99	733.829,05	4.335.765,77
P100	733.829,89	4.335.757,42
P101	733.832,60	4.335.749,69
P102	733.837,81	4.335.743,01
P103	733.856,59	4.335.724,08
P104	733.859,36	4.335.722,49
P105	733.860,00	4.335.716,85
P106	733.858,75	4.335.704,33
P107	733.860,41	4.335.692,85
P108	733.861,25	4.335.683,24
P109	733.863,53	4.335.677,40
P110	733.867,92	4.335.673,22
P111	733.878,34	4.335.668,63
P112	733.881,54	4.335.662,79
P113	733.884,48	4.335.652,14
P114	733.886,35	4.335.642,75
P115	733.885,30	4.335.633,04
P116	733.881,54	4.335.626,36
P117	733.873,74	4.335.619,40
P118	733.873,27	4.335.619,99
P119	733.865,64	4.335.629,60
P120	733.790,26	4.335.724,55
P121	733.782,70	4.335.734,08
P122	733.719,64	4.335.822,68
P123	733.656,70	4.335.908,45
P124	733.637,14	4.335.933,43
P125	733.523,23	4.336.078,85
P126	733.458,59	4.336.162,89
P127	733.396,05	4.336.245,26
P128	733.333,52	4.336.327,83
P129	733.279,53	4.336.400,47
P130	733.278,62	4.336.401,71
P131	733.228,57	4.336.469,08
P132	733.222,26	4.336.477,55

REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	REALIZADO	REVISADO	APROBADO
01	11/02/26	PRIMERA EMISIÓN	MVR	JMCM	ORB

TITULAR Y PROMOTOR: frv

INGENIERÍA: Magtel INNOVATION & TECHNOLOGY

AUTOR DEL PROYECTO:
Óscar Reyes Blanco
Graduado Ing. Électrica Nº Col.: 12.188

TÍTULO DEL PROYECTO:
PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO DE HIBRIDACIÓN DE LA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA ''IERÓN'' MEDIANTE LA INSTALACIÓN DE 11MW DE BATERÍAS EN EL T.M. DE MONTÁNCHEZ (CÁCERES)

FECHA: FEBRERO 2026

ESCALA: s/e

FORMATO UNE A-3

UNIDADES: m

PLANO: IMPLANTACIÓN
SUPERFICIE VINCULADA A PSFV IERÓN (ISLA OESTE)
SISTEMA DE COORDENADAS

NÚMERO DE PLANO: 3

FICHERO DIGITAL: BES-IER-MAGOP-PEJ-PLA-0003.dwg

SISTEMA DE COORDENADAS ETRS89.TM29. SUPERFICIE VINCULADA AL PROYECTO (ESTE)		
PUNTO	X	Y
P01	733.832,76	4.336.283,72
P02	733.828,64	4.336.304,65
P03	733.816,39	4.336.322,86
P04	733.802,48	4.336.339,74
P05	733.796,52	4.336.352,32
P06	733.792,96	4.336.370,33
P07	733.792,46	4.336.385,84
P08	733.798,96	4.336.408,84
P09	733.793,96	4.336.429,85
P10	733.780,44	4.336.454,35
P11	733.777,70	4.336.472,82
P12	733.773,70	4.336.488,32
P13	733.772,20	4.336.509,33
P14	733.778,20	4.336.517,83
P15	733.783,20	4.336.528,83
P16	733.784,97	4.336.556,02
P17	733.785,47	4.336.593,03
P18	733.784,78	4.336.637,90
P19	733.827,44	4.336.644,00
P20	733.872,36	4.336.648,40
P21	733.900,04	4.336.652,38
P22	733.956,37	4.336.659,07
P23	733.974,96	4.336.660,89
P24	734.007,09	4.336.560,04
P25	734.007,31	4.336.559,63
P26	734.041,56	4.336.496,76
P27	734.054,10	4.336.483,91
P28	734.055,42	4.336.482,56
P29	734.060,38	4.336.477,47
P30	734.397,56	4.336.225,88
P31	734.426,91	4.336.203,98
P32	734.437,41	4.336.196,15
P33	734.443,37	4.336.191,70
P34	734.449,24	4.336.187,32
P35	734.450,84	4.336.186,12
P36	734.441,91	4.336.176,57
P37	734.437,54	4.336.168,02
P38	734.426,28	4.336.149,24
P39	734.424,99	4.336.136,77
P40	734.419,98	4.336.125,40
P41	734.404,96	4.336.115,79
P42	734.391,20	4.336.109,11
P43	734.381,60	4.336.096,59
P44	734.375,35	4.336.087,82

SISTEMA DE COORDENADAS ETRS89.TM29. SUPERFICIE VINCULADA AL PROYECTO (ESTE)		
PUNTO	X	Y
P45	734.372,43	4.336.079,89
P46	734.370,34	4.336.069,03
P47	734.364,92	4.336.058,60
P48	734.360,11	4.336.047,31
P49	734.355,94	4.336.036,46
P50	734.350,31	4.336.027,27
P51	734.345,89	4.336.020,63
P52	734.339,84	4.336.016,46
P53	734.332,13	4.336.012,28
P54	734.321,91	4.336.008,53
P55	734.315,44	4.336.004,35
P56	734.310,23	4.335.998,92
P57	734.307,31	4.335.995,17
P58	734.306,54	4.335.987,09
P59	734.302,99	4.335.980,20
P60	734.294,86	4.335.974,15
P61	734.282,55	4.335.969,14
P62	734.272,75	4.335.967,05
P63	734.265,66	4.335.962,67
P64	734.250,01	4.335.943,19
P65	734.240,84	4.335.936,51
P66	734.227,28	4.335.931,29
P67	734.218,13	4.335.920,34
P68	734.211,25	4.335.908,23
P69	734.201,86	4.335.893,83
P70	734.195,33	4.335.887,16
P71	734.185,52	4.335.875,89
P72	734.177,87	4.335.858,14
P73	734.177,68	4.335.856,82
P74	734.176,41	4.335.848,12
P75	734.168,70	4.335.838,52
P76	734.165,45	4.335.834,38
P77	734.164,11	4.335.832,68
P78	734.154,99	4.335.822,55
P79	734.141,01	4.335.812,32
P80	734.131,00	4.335.804,18
P81	734.121,56	4.335.795,29
P82	734.115,30	4.335.781,30
P83	734.108,42	4.335.766,48
P84	734.101,96	4.335.751,50
P85	734.094,66	4.335.739,81
P86	734.088,40	4.335.736,47
P87	734.077,55	4.335.732,92
P88	734.068,17	4.335.728,54

SISTEMA DE COORDENADAS ETRS89.TM29. SUPERFICIE VINCULADA AL PROYECTO (ESTE)		
PUNTO	X	Y
P89	734.052,55	4.335.714,97
P90	734.038,79	4.335.705,16
P91	734.027,94	4.335.702,65
P92	734.017,30	4.335.703,28
P93	733.993,98	4.335.692,35
P94	733.977,51	4.335.682,33
P95	733.966,87	4.335.674,29
P96	733.949,77	4.335.657,18
P97	733.935,58	4.335.637,14
P98	733.915,14	4.335.628,79
P99	733.914,26	4.335.635,62
P100	733.904,87	4.335.654,41
P101	733.891,54	4.335.675,50
P102	733.885,80	4.335.686,25
P103	733.880,05	4.335.697,00
P104	733.875,08	4.335.702,43
P105	733.875,70	4.335.707,86
P106	733.869,46	4.335.723,73
P107	733.863,83	4.335.743,56
P108	733.854,84	4.335.750,89
P109	733.848,17	4.335.751,52
P110	733.842,74	4.335.756,32
P111	733.839,82	4.335.770,72
P112	733.841,91	4.335.778,45
P113	733.845,45	4.335.786,17
P114	733.848,13	4.335.798,08
P115	733.848,76	4.335.806,43
P116	733.853,13	4.335.812,82
P117	733.853,34	4.335.816,37
P118	733.846,46	4.335.825,34
P119	733.846,46	4.335.834,53
P120	733.842,71	4.335.846,64
P121	733.837,98	4.335.857,29
P122	733.835,27	4.335.870,23
P123	733.832,14	4.335.887,56
P124	733.836,32	4.335.892,28
P125	733.844,81	4.335.904,16
P126	733.851,06	4.335.919,19
P127	733.853,02	4.335.938,64
P128	733.846,35	4.335.953,10
P129	733.844,87	4.335.962,74
P130	733.854,13	4.335.973,12
P131	733.865,99	4.335.983,51
P132	733.872,55	4.335.993,07

SISTEMA DE COORDENADAS ETRS89.TM29. SUPERFICIE VINCULADA AL PROYECTO (ESTE)		
PUNTO	X	Y
P133	733.875,47	4.336.004,97
P134	733.876,72	4.336.022,30
P135	733.872,48	4.336.038,41
P136	733.867,47	4.336.053,23
P137	733.864,97	4.336.065,13
P138	733.865,45	4.336.073,94
P139	733.867,33	4.336.095,86
P140	733.870,26	4.336.108,06
P141	733.871,51	4.336.120,38
P142	733.870,26	4.336.132,28
P143	733.862,34	4.336.148,35
P144	733.852,77	4.336.168,79
P145	733.847,35	4.336.182,36
P146	733.844,85	4.336.190,92
P147	733.837,51	4.336.210,04
P148	733.836,05	4.336.224,86
P149	733.833,10	4.336.243,14
P150	733.832,48	4.336.268,40

REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	REALIZADO	REVISADO	APROBADO
01	11/02/26	PRIMERA EMISIÓN	MVR	JMCM	ORB

TITULAR Y PROMOTOR: frv

INGENIERÍA: Magtel INNOVATION & TECHNOLOGY

AUTOR DEL PROYECTO:
Óscar Reyes Blanco
Graduado Ing. Électrica Nº Col.: 12.188

TÍTULO DEL PROYECTO:
PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO DE HIBRIDACIÓN DE LA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA ''IERÓN'' MEDIANTE LA INSTALACIÓN DE 11MW DE BATERÍAS EN EL T.M. DE MONTÁNCHEZ (CÁCERES)

FECHA: FEBRERO 2026

ESCALA: s/e m
FORMATO UNE A-3 UNIDADES

PLANO: IMPLANTACIÓN
SUPERFICIE VINCULADA A PSFV IERÓN (ISLA ESTE)
SISTEMA DE COORDENADAS

NÚMERO DE PLANO: 3

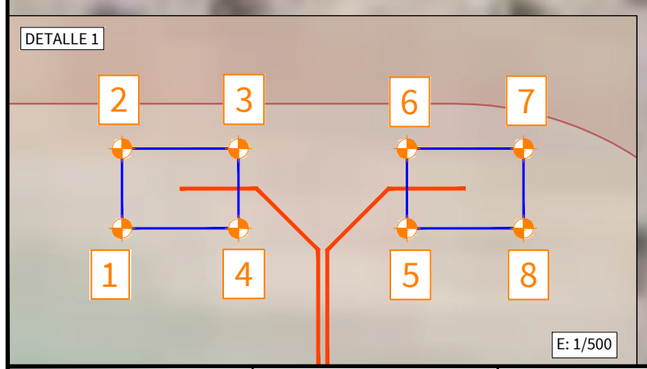
FICHERO DIGITAL: BES-IER-MAGOP-PEJ-PLA-0003.dwg

COORDENADAS CÁMARAS DE EMPALME (EXTERIOR PLANTA)			
PUNTO	Cámara	X	Y
1	1	733.760	4.335.915
2	1	733.760	4.335.918
3	1	733.764	4.335.918
4	1	733.764	4.335.915
5	2	733.769	4.335.915
6	2	733.769	4.335.918
7	2	733.773	4.335.918
8	2	733.773	4.335.915

COORDENADAS LÍNEA DE EVACUACIÓN "BESS IERÓN" (EXTERIOR PLANTA)			
PUNTO	X	Y	Z (msnm)
1	733.779	4.335.902	412
2	733.779	4.335.903	412
3	733.767	4.335.908	414
4	733.767	4.335.914	414
5	733.765	4.335.916	415
6	733.764	4.335.916	415
7	733.769	4.335.916	414
8	733.769	4.335.916	414

COORDENADAS VALLADO PERIMETRAL			
PUNTO	X	Y	Z (msnm)
1	733.753	4.335.827	412
2	733.718	4.335.875	417
3	733.718	4.335.902	418
4	733.795	4.335.902	409
5	733.795	4.335.827	407





REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	REALIZADO	REVISADO	APROBADO
01	11/02/26	PRIMERA EMISIÓN	MVR	JMCM	ORB

TITULAR Y PROMOTOR: frv

INGENIERÍA: Magtel INNOVATION & TECHNOLOGY

AUTOR DEL PROYECTO:
Óscar Reyes Blanco
Graduado Ing. Electrica Nº Col.: 12.188

TÍTULO DEL PROYECTO:
PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO DE HIBRIDACIÓN DE LA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA ''IERÓN'' MEDIANTE LA INSTALACIÓN DE 11MW DE BATERÍAS EN EL T.M. DE MONTÁNCHEZ (CÁCERES)

FECHA: FEBRERO 2026

ESCALA: 1 : 600 | UNIDADES: m

FORMATO UNE A-3

PLANO: IMPLANTACIÓN

NÚMERO DE PLANO: 3

FICHERO DIGITAL: BES-IER-MAGOP-PEJ-PLA-0003.dwg

HOJA: 8 de 11



COORDENADAS LÍNEA DE COMUNICACIONES "BESS IERÓN" (EXTERIOR PLANTA)

PUNTO	X	Y	Z (msnm)
1	733.779	4.335.902	412
2	733.779	4.335.903	412
3	733.767	4.335.908	414
4	733.685	4.335.908	419
5	733.684	4.335.908	419
6	733.684	4.335.909	419

REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	REALIZADO	REVISADO	APROBADO
01	11/02/26	PRIMERA EMISIÓN	MVR	JMCM	ORB

TITULAR Y PROMOTOR: frv

INGENIERÍA: Magtel INNOVATION & TECHNOLOGY

AUTOR DEL PROYECTO:
Óscar Reyes Blanco
Graduado Ing. Electrica Nº Col.: 12.188

TÍTULO DEL PROYECTO:
PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO DE HIBRIDACIÓN DE LA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA ''IERÓN'' MEDIANTE LA INSTALACIÓN DE 11MW DE BATERÍAS EN EL T.M. DE MONTÁNCHEZ (CÁCERES)

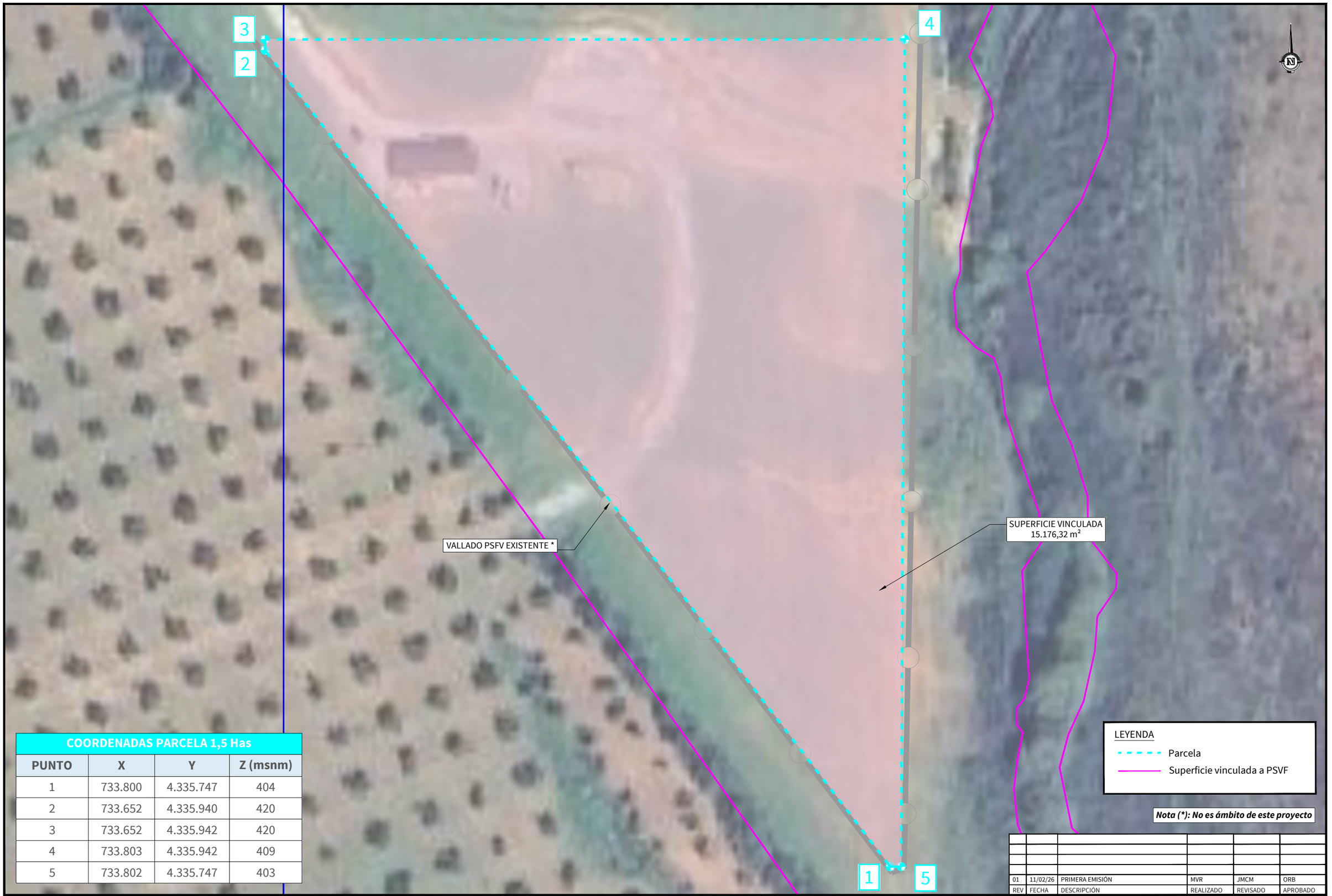
FECHA: FEBRERO 2026

ESCALA: 1 : 600 | FORMATO UNE A-3 | UNIDADES: m

PLANO: IMPLANTACIÓN

NÚMERO DE PLANO: 3

FICHERO DIGITAL: BES-IER-MAGOP-PEJ-PLA-0003.dwg



COORDENADAS PARCELA 1,5 Has			
PUNTO	X	Y	Z (msnm)
1	733.800	4.335.747	404
2	733.652	4.335.940	420
3	733.652	4.335.942	420
4	733.803	4.335.942	409
5	733.802	4.335.747	403

REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	REALIZADO	REVISADO	APROBADO
01	11/02/26	PRIMERA EMISIÓN	MVR	JMCM	ORB

TITULAR Y PROMOTOR: frv

INGENIERÍA: Magtel INNOVATION & TECHNOLOGY

AUTOR DEL PROYECTO:
Óscar Reyes Blanco
Graduado Ing. Électrica Nº Col.: 12.188

TÍTULO DEL PROYECTO:
PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO DE HIBRIDACIÓN DE LA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA ''IERÓN'' MEDIANTE LA INSTALACIÓN DE 11MW DE BATERÍAS EN EL T.M. DE MONTÁNCHEZ (CÁCERES)

FECHA: FEBRERO 2026

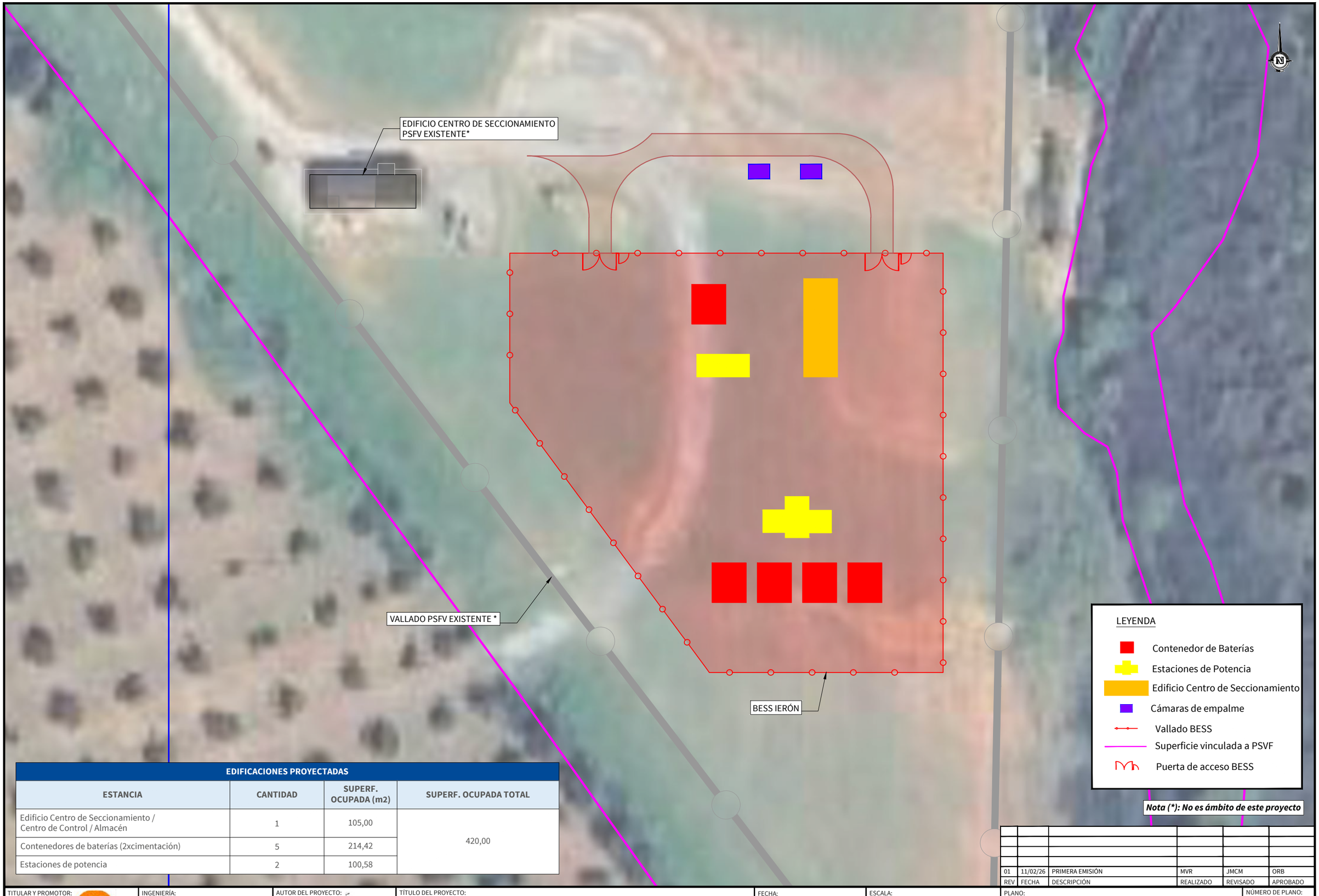
ESCALA: 1 : 800 m
FORMATO UNE A-3 UNIDADES

PLANO: IMPLANTACIÓN SUPERFICIE VINCULADA AL PROYECTO

NÚMERO DE PLANO: 3

FICHERO DIGITAL: BES-IER-MAGOP-PEJ-PLA-0003.dwg

HOJA: 10 de 11



EDIFICACIONES PROYECTADAS

ESTANCIA	CANTIDAD	SUPERF. OCUPADA (m2)	SUPERF. OCUPADA TOTAL
Edificio Centro de Seccionamiento / Centro de Control / Almacén	1	105,00	420,00
Contenedores de baterías (2xcimentación)	5	214,42	
Estaciones de potencia	2	100,58	

Nota (*): No es ámbito de este proyecto

REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	REALIZADO	REVISADO	APROBADO
01	11/02/26	PRIMERA EMISIÓN	MVR	JMCM	ORB

TITULAR Y PROMOTOR: frv

INGENIERÍA: Magtel INNOVATION & TECHNOLOGY

AUTOR DEL PROYECTO:
Óscar Reyes Blanco
Graduado Ing. Electrica Nº Col.: 12.188

TÍTULO DEL PROYECTO:
PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO DE HIBRIDACIÓN DE LA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA ''IERÓN'' MEDIANTE LA INSTALACIÓN DE 11MW DE BATERÍAS EN EL T.M. DE MONTÁNCHEZ (CÁCERES)

FECHA: FEBRERO 2026

ESCALA: 1 : 800 | FORMATO UNE A-3 | UNIDADES: m

PLANO: IMPLANTACIÓN SUPERFICIES EDIFICACIONES PROYECTADAS

NÚMERO DE PLANO: 3

FICHERO DIGITAL: BES-IER-MAGOP-PEJ-PLA-0003.dwg

HOJA: 11 de 11



REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	REALIZADO	REVISADO	APROBADO
01	11/02/26	PRIMERA EMISIÓN	MVR	JMCM	ORB

TITULAR Y PROMOTOR: frv

INGENIERÍA: Magtel INNOVATION & TECHNOLOGY

AUTOR DEL PROYECTO:
Óscar Reyes BlancoGraduado Ing. Électrica
Graduado Ing. Electrica Nº Col.: 12.188
Nº Col.: 12.188

TÍTULO DEL PROYECTO:
PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO DE HIBRIDACIÓN DE LA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA ''IERÓN'' MEDIANTE LA INSTALACIÓN DE 11MW DE BATERÍAS EN EL T.M. DE MONTÁNCHEZ (CÁCERES)

FECHA: FEBRERO 2026

ESCALA: 1 : 6.000 m
FORMATO UNE A-3 UNIDADES

PLANO: ORTOFOTO CATASTRAL

NÚMERO DE PLANO: 4

FICHERO DIGITAL: BES-IER-MAGOP-PEJ-PLA-0004.dwg

HOJA: 1 de 2

PLANTA "BESS IERÓN"							
POL	PARC	T.M.	REF. CATASTRAL	ÁREA	SUP. TOTAL PARCELA (Ha)	SUP. OCUPADA (Ha)	% OCUPACION S/PARC CAT
30	11	Montánchez	10129A030000110000LL	Vallado BESS	29,75	0,49	1,657%
30	11	Montánchez	10129A030000110000LL	Taludes		0,09	0,308%
SUBTOTAL					**29,75**	**0,58**	**1,965%**

LÍNEA SUBTERRANEA 30 kV DE EVACUACIÓN "BESS IERÓN" (EXTERIOR PLANTA)						
POL	PARC	T.M.	REF. CATASTRAL	SUP. TOTAL PARCELA (Ha)	SUP. OCUPADA m2	% OCUPACION S/PARC CAT
30	11	Montánchez	10129A030000110000LL	29,75	14,85	0,005%
SUBTOTAL				**29,75**	**14,85**	0,005%

ACCESO PLANTA "BESS IERÓN"						
POL	PARC	T.M.	REF. CATASTRAL	SUP. TOTAL PARCELA (Ha)	SUP. OCUPADA m2	% OCUPACION S/PARC CAT
30	11	Montánchez	10129A030000110000LL	29,75	445,83	0,150%
SUBTOTAL				**29,75**	**445,83**	**0,150%**

CÁMARAS DE EMPALME "BESS IERÓN"						
POL	PARC	T.M.	REF. CATASTRAL	SUP. TOTAL PARCELA (Ha)	SUP. OCUPADA m2	% OCUPACION S/PARC CAT
30	11	Montánchez	10129A030000110000LL	29,75	26,65	0,009%
SUBTOTAL				**29,75**	**26,65**	**0,009%**

LÍNEA SUBTERRÁNEA DE COMUNICACIONES "BESS IERÓN" (EXTERIOR PLANTA)						
POL	PARC	T.M.	REF. CATASTRAL	SUP. TOTAL PARCELA (Ha)	SUP. OCUPADA m2	% OCUPACION S/PARC CAT
30	11	Montánchez	10129A030000110000LL	29,75	32,17	0,011%
SUBTOTAL				**29,75**	**32,17**	**0,011%**

REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	REALIZADO	REVISADO	APROBADO
01	11/02/26	PRIMERA EMISIÓN	MVR	JMCM	ORB

TITULAR Y PROMOTOR: frv

INGENIERÍA: Magtel INNOVATION & TECHNOLOGY

AUTOR DEL PROYECTO:
Óscar Reyes Blanco
Graduado Ing. Électrica Nº Col.: 12.188

TÍTULO DEL PROYECTO:
PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO DE HIBRIDACIÓN DE LA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "IERÓN" MEDIANTE LA INSTALACIÓN DE 11MW DE BATERÍAS EN EL T.M. DE MONTÁNCHEZ (CÁCERES)

FECHA: FEBRERO 2026

ESCALA: S/E
FORMATO UNE A-3

UNIDADES: m

PLANO: ORTOFOTO CATASTRAL

NÚMERO DE PLANO: 4

FICHERO DIGITAL: BES-IER-MAGOP-PEJ-PLA-0004.dwg

PSFV IERÓN *

VALLADO EXISTENTE PSFV*

867.66

EDIFICIO CENTRO DE SECCIONAMIENTO PSFV EXISTENTE*

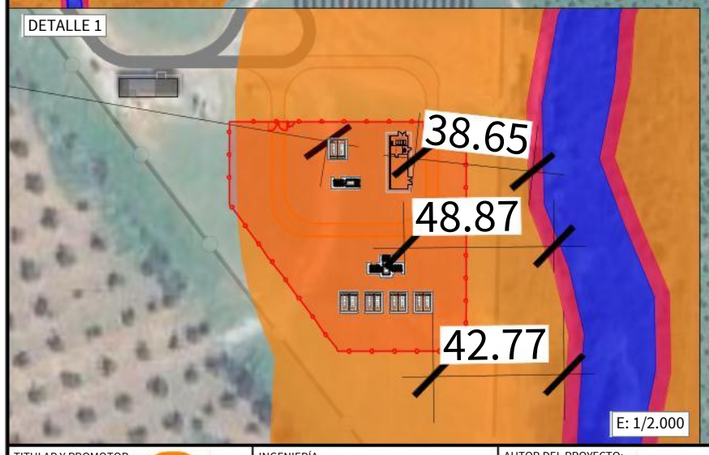
38.65

48.87

42.77

BESS IERÓN

DETALLE 1



LEYENDA

- Cauces (DPH)
- Servidumbre cauces (5 m.)
- Zona Policía (100 m.)
- Línde catastral
- Vallado BESS
- Vial nuevo interior BESS
- Vial nuevo exterior a BESS
- Vial existente interior PSFV
- Puerta Acceso PSFV
- Puerta de acceso BESS
- Centro de Seccionamiento BESS
- Estación de potencia
- Módulos de baterias

Nota (*): No es ámbito de este proyecto

REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	REALIZADO	REVISADO	APROBADO
01	11/02/26	PRIMERA EMISIÓN	MVR	JMCM	ORB

TITULAR Y PROMOTOR: frv

INGENIERÍA: Magtel INNOVATION & TECHNOLOGY

AUTOR DEL PROYECTO:
Óscar Reyes Blanco
Graduado Ing. Électrica Nº Col.: 12.188

TÍTULO DEL PROYECTO:
PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO DE HIBRIDACIÓN DE LA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA ''IERÓN'' MEDIANTE LA INSTALACIÓN DE 11MW DE BATERÍAS EN EL T.M. DE MONTÁNCHEZ (CÁCERES)

FECHA: FEBRERO 2026

ESCALA: 1 : 5.000 — FORMATO UNE A-3

UNIDADES: m

PLANO: DETALLE AFECCIÓN CAUCES E INUNDABILIDAD T500

NÚMERO DE PLANO: 5

FICHERO DIGITAL: BES-IER-MAGOP-PEJ-PLA-0005.dwg

PSFV IERÓN *

VALLADO EXISTENTE PSFV*

EDIFICIO CENTRO DE SECCIONAMIENTO PSFV EXISTENTE*

BESS IERÓN

LEYENDA

- Lámina de Inundabilidad T500
- Vallado BESS
- Vial nuevo interior BESS
- Vial nuevo exterior a BESS
- Vial existente interior PSFV
- Puerta Acceso PSFV
- Puerta de acceso BESS
- Centro de Seccionamiento BESS
- Estación de potencia
- Módulos de baterias

Nota (*): No es ámbito de este proyecto

REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	REALIZADO	REVISADO	APROBADO
01	11/02/26	PRIMERA EMISIÓN	MVR	JMCM	ORB

TITULAR Y PROMOTOR: frv

INGENIERÍA: Magtel INNOVATION & TECHNOLOGY

AUTOR DEL PROYECTO:
Óscar Reyes Blanco
Graduado Ing. Electrica Nº Col.: 12.188

TÍTULO DEL PROYECTO:
PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO DE HIBRIDACIÓN DE LA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA ''IERÓN'' MEDIANTE LA INSTALACIÓN DE 11MW DE BATERÍAS EN EL T.M. DE MONTÁNCHEZ (CÁCERES)

FECHA: FEBRERO 2026

ESCALA: 1 : 5.000 m
FORMATO UNE A-3 UNIDADES

PLANO: DETALLE AFECCIÓN CAUCES E INUNDABILIDAD T500

NÚMERO DE PLANO: 5

FICHERO DIGITAL: BES-IER-MAGOP-PEJ-PLA-0005.dwg

HOJA: 2 de 2

RefX ..\..\75-ARO\751-RFX_DWG\BES_CAV_RFX_001_Depósito de agua.dwg



Nota (*): No es ámbito de este proyecto

REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	REALIZADO	REVISADO	APROBADO
01	11/02/26	PRIMERA EMISIÓN	MVR	JMCM	ORB

TITULAR Y PROMOTOR: frv

INGENIERÍA: Magtel INNOVATION & TECHNOLOGY

AUTOR DEL PROYECTO:
Óscar Reyes Blanco
Graduado Ing. Electrica Nº Col.: 12.188

TÍTULO DEL PROYECTO:
PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO DE HIBRIDACIÓN DE LA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA ''IERÓN'' MEDIANTE LA INSTALACIÓN DE 11MW DE BATERÍAS EN EL T.M. DE MONTÁNCHEZ (CÁCERES)

FECHA: FEBRERO 2026

ESCALA: 1 : 2.000 | FORMATO UNE A-3

UNIDADES: m

PLANO: DISTANCIAS A SUPERFICIE VINCULADA DE PSFV, LINDES Y EDIFICACIONES

NÚMERO DE PLANO: 6

FICHERO DIGITAL: BES-IER-MAGOP-PEJ-PLA-0006.dwg

HOJA: 1 de 1



REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	REALIZADO	REVISADO	APROBADO
01	11/02/26	PRIMERA EMISIÓN	MVR	JMCM	ORB

TITULAR Y PROMOTOR: frv	INGENIERÍA: Magtel INNOVATION & TECHNOLOGY	AUTOR DEL PROYECTO: Óscar Reyes Blanco Graduado Ing. Électrica Nº Col.: 12.188	TÍTULO DEL PROYECTO: PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO DE HIBRIDACIÓN DE LA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA ''IERÓN'' MEDIANTE LA INSTALACIÓN DE 11MW DE BATERÍAS EN EL T.M. DE MONTÁNCHEZ (CÁCERES)	FECHA: FEBRERO 2026	ESCALA: 1 : 8.000 m FORMATO UNE A-3 UNIDADES

PLANO: DETALLE AFECCIÓN CARRETERAS, CAMINOS Y VÍAS PECUARIAS	NÚMERO DE PLANO: 7	
FICHERO DIGITAL: BES-IER-MAGOP-PEJ-PLA-0007.dwg	HOJA: 1 de 1	



Nota (*): No es ámbito de este proyecto

REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	REALIZADO	REVISADO	APROBADO
01	11/02/26	PRIMERA EMISIÓN	MVR	JMCM	ORB

TITULAR Y PROMOTOR: frv	INGENIERÍA: Magtel INNOVATION & TECHNOLOGY	AUTOR DEL PROYECTO: Óscar Reyes Blanco, Graduado Ing. Electrica Nº Col.: 12.188	TÍTULO DEL PROYECTO: PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO DE HIBRIDACIÓN DE LA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA ''IERÓN'' MEDIANTE LA INSTALACIÓN DE 11MW DE BATERÍAS EN EL T.M. DE MONTÁNCHEZ (CÁCERES)	FECHA: FEBRERO 2026	ESCALA: 1 : 10.000 FORMATO UNE A-3 / UNIDADES: m

PLANO: DETALLE AFECCIÓN A LÍNEAS ELÉCTRICAS EXISTENTES	NÚMERO DE PLANO: 8	
FICHERO DIGITAL: BES-IER-MAGOP-PEJ-PLA-0008.dwg	HOJA: 1 de 1	



COORDENADAS DE ACCESO PLANTA "BESS IERÓN" DESDE CARRETERA (ETRS89 HUSO 29)

CARRETERA	PUNTO KILOMETRICO	X	Y
CC-339	1+935	733.931	4.336.659

Nota (*): No es ámbito de este proyecto

REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	REALIZADO	REVISADO	APROBADO
01	11/02/26	PRIMERA EMISIÓN	MVR	JMCM	ORB

TITULAR Y PROMOTOR: frv

INGENIERÍA: Magtel INNOVATION & TECHNOLOGY

AUTOR DEL PROYECTO:
Óscar Reyes Blanco
Graduado Ing. Electrica Nº Col.: 12.188

TÍTULO DEL PROYECTO:
PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO DE HIBRIDACIÓN DE LA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA ''IERÓN'' MEDIANTE LA INSTALACIÓN DE 11MW DE BATERÍAS EN EL T.M. DE MONTÁNCHEZ (CÁCERES)

FECHA: FEBRERO 2026

ESCALA: 1 : 8.000 m
FORMATO UNE A-3 UNIDADES

PLANO: DETALLE ACCESO A LAS INSTALACIONES

NÚMERO DE PLANO: 9

FICHERO DIGITAL: BES-IER-MAGOP-PEJ-PLA-0009.dwg

HOJA: 1 de 2



COORDENADA DE ACCESO PLANTA "BESS IERÓN" (ETRS89 HUSO 29)

ACCESO	TIPO	X	Y	Z (msnm)
1	Puerta BESS Noroeste	733.734	4.335.902	417
2	Puerta BESS Noreste	733.784	4.335.902	412

Nota (*): No es ámbito de este proyecto

REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	REALIZADO	REVISADO	APROBADO
01	11/02/26	PRIMERA EMISIÓN	MVR	JMCM	ORB

TITULAR Y PROMOTOR: frv

INGENIERÍA: Magtel INNOVATION & TECHNOLOGY

AUTOR DEL PROYECTO:
Óscar Reyes Blanco
Graduado Ing. Électrica Nº Col.: 12.188

TÍTULO DEL PROYECTO:
PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO DE HIBRIDACIÓN DE LA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA ''IERÓN'' MEDIANTE LA INSTALACIÓN DE 11MW DE BATERÍAS EN EL T.M. DE MONTÁNCHEZ (CÁCERES)

FECHA: FEBRERO 2026

ESCALA: 1 :4.000 | UNIDADES: m

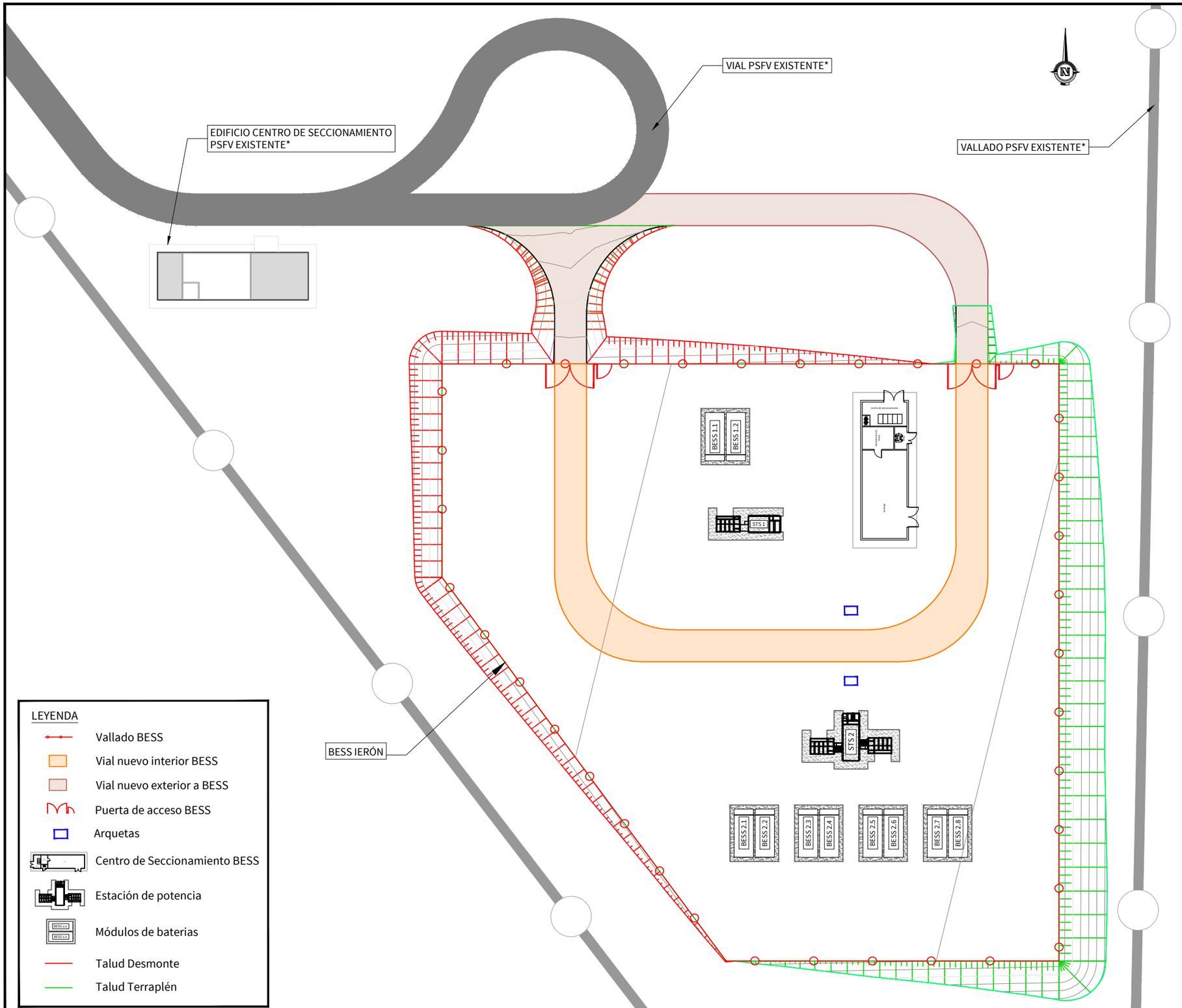
FORMATO UNE A-3

PLANO: DETALLE ACCESO A LAS INSTALACIONES

NÚMERO DE PLANO: 9

FICHERO DIGITAL: BES-IER-MAGOP-PEJ-PLA-0009.dwg

HOJA: 2 de 2



LEYENDA

- Vallado BESS
- Vial nuevo interior BESS
- Vial nuevo exterior a BESS
- Puerta de acceso BESS
- Arquetas
- Centro de Seccionamiento BESS
- Estación de potencia
- Módulos de baterias
- Talud Desmonte
- Talud Terraplén

Nota (*): No es ámbito de este proyecto

CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LA INSTALACIÓN	
Potencia del POI (kW)	13.000
Potencia Total de baterías (KWcc)	15.642
Potencia Total de PCS (KW)	11.000
Potencia Total de Transformador (KW)	12.070
Nº Horas	5,68
Capacidad Total almacenamiento (kWh)	62.500
Nº de contenedores de baterías	10
Potencia total instalada (KWac)	**11.000**
Nº de Estaciones de Potencia (EP)	2
Nº de Convertidores de Potencia (PCS)	3
Nº Contenedores de Baterías / EP	8 y 2
CARACTERÍSTICAS DE LOS CONTENEDORES DE BATERÍAS	
Fabricante	HiTHIUM
Modelo	Power 6,25 MWh 4h
Tipo de célula	LFP
Capacidad por contenedor (kWh)	6.250
C-rate (Carga/Descarga)	C0,25
Nº Módulos de baterías por contenedor	32
Nº Celdas de bterías por módulo	52
Capacidad nominal celda de batería (Ah)	1.175
Voltaje nominal celda de batería (V)	3,2
Potencia contenedor batería (kW) (capacidad x voltaje x ratio descarga)	1.564,16
Rango de tensiones (V)	1040-1500
Dimensiones (mm)	6058x2438x2896
CARACTERÍSTICAS DE LOS CONVERTIDORES DE POTENCIA	
Fabricante	POWER ELECTRONICS
Modelo	FREEMAQ MULTI PCSK FP4390K4 y FREEMAQ MULTI PCSK FP3290K3
Tensión Nominal (V)	690
Rango de tensiones AC (V)	690V ±10%
Nº PCS / Estación de Potencia TWIN SKID COMPACT	2
Nº PCS / Estación de Potencia MV SKID COMPACT	1
Nº Total de PCS FP4390K4	2
Nº Total de PCS FP3290K3	1
Potencia nominal PCS FP4390K4 (kW) (Limitada fábrica)	**4.375**
Potencia nominal PCS FP3290K3 (kW) (Limitada fábrica)	**2.250**
Eficiencia Inversor (%)	98,94
Factor de potencia (cos phi)	0.5 leading … 0.5 lagging
Dimensiones (mm)	3000x2000x2200
CARACTERÍSTICAS DE LAS ESTACIONES DE POTENCIA	
Fabricante	POWER ELECTRONICS
Modelo	TWIN SKID COMPACT 8780 KVA y MV SKID COMPACT 3290 KVA
Nº Total de EP TWIN SKID COMPACT	1
Nº Total de EP MV SKID COMPACT	1
Tensiones Trasformador (V)	690 / 30.000
Potencia Transformador máx. (kW) EP TWIN SKID COMPACT	8.780
Potencia Transformador máx. (kW) EP MV SKID COMPACT	3.290
Configuración	Dy11y11
Refrigeración	ONAN
Dimensiones (mm)	4100x2240x2300

REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	REALIZADO	REVISADO	APROBADO
01	11/02/26	PRIMERA EMISIÓN	CGH	JMCM	ORB

TITULAR Y PROMOTOR: frv

INGENIERÍA: Magtel INNOVATION & TECHNOLOGY

AUTOR DEL PROYECTO:
Óscar Reyes Blanco
Graduado Ing. Electrica Nº Col.: 12.188

TÍTULO DEL PROYECTO:
PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO DE HIBRIDACIÓN DE LA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA ''IERÓN'' MEDIANTE LA INSTALACIÓN DE 11MW DE BATERÍAS EN EL T.M. DE MONTÁNCHEZ (CÁCERES)

FECHA: FEBRERO 2026

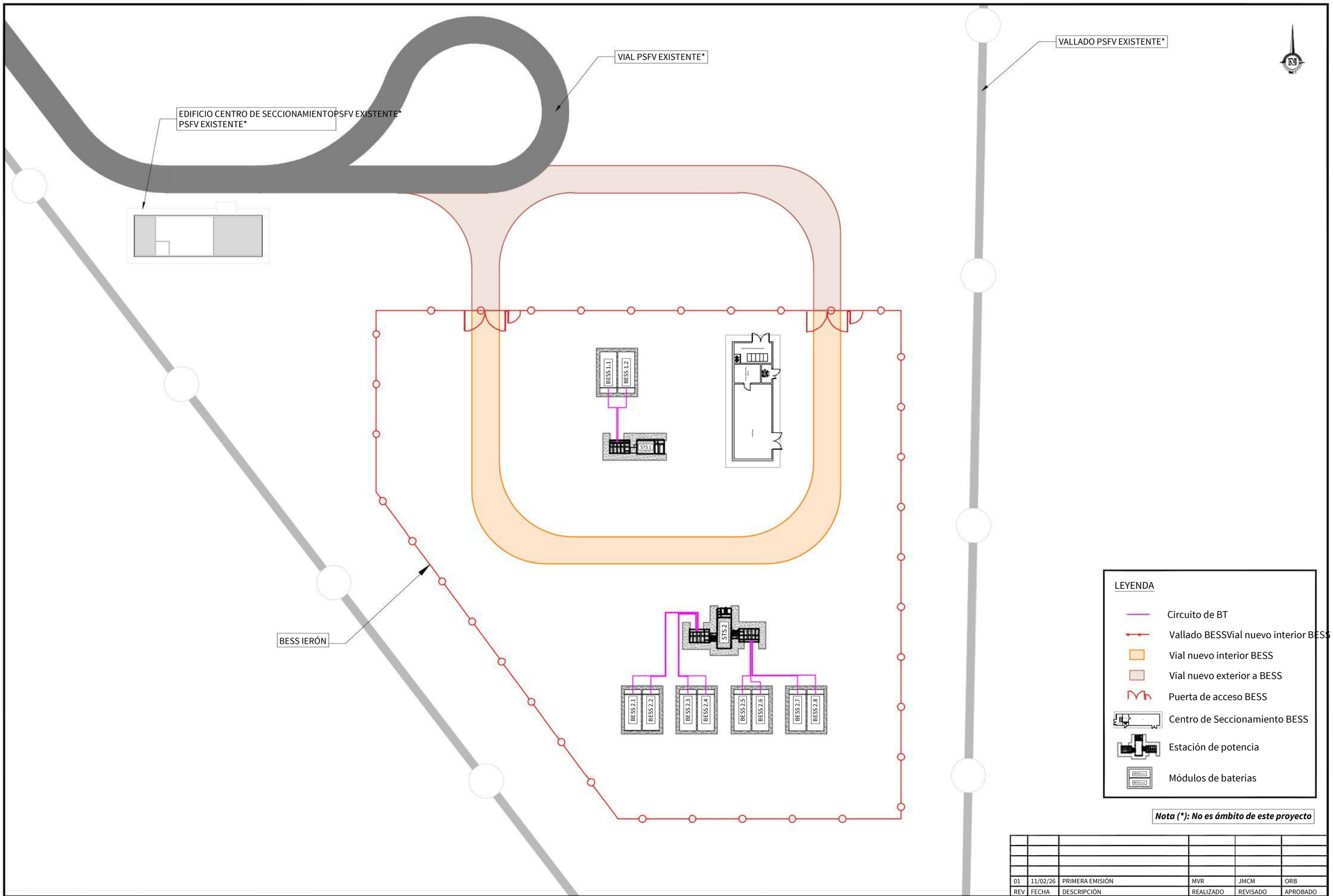
ESCALA: 1 : 500 m
FORMATO UNE A-3 UNIDADES

PLANO: LAYOUT

NÚMERO DE PLANO: 10

FICHERO DIGITAL: BES-IER-MAGOP-PEJ-PLA-0010.dwg

HOJA: 1 de 1

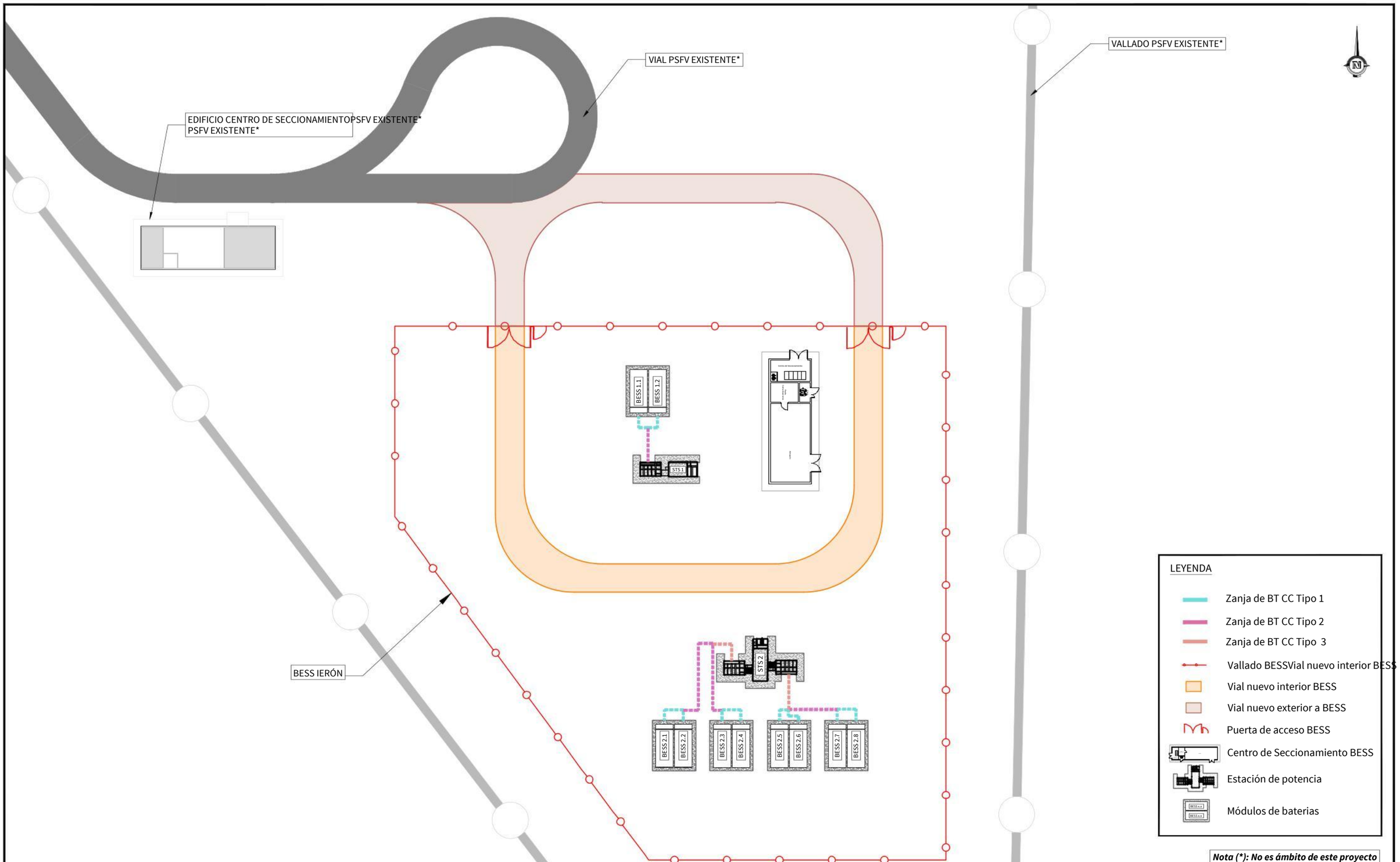


Nota (*): No es ámbito de este proyecto

REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	REALIZADO	REVISADO	APROBADO
01	11/02/26	PRIMERA EMISIÓN	MVR	JMCM	ORB

TITULAR Y PROMOTOR: frv	INGENIERÍA: Magtel INNOVATION & TECHNOLOGY	AUTOR DEL PROYECTO: Óscar Reyes BlancoGraduado Ing. Eléctrica Nº Col.: 12.188	TÍTULO DEL PROYECTO: PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO DE HIBRIDACIÓN DE LA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA ''IERÓN'' MEDIANTE LA INSTALACIÓN DE 11MW DE BATERÍAS EN EL T.M. DE MONTÁNCHEZ (CÁCERES)	FECHA: FEBRERO 2026	ESCALA: 1 : 500 m FORMATO UNE A-3 UNIDADES

PLANO: TRAZADO CIRCUITOS DE BAJA TENSIÓN	NÚMERO DE PLANO: 11	
FICHERO DIGITAL: BES-IER-MAGOP-PEJ-PLA-0011.dwg	HOJA: 1 de 2	

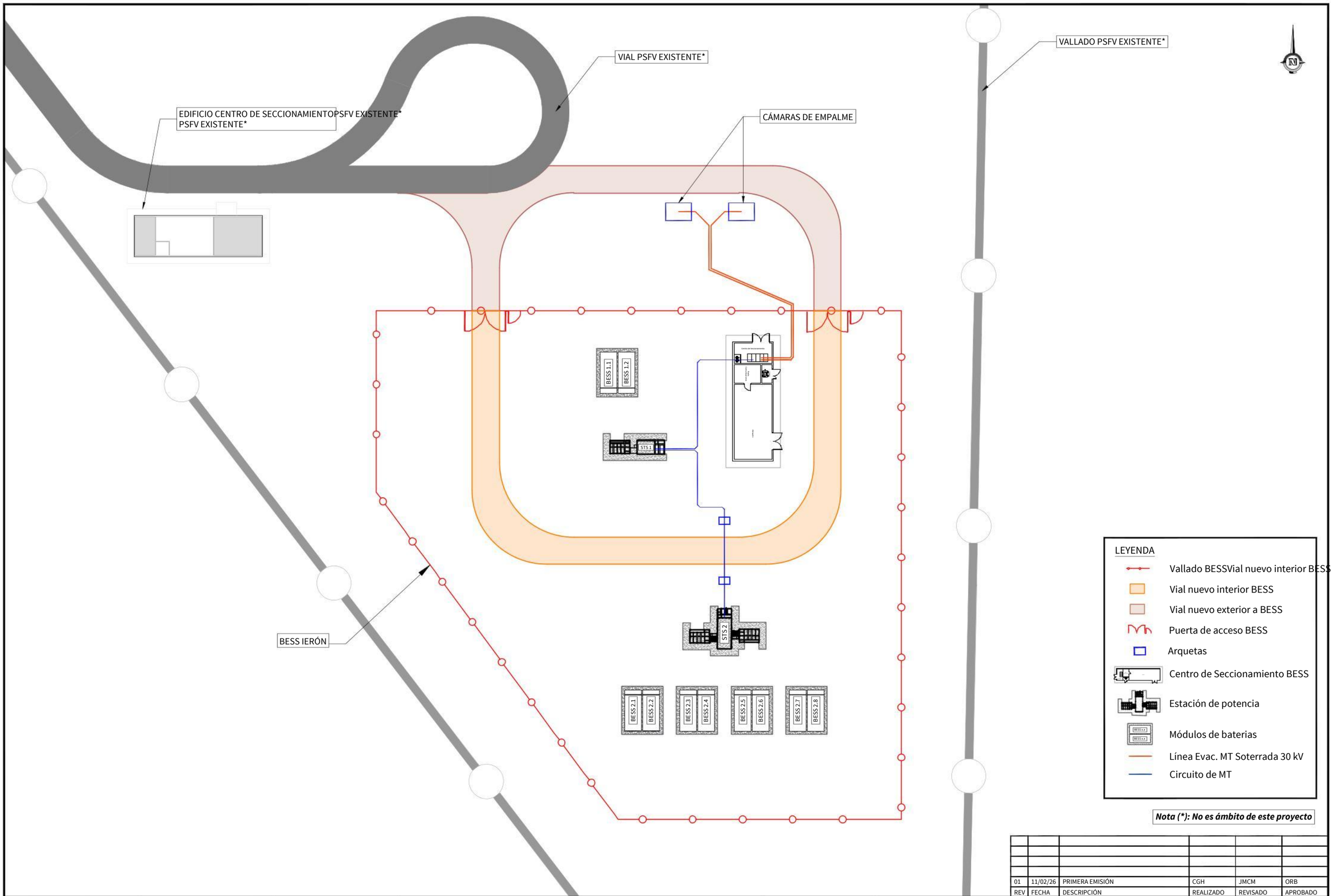


Nota (*): No es ámbito de este proyecto

REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	REALIZADO	REVISADO	APROBADO
01	11/02/26	PRIMERA EMISIÓN	MVR	JMCM	ORB

TITULAR Y PROMOTOR: frv	INGENIERÍA: Magtel INNOVATION & TECHNOLOGY	AUTOR DEL PROYECTO: Óscar Reyes BlancoGraduado Ing. Électrica Graduado Ing. Electrica Nº Col.: 12.188 Nº Col.: 12.188	TÍTULO DEL PROYECTO: PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO DE HIBRIDACIÓN DE LA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA ''IERÓN'' MEDIANTE LA INSTALACIÓN DE 11MW DE BATERÍAS EN EL T.M. DE MONTÁNCHEZ (CÁCERES)	FECHA: FEBRERO 2026	ESCALA: 1 : 500 m FORMATO UNE A-3 UNIDADES

PLANO: TRAZADO CIRCUITOS DE BAJA TENSIÓN	NÚMERO DE PLANO: 11	
FICHERO DIGITAL: BES-IER-MAGOP-PEJ-PLA-0011.dwg	HOJA: 2 de 2	

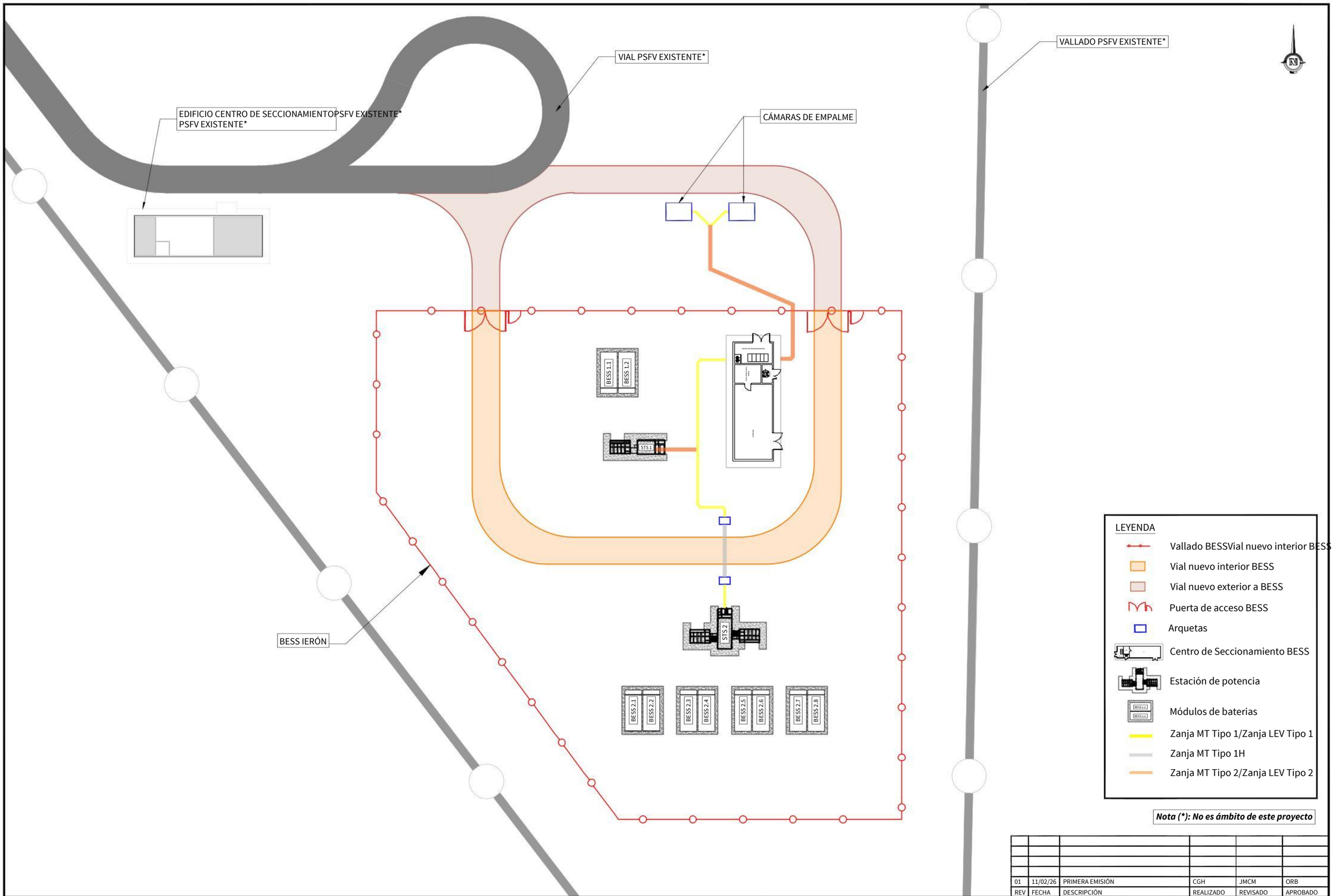


Nota (*): No es ámbito de este proyecto

REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	REALIZADO	REVISADO	APROBADO
01	11/02/26	PRIMERA EMISIÓN	CGH	JMCM	ORB

TITULAR Y PROMOTOR: frv	INGENIERÍA: Magtel INNOVATION & TECHNOLOGY	AUTOR DEL PROYECTO: Óscar Reyes BlancoGraduado Ing. Électrica Nº Col.: 12.188	TÍTULO DEL PROYECTO: PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO DE HIBRIDACIÓN DE LA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "IERÓN" MEDIANTE LA INSTALACIÓN DE 11MW DE BATERÍAS EN EL T.M. DE MONTÁNCHEZ (CÁCERES)	FECHA: FEBRERO 2026	ESCALA: 1 : 500 m FORMATO UNE A-3 UNIDADES

PLANO: TRAZADO CIRCUITOS DE MEDIA TENSIÓN CABLEADO	NÚMERO DE PLANO: 12	
FICHERO DIGITAL: BES-IER-MAGOP-PEJ-PLA-0012.dwg	HOJA: 1 de 2	

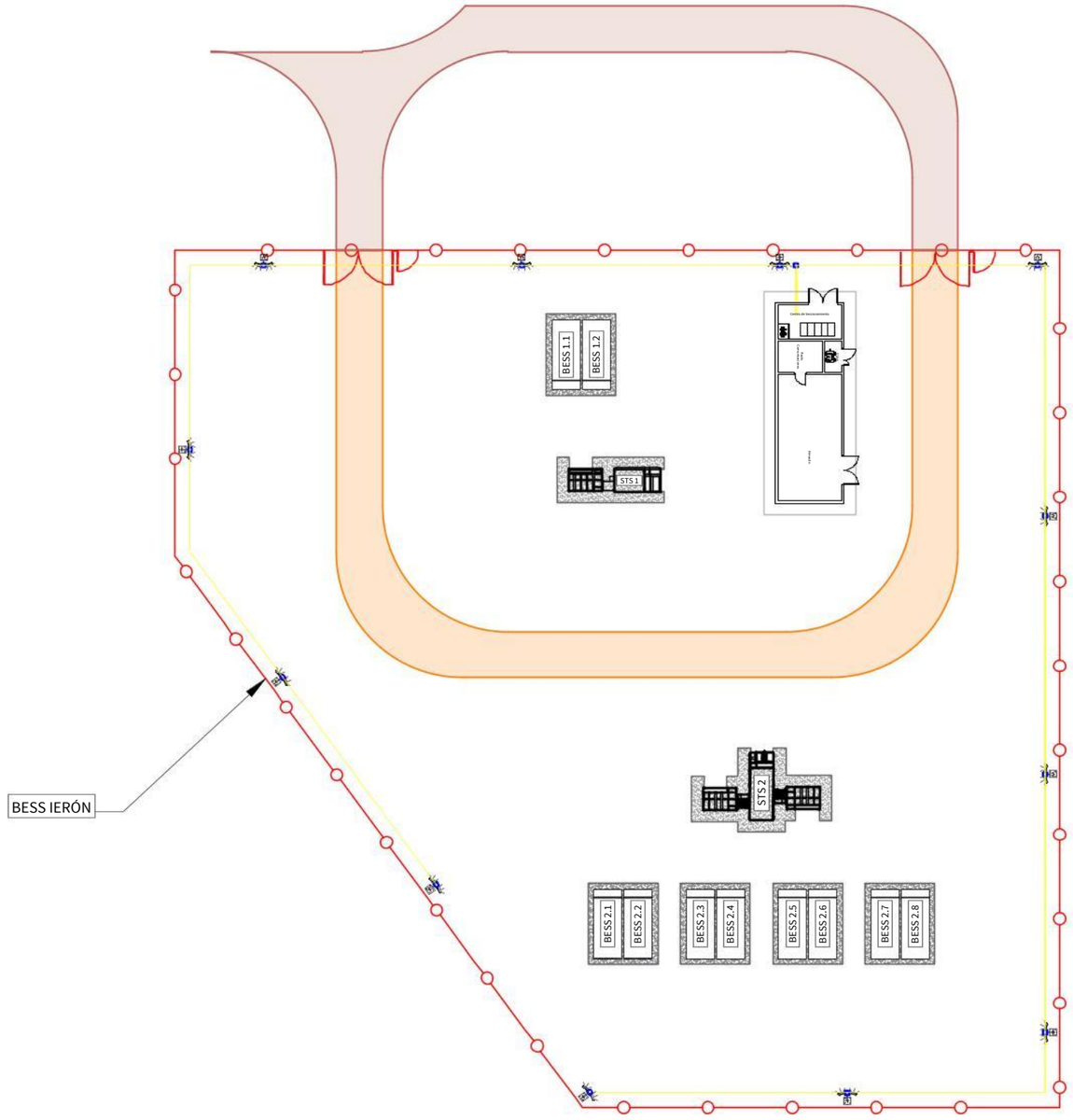


Nota (*): No es ámbito de este proyecto

REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	REALIZADO	REVISADO	APROBADO
01	11/02/26	PRIMERA EMISIÓN	CGH	JMCM	ORB

TITULAR Y PROMOTOR: frv	INGENIERÍA: Magtel INNOVATION & TECHNOLOGY	AUTOR DEL PROYECTO: Óscar Reyes BlancoGraduado Ing. Électrica Nº Col.: 12.188	TÍTULO DEL PROYECTO: PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO DE HIBRIDACIÓN DE LA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA ''IERÓN'' MEDIANTE LA INSTALACIÓN DE 11MW DE BATERÍAS EN EL T.M. DE MONTÁNCHEZ (CÁCERES)	FECHA: FEBRERO 2026	ESCALA: 1 : 500 m; FORMATO UNE A-3 UNIDADES

PLANO: TRAZADO CIRCUITOS DE MEDIA TENSIÓN CANALIZACIONES	NÚMERO DE PLANO: 12	
FICHERO DIGITAL: BES-IER-MAGOP-PEJ-PLA-0012.dwg	HOJA: 2 de 2	



LEYENDA

- Circuito de Iluminación
- Báculo Doble
- Vallado BESS
- Vial nuevo interior BESS
- Vial nuevo exterior BESS
- Puerta de acceso
- Centro de Seccionamiento BESS
- Estación de potencia
- Módulos de baterias

REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	REALIZADO	REVISADO	APROBADO
01	11/02/26	PRIMERA EMISIÓN	MVR	JMCM	ORB

TITULAR Y PROMOTOR: frv

INGENIERÍA: Magtel INNOVATION & TECHNOLOGY

AUTOR DEL PROYECTO:
Óscar Reyes BlancoGraduado Ing. Électrica
Graduado Ing. Electrica Nº Col.: 12.188
Nº Col.: 12.188

TÍTULO DEL PROYECTO:
PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO DE HIBRIDACIÓN DE LA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA ''IERÓN'' MEDIANTE LA INSTALACIÓN DE 11MW DE BATERÍAS EN EL T.M. DE MONTÁNCHEZ (CÁCERES)

FECHA: FEBRERO 2026

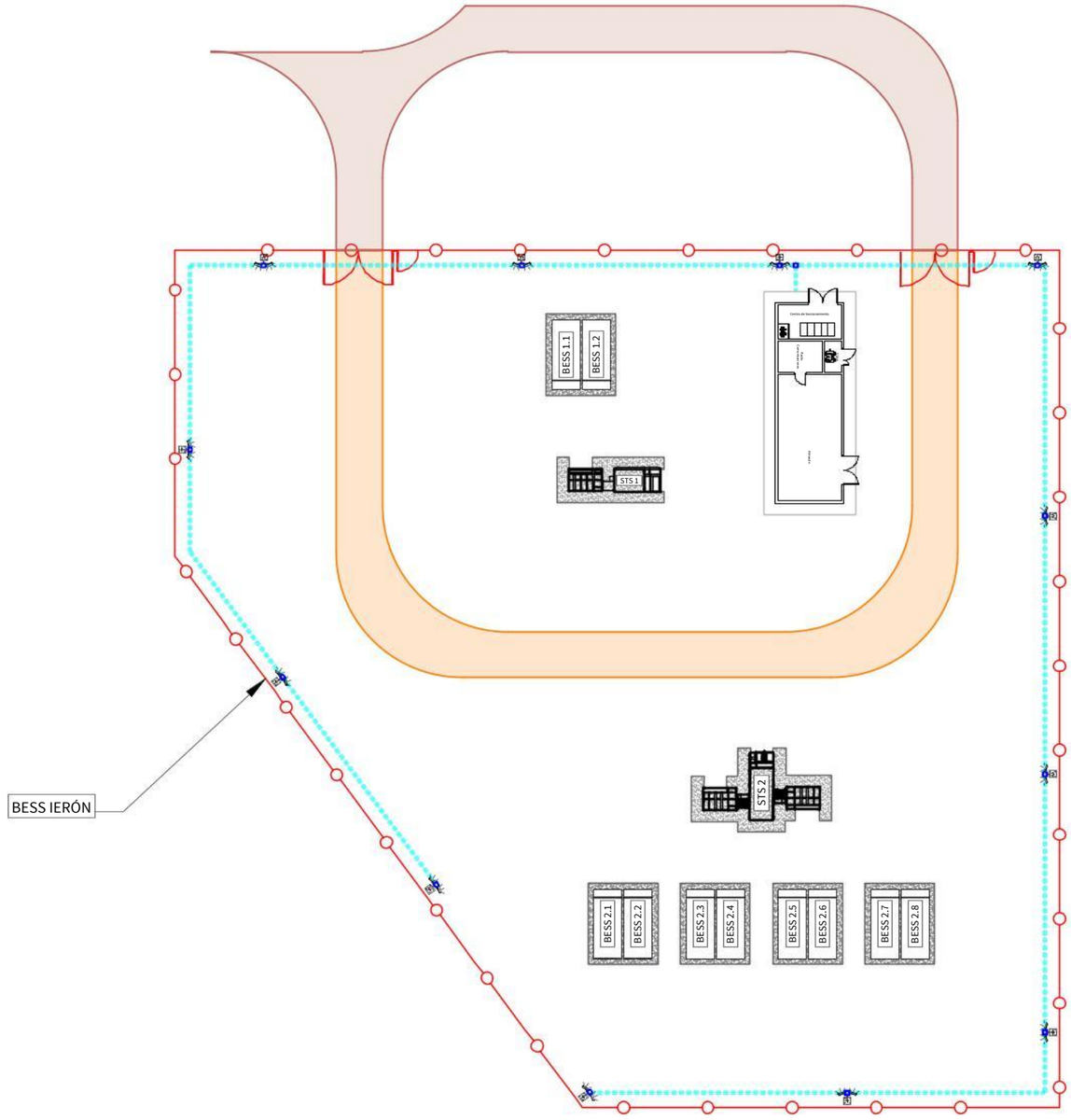
ESCALA: 1 : 500 m
FORMATO UNE A-3 UNIDADES

PLANO: SISTEAM DE ILUMINACIÓN PERIMETRAL

NÚMERO DE PLANO: 13

FICHERO DIGITAL: BES-IER-MAGOP-PEJ-PLA-0013.dwg

HOJA: 1 de 2



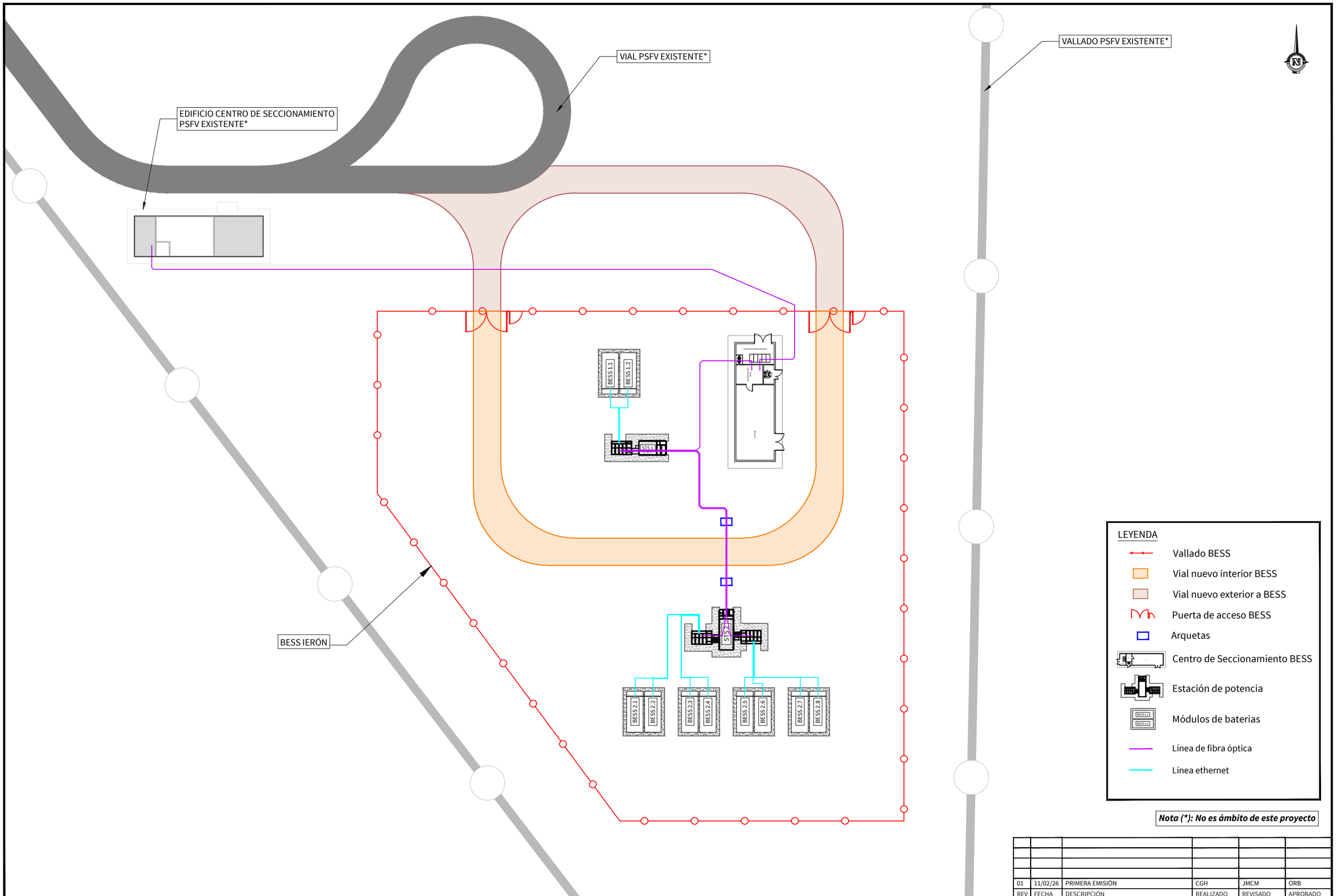
LEYENDA

- Zanja SSAA
- Báculo Doble
- Vallado BESS
- Vial nuevo interior BESS
- Vial nuevo exterior BESS
- Puerta de acceso
- Centro de Seccionamiento BESS
- Estación de potencia
- Módulos de baterias

REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	REALIZADO	REVISADO	APROBADO
01	11/02/26	PRIMERA EMISIÓN	MVR	JMCM	ORB

TITULAR Y PROMOTOR: frv	INGENIERÍA: Magtel INNOVATION & TECHNOLOGY	AUTOR DEL PROYECTO: Óscar Reyes Blanco Graduado Ing. Eléctrica Nº Col.: 12.188 / Graduado Ing. Eléctrica Nº Col.: 12.188	TÍTULO DEL PROYECTO: PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO DE HIBRIDACIÓN DE LA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA ''IERÓN'' MEDIANTE LA INSTALACIÓN DE 11MW DE BATERÍAS EN EL T.M. DE MONTÁNCHEZ (CÁCERES)	FECHA: FEBRERO 2026	ESCALA: 1 : 500 m / FORMATO UNE A-3 UNIDADES

PLANO:	NÚMERO DE PLANO:
SISTEAM DE ILUMINACIÓN PERIMETRAL	13
FICHERO DIGITAL: BES-IER-MAGOP-PEJ-PLA-0013.dwg	HOJA: 2 de 2



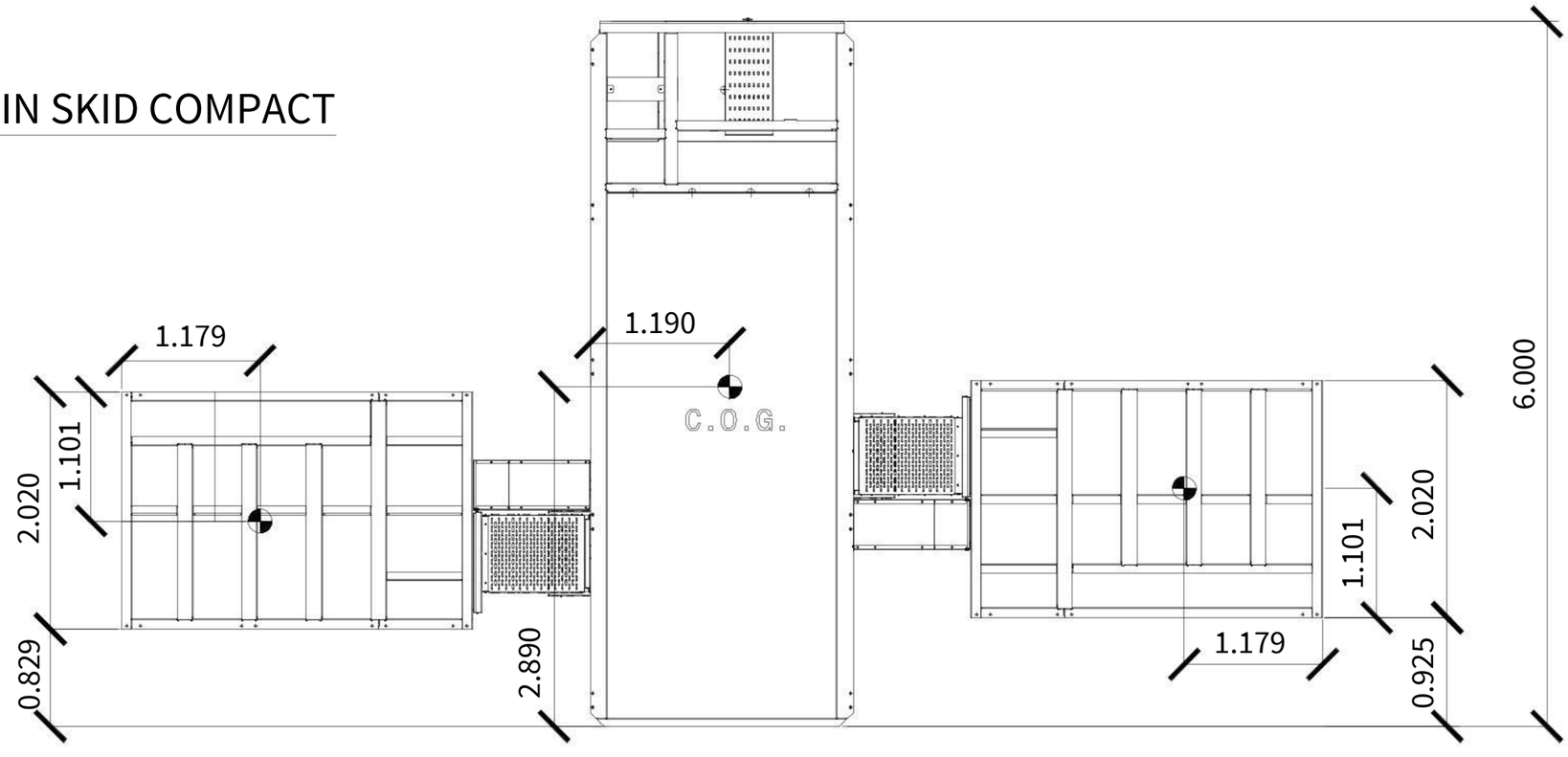
Nota (*): No es ámbito de este proyecto

REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	REALIZADO	REVISADO	APROBADO
01	11/02/26	PRIMERA EMISIÓN	CGH	JMCM	ORB

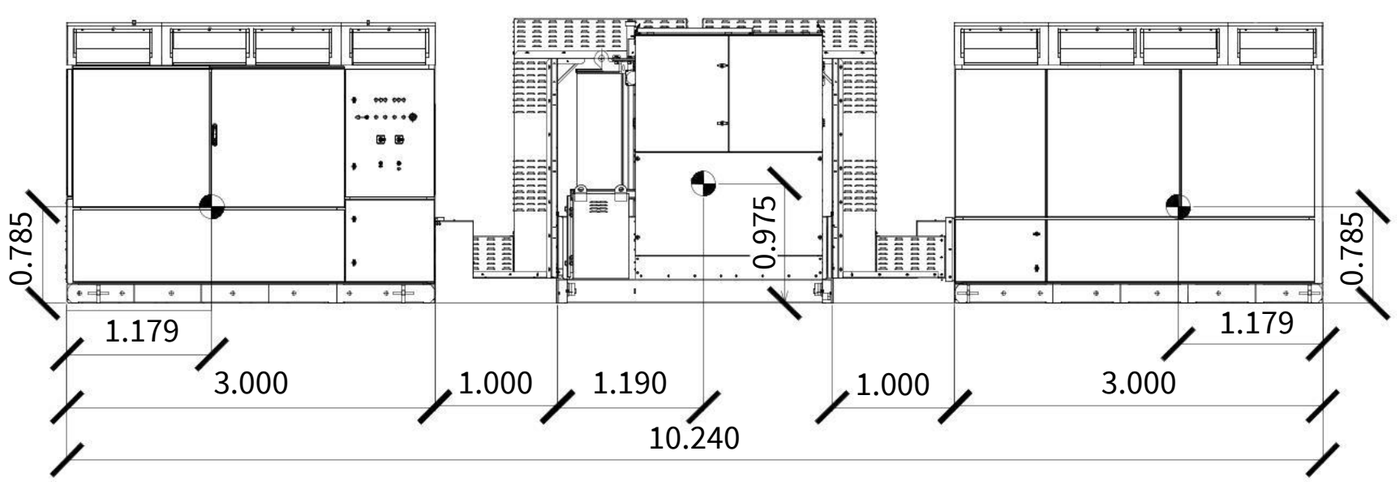
TITULAR Y PROMOTOR: frv	INGENIERÍA: Magtel INNOVATION & TECHNOLOGY	AUTOR DEL PROYECTO: Óscar Reyes Blanco, Graduado Ing. Electrica Nº Col.: 12.188	TÍTULO DEL PROYECTO: PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO DE HIBRIDACIÓN DE LA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA ''IERÓN'' MEDIANTE LA INSTALACIÓN DE 11MW DE BATERÍAS EN EL T.M. DE MONTÁNCHEZ (CÁCERES)	FECHA: FEBRERO 2026	ESCALA: 1 : 500 m; FORMATO UNE A-3; UNIDADES

PLANO: TRAZADO DE RED DE COMUNICACIONES	NÚMERO DE PLANO: 14		
FICHERO DIGITAL: BES-IER-MAGOP-PEJ-PLA-0014.dwg	HOJA: 1 de 1		

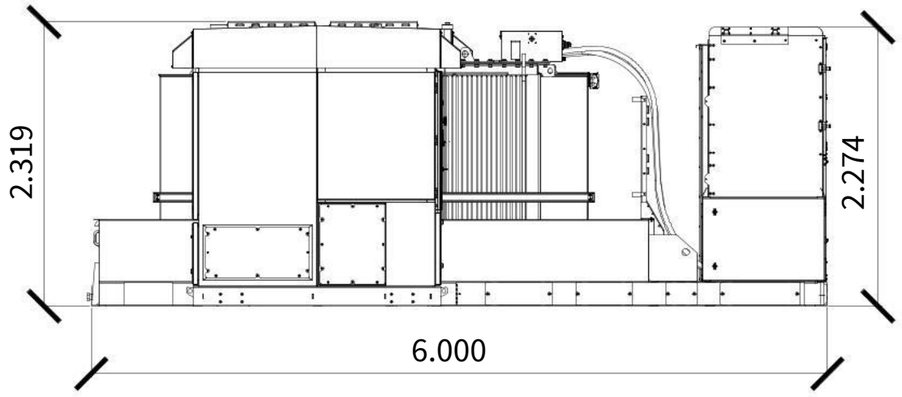
TWIN SKID COMPACT



VISTA INFERIOR



VISTA FRONTAL



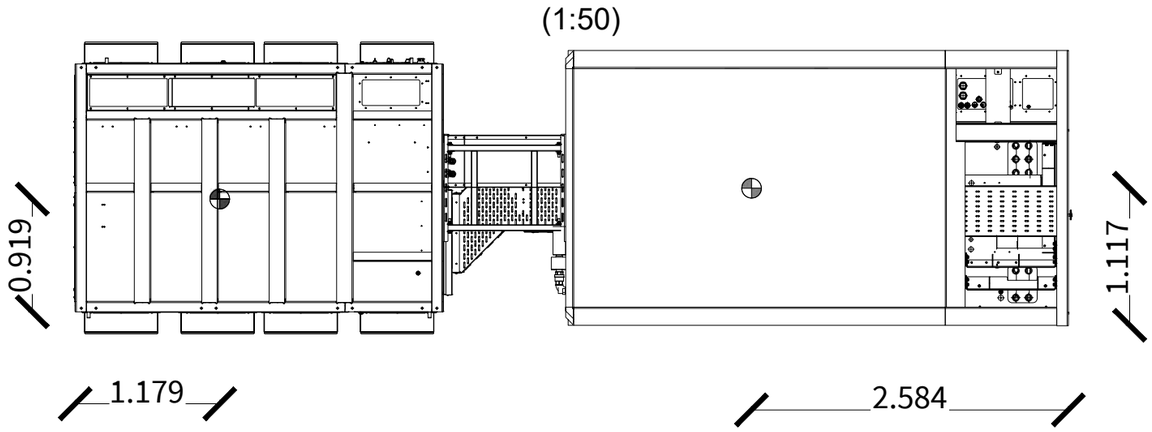
VISTA LATERAL

REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	REALIZADO	REVISADO	APROBADO
01	11/02/26	PRIMERA EMISIÓN	MVR	JMCM	ORB

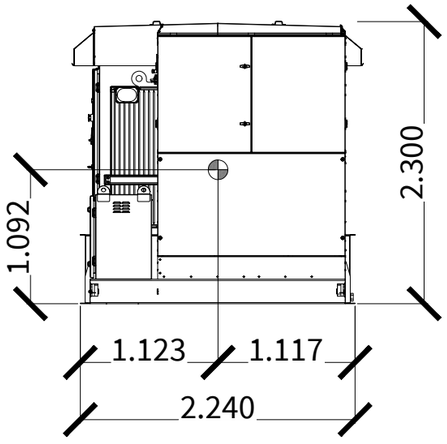
TITULAR Y PROMOTOR:	frv
INGENIERÍA:	Magtel INNOVATION & TECHNOLOGY
AUTOR DEL PROYECTO:	Óscar Reyes BlancoGraduado Ing. Électrica Graduado Ing. Électrica Nº Col.: 12.188
TÍTULO DEL PROYECTO:	PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO DE HIBRIDACIÓN DE LA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA ''IERÓN'' MEDIANTE LA INSTALACIÓN DE 11MW DE BATERÍAS EN EL T.M. DE MONTÁNCHEZ (CÁCERES)
FECHA:	FEBRERO 2026
ESCALA:	1 : 50 m
FORMATO UNE A-3	UNIDADES
PLANO:	DETALLE ESTACIÓN DE POTENCIA
NÚMERO DE PLANO:	15
FICHERO DIGITAL:	BES-IER-MAGOP-PEJ-PLA-0015.dwg
HOJA:	1 de 2

MV SKID COMPACT

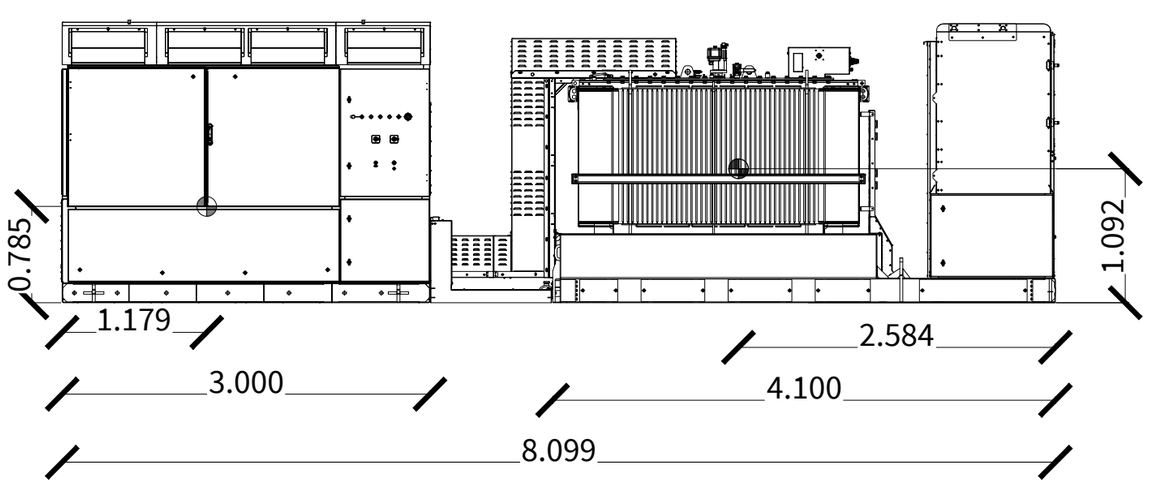
(1:50)



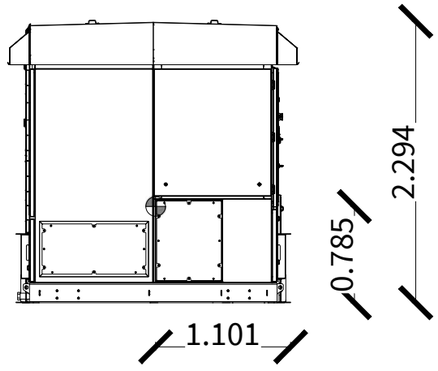
VISTA INFERIOR



VISTA LATERAL DERECHA



VISTA FRONTAL

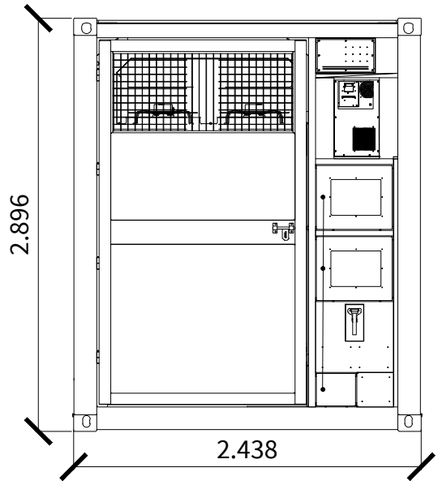


VISTA LATERAL IZQUIERDA

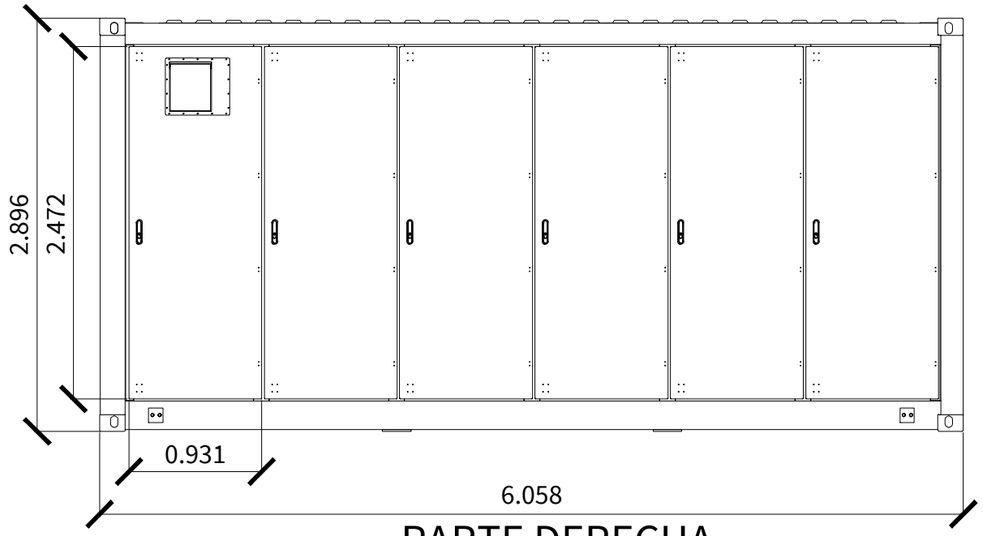
REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	REALIZADO	REVISADO	APROBADO
01	11/02/26	PRIMERA EMISIÓN	MVR	JMCM	ORB

TITULAR Y PROMOTOR: frv	INGENIERÍA: Magtel INNOVATION & TECHNOLOGY	AUTOR DEL PROYECTO: Óscar Reyes Blanco, Graduado Ing. Électrica Nº Col.: 12.188	TÍTULO DEL PROYECTO: PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO DE HIBRIDACIÓN DE LA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA ''IERÓN'' MEDIANTE LA INSTALACIÓN DE 11MW DE BATERÍAS EN EL T.M. DE MONTÁNCHEZ (CÁCERES)	FECHA: FEBRERO 2026

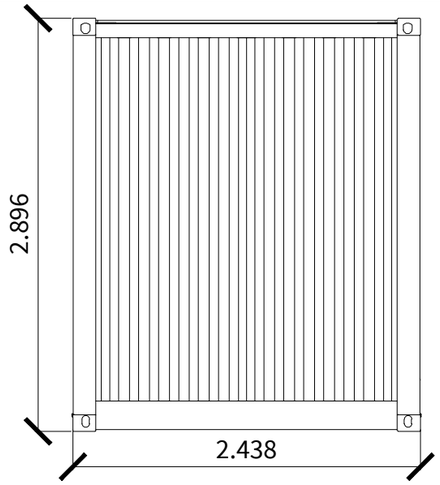
ESCALA: 1 : 50	m	PLANO: DETALLE ESTACIÓN DE POTENCIA	NÚMERO DE PLANO: 15
FORMATO UNE A-3	UNIDADES	FICHERO DIGITAL: BES-IER-MAGOP-PEJ-PLA-0015.dwg	HOJA: 2 de 2



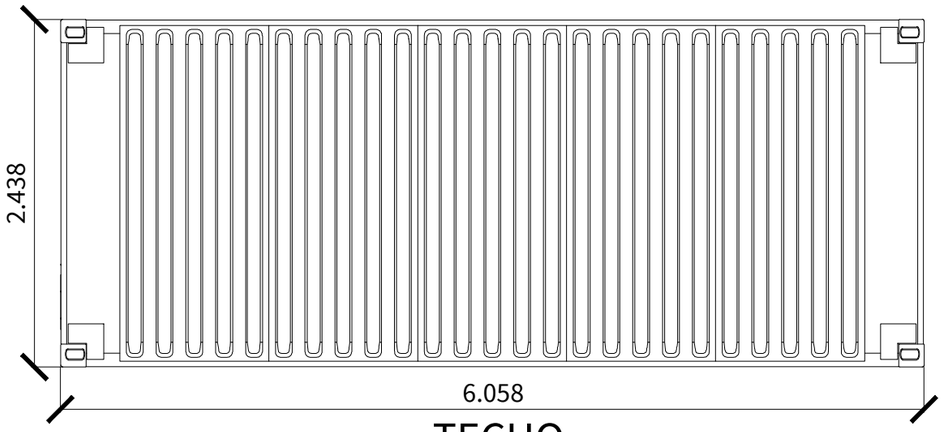
PARTE TRASERA



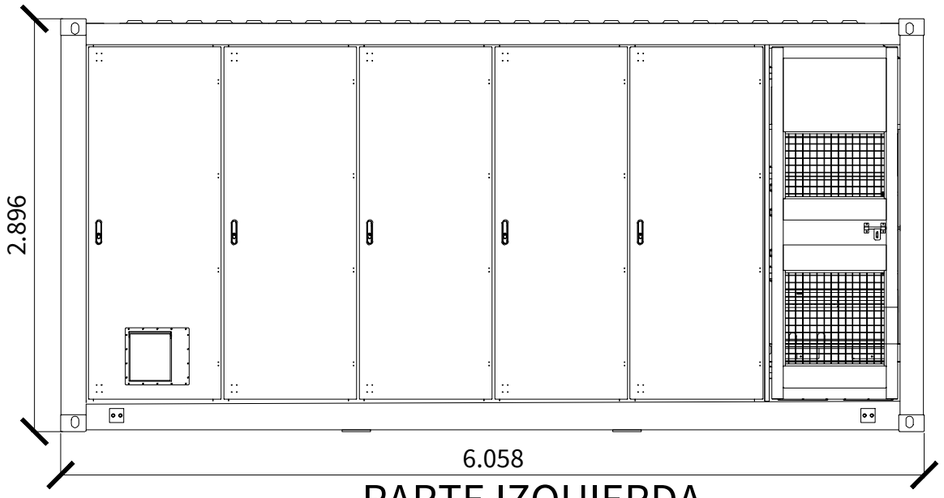
PARTE DERECHA



PARTE DELANTERA



TECHO



PARTE IZQUIERDA

01	11/02/26	PRIMERA EMISIÓN	CGH	JMCM	ORB
REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	REALIZADO	REVISADO	APROBADO

TITULAR Y PROMOTOR: frv

INGENIERÍA: Magtel INNOVATION & TECHNOLOGY

AUTOR DEL PROYECTO:
Óscar Reyes Blanco
Graduado Ing. Électrica Nº Col.: 12.188

TÍTULO DEL PROYECTO:
PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO DE HIBRIDACIÓN DE LA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA ''IERÓN'' MEDIANTE LA INSTALACIÓN DE 11MW DE BATERÍAS EN EL T.M. DE MONTÁNCHEZ (CÁCERES)

FECHA: FEBRERO 2026

ESCALA: 1 : 75 m
FORMATO UNE A-3 UNIDADES

PLANO: DETALLE CONTENEDOR DE BATERÍAS

NÚMERO DE PLANO: 16

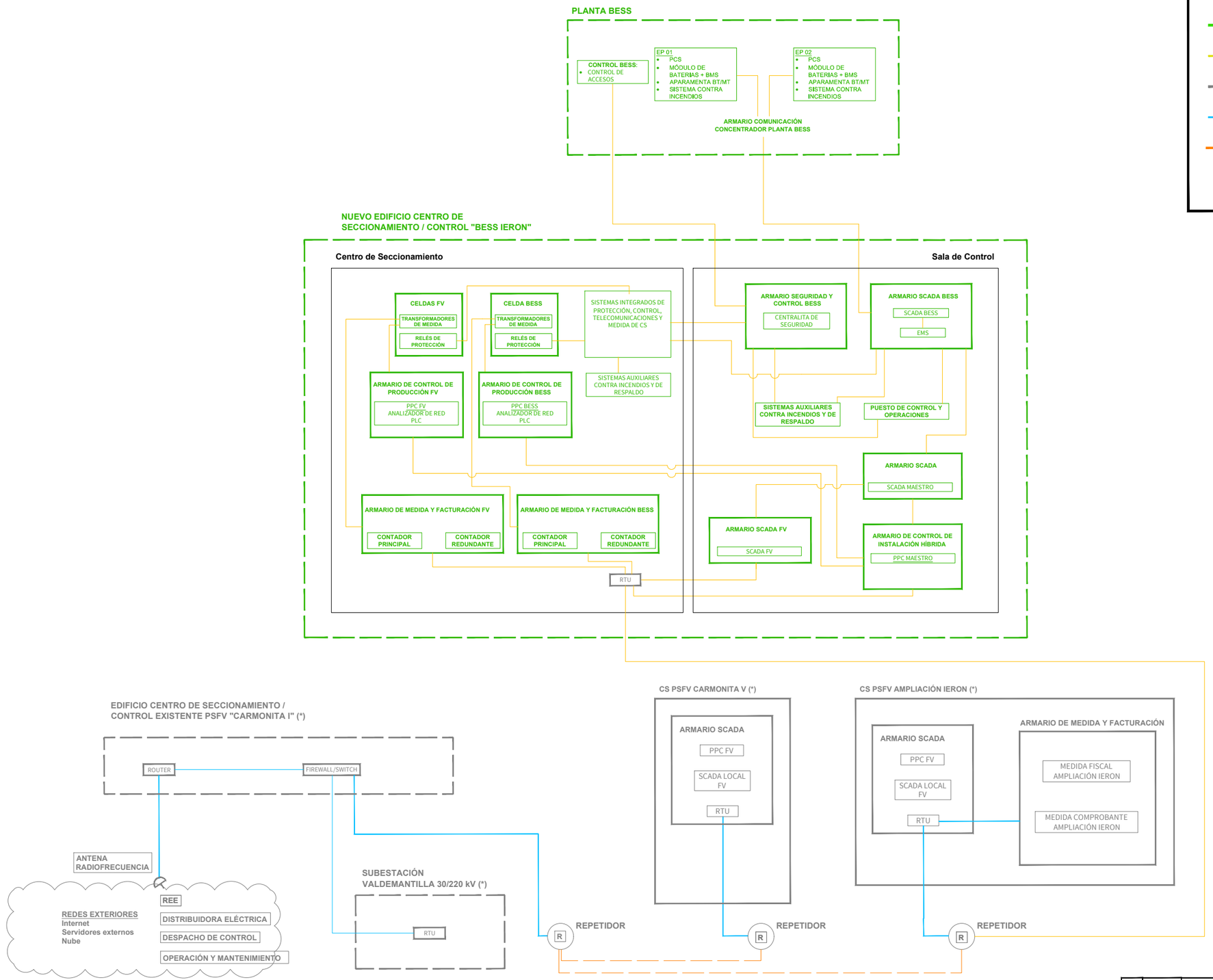
FICHERO DIGITAL: BES-IER-MAGOP-PEJ-PLA-0016.dwg

HOJA: 1 de 1

LEYENDA

- Equipo nuevo
- Circuito comunicaciones nuevo
- Equipo existente
- Circuito comunicaciones existente
- Comunicación por radiofrecuencia

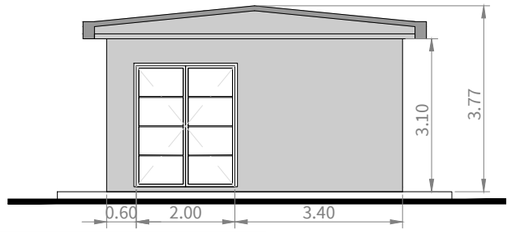
(*) Nota: No ámbito del presente proyecto



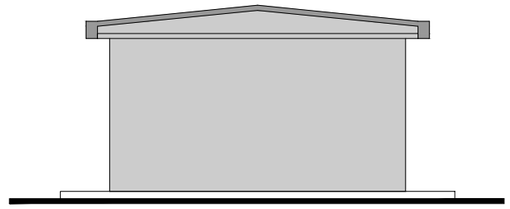
REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	REALIZADO	REVISADO	APROBADO
01	11/02/26	PRIMERA EMISIÓN	MVR	JMCM	ORB

TITULAR Y PROMOTOR: frv	INGENIERÍA: Magtel INNOVATION & TECHNOLOGY	AUTOR DEL PROYECTO: Óscar Reyes Blanco, Graduado Ing. Electrica Nº Col.: 12.188	TÍTULO DEL PROYECTO: PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO DE HIBRIDACIÓN DE LA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA ''IERÓN'' MEDIANTE LA INSTALACIÓN DE 11MW DE BATERÍAS EN EL T.M. DE MONTÁNCHEZ (CÁCERES)	FECHA: FEBRERO 2026	ESCALA: S / E m; FORMATO UNE A-3 UNIDADES

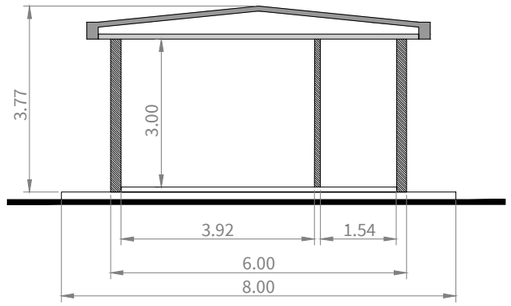
PLANO: SISTEMA DE CONTROL	NÚMERO DE PLANO: 17	
FICHERO DIGITAL: BES-IER-MAGOP-PEJ-PLA-0017.dwg	HOJA: 1 de 1	



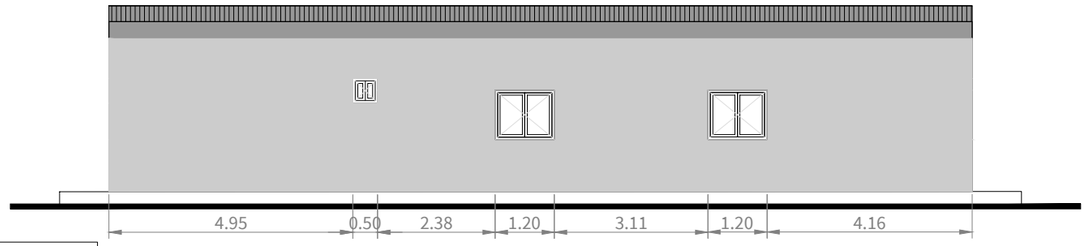
ALZADO LATERAL (CENTRO DE SECCIONAMIENTO)



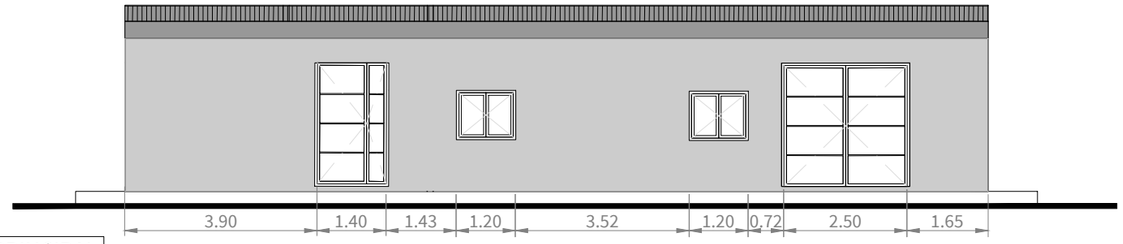
ALZADO LATERAL (ALMACÉN)



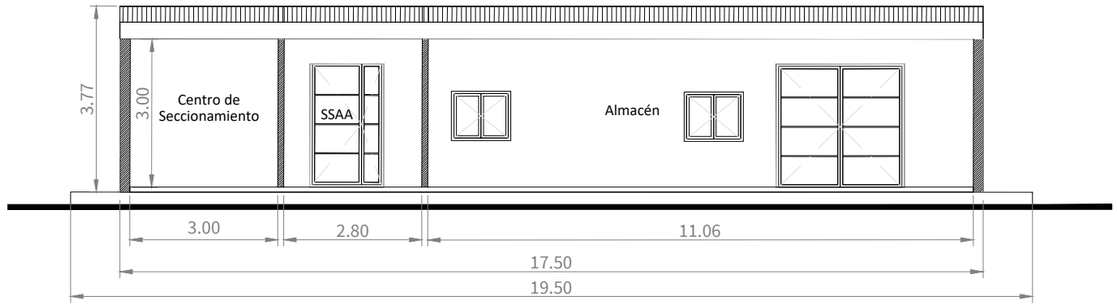
SECCIÓN A-A'



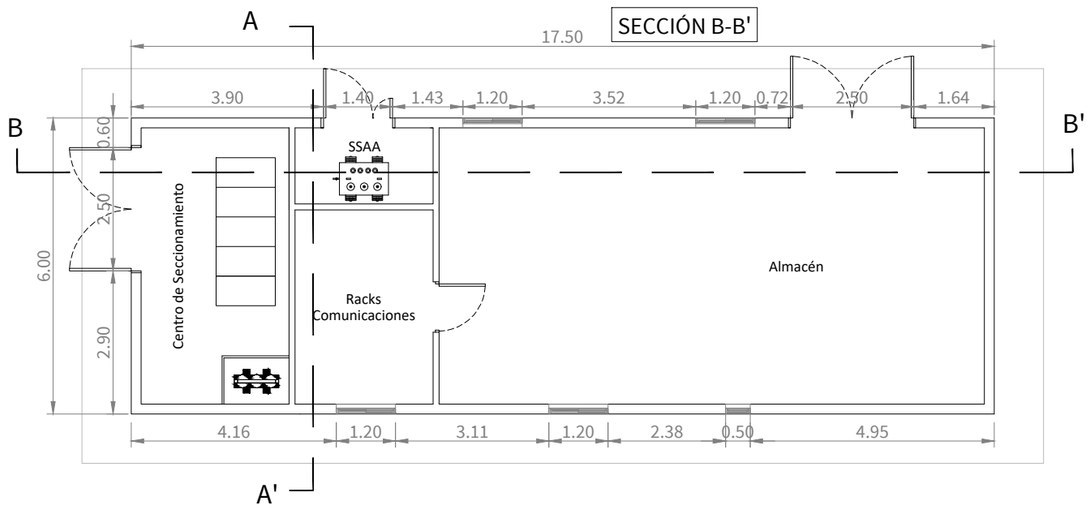
ALZADO POSTERIOR



ALZADO PRINCIPAL



SECCIÓN B-B'



REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	REALIZADO	REVISADO	APROBADO
01	11/02/26	PRIMERA EMISIÓN	MVR	JMCM	ORB

TITULAR Y PROMOTOR: frv

INGENIERÍA: Magtel INNOVATION & TECHNOLOGY

AUTOR DEL PROYECTO:
Óscar Reyes Blanco
Graduado Ing. Electrica Nº Col.: 12.188

TÍTULO DEL PROYECTO:
PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO DE HIBRIDACIÓN DE LA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA ''IERÓN'' MEDIANTE LA INSTALACIÓN DE 11MW DE BATERÍAS EN EL T.M. DE MONTÁNCHEZ (CÁCERES)

FECHA: FEBRERO 2026

ESCALA: 1 : 150 m
FORMATO UNE A-3 | UNIDADES

PLANO: DETALLE EDIFICIO CENTRO SECCIONAMIENTO

NÚMERO DE PLANO: 18

FICHERO DIGITAL: BES-IER-MAGOP-PEJ-PLA-0018.dwg

HOJA: 1 de 1



REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	REALIZADO	REVISADO	APROBADO
01	11/02/26	PRIMERA EMISIÓN	MVR	JMCM	ORB

TITULAR Y PROMOTOR: frv

INGENIERÍA: Magtel INNOVATION & TECHNOLOGY

AUTOR DEL PROYECTO:
Óscar Reyes Blanco Graduado Ing. Électrica
Nº Col.: 12.188
Graduado Ing. Electrica Nº Col.: 12.188

TÍTULO DEL PROYECTO:
PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO DE HIBRIDACIÓN DE LA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA ''IERÓN'' MEDIANTE LA INSTALACIÓN DE 11MW DE BATERÍAS EN EL T.M. DE MONTÁNCHEZ (CÁCERES)

FECHA: FEBRERO 2026

ESCALA: 1 : 5.000 | UNIDADES: m
FORMATO UNE A-3

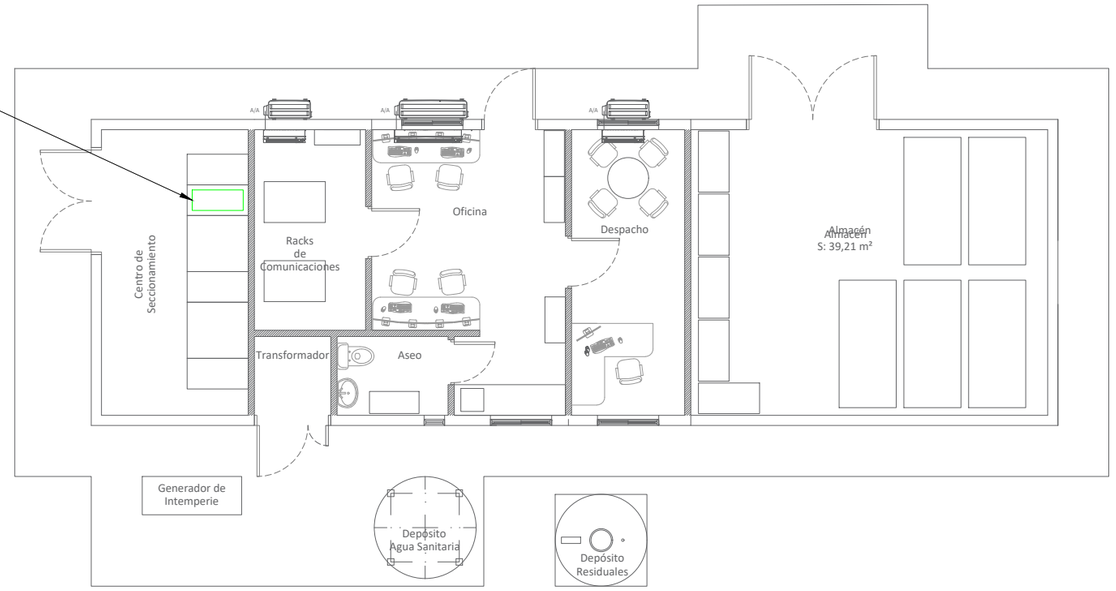
PLANO: LOCALIZACIÓN CELDA MT PARA CONEXIÓN EN CENTRO DE SECCIONAMIENTO EXISTENTE PSFV

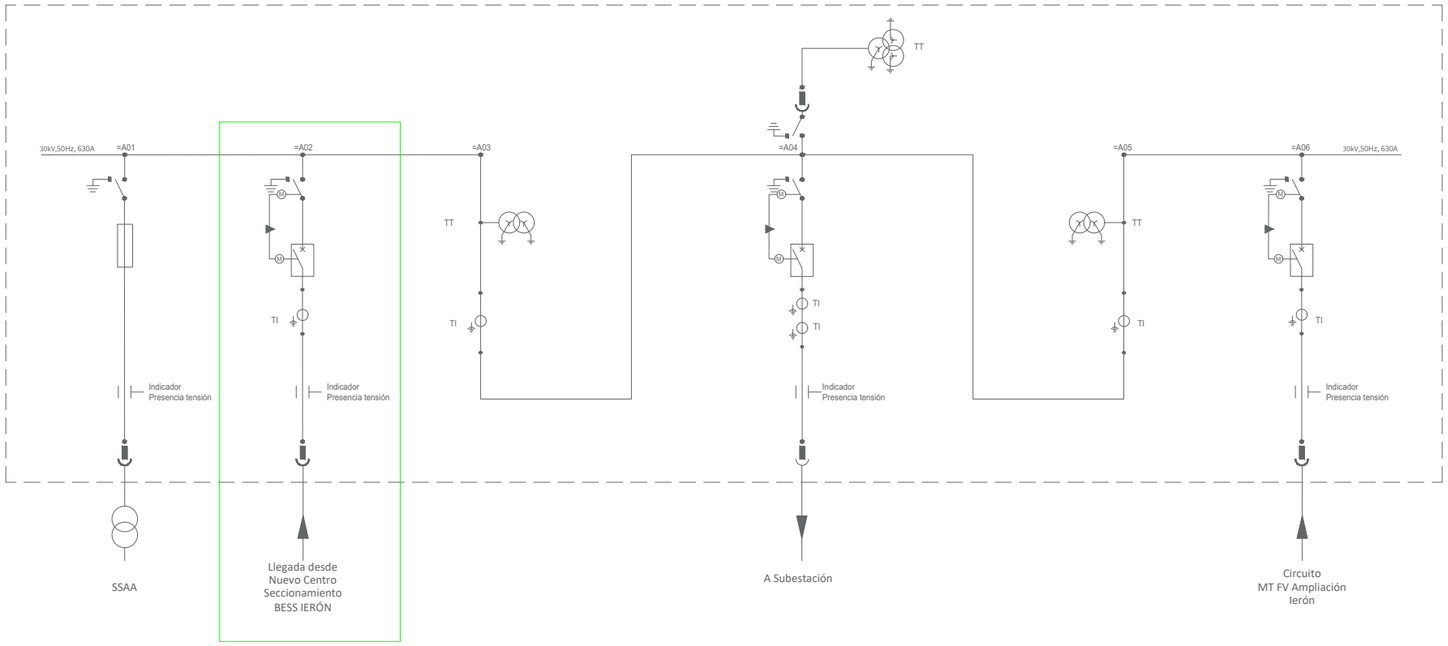
NÚMERO DE PLANO: 19

FICHERO DIGITAL: BES-IER-MAGOP-PEJ-PLA-0019.dwg

HOJA: 1 de 2

CELDA DE LÍNEA DE MT EXISTENTE PARA CONEXIÓN DE CIRCUITO DE MT PROCEDENTE DE CENTRO DE SECCIONAMIENTO DE "BESS IERÓN"





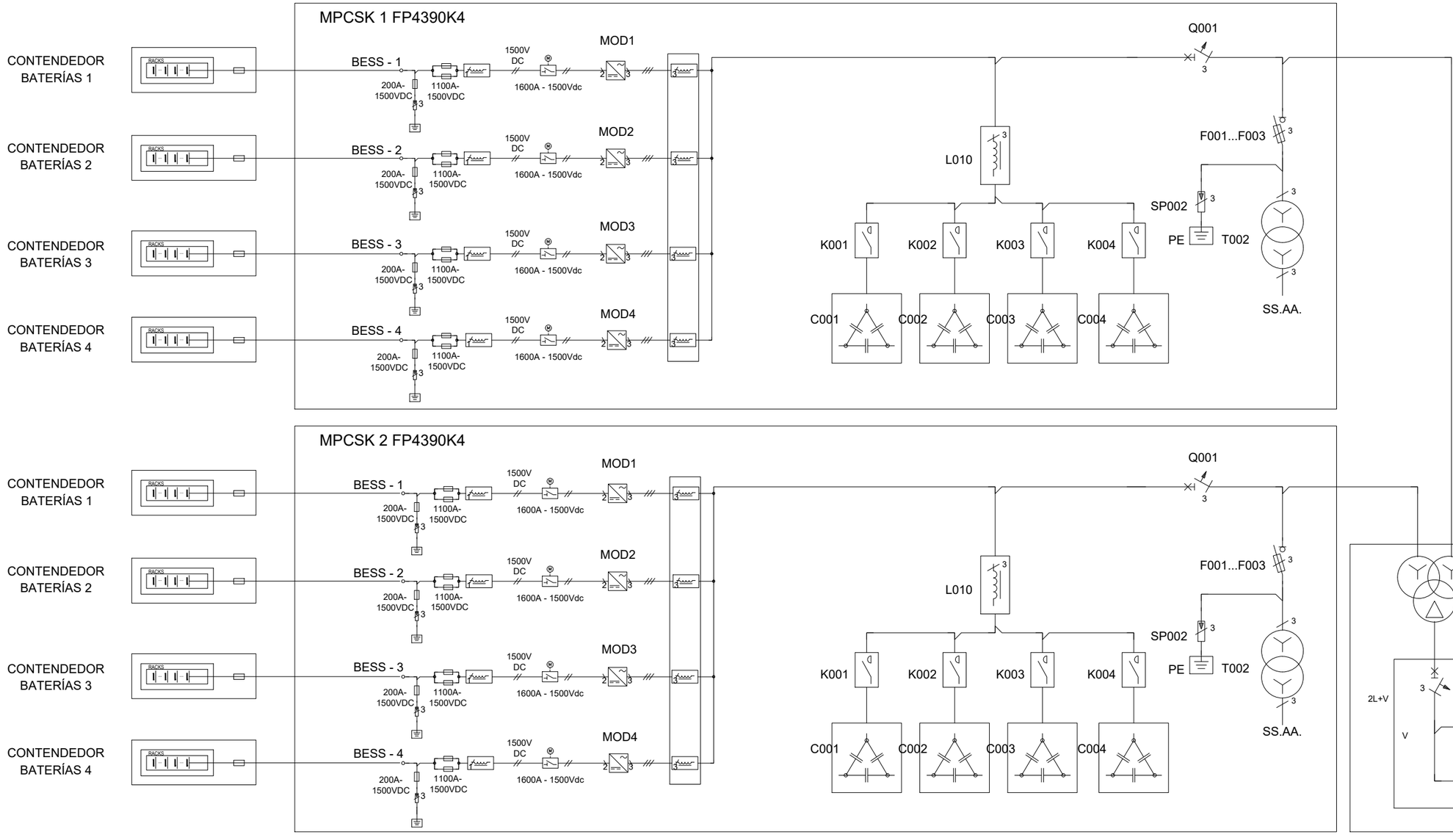
CELDA DE LÍNEA DE MT ACTUAL EN CENTRO DE SECCIONAMIENTO EXISTENTE DE PSFV "IERÓN". ACTUALMENTE EMPLEADA PARA LLEGADA DE LA LÍNEA DE MT EXISTENTEPROCEDENTE DE LA PSFV "IERÓN". AL REALIZAR SECCIONAMIENTO/APERTURA DE LÍNEA DE MT EXISTENTE Y DERIVARLA A NUEVO CENTRO DE SECCIONAMIENTO DE LA BESS, ESTA CELDA SERVIRÁ PARA LLEGADA DEL CIRCUITO DE MT PROCEDENTE DE DICHO NUEVO CENTRO RECOGIENDO LA PSFV (IERÓN) Y LA "BESS IERÓN" EN ESTA MISMA CELDA.

LEYENDA
- Instalaciones Existentes
- Marcador de localización

REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	REALIZADO	REVISADO	APROBADO
01	11/02/26	PRIMERA EMISIÓN	MVR	JMCM	ORB

TITULAR Y PROMOTOR: frv	INGENIERÍA: Magtel INNOVATION & TECHNOLOGY	AUTOR DEL PROYECTO: Óscar Reyes Blanco Graduado Ing. Electrica Nº Col.: 12.188	TÍTULO DEL PROYECTO: PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO DE HIBRIDACIÓN DE LA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA ''IERÓN'' MEDIANTE LA INSTALACIÓN DE 11MW DE BATERÍAS EN EL T.M. DE MONTÁNCHEZ (CÁCERES)	FECHA: FEBRERO 2026

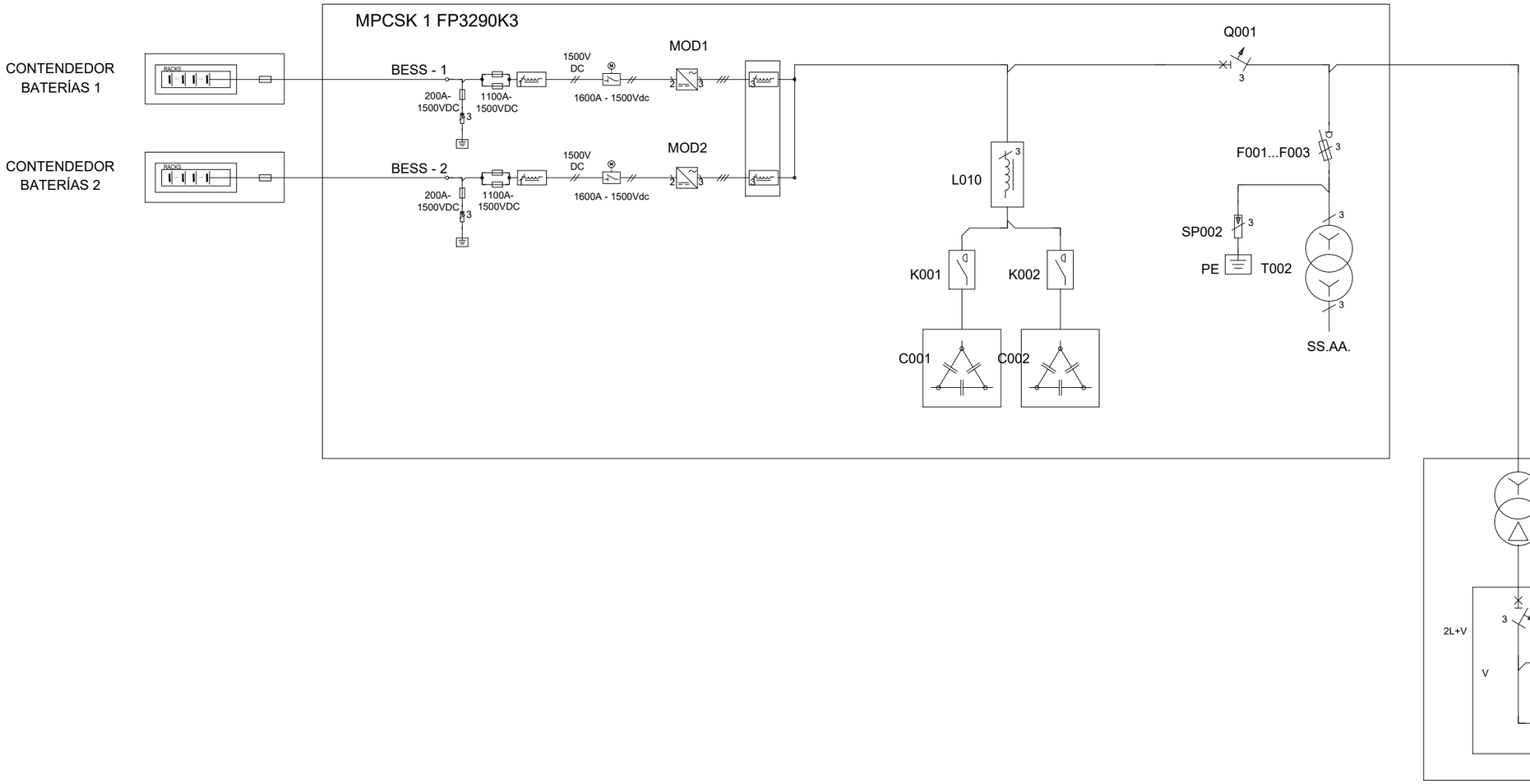
ESCALA: S/E	m	PLANO: LOCALIZACIÓN CELDA MT PARA CONEXIÓN EN CENTRO DE SECCIONAMIENTO EXISTENTE PSFV	NÚMERO DE PLANO: 19
FORMATO UNE A-3	UNIDADES	FICHERO DIGITAL: BES-IER-MAGOP-PEJ-PLA-0019.dwg	HOJA: 2 de 2



REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	REALIZADO	REVISADO	APROBADO
01	11/02/26	PRIMERA EMISIÓN	MVR	JMCM	ORB

TITULAR Y PROMOTOR: frv	INGENIERÍA: Magtel INNOVATION & TECHNOLOGY	AUTOR DEL PROYECTO: Óscar Reyes Blanco Graduado Ing. Électrica Nº Col.: 12.188	TÍTULO DEL PROYECTO: PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO DE HIBRIDACIÓN DE LA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "IERÓN" MEDIANTE LA INSTALACIÓN DE 11MW DE BATERÍAS EN EL T.M. DE MONTÁNCHEZ (CÁCERES)	FECHA: FEBRERO 2026

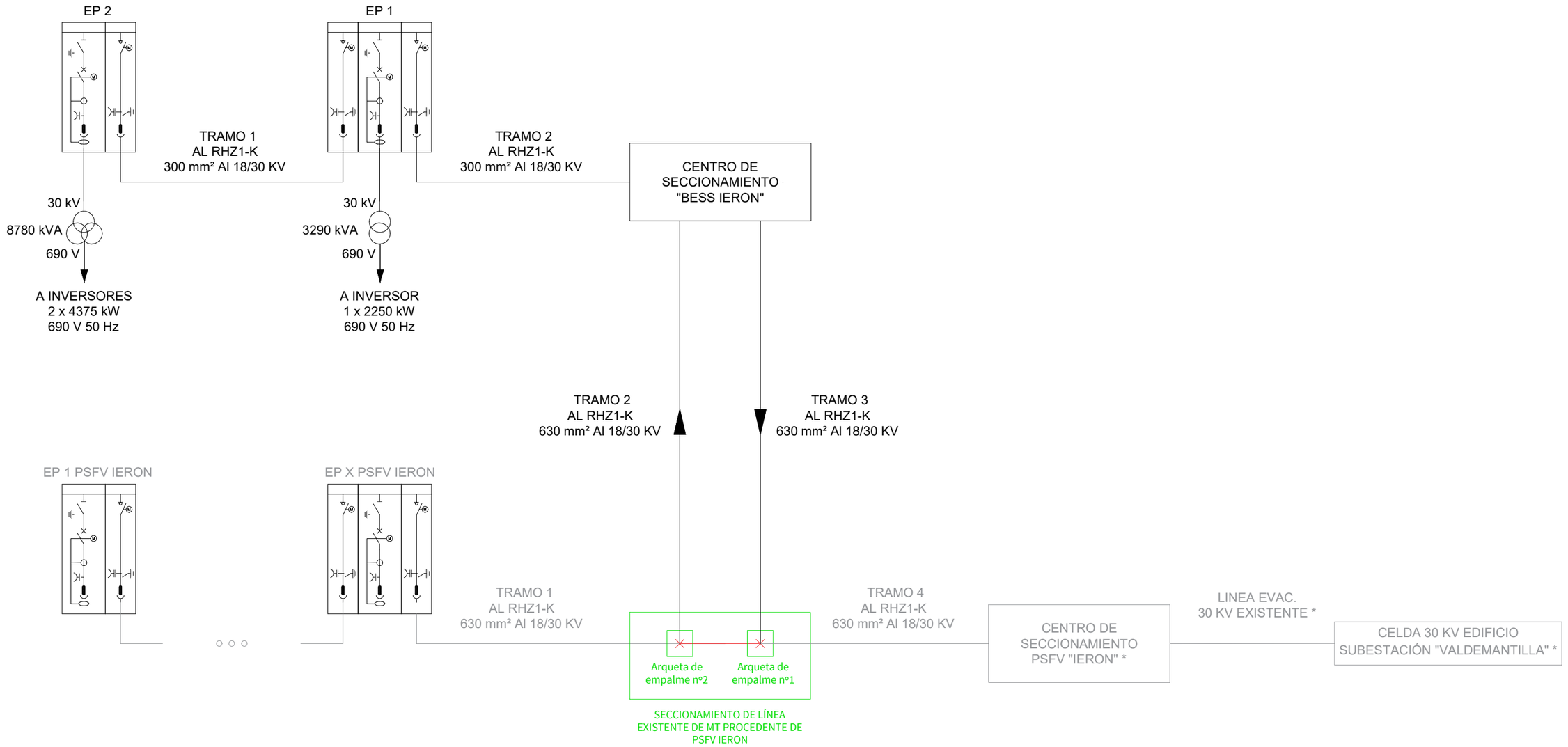
ESCALA: S/E	m	PLANO: ESQUEMA UNIFILAR RED DE BT	NÚMERO DE PLANO: 20
FORMATO UNE A-3	UNIDADES	FICHERO DIGITAL: BES-IER-MAGOP-PEJ-PLA-0020.dwg	HOJA: 1 de 2



REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	REALIZADO	REVISADO	APROBADO
01	11/02/26	PRIMERA EMISIÓN	MVR	JMCM	ORB

TITULAR Y PROMOTOR: frv	INGENIERÍA: Magtel INNOVATION & TECHNOLOGY	AUTOR DEL PROYECTO: Óscar Reyes Blanco, Graduado Ing. Électrica Nº Col.: 12.188	TÍTULO DEL PROYECTO: PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO DE HIBRIDACIÓN DE LA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA ''IERÓN'' MEDIANTE LA INSTALACIÓN DE 11MW DE BATERÍAS EN EL T.M. DE MONTÁNCHEZ (CÁCERES)	FECHA: FEBRERO 2026	ESCALA: S/E m; FORMATO UNE A-3 UNIDADES

PLANO:	ESQUEMA UNIFILAR RED DE BT	NÚMERO DE PLANO: 20
FICHERO DIGITAL:	BES-IER-MAGOP-PEJ-PLA-0020.dwg	HOJA: 2 de 2



REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	REALIZADO	REVISADO	APROBADO
01	11/02/26	PRIMERA EMISIÓN	MVR	JMCM	ORB

TITULAR Y PROMOTOR:

INGENIERÍA:

AUTOR DEL PROYECTO:
Óscar Reyes Blanco
Graduado Ing. Électrica Nº Col.: 12.188

TÍTULO DEL PROYECTO:
PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO DE HIBRIDACIÓN DE LA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA ''IERÓN'' MEDIANTE LA INSTALACIÓN DE 11MW DE BATERÍAS EN EL T.M. DE MONTÁNCHEZ (CÁCERES)

FECHA: FEBRERO 2026

ESCALA: S/E

FORMATO UNE A-3

UNIDADES: m

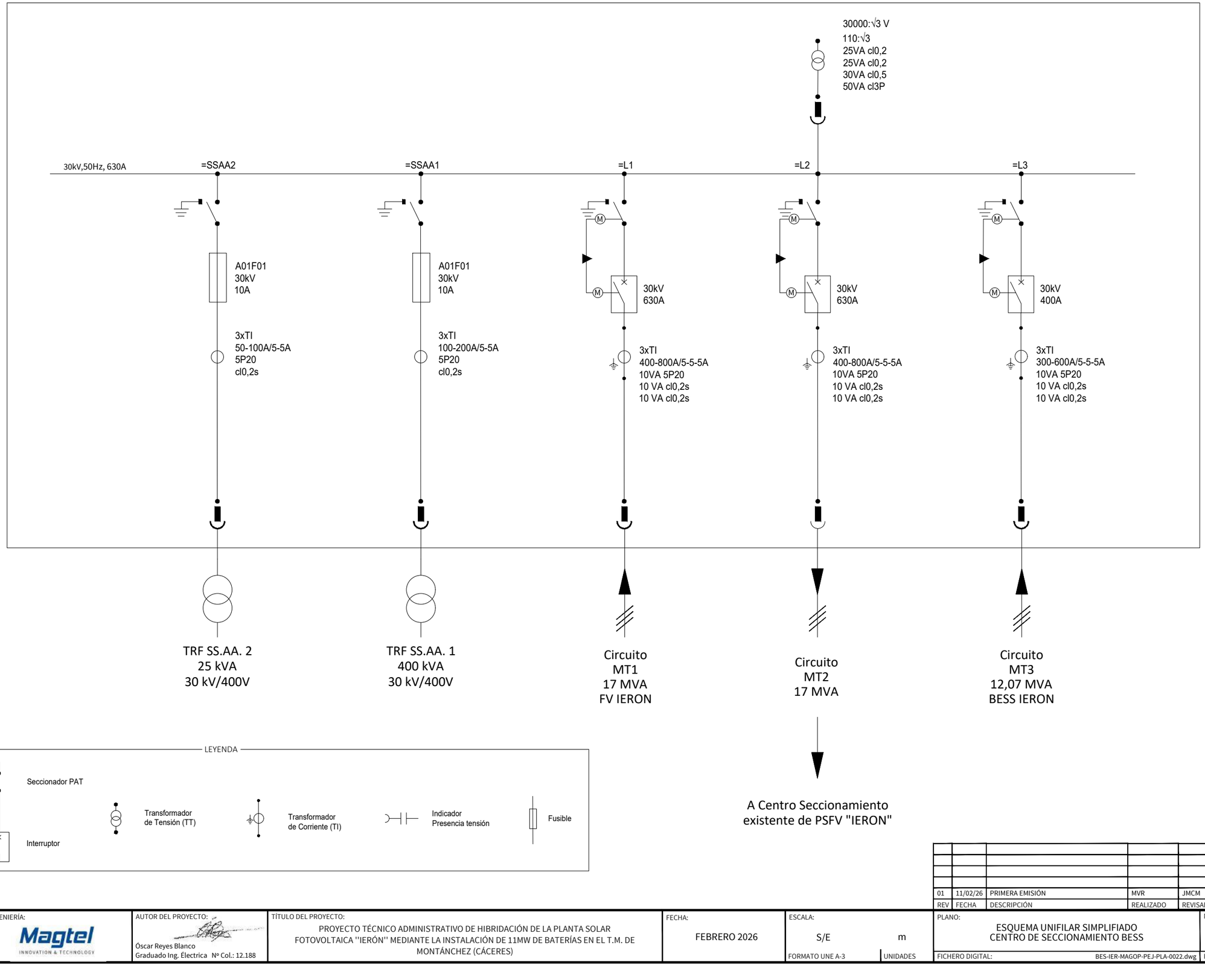
PLANO: ESQUEMA UNIFILAR
RED DE MT

NÚMERO DE PLANO: 21

FICHERO DIGITAL: BES-IER-MAGOP-PEJ-PLA-0021.dwg

HOJA: 1 de 1

CENTRO SECCIONAMIENTO BESS IERON

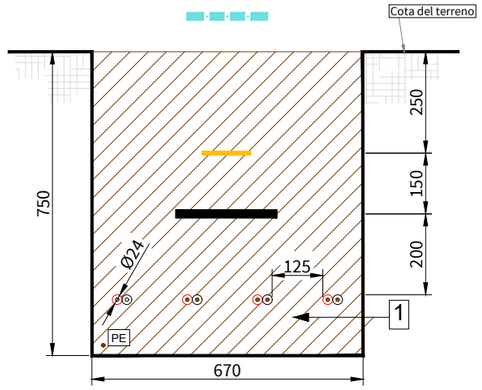


REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	REALIZADO	REVISADO	APROBADO
01	11/02/26	PRIMERA EMISIÓN	MVR	JMCM	ORB

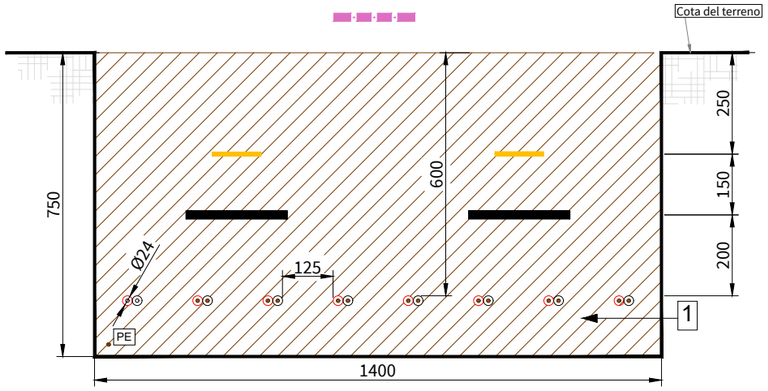
TITULAR Y PROMOTOR: frv	INGENIERÍA: Magtel INNOVATION & TECHNOLOGY	AUTOR DEL PROYECTO: Óscar Reyes Blanco, Graduado Ing. Électrica Nº Col.: 12.188	TÍTULO DEL PROYECTO: PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO DE HIBRIDACIÓN DE LA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA ''IERÓN'' MEDIANTE LA INSTALACIÓN DE 11MW DE BATERÍAS EN EL T.M. DE MONTÁNCHEZ (CÁCERES)	FECHA: FEBRERO 2026	ESCALA: S/E m; FORMATO UNE A-3 UNIDADES

PLANO: ESQUEMA UNIFILAR SIMPLIFIADO CENTRO DE SECCIONAMIENTO BESS	NÚMERO DE PLANO: 22	
FICHERO DIGITAL: BES-IER-MAGOP-PEJ-PLA-0022.dwg	HOJA: 1 de 1	

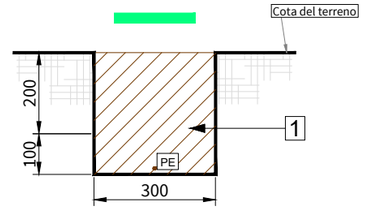
ZANJA BT.CC Tipo 1



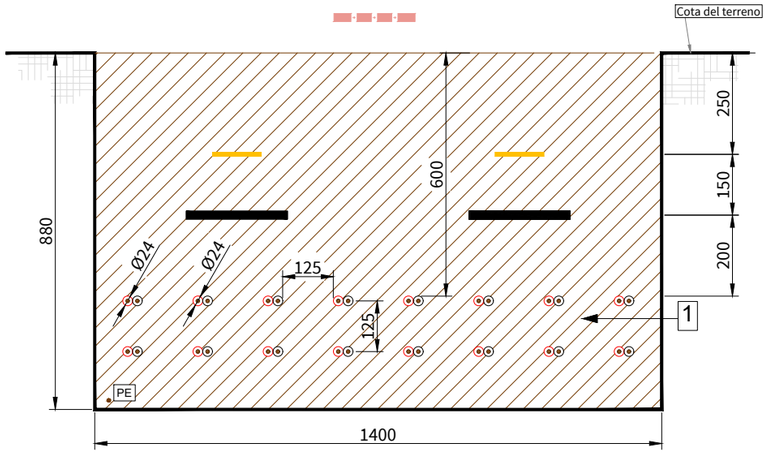
ZANJA BT.CC Tipo 2



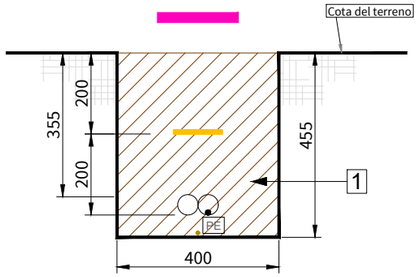
ZANJA PUESTA A TIERRA



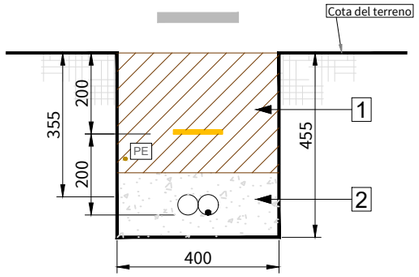
ZANJA BT.CC Tipo 3



ZANJA COMUNICACIÓN



ZANJA COMUNICACIÓN Horm



LEYENDA

- Tubo PE doble capa
- Tubos para cables de comunicación
- Circuito BT CC
- Cinta señalizadora
- Placa de protección
- Conductor de tierra

1. Tierra compactada al 95% del proctor modificado con tongadas de 30 cm procedente de excavación
2. Hormigón en masa HM-20

REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	REALIZADO	REVISADO	APROBADO
01	11/02/26	PRIMERA EMISIÓN	MVR	JMCM	ORB

TITULAR Y PROMOTOR: frv

INGENIERÍA: Magtel INNOVATION & TECHNOLOGY

AUTOR DEL PROYECTO:
Óscar Reyes Blanco
Graduado Ing. Électrica Nº Col.: 12.188

TÍTULO DEL PROYECTO:
PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO DE HIBRIDACIÓN DE LA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "IERÓN" MEDIANTE LA INSTALACIÓN DE 11MW DE BATERÍAS EN EL T.M. DE MONTÁNCHEZ (CÁCERES)

FECHA: FEBRERO 2026

ESCALA: 1 : 25 | m
FORMATO UNE A-3 | UNIDADES

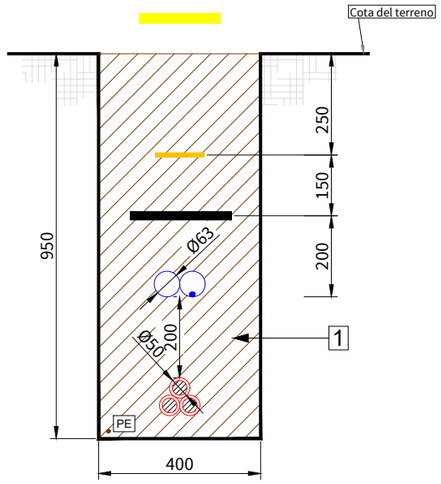
PLANO: DETALLE ZANJA BT Y MT

NÚMERO DE PLANO: 23

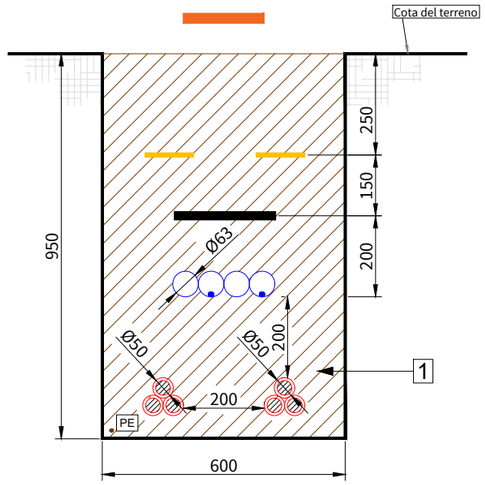
FICHERO DIGITAL: BES-IER-MAGOP-PEJ-PLA-0023.dwg

HOJA: 1 de 3

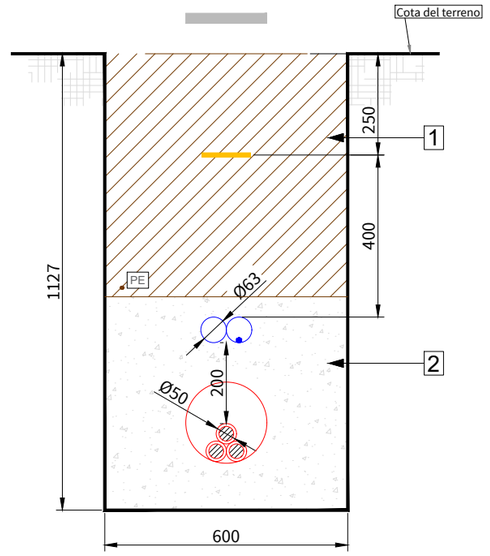
ZANJA MT Tipo 1



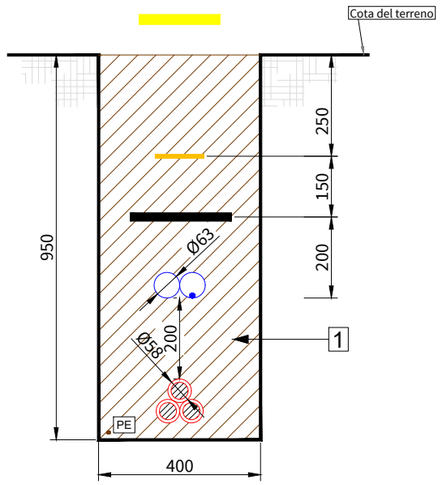
ZANJA MT Tipo 2



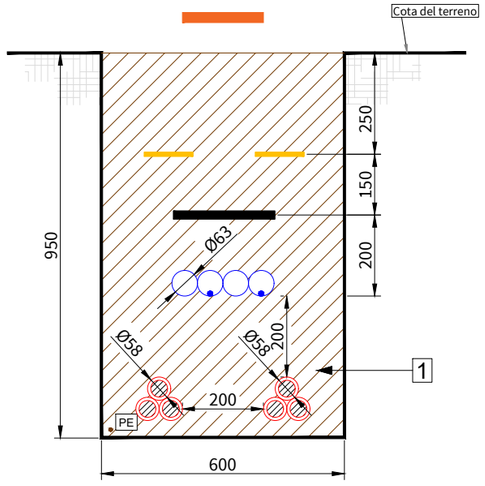
ZANJA MT Tipo 1H



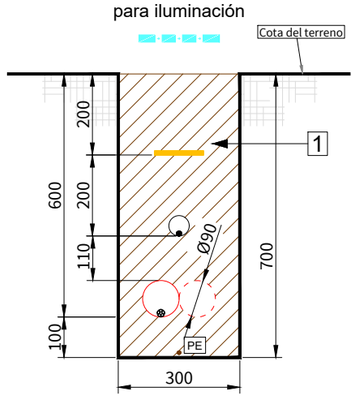
ZANJA LEV Tipo 1



ZANJA LEV Tipo 2



ZANJA SSAA
Alimentación caja de distribución
para iluminación



LEYENDA

- Tubos para cables de comunicación
- Circuito BT SSAA
- Circuito MT
- Cinta señalizadora
- Placa de protección
- Conductor de tierra

1. Tierra compactada al 95% del proctor modificado con tongadas de 30 cm procedente de excavación

2. Hormigón en masa HM-20

REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	REALIZADO	REVISADO	APROBADO
01	11/02/26	PRIMERA EMISIÓN	MVR	JMCM	ORB

TITULAR Y PROMOTOR: frv

INGENIERÍA: Magtel INNOVATION & TECHNOLOGY

AUTOR DEL PROYECTO:
Óscar Reyes Blanco
Graduado Ing. Électrica Nº Col.: 12.188

TÍTULO DEL PROYECTO:
PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO DE HIBRIDACIÓN DE LA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "IERÓN" MEDIANTE LA INSTALACIÓN DE 11MW DE BATERÍAS EN EL T.M. DE MONTÁNCHEZ (CÁCERES)

FECHA: FEBRERO 2026

ESCALA: 1 : 25 m
FORMATO UNE A-3 | UNIDADES

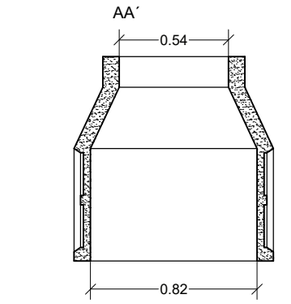
PLANO: DETALLE ZANJA BT Y MT

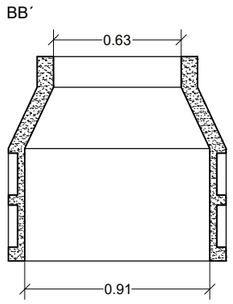
NÚMERO DE PLANO: 23

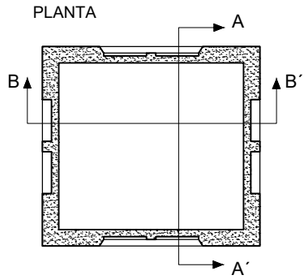
FICHERO DIGITAL: BES-IER-MAGOP-PEJ-PLA-0023.dwg

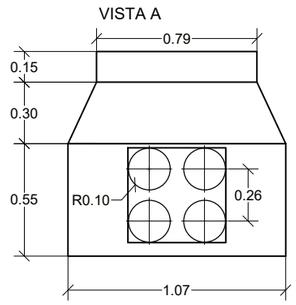
HOJA: 2 de 3

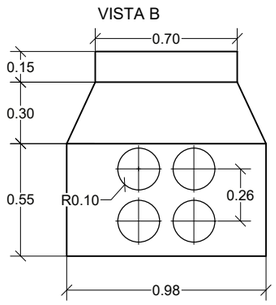
ARQUETA TIPO A-1

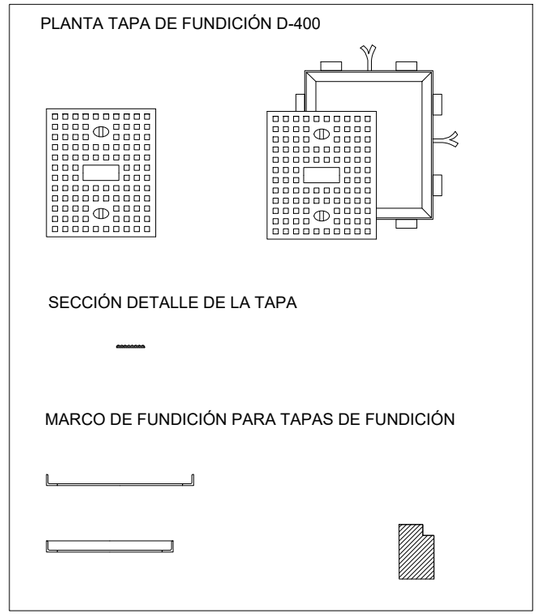




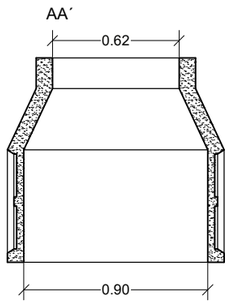


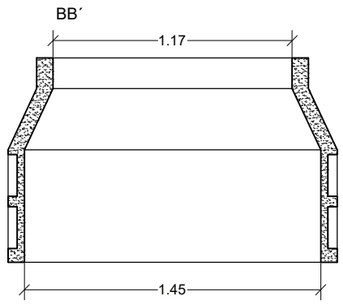


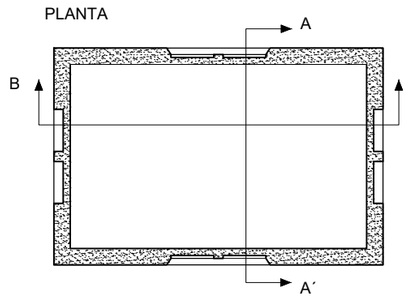


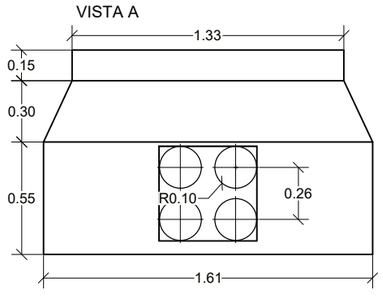


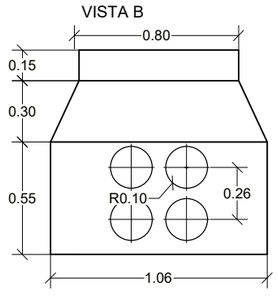
ARQUETA TIPO A-2

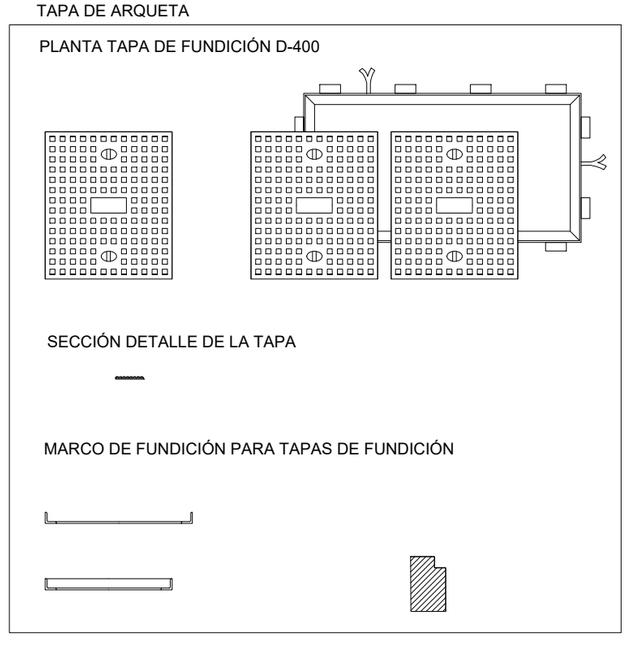








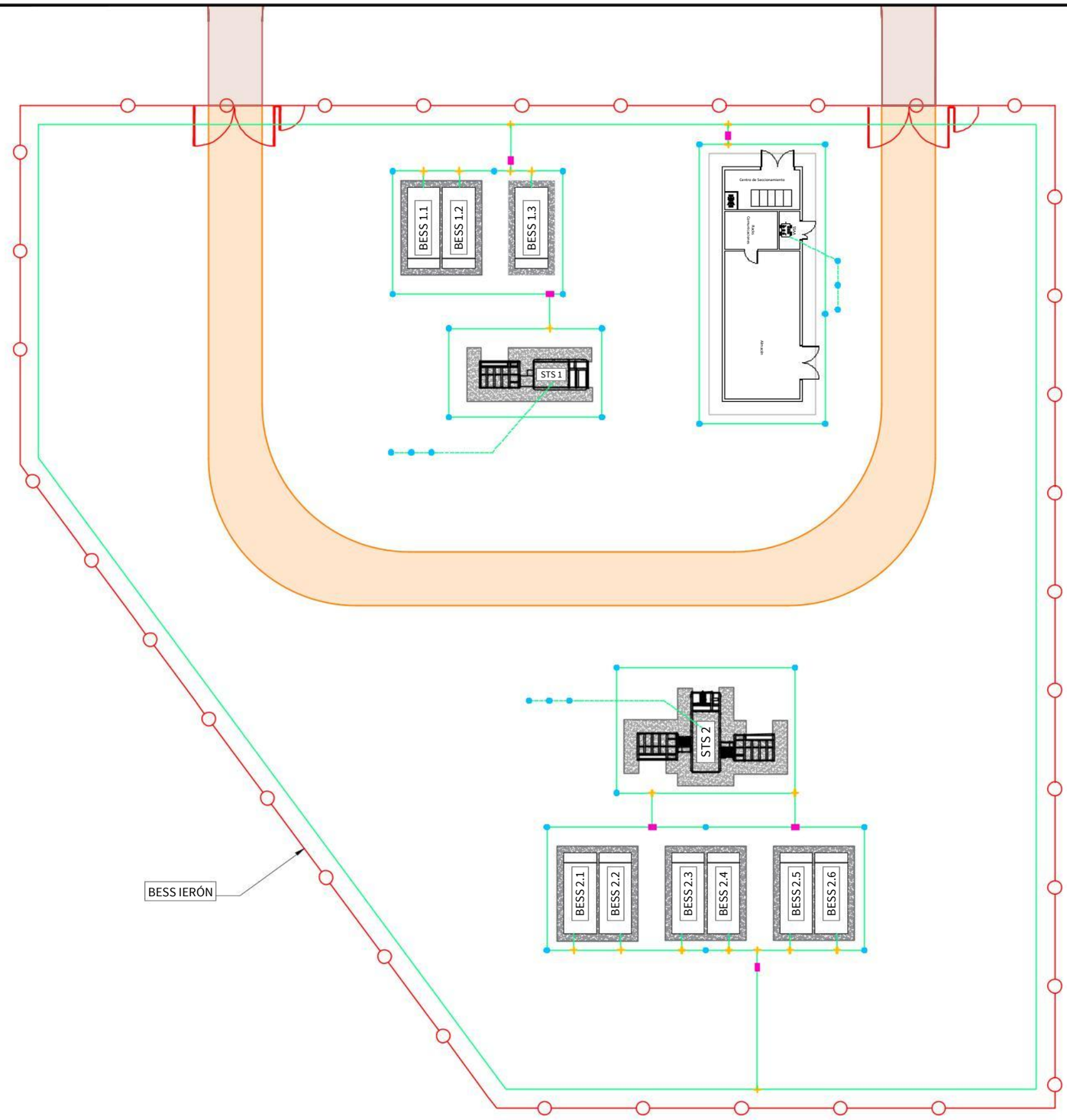




REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	REALIZADO	REVISADO	APROBADO
01	11/02/26	PRIMERA EMISIÓN	CGH	JMCM	ORB

TITULAR Y PROMOTOR: frv	INGENIERÍA: Magtel INNOVATION & TECHNOLOGY	AUTOR DEL PROYECTO: Óscar Reyes Blanco, Graduado Ing. Eléctrica Nº Col.: 12.188	TÍTULO DEL PROYECTO: PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO DE HIBRIDACIÓN DE LA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA ''IERÓN'' MEDIANTE LA INSTALACIÓN DE 11MW DE BATERÍAS EN EL T.M. DE MONTÁNCHEZ (CÁCERES)	FECHA: FEBRERO 2026	ESCALA: 1 : 30 m; FORMATO UNE A-3; UNIDADES

PLANO:	DETALLE ARQUETAS
NÚMERO DE PLANO:	24
FICHERO DIGITAL:	BES-IER-MAGOP-PEJ-PLA-0024.dwg
HOJA:	1 de 1



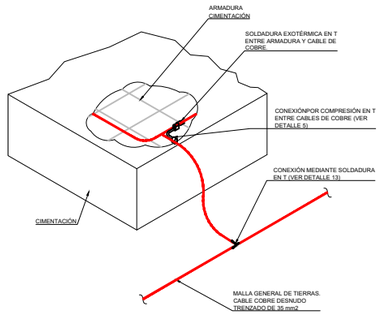
LEYENDA

- Cable de cobre desnudo
- Caja de seccionamiento
- Grapa de unión
- Pica PAT
- Vallado BESS
- Vial nuevo interior BESS
- Puerta de acceso BESS
- Arquetas
- Centro de Seccionamiento BESS
- Estación de potencia
- Módulos de baterias

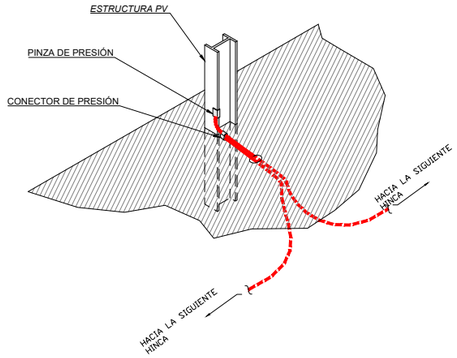
REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	REALIZADO	REVISADO	APROBADO
01	11/02/26	PRIMERA EMISIÓN	MVR	JMCM	ORB

TITULAR Y PROMOTOR: frv	INGENIERÍA: Magtel INNOVATION & TECHNOLOGY	AUTOR DEL PROYECTO: Óscar Reyes Blanco Graduado Ing. Électrica Nº Col.: 12.188	TÍTULO DEL PROYECTO: PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO DE HIBRIDACIÓN DE LA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA ''IERÓN'' MEDIANTE LA INSTALACIÓN DE 11MW DE BATERÍAS EN EL T.M. DE MONTÁNCHEZ (CÁCERES)	FECHA: FEBRERO 2026

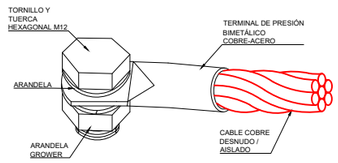
ESCALA: 1 : 350	m	PLANO: DETALLE PUESTA A TIERRA	NÚMERO DE PLANO: 25
FORMATO UNE A-3	UNIDADES	FICHERO DIGITAL: BES-IER-MAGOP-PEJ-PLA-0025.dwg	HOJA: 1 de 2



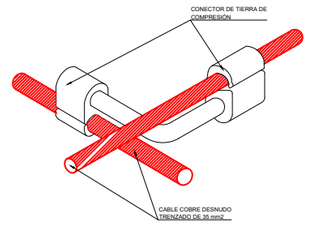
DETALLE 1
CONEXIÓN A TIERRA DE ESTRUCTURA DE HORMIGÓN EN CIMENTACIÓN



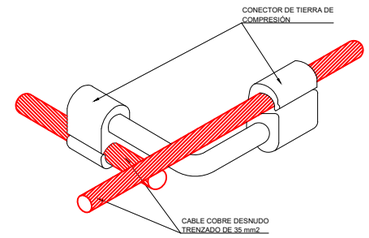
DETALLE 2
CONEXIÓN A TIERRA DE ESTRUCTURA METÁLICA



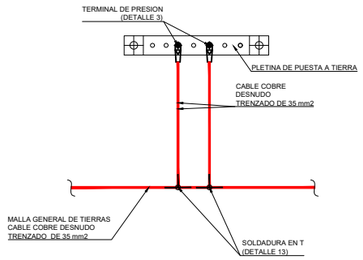
DETALLE 3
TERMINAL DE PRESIÓN



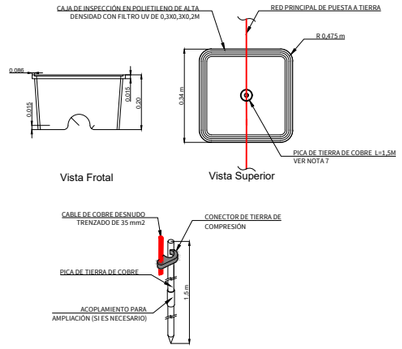
DETALLE 4
CONECTOR DE COMPRESIÓN ENTRE CABLES TIPO "BURNDY" EN X



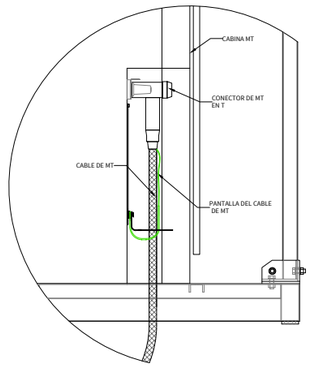
DETALLE 5
CONECTOR DE COMPRESIÓN ENTRE CABLES TIPO "BURNDY" EN T



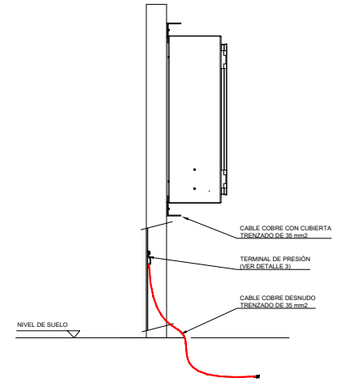
DETALLE 6
CONEXIÓN A PLETINA DE TIERRA



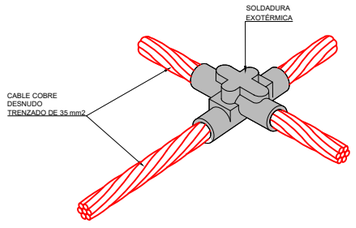
DETALLE 7
ARQUETA DE REGISTRO DE PAT



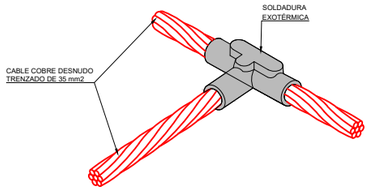
DETALLE 8
DETALLE CONEXIÓN DE PANTALLA DE CABLE DE MT A TIERRA



DETALLE 9
CONEXIÓN A TIERRA DE ESTRUCTURA DE EQUIPO ELÉCTRICO



DETALLE 10
SOLDADURA EN X ENTRE CABLES DE COBRE



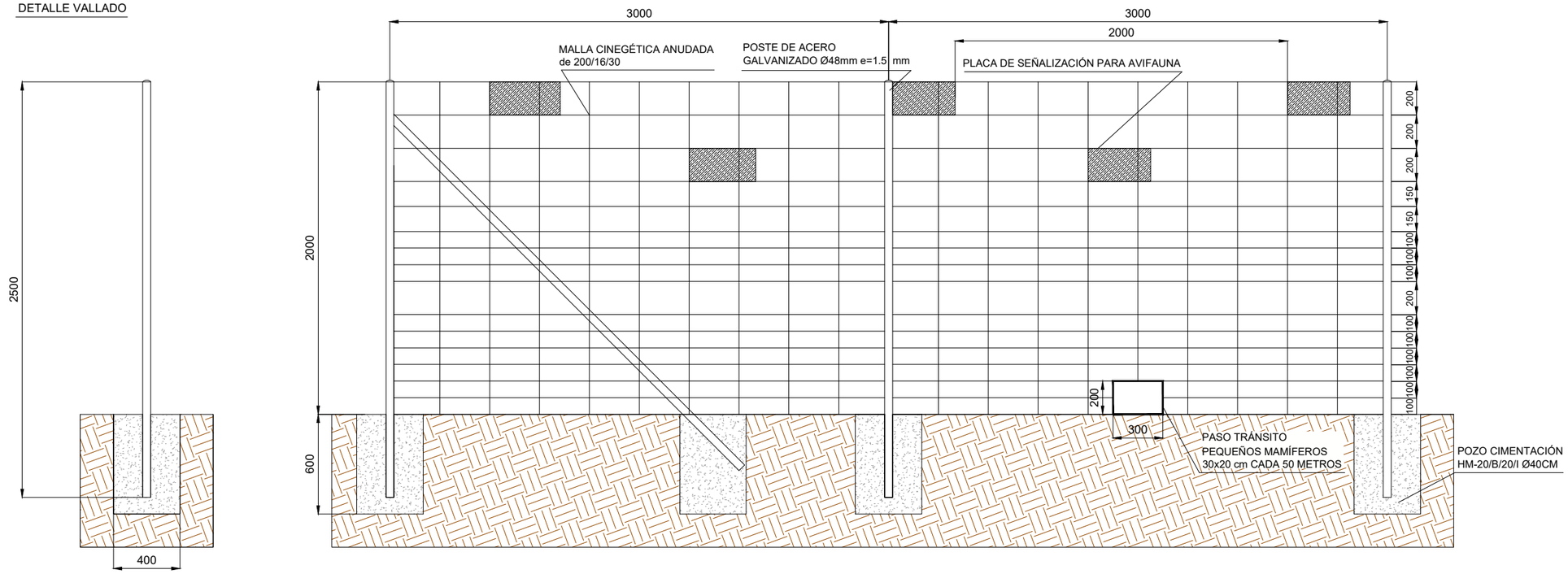
DETALLE 11
SOLDADURA EN T ENTRE CABLES DE COBRE

REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	REALIZADO	REVISADO	APROBADO
01	11/02/26	PRIMERA EMISIÓN	MVR	JMCM	ORB

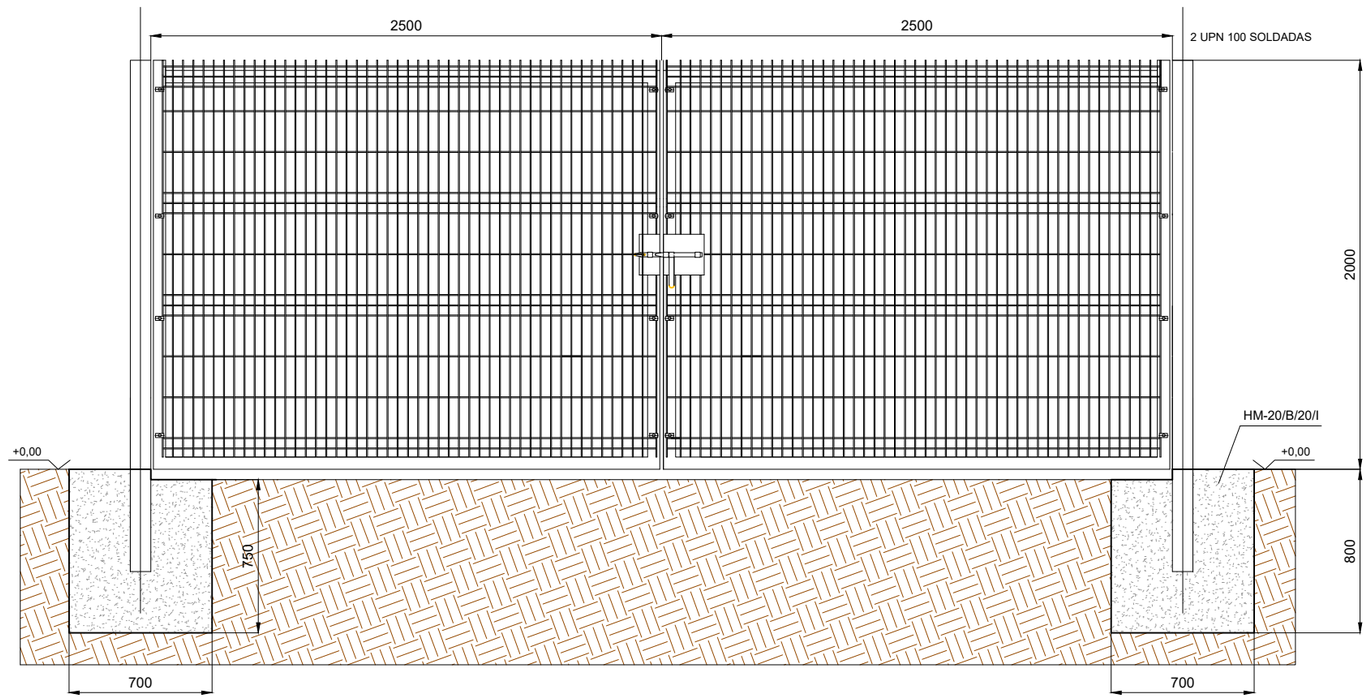
TITULAR Y PROMOTOR: frv	INGENIERÍA: Magtel INNOVATION & TECHNOLOGY	AUTOR DEL PROYECTO: Óscar Reyes Blanco, Graduado Ing. Electrica Nº Col.: 12.188	TÍTULO DEL PROYECTO: PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO DE HIBRIDACIÓN DE LA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA ''IERÓN'' MEDIANTE LA INSTALACIÓN DE 11MW DE BATERÍAS EN EL T.M. DE MONTÁNCHEZ (CÁCERES)	FECHA: FEBRERO 2026	ESCALA: 1 : 350 m; FORMATO UNE A-3; UNIDADES

PLANO: DETALLE PUESTA DE TIERRA	NÚMERO DE PLANO: 25	
FICHERO DIGITAL: BES-IER-MAGOP-PEJ-PLA-0025.dwg	HOJA: 2 de 2	

DETALLE VALLADO

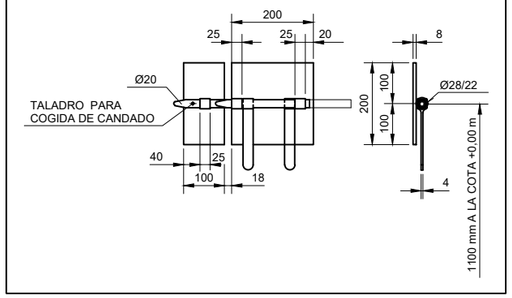


DETALLE PUERTA ACCESO



* **NOTA**: Los postes deberán estar pintados de colores ocres oscuros o verde carruaje y en ningún caso serán galvanizados o reflectantes.

DETALLE CERROJO (1:15)



REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	REALIZADO	REVISADO	APROBADO
01	11/02/26	PRIMERA EMISIÓN	CGH	JMCM	ORB

TITULAR Y PROMOTOR: frv	INGENIERÍA: Magtel INNOVATION & TECHNOLOGY	AUTOR DEL PROYECTO: Óscar Reyes Blanco, Graduado Ing. Électrica Nº Col.: 12.188	TÍTULO DEL PROYECTO: PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO DE HIBRIDACIÓN DE LA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA ''IERÓN'' MEDIANTE LA INSTALACIÓN DE 11MW DE BATERÍAS EN EL T.M. DE MONTÁNCHEZ (CÁCERES)	FECHA: FEBRERO 2026	ESCALA: 1 : 30 m; FORMATO UNE A-3; UNIDADES

PLANO: DETALLE VALLADO PERIMETRAL	NÚMERO DE PLANO: 26	
FICHERO DIGITAL: BES-IER-MAGOP-PEJ-PLA-0026.dwg	HOJA: 1 de 1	

EDIFICIO CENTRO DE SECCIONAMIENTOPSFV EXISTENTE*
PSFV EXISTENTE*

VALLADO PSFV EXISTENTE*

B'
B
0+100
A'
A
BESS 1.1
BESS 1.2
STS 1
0+000
0+190
STS 2
BESS IERÓN
BESS 2.1
BESS 2.2
BESS 2.3
BESS 2.4
BESS 2.5
BESS 2.6
BESS 2.7
BESS 2.8

LEYENDA

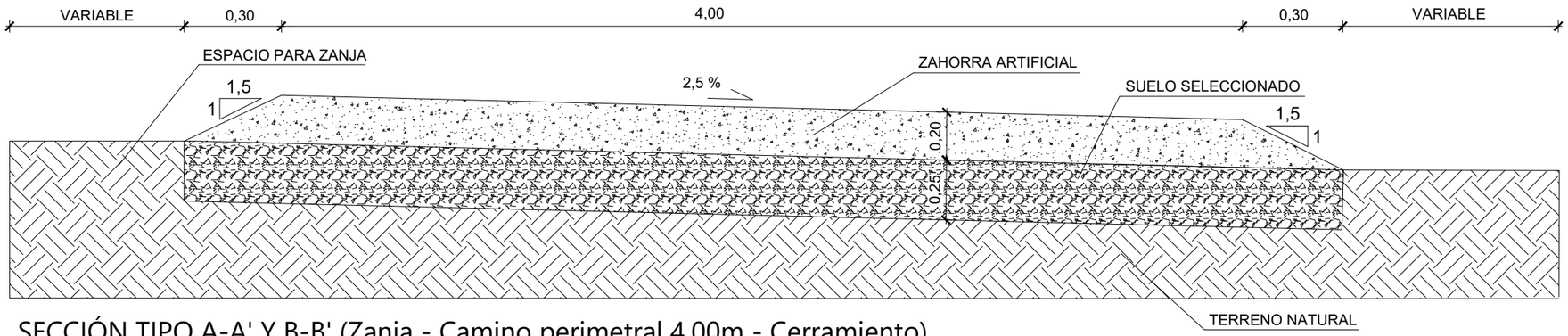
- Vallado BESSVial nuevo interior BESS
- Vial nuevo interior BESS
- Vial nuevo exterior a BESS
- Puerta de acceso BESS
- Centro de Seccionamiento BESS
- Estación de potencia
- Módulos de baterias

Nota (*): No es ámbito de este proyecto

REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	REALIZADO	REVISADO	APROBADO
01	11/02/26	PRIMERA EMISIÓN	CGH	JMCM	ORB

TITULAR Y PROMOTOR: frv	INGENIERÍA: Magtel INNOVATION & TECHNOLOGY	AUTOR DEL PROYECTO: Óscar Reyes BlancoGraduado Ing. Électrica Graduado Ing. Electrica Nº Col.: 12.188 Nº Col.: 12.188	TÍTULO DEL PROYECTO: PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO DE HIBRIDACIÓN DE LA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA ''IERÓN'' MEDIANTE LA INSTALACIÓN DE 11MW DE BATERÍAS EN EL T.M. DE MONTÁNCHEZ (CÁCERES)	FECHA: FEBRERO 2026	ESCALA: 1 : 500 m; FORMATO UNE A-3 UNIDADES

PLANO: PLANTA DE VIALES	NÚMERO DE PLANO: 27	
FICHERO DIGITAL: BES-IER-MAGOP-PEJ-PLA-0027.dwg	HOJA: 1 de 1	



SECCIÓN TIPO A-A' Y B-B' (Zanja - Camino perimetral 4,00m - Cerramiento)

REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	REALIZADO	REVISADO	APROBADO
01	11/02/26	PRIMERA EMISIÓN	CGH	JMCM	ORB

TITULAR Y PROMOTOR: frv	INGENIERÍA: Magtel	AUTOR DEL PROYECTO: Óscar Reyes Blanco, Graduado Ing. Electrica Nº Col.: 12.188	TÍTULO DEL PROYECTO: PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO DE HIBRIDACIÓN DE LA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "IERÓN" MEDIANTE LA INSTALACIÓN DE 11 MW DE BATERÍAS (4 HORAS) EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE MONTÁNCHEZ (CÁCERES)	FECHA: FEBRERO 2025	ESCALA: S / E — FORMATO UNE A-3 — UNIDADES: m
PLANO: DETALLE DE VIALES SECCIONES TIPO				NÚMERO DE PLANO: 28	
FICHERO DIGITAL: BES-IER-MAGOP-PEJ-PLA-0028.dwg				HOJA: 1 de 1	

VALLADO PSFV EXISTENTE*

BESS IERÓN

BESS 1.1
BESS 1.2
STS 1
STS 2
BESS 2.1
BESS 2.2
BESS 2.3
BESS 2.4
BESS 2.5
BESS 2.6
BESS 2.7
BESS 2.8

LEYENDA

- Subcuenca
- Escorrentías exist.
- Vallado BESS
- Vial nuevo interior BESSVial nuevo exterior a
- Vial nuevo exterior a BESS
- Puerta de acceso BESS
- Centro de Seccionamiento BESS
- Estación de potencia
- Módulos de baterias

REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	REALIZADO	REVISADO	APROBADO
01	11/02/26	PRIMERA EMISIÓN	CGH	JMCM	ORB

TITULAR Y PROMOTOR: frv

INGENIERÍA: Magtel INNOVATION & TECHNOLOGY

AUTOR DEL PROYECTO:
Óscar Reyes BlancoGraduado Ing. Électrica Nº Col.: 12.188
Graduado Ing. Électrica Nº Col.: 12.188

TÍTULO DEL PROYECTO:
PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO DE HIBRIDACIÓN DE LA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA ''IERÓN'' MEDIANTE LA INSTALACIÓN DE 11MW DE BATERÍAS EN EL T.M. DE MONTÁNCHEZ (CÁCERES)

FECHA: FEBRERO 2026

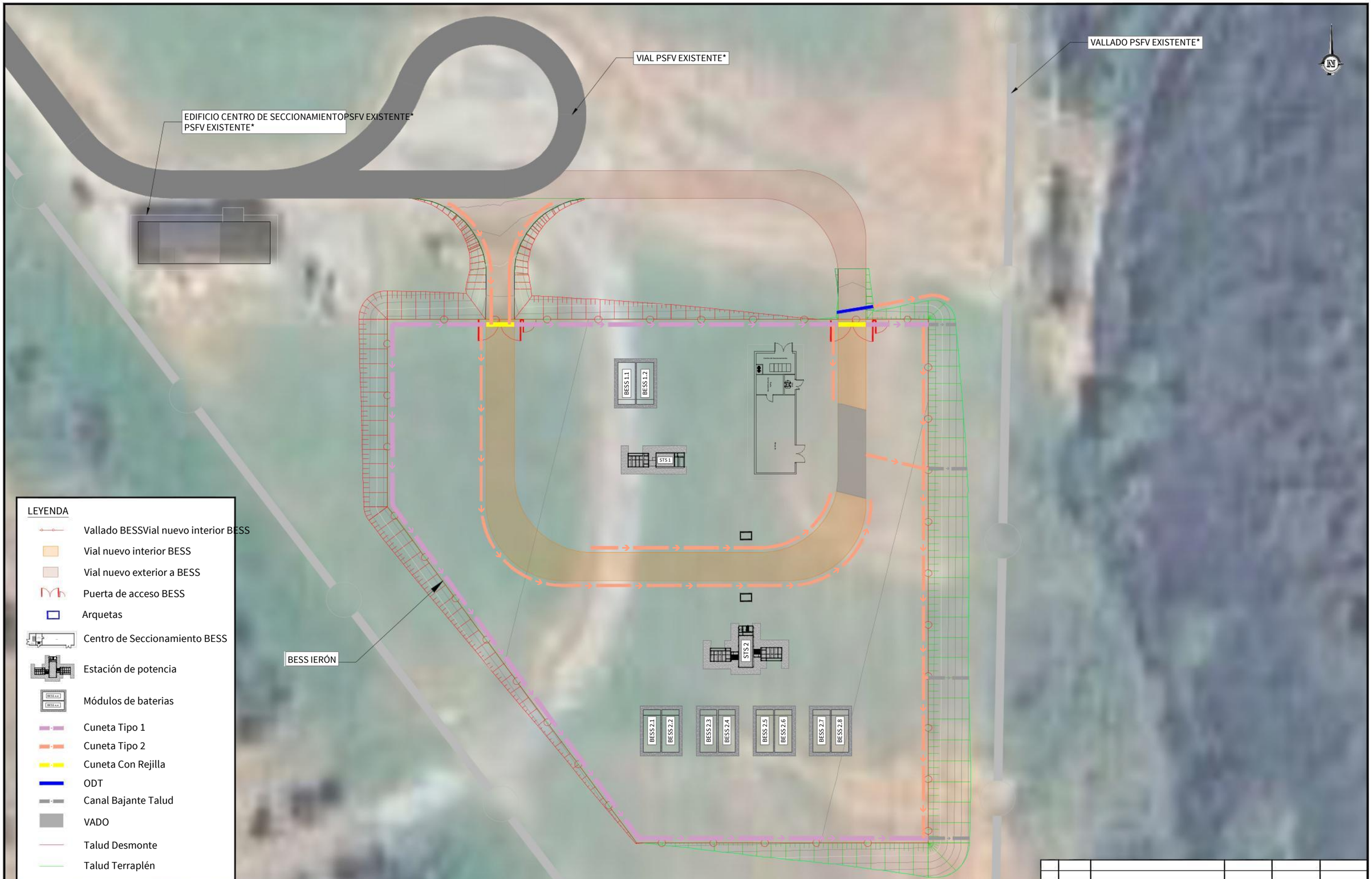
ESCALA: 1 : 500 m
FORMATO UNE A-3 UNIDADES

PLANO: ESCORRENTÍA SUPERFICIAL EXISTENTE

NÚMERO DE PLANO: 29

FICHERO DIGITAL: BES-IER-MAGOP-PEJ-PLA-0029.dwg

HOJA: 1 de 1



REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	REALIZADO	REVISADO	APROBADO
01	11/02/26	PRIMERA EMISIÓN	MVR	JMCM	ORB

TITULAR Y PROMOTOR: frv

INGENIERÍA: Magtel INNOVATION & TECHNOLOGY

AUTOR DEL PROYECTO:
Óscar Reyes BlancoGraduado Ing. Électrica
Graduado Ing. Electrica Nº Col.: 12.188
Nº Col.: 12.188

TÍTULO DEL PROYECTO:
PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO DE HIBRIDACIÓN DE LA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA ''IERÓN'' MEDIANTE LA INSTALACIÓN DE 11MW DE BATERÍAS EN EL T.M. DE MONTÁNCHEZ (CÁCERES)

FECHA: FEBRERO 2026

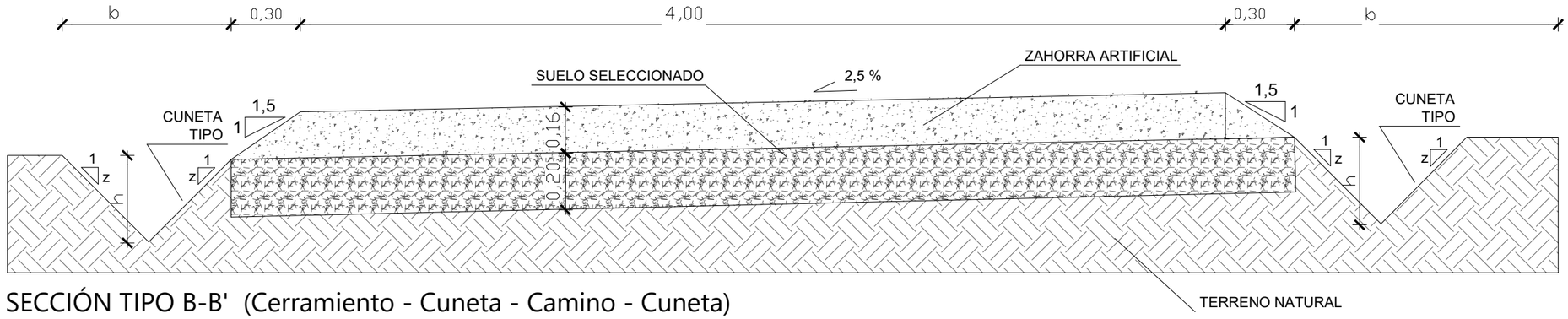
ESCALA: 1 : 500 m
FORMATO UNE A-3 UNIDADES

PLANO: PLANTA DE DRENAJES

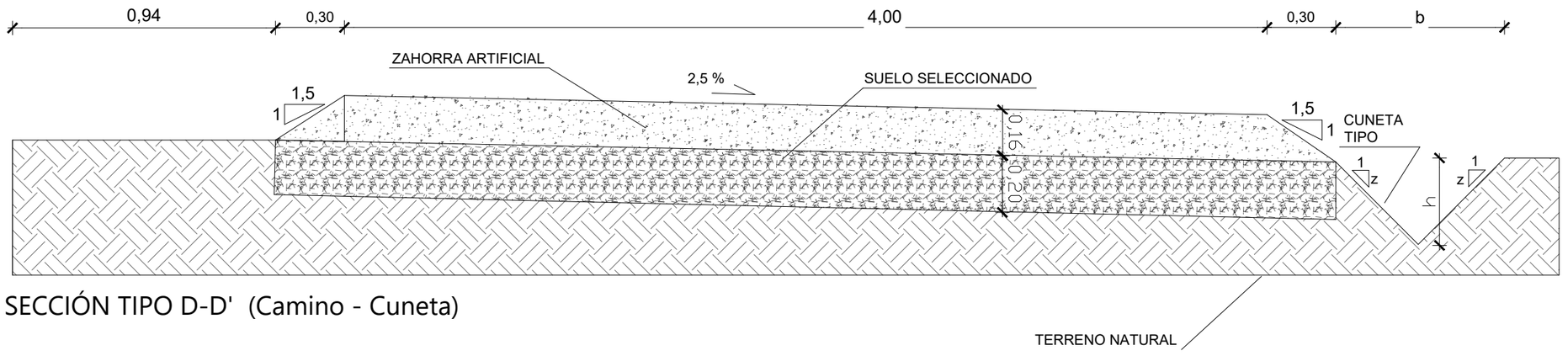
NÚMERO DE PLANO: 30

FICHERO DIGITAL: BES-IER-MAGOP-PEJ-PLA-0030.dwg

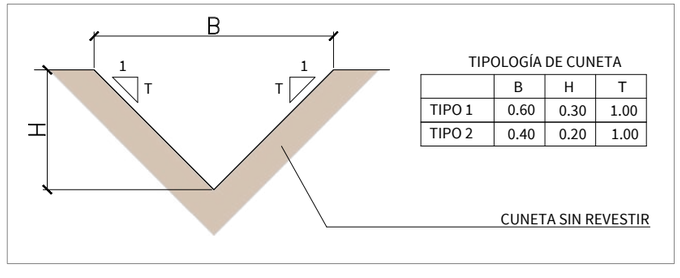
HOJA: 1 de 1



SECCIÓN TIPO B-B' (Cerramiento - Cuneta - Camino - Cuneta)

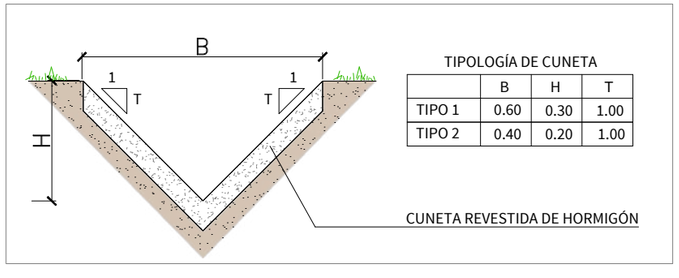


SECCIÓN TIPO D-D' (Camino - Cuneta)



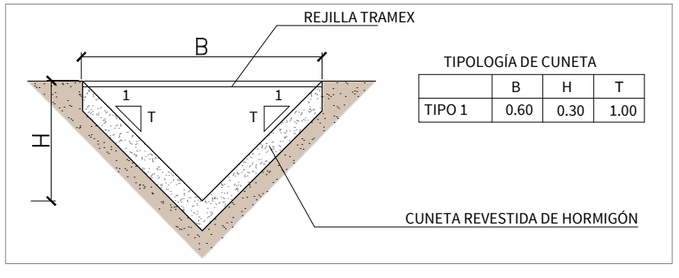
TIPOLOGÍA DE CUNETA

	B	H	T
TIPO 1	0.60	0.30	1.00
TIPO 2	0.40	0.20	1.00



TIPOLOGÍA DE CUNETA

	B	H	T
TIPO 1	0.60	0.30	1.00
TIPO 2	0.40	0.20	1.00



TIPOLOGÍA DE CUNETA

	B	H	T
TIPO 1	0.60	0.30	1.00

REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	REALIZADO	REVISADO	APROBADO
01	11/02/26	PRIMERA EMISIÓN	MVR	JMCM	ORB

TITULAR Y PROMOTOR: frv

INGENIERÍA: Magtel INNOVATION & TECHNOLOGY

AUTOR DEL PROYECTO:
Óscar Reyes Blanco
Graduado Ing. Électrica Nº Col.: 12.188

TÍTULO DEL PROYECTO:
PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO DE HIBRIDACIÓN DE LA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "IERÓN" MEDIANTE LA INSTALACIÓN DE 11MW DE BATERÍAS EN EL T.M. DE MONTÁNCHEZ (CÁCERES)

FECHA: FEBRERO 2026

ESCALA: S / E
FORMATO UNE A-3

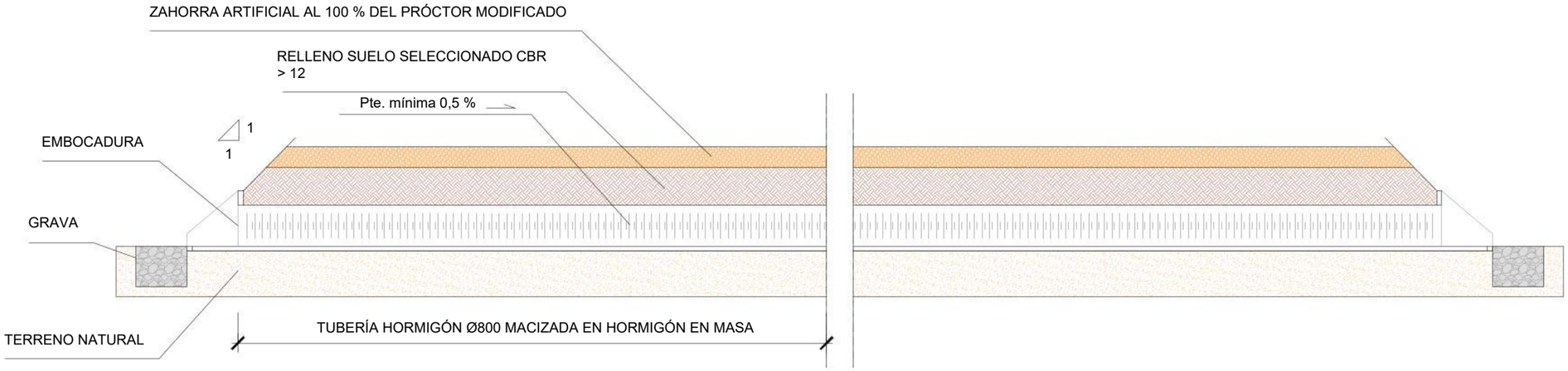
UNIDADES: m

PLANO:
DETALLE DE DRENAJES
SECCIONES TIPO. CUNETAS

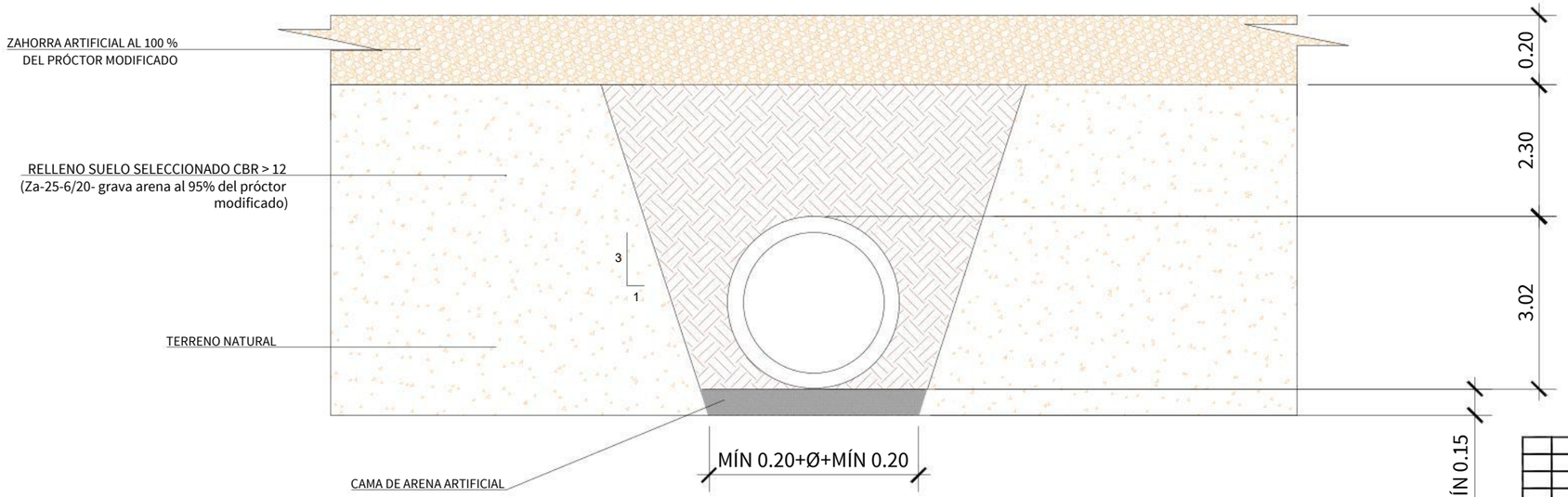
NÚMERO DE PLANO: 31

FICHERO DIGITAL: BES-IER-MAGOP-PEJ-PLA-0031.dwg

HOJA: 1 de 4





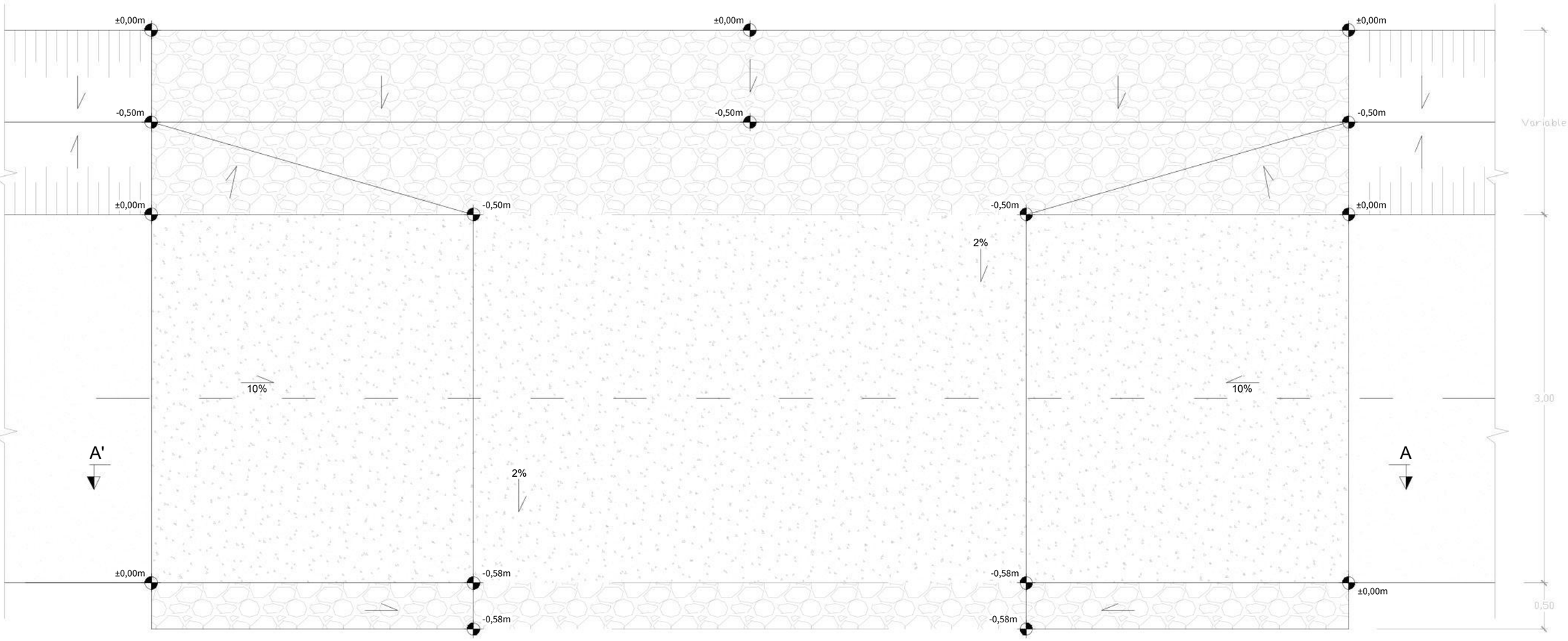


REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	REALIZADO	REVISADO	APROBADO
01	11/02/26	PRIMERA EMISIÓN	MVR	JMCM	ORB

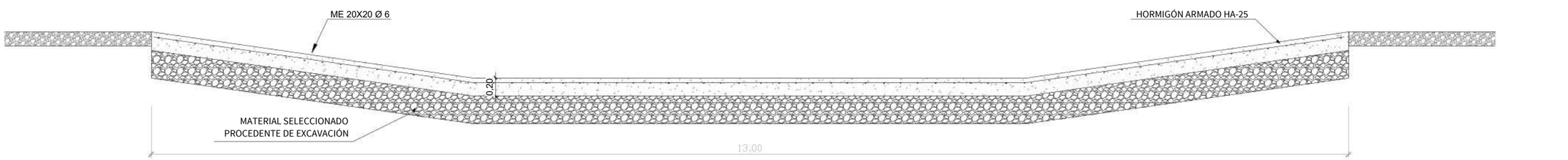
TITULAR Y PROMOTOR: frv	INGENIERÍA: Magtel INNOVATION & TECHNOLOGY	AUTOR DEL PROYECTO: Óscar Reyes BlancoGraduado Ing. Électrica Graduado Ing. Électrica Nº Col.: 12.188	TÍTULO DEL PROYECTO: PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO DE HIBRIDACIÓN DE LA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA ''IERÓN'' MEDIANTE LA INSTALACIÓN DE 11MW DE BATERÍAS EN EL T.M. DE MONTÁNCHEZ (CÁCERES) Nº Col.: 12.188	FECHA: FEBRERO 2026	ESCALA: S / E m FORMATO UNE A-3 UNIDADES

PLANO:	NÚMERO DE PLANO:
DETALLE DE DRENAJES SECCIONES TIPO. ODT	31
FICHERO DIGITAL: BES-IER-MAGOP-PEJ-PLA-0031.dwg	HOJA: 2 de 4

PLANTA



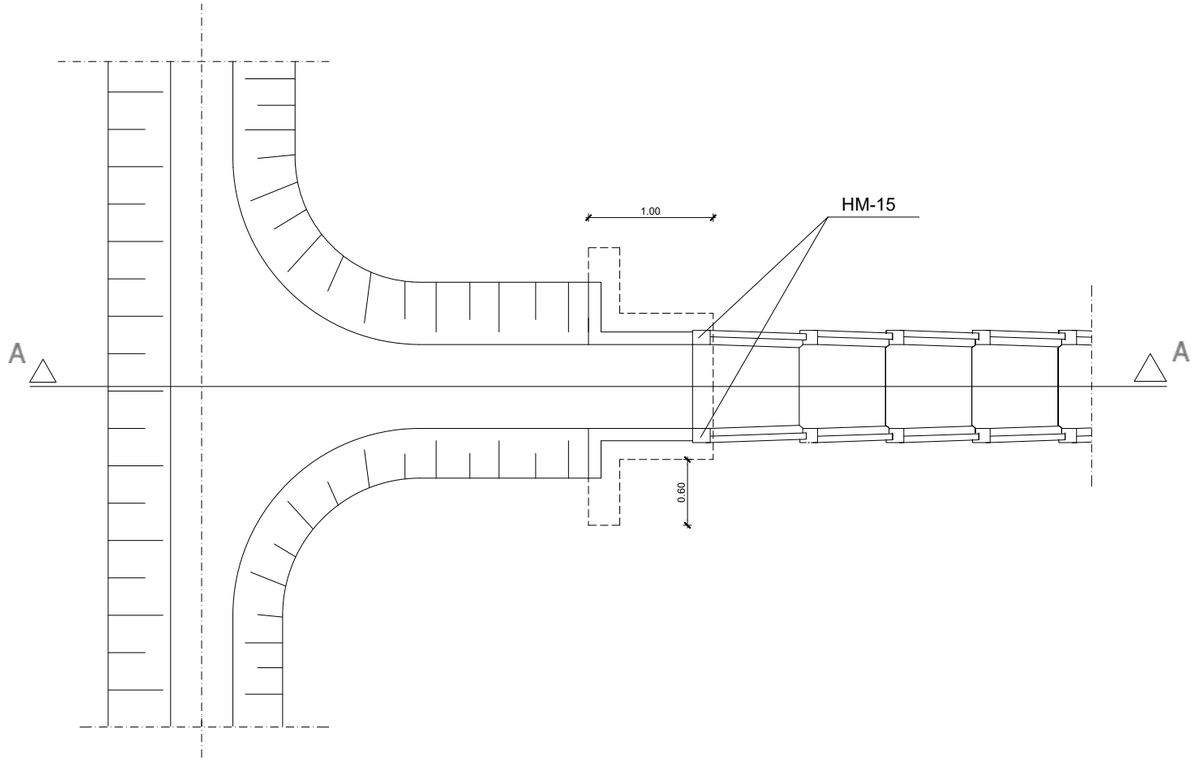
SECCIÓN A-A'



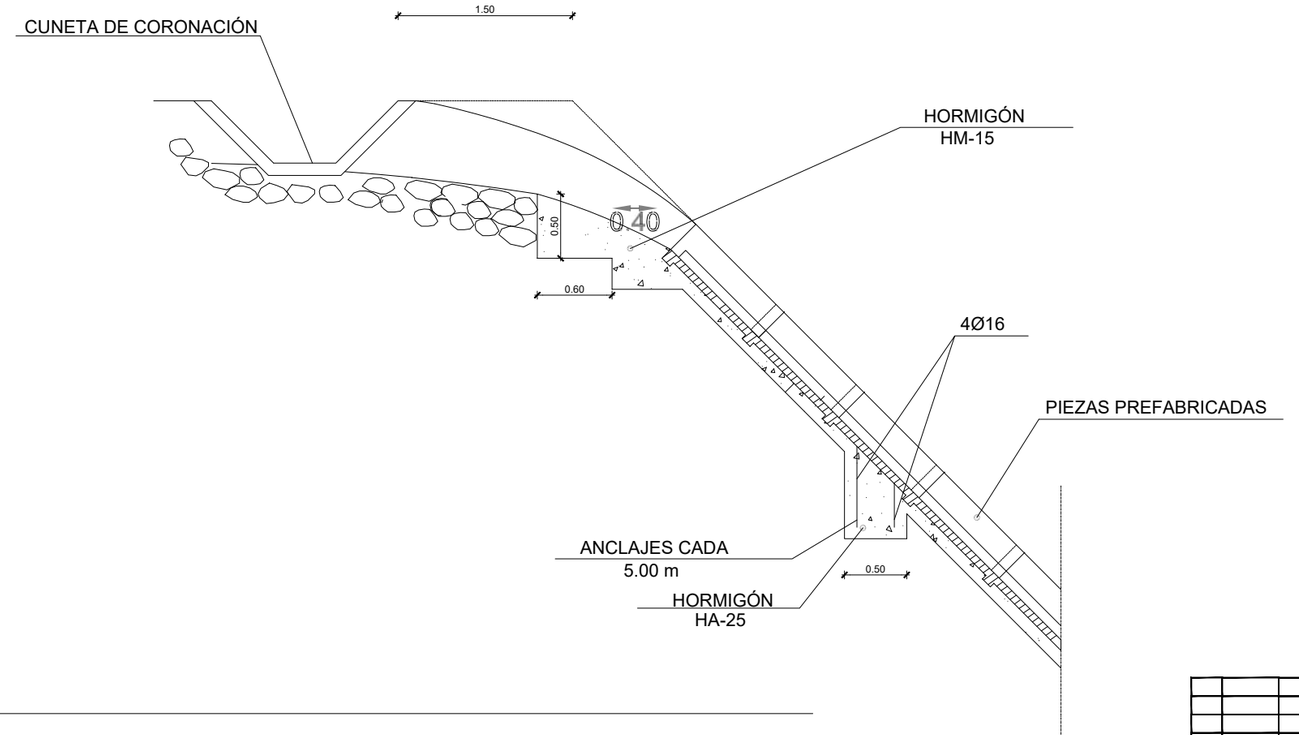
REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	REALIZADO	REVISADO	APROBADO
01	11/02/26	PRIMERA EMISIÓN	MVR	JMCM	ORB

TITULAR Y PROMOTOR: frv	INGENIERÍA: Magtel INNOVATION & TECHNOLOGY	AUTOR DEL PROYECTO: Óscar Reyes Blanco Graduado Ing. Électrica Nº Col.: 12.188 Graduado Ing. Électrica Nº Col.: 12.188	TÍTULO DEL PROYECTO: PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO DE HIBRIDACIÓN DE LA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA ''IERÓN'' MEDIANTE LA INSTALACIÓN DE 11MW DE BATERÍAS EN EL T.M. DE MONTÁNCHEZ (CÁCERES)	FECHA: FEBRERO 2026	ESCALA: S / E m FORMATO UNE A-3 UNIDADES

PLANO:	NÚMERO DE PLANO:
DETALLE DE DRENAJES SECCIONES TIPO. VADO	31
FICHERO DIGITAL: BES-IER-MAGOP-PEJ-PLA-0031.dwg	HOJA: 3 de 4



PLANTA



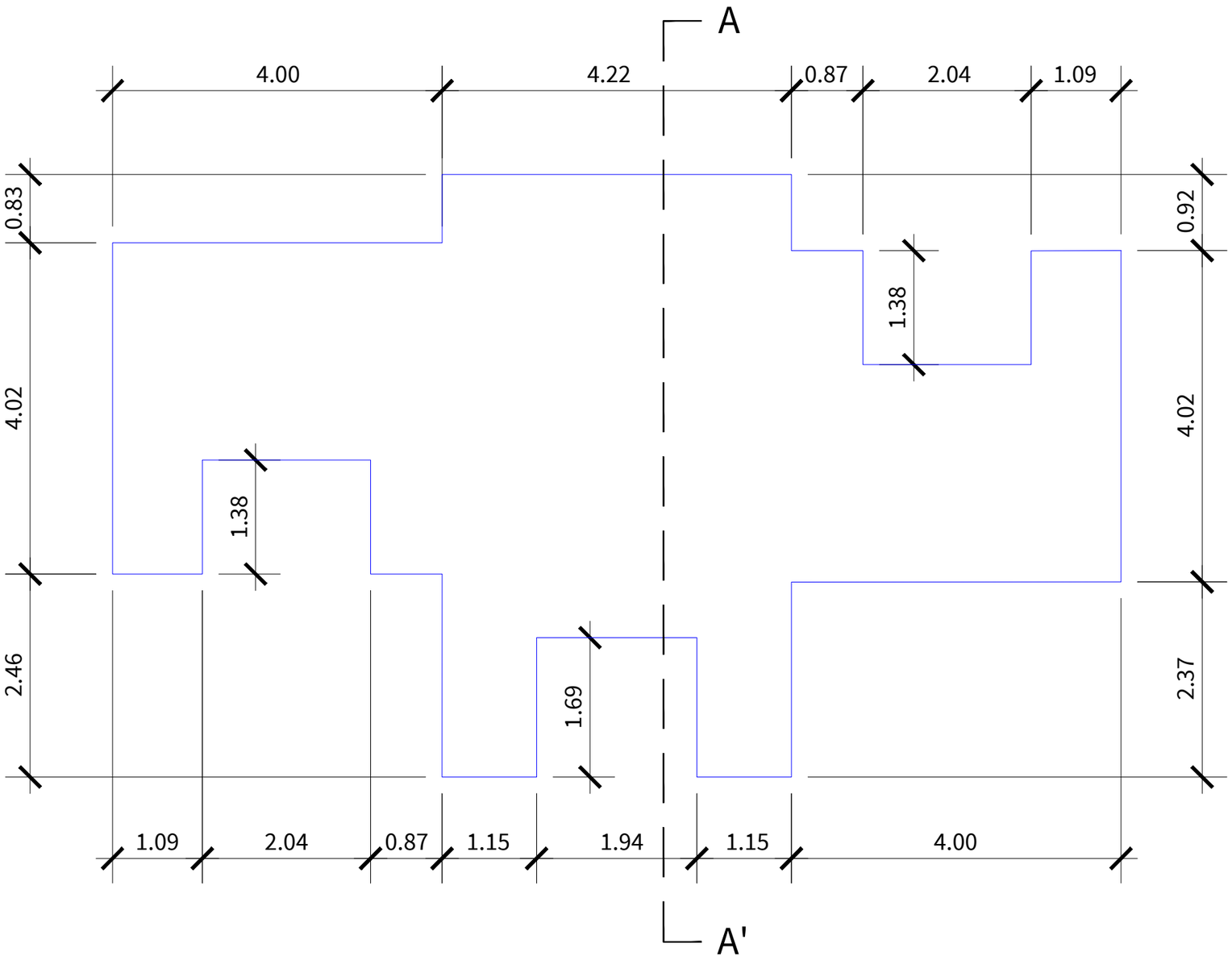
SECCIÓN A-A'

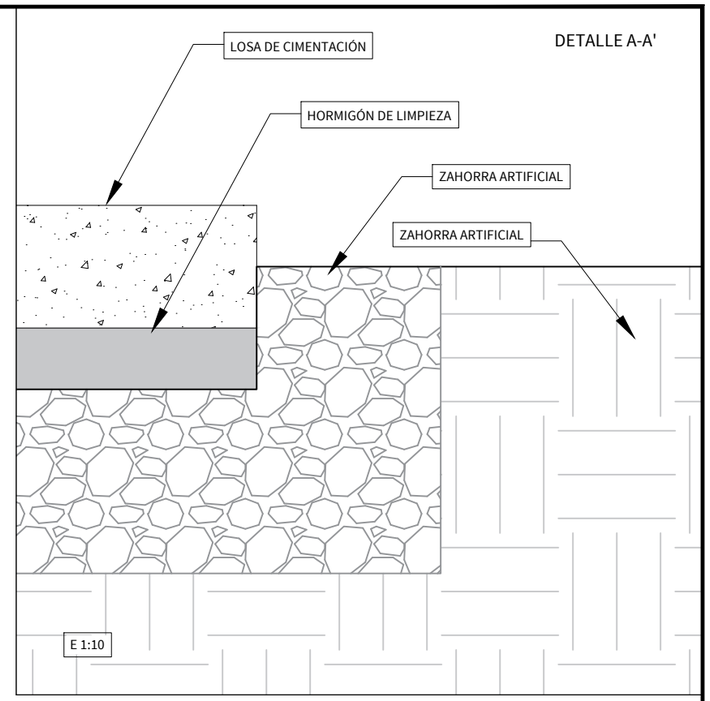
REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	REALIZADO	REVISADO	APROBADO
01	11/02/26	PRIMERA EMISIÓN	MVR	JMCM	ORB

TITULAR Y PROMOTOR: frv	INGENIERÍA: Magtel INNOVATION & TECHNOLOGY	AUTOR DEL PROYECTO: Óscar Reyes Blanco, Graduado Ing. Electrica Nº Col.: 12.188	TÍTULO DEL PROYECTO: PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO DE HIBRIDACIÓN DE LA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA ''IERÓN'' MEDIANTE LA INSTALACIÓN DE 11MW DE BATERÍAS EN EL T.M. DE MONTÁNCHEZ (CÁCERES)	FECHA: FEBRERO 2026	ESCALA: S / E m; FORMATO UNE A-3 UNIDADES

PLANO: DETALLE DE DRENAJES SECCIONES TIPO. BAJANTE TALUD.	NÚMERO DE PLANO: 31	
FICHERO DIGITAL: BES-IER-MAGOP-PEJ-PLA-0031.dwg	HOJA: 4 de 4	

ESTACIÓN DE POTENCIA
TWIN SKID COMPACT 8780 KVA





Cimentación
Hormigón: HA-25, Yc=1.5
Aceros en cimentación: B 500 S, Ys=1.15
Escala: 1:80

E 1:60

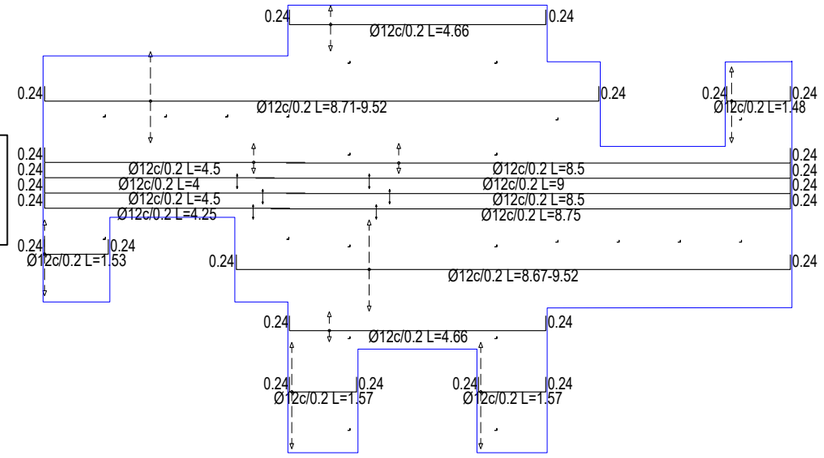
REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	REALIZADO	REVISADO	APROBADO
01	11/02/26	PRIMERA EMISIÓN	MVR	JMCM	ORB

TITULAR Y PROMOTOR: frv	INGENIERÍA: Magtel INNOVATION & TECHNOLOGY	AUTOR DEL PROYECTO: Óscar Reyes Blanco, Graduado Ing. Electrica Nº Col.: 12.188	TÍTULO DEL PROYECTO: PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO DE HIBRIDACIÓN DE LA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "IERÓN" MEDIANTE LA INSTALACIÓN DE 11MW DE BATERÍAS EN EL T.M. DE MONTÁNCHEZ (CÁCERES)	FECHA: FEBRERO 2026	ESCALA: INDICADAS m; FORMATO UNE A-3 UNIDADES

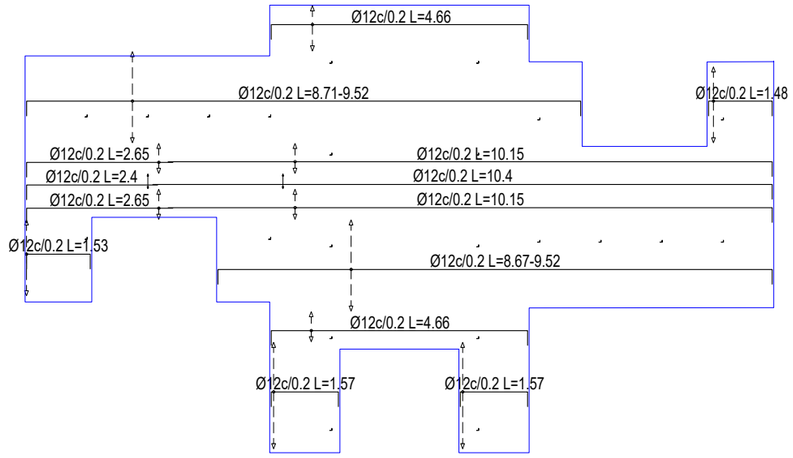
PLANO:	NÚMERO DE PLANO:
CIMENTACIÓN ESTACIÓN DE POTENCIA. PLANTA	33
FICHERO DIGITAL: BES-IER-MAGOP-PEJ-PLA-0032.dwg	HOJA: 01 de 07

ESTACIÓN DE POTENCIA
TWIN SKID COMPACT 8780 KVA

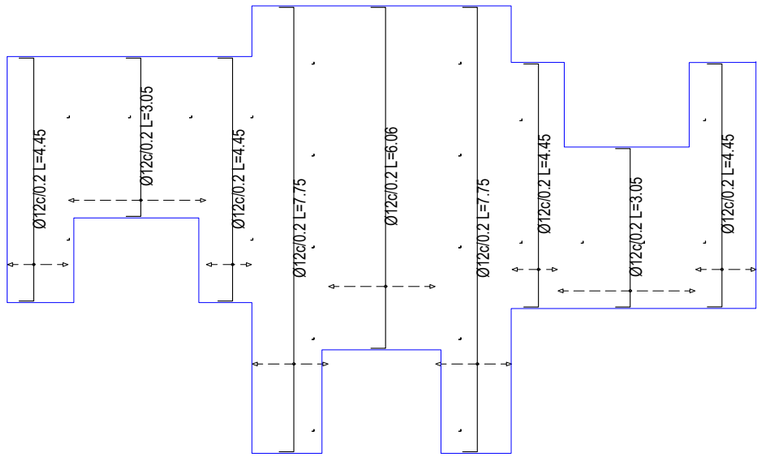
Cimentación
Armadura longitudinal inferior
Hormigón: HA-25, Yc=1.5
Aceros en cimentación: B 500 S, Ys=1.15
Escala: 1:100



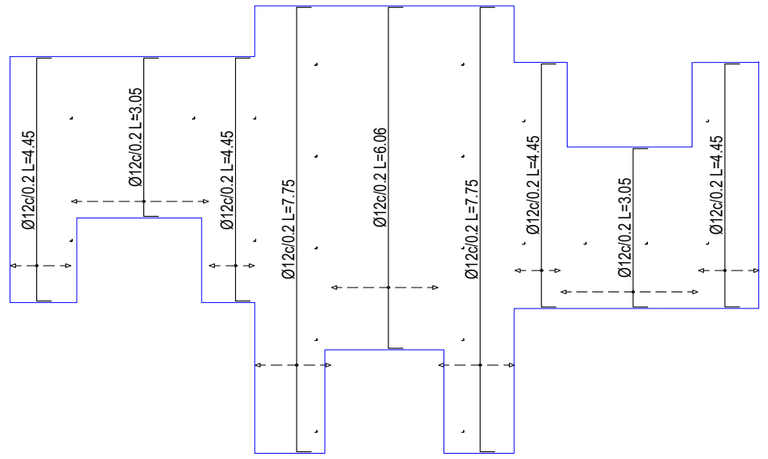
Cimentación
Armadura longitudinal superior
Hormigón: HA-25, Yc=1.5
Aceros en cimentación: B 500 S, Ys=1.15
Escala: 1:100



Cimentación
Armadura transversal inferior
Hormigón: HA-25, Yc=1.5
Aceros en cimentación: B 500 S, Ys=1.15
Escala: 1:100



Cimentación
Armadura transversal superior
Hormigón: HA-25, Yc=1.5
Aceros en cimentación: B 500 S, Ys=1.15
Escala: 1:100



E 1:100

REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	REALIZADO	REVISADO	APROBADO
01	11/02/26	PRIMERA EMISIÓN	MVR	JMCM	ORB

TITULAR Y PROMOTOR: frv

INGENIERÍA: Magtel INNOVATION & TECHNOLOGY

AUTOR DEL PROYECTO:
Óscar Reyes Blanco
Graduado Ing. Electrica Nº Col.: 12.188

TÍTULO DEL PROYECTO:
PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO DE HIBRIDACIÓN DE LA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "IERÓN" MEDIANTE LA INSTALACIÓN DE 11MW DE BATERÍAS EN EL T.M. DE MONTÁNCHEZ (CÁCERES)

FECHA: FEBRERO 2026

ESCALA: INDICADAS
FORMATO UNE A-3

UNIDADES: m

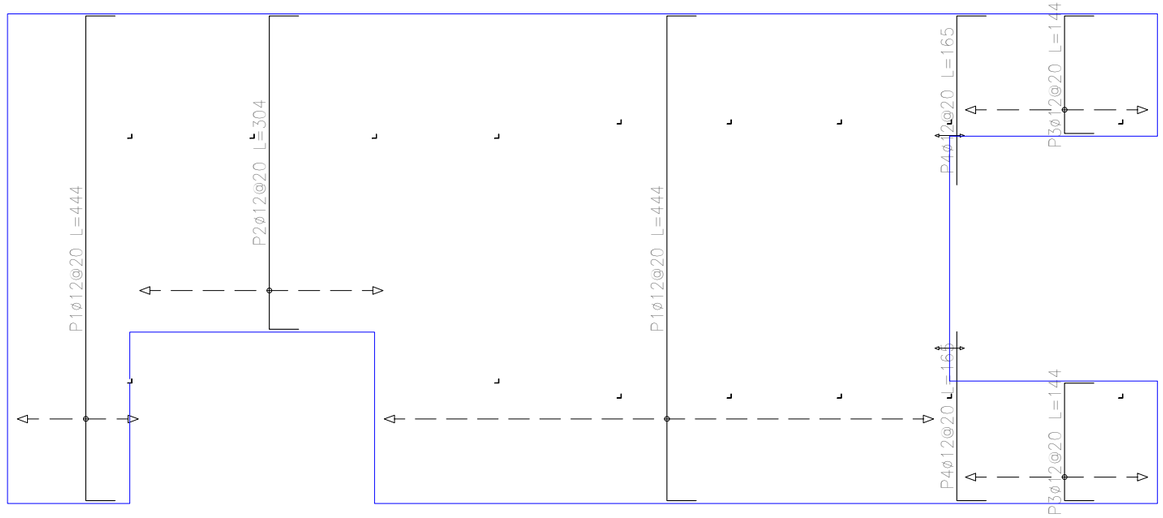
PLANO: CIMENTACIÓN
ESTACIÓN DE POTENCIA. DETALLE

NÚMERO DE PLANO: 33

FICHERO DIGITAL: BES-IER-MAGOP-PEJ-PLA-0032.dwg

HOJA: 02 de 07

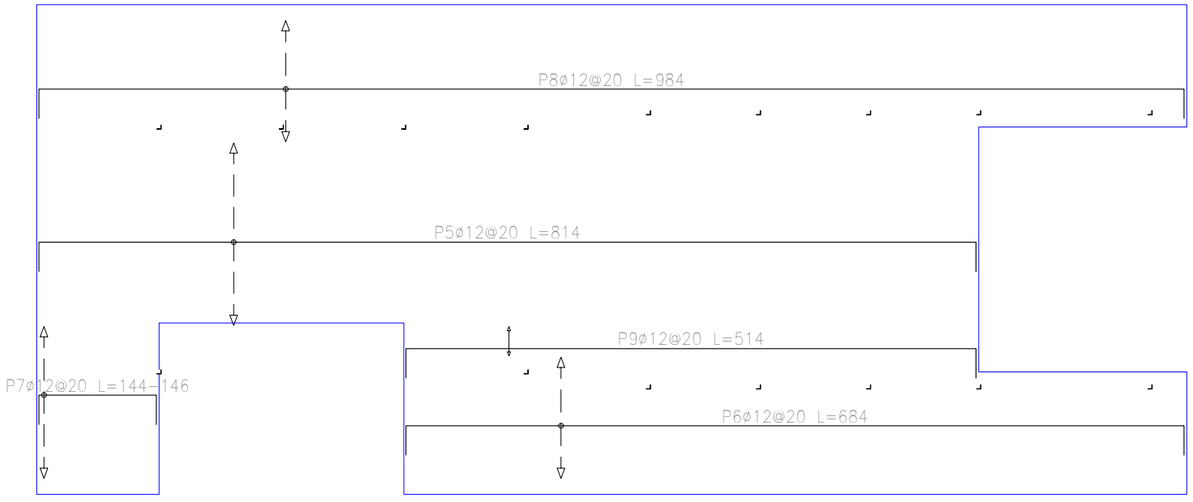
ESTACIÓN DE POTENCIA
MV SKID COMPACT 3290 KVA



Elemento	Pos.	Diám.	No.	Long. (cm)	Total (cm)	B 500 S, Ys=1.15 (kg)
Armadura longitudinal superior	1	ø12	28	444	12432	110.4
	2	ø12	10	304	3040	27.0
	3	ø12	16	144	2304	20.5
	4	ø12	4	165	660	5.9
					Total+10%:	180.2
Armadura transversal superior	5	ø12	8	814	6512	57.8
	6	ø12	5	684	3420	30.4
	7	ø12	7	144	1008	8.9
	8	ø12	5	984	4920	43.7
	9	ø12	2	514	1028	9.1
					Total+10%:	164.9
					ø12:	345.1
					Total:	345.1

Resumen Acero Cimentación Armadura transversal superior		Long. total (m)	Peso+10% (kg)
B 500 S, Ys=1.15	ø12	168.9	165

Cimentación
Armadura transversal superior
Hormigón: HA-25, Yc=1.5
B 500 S, Ys=1.15
Escala: 1:50



Cimentación
Armadura longitudinal superior
Hormigón: HA-25, Yc=1.5
B 500 S, Ys=1.15
Escala: 1:50

Resumen Acero Cimentación Armadura longitudinal superior		Long. total (m)	Peso+10% (kg)
B 500 S, Ys=1.15	ø12	184.4	180

E 1:100

REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	REALIZADO	REVISADO	APROBADO
01	11/02/26	PRIMERA EMISIÓN	MVR	JMCM	ORB

TITULAR Y PROMOTOR: frv

INGENIERÍA: Magtel INNOVATION & TECHNOLOGY

AUTOR DEL PROYECTO:
Óscar Reyes Blanco
Graduado Ing. Electrica Nº Col.: 12.188

TÍTULO DEL PROYECTO:
PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO DE HIBRIDACIÓN DE LA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "IERÓN" MEDIANTE LA INSTALACIÓN DE 11MW DE BATERÍAS EN EL T.M. DE MONTÁNCHEZ (CÁCERES)

FECHA: FEBRERO 2026

ESCALA: INDICADAS
FORMATO UNE A-3

UNIDADES: m

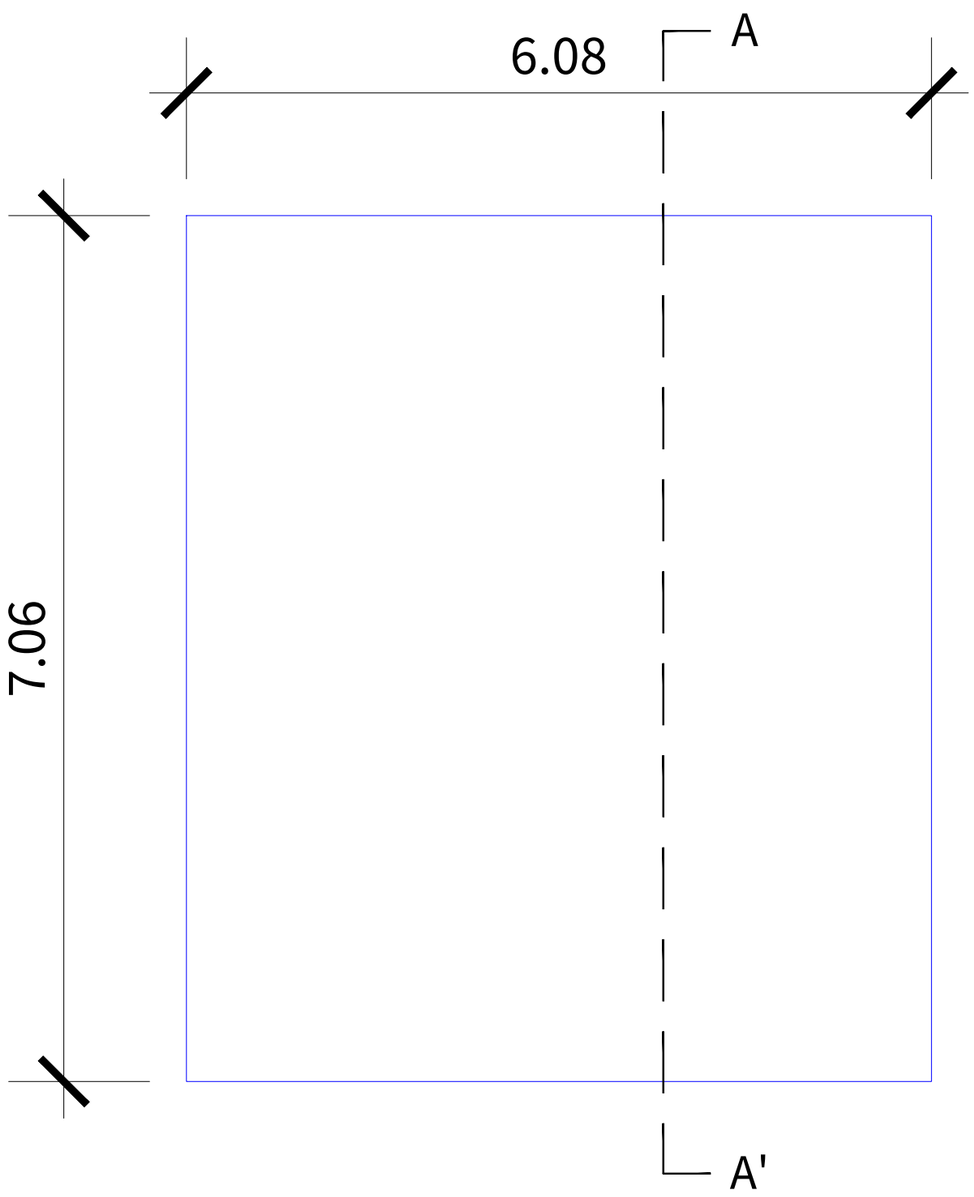
PLANO: CIMENTACIÓN
ESTACIÓN DE POTENCIA. DETALLE

FICHERO DIGITAL: BES-IER-MAGOP-PEJ-PLA-0032.dwg

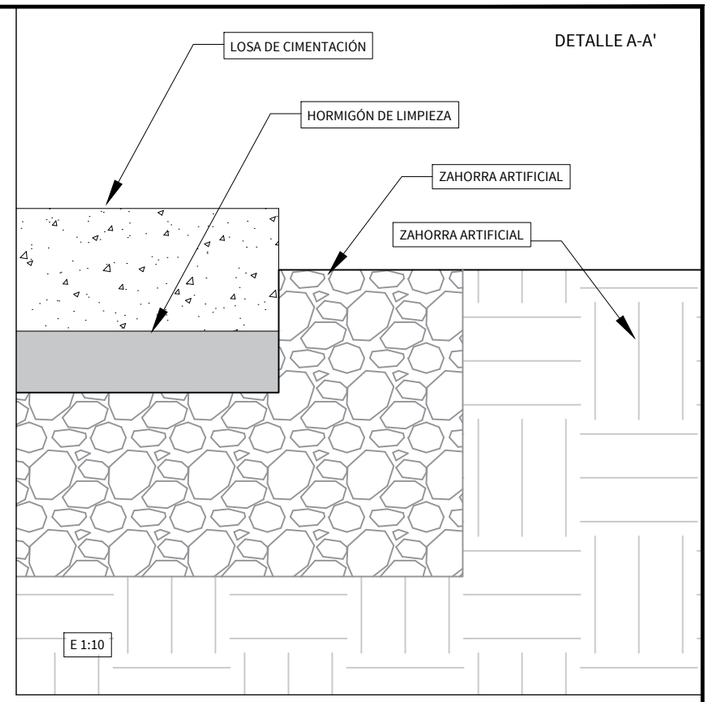
NÚMERO DE PLANO: 33

HOJA: 03 de 07

2 X CONTENEDOR DE BATERÍAS



E 1:50



Cimentación
Hormigón: HA-25, Yc=1.5
Aceros en cimentación: B 500 S, Ys=1.15
Escala: 1:80

REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	REALIZADO	REVISADO	APROBADO
01	11/02/26	PRIMERA EMISIÓN	MVR	JMCM	ORB

TITULAR Y PROMOTOR: frv

INGENIERÍA: Magtel INNOVATION & TECHNOLOGY

AUTOR DEL PROYECTO:
Óscar Reyes Blanco
Graduado Ing. Électrica Nº Col.: 12.188

TÍTULO DEL PROYECTO:
PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO DE HIBRIDACIÓN DE LA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA ''IERÓN'' MEDIANTE LA INSTALACIÓN DE 11MW DE BATERÍAS EN EL T.M. DE MONTÁNCHEZ (CÁCERES)

FECHA: FEBRERO 2026

ESCALA: INDICADAS
FORMATO UNE A-3

UNIDADES: m

PLANO: CIMENTACIÓN
CONTENEDOR DE BATERÍAS. PLANTA

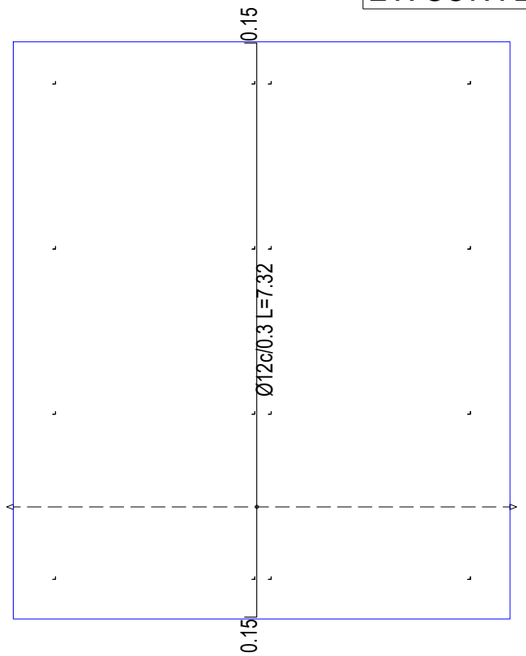
FICHERO DIGITAL: BES-IER-MAGOP-PEJ-PLA-0032.dwg

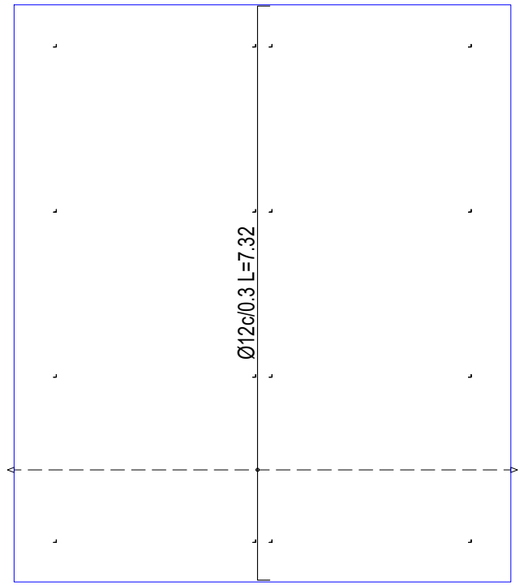
NÚMERO DE PLANO: 33

HOJA: 04 de 07

2 X CONTENEDOR DE BATERÍAS

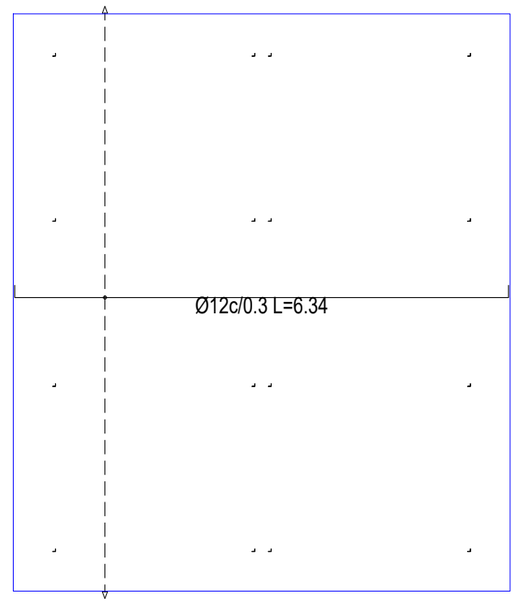
Cimentación
Armadura longitudinal inferior
Hormigón: HA-25, Yc=1.5
Aceros en cimentación: B 500 S, Ys=1.15
Escala: 1:75

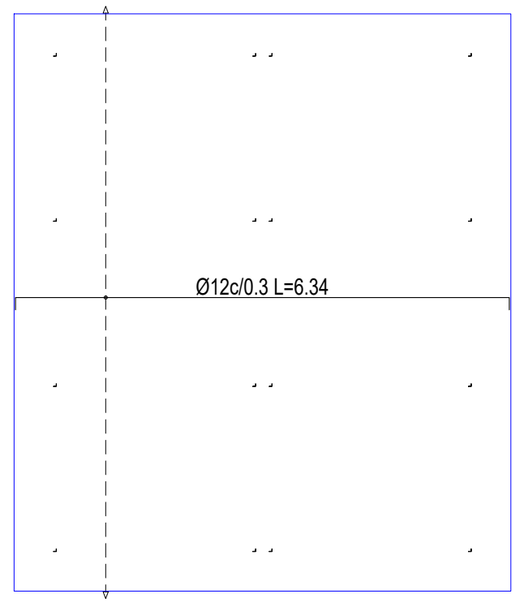




Cimentación
Armadura longitudinal superior
Hormigón: HA-25, Yc=1.5
Aceros en cimentación: B 500 S, Ys=1.15
Escala: 1:75

Cimentación
Armadura transversal inferior
Hormigón: HA-25, Yc=1.5
Aceros en cimentación: B 500 S, Ys=1.15
Escala: 1:75





Cimentación
Armadura transversal superior
Hormigón: HA-25, Yc=1.5
Aceros en cimentación: B 500 S, Ys=1.15
Escala: 1:75

E 1:75

REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	REALIZADO	REVISADO	APROBADO
01	11/02/26	PRIMERA EMISIÓN	MVR	JMCM	ORB

TITULAR Y PROMOTOR: frv

INGENIERÍA: Magtel INNOVATION & TECHNOLOGY

AUTOR DEL PROYECTO:
Óscar Reyes Blanco
Graduado Ing. Électrica Nº Col.: 12.188

TÍTULO DEL PROYECTO:
PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO DE HIBRIDACIÓN DE LA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "IERÓN" MEDIANTE LA INSTALACIÓN DE 11MW DE BATERÍAS EN EL T.M. DE MONTÁNCHEZ (CÁCERES)

FECHA: FEBRERO 2026

ESCALA: INDICADAS
FORMATO UNE A-3

UNIDADES: m

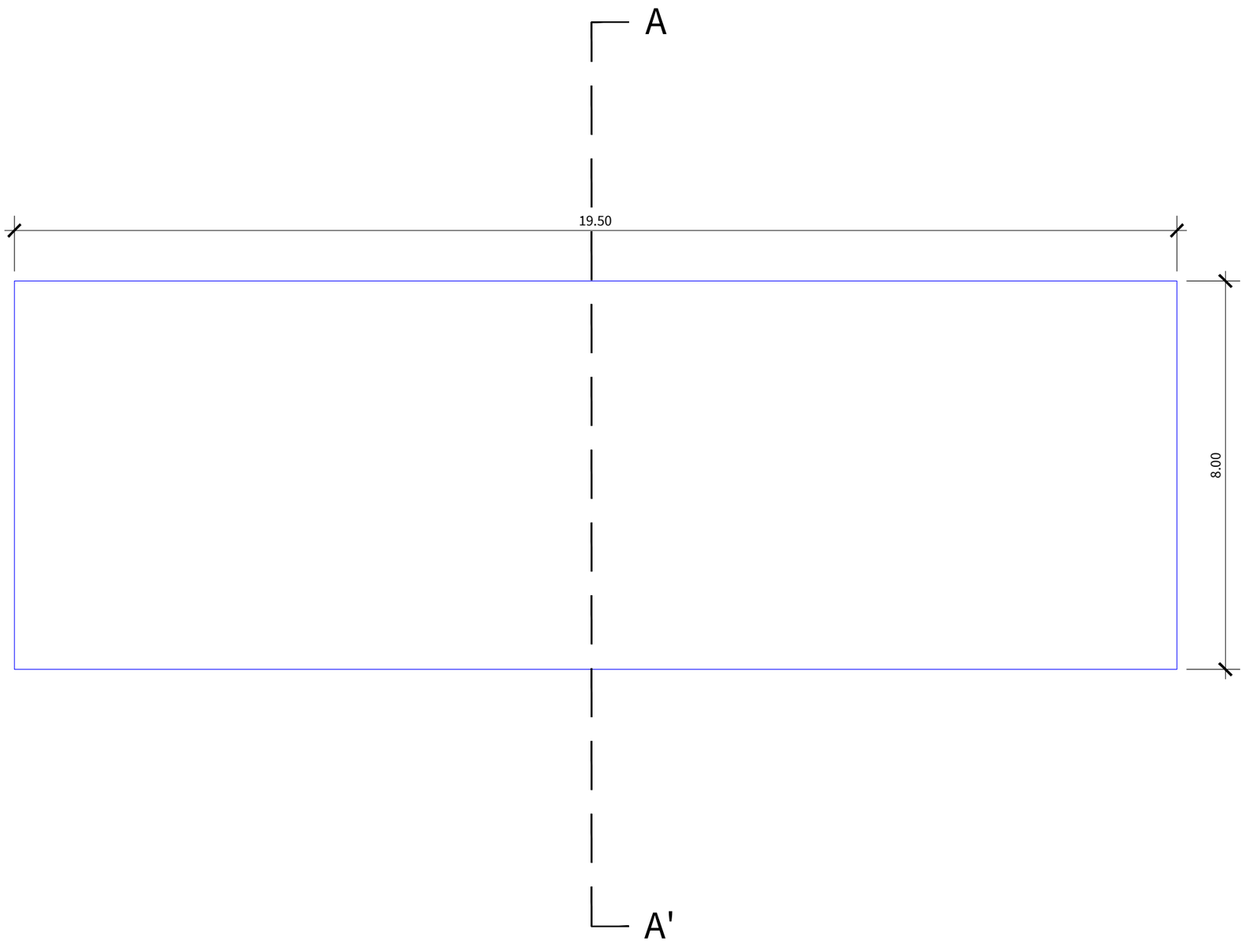
PLANO: CIMENTACIÓN
CONTENEDOR DE BATERÍAS. DETALLE

FICHERO DIGITAL: BES-IER-MAGOP-PEJ-PLA-0032.dwg

NÚMERO DE PLANO: 33

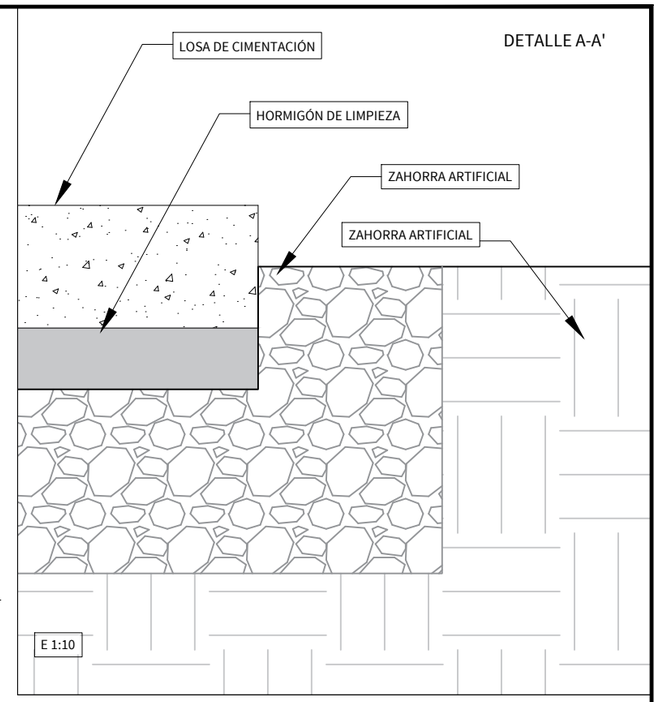
HOJA: 05 de 07

EDIFICIO CENTRO SECCIONAMIENTO / CONTROL



E 1:100

DETALLE A-A'



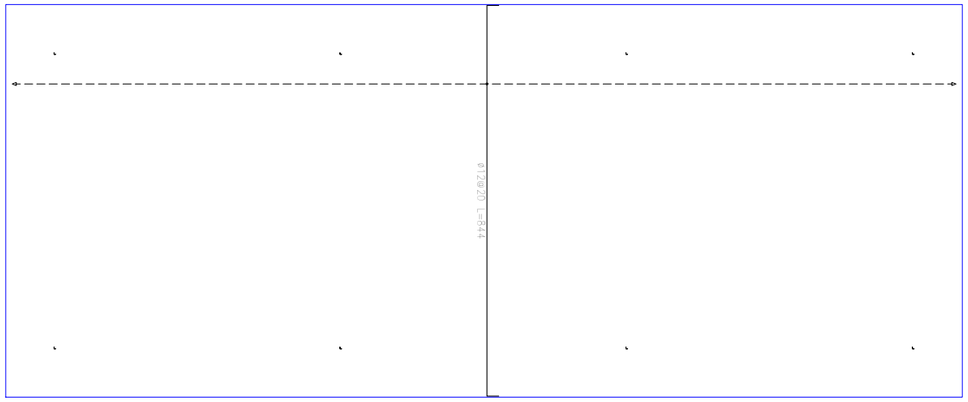
Cimentación
Hormigón: HA-25, Yc=1.5
Aceros en cimentación: B 500 S, Ys=1.15
Escala: 1:100

REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	REALIZADO	REVISADO	APROBADO
01	11/02/26	PRIMERA EMISIÓN	MVR	JMCM	ORB

TITULAR Y PROMOTOR: frv	INGENIERÍA: Magtel INNOVATION & TECHNOLOGY	AUTOR DEL PROYECTO: Óscar Reyes Blanco Graduado Ing. Électrica Nº Col.: 12.188	TÍTULO DEL PROYECTO: PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO DE HIBRIDACIÓN DE LA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "IERÓN" MEDIANTE LA INSTALACIÓN DE 11MW DE BATERÍAS EN EL T.M. DE MONTÁNCHEZ (CÁCERES)	FECHA: FEBRERO 2026	ESCALA: INDICADAS m FORMATO UNE A-3 UNIDADES

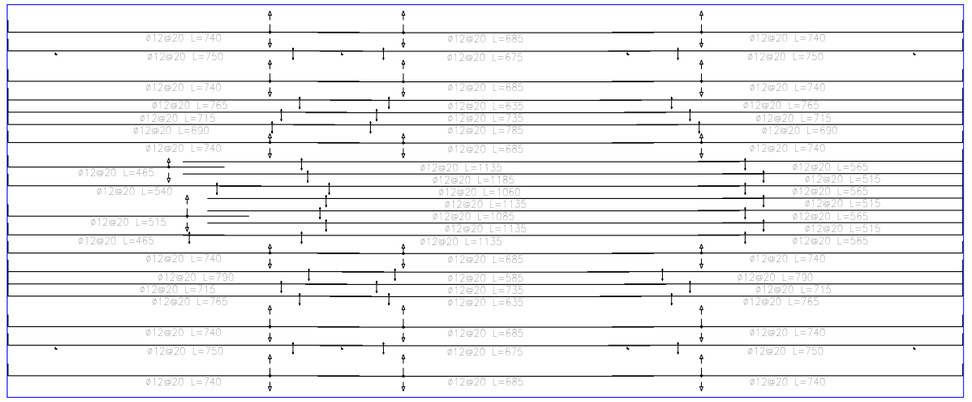
PLANO: CIMENTACIÓN EDIFICIO CENTRO SECCIONAMIENTO / CONTROL. PLANTA	NÚMERO DE PLANO: 33	
FICHERO DIGITAL: BES-IER-MAGOP-PEJ-PLA-0032.dwg	HOJA: 06 de 07	

EDIFICIO CENTRO SECCIONAMIENTO / CONTROL



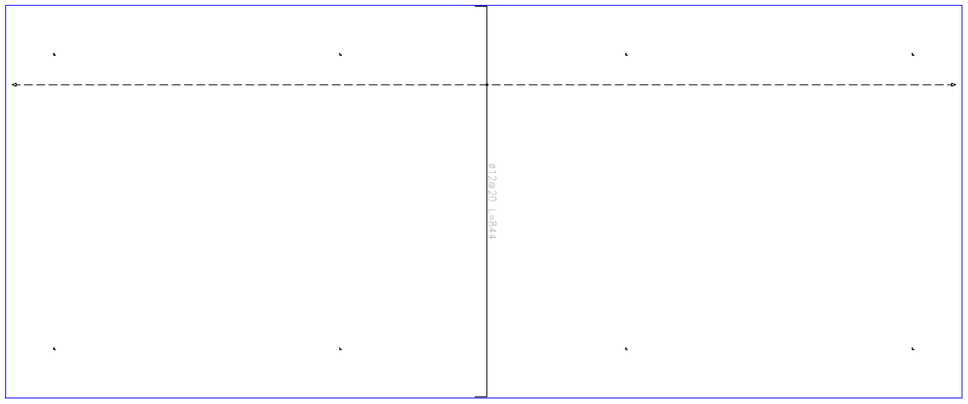
Resumen Acero Cimentación Armadura transversal inferior		Long. total (m)	Peso+10% (kg)
B 500 S, Ys=1.15	ø12	1111.3	1085

Cimentación
Armadura transversal inferior
Hormigón: HA-25, Yc=1.5
B 500 S, Ys=1.15
Escala: 1:100



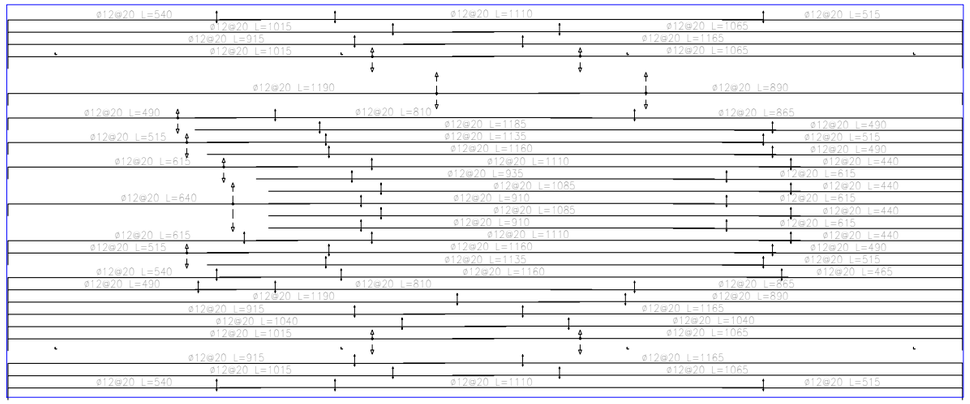
Resumen Acero Cimentación Armadura longitudinal inferior		Long. total (m)	Peso+10% (kg)
B 500 S, Ys=1.15	ø12	818.7	800

Cimentación
Armadura longitudinal inferior
Hormigón: HA-25, Yc=1.5
B 500 S, Ys=1.15
Escala: 1:100



Resumen Acero Cimentación Armadura transversal superior		Long. total (m)	Peso+10% (kg)
B 500 S, Ys=1.15	ø12	1194.8	1167

Cimentación
Armadura transversal superior
Hormigón: HA-25, Yc=1.5
B 500 S, Ys=1.15
Escala: 1:100



Resumen Acero Cimentación Armadura longitudinal superior		Long. total (m)	Peso+10% (kg)
B 500 S, Ys=1.15	ø12	818.7	800

Cimentación
Armadura longitudinal superior
Hormigón: HA-25, Yc=1.5
B 500 S, Ys=1.15
Escala: 1:100

E 1:125

REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	REALIZADO	REVISADO	APROBADO
01	11/02/26	PRIMERA EMISIÓN	MVR	JMCM	ORB

TITULAR Y PROMOTOR: frv	INGENIERÍA: Magtel INNOVATION & TECHNOLOGY	AUTOR DEL PROYECTO: Óscar Reyes Blanco, Graduado Ing. Electrica Nº Col.: 12.188	TÍTULO DEL PROYECTO: PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO DE HIBRIDACIÓN DE LA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "IERÓN" MEDIANTE LA INSTALACIÓN DE 11MW DE BATERÍAS EN EL T.M. DE MONTÁNCHEZ (CÁCERES)	FECHA: FEBRERO 2026

ESCALA: INDICADAS	m	PLANO: CIMENTACIÓN EDIFICIO CENTRO SECCIONAMIENTO / CONTROL. DETALLE	NÚMERO DE PLANO: 33
FORMATO UNE A-3	UNIDADES	FICHERO DIGITAL: BES-IER-MAGOP-PEJ-PLA-0032.dwg	HOJA: 07 de 07

Emisor	Magtel INNOVATION & TECHNOLOGY
Receptor	frv
Proyecto	PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO DE HIBRIDACIÓN DE LA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "IERÓN" MEDIANTE LA INSTALACIÓN DE 11MW DE BATERÍAS EN EL T.M. DE MONTÁNCHEZ (CÁCERES)"
Título	DOCUMENTO 3: PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES

Código	Negocio	Proyecto	Emisor	Disciplina	Documento	Nº Documento	Revisión
	[AAA]	[BBB]	[CCCCCC]	[DDD]	[EEE]	[#####]	[FF]
	BES	IER	MAGOP	PEJ	DOC	0003	1
	BES-IER-MAGOP-PEJ-DOC-0003					**Fecha**	11/02/2026

Revisión/ Edición	**Fecha**	**Realizado**	**Revisado**	**Aprobado**	**Modificaciones**
1	11/02/2026	PRS	JMCM	ORB	

ÍNDICE GENERAL

CAPÍTULO I: PLIEGO DE CONDICIONES GENERALES 1

1. OBJETO DEL PLIEGO DE CONDICIONES 1

2. NORMATIVA APLICABLE 1

2.1. GENERAL 1

2.2. ELECTRICIDAD 2

2.3. MAQUINARIA 3

2.4. RESIDUOS 3

2.5. CONSTRUCCIÓN 4

2.6. E.P.I. 4

2.7. RUIDO 5

2.8. INCENDIOS 5

2.9. SEÑALIZACIÓN 6

2.10. MOVIMIENTO DE TIERRAS 6

2.11. LUGARES DE TRABAJO 6

2.12. MANIPULACIÓN MANUAL DE CARGAS 6

2.13. APARATOS A PRESIÓN 6

3. DISPOSICIONES 6

4. NORMAS DE LA EMPRESA SUMINISTRADORA DE ENERGÍA 7

5. PERMISOS, LICENCIAS Y DICTÁMENES 7

6. SEÑALIZACIÓN DE OBRAS 7

7. CONSERVACIÓN DEL PAISAJE Y LIMPIEZA FINAL DE LAS OBRAS 7

8. NORMAS DE CARÁCTER GENERAL 7

8.1. DAÑOS 7

8.2. TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO 8

8.3. RECEPCIÓN DE MATERIALES 8

9. GASTOS DE CARÁCTER GENERAL A CARGO DEL CONTRATISTA 9

10. CONTRADICCIONES Y OMISIONES DEL PROYECTO 9

11. CONTROL DE CALIDAD 9

CAPÍTULO II: PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS PARTICULARES 10

1. DESCRIPCIÓN DE LA OBRA 10

2. CONDICIONES DE EJECUCIÓN DE LAS OBRAS 10

3. PROCEDIMIENTOS A SEGUIR EN LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS 11

4. MATERIALES DE LA OBRA 11

4.1. MATERIALES PARA RELLENOS 11

4.2. ZAHORRA ARTIFICIAL 12

4.3. HORMIGÓN 16

4.4. CONGLOMERANTES 22

4.5. ACERO CORRUGADO 23

4.6. PREFABRICADOS DE HORMIGÓN 23

4.7. TUBERÍA DE PVC 25

4.8. ELEMENTOS ESTRUCTURALES 25

CAPÍTULO III: OBRA CIVIL 30

1. ACONDICIONAMIENTO Y PREPARACIÓN DEL TERRENO 30

1.1. DESCRIPCIÓN 30

1.2. CONDICIONES PREVIAS 30

2. DESBROCE Y LIMPIEZA DEL TERRENO 30

2.1. DESCRIPCIÓN 30

2.2. CONDICIONES PREVIAS 30

3. ENTIBACIONES, APUNTALAMIENTOS Y APEOS 31

3.1. DESCRIPCIÓN 31

3.2. COMPONENTES 31

3.3. CONDICIONES PREVIAS 31

3.4. EJECUCIÓN 31

3.5. CONTROL 32

3.6. MEDICIÓN 32

4. EXCAVACIONES A CIELO ABIERTO. EXPLANACIONES 32

4.1. DESCRIPCIÓN 32

4.2. COMPONENTES 32

4.3. CONDICIONES PREVIAS 32

4.4. EJECUCIÓN 32

4.5. CONTROL 33

4.6. MEDICIÓN 34

4.7. MANTENIMIENTO 34

5. EXCAVACIONES A CIELO ABIERTO. VACIADOS 35

5.1. DESCRIPCIÓN 35
5.2. CONDICIONES PREVIAS 35
5.3. EJECUCIÓN 35
5.4. CONTROL 36
5.5. MEDICIÓN Y VALORACIÓN 36

6. EXCAVACIONES EN ZANJAS 36
6.1. DESCRIPCIÓN 36
6.2. COMPONENTES 36
6.3. CONDICIONES PREVIAS 37
6.4. EJECUCIÓN 37
6.5. CONTROL 38
6.6. MEDICIÓN Y VALORACIÓN 38

7. EXCAVACIONES EN POZOS 39
7.1. DESCRIPCIÓN 39
7.2. COMPONENTES 39
7.3. CONDICIONES PREVIAS 39
7.4. EJECUCIÓN 39
7.5. CONTROL 40
7.6. MEDICIÓN Y VALORACIÓN 41

8. RELLENOS 41
8.1. DESCRIPCIÓN 41
8.2. COMPONENTES 41
8.3. CONDICIONES PREVIAS 41
8.4. EJECUCIÓN 41
8.5. CONTROL 42
8.6. MEDICIÓN Y VALORACIÓN 42
8.7. MANTENIMIENTO 43

9. COMPACTACIONES 43
9.1. DESCRIPCIÓN 43
9.2. CONDICIONES PREVIAS 43
9.3. EJECUCIÓN 43
9.4. CONTROL 43
9.5. MEDICIÓN Y VALORACIÓN 44

10. CARGA DE MATERIAL 44
10.1. DESCRIPCIÓN 44

10.2. CONDICIONES PREVIAS 44
10.3. EJECUCIÓN 44
10.4. MEDICIÓN Y VALORACIÓN 44

11. TRANSPORTE DE MATERIAL 44
11.1. DESCRIPCIÓN 44
11.2. CONDICIONES PREVIAS 44
11.3. EJECUCIÓN 44
11.4. MEDICIÓN Y VALORACIÓN 45

12. PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE DEL TERRAPLÉN 45
12.1. TRABAJOS PREVIOS 45
12.2. HUMECTACIÓN Y DESECACIÓN 46
12.3. COMPACTACIÓN 46
12.4. MEDICIÓN Y ABONO 46

13. FIRMES CON BASE DE ZAHORRA ARTIFICIAL 47
13.1. DESCRIPCIÓN 47
13.2. EJECUCIÓN 47
13.3. MEDICIÓN Y ABONO 47

14. OBRAS DE PLUVIALES 47
14.1. CUNETAS DE DRENAJE 47
14.2. ARQUETAS DE DRENAJE 48
14.3. TUBERÍAS DE PVC 48
14.4. ENCOFRADOS Y MOLDES 49

15. SEÑALIZACIÓN VERTICAL 50
15.1. DESCRIPCIÓN 50
15.2. TIPOS 50
15.3. MATERIALES 50
15.4. SEÑALES Y CARTELES RETROREFLECTANTES 53
15.5. SEGURIDAD Y SEÑALIZACIÓN DE LA OBRA 55
15.6. MEDICIÓN Y ABONO 55

16. CERRAMIENTOS METÁLICOS 55
16.1. DEFINICIÓN 55
16.2. MATERIALES 55
16.3. EJECUCIÓN 56
16.4. RECEPCIÓN Y CONTROL 57

16.5. MEDICIÓN Y ABONO 57

CAPÍTULO IV: INSTALACIONES ELECTROMECÁNICAS 58

1. BATERIAS 58

1.1. ALCANCES 58
1.2. CARACTERISTICAS DE DISEÑO 58
1.3. SUMINISTRO 58
1.4. GARANTÍAS 58
1.5. RESPONSABILIDAD DEL CONTRATISTA 59
1.6. MEDICIÓN Y ABONOS 59

2. INVERSORES ELÉCTRICOS 59

2.1. ALCANCES 59
2.2. NORMATIVA APLICABLE 59
2.3. SUMINISTRO 59
2.4. CONDICIONANTES DE LAS ESTACIONES DE POTENCIA 60
2.5. GARANTÍAS 61
2.6. PRUEBAS Y ENSAYOS 61
2.7. RESPONSABILIDAD DEL CONTRATISTA 62
2.8. MEDICIÓN Y ABONO 62

3. EQUIPAMIENTO DE MEDIA TENSIÓN 62

3.1. ALCANCES 62
3.2. NORMATIVA APLICABLE 63
3.3. SUMINISTRO 63
3.4. CONDICIONANTES DE LAS CELDAS DE MEDIA TENSIÓN 68
3.5. GARANTÍAS 69
3.6. PRUEBAS Y ENSAYOS 69
3.7. RESPONSABILIDAD DEL CONTRATISTA 71
3.8. MEDICIÓN Y ABONO 71

4. TRANSFORMADORES 71

4.1. ALCANCES 71
4.2. NORMATIVA APLICABLE 71
4.3. CONDICIONANTES DE LOS TRANSFORMADORES 73
4.4. GARANTÍAS 73
4.5. PRUEBAS Y ENSAYOS 73
4.6. RESPONSABILIDAD DEL CONTRATISTA 74
4.7. MEDICIÓN Y ABONO 74

5. CABLEADO ELÉCTRICO DE MT 74

5.1. ALCANCES 74

5.2. NORMATIVA APLICABLE 74

5.3. SUMINISTRO 75

5.4. GARANTÍAS 75

5.5. PRUEBAS Y ENSAYOS 75

5.6. RESPONSABILIDAD DEL CONTRATISTA 76

5.7. MEDICIÓN Y ABONO 76

6. CABLEADO ELÉCTRICO DE BT 76

6.1. ALCANCES 76

6.2. NORMATIVA APLICABLE 76

6.3. SUMINISTRO 77

6.4. GARANTÍAS 77

6.5. PRUEBAS Y ENSAYOS 77

6.6. RESPONSABILIDAD DEL CONTRATISTA 79

6.7. MEDICIÓN Y ABONO 79

7. CONTROLADOR DE POTENCIA DE LA PLANTA 80

8. CANALIZACIONES ELÉCTRICAS 80

8.1. ALCANCES 80

8.2. NORMATIVA APLICABLE 80

8.3. SUMINISTRO 80

8.4. GARANTÍAS 80

8.5. RESPONSABILIDAD DEL CONTRATISTA 81

8.6. MEDICIÓN Y ABONO 81

9. PLACA DE PROTECCIÓN DE CABLES 81

9.1. ALCANCES 81

9.2. NORMATIVA APLICABLE 81

9.3. SUMINISTRO 81

9.4. GARANTÍAS 81

9.5. PRUEBAS Y ENSAYOS 82

9.6. RESPONSABILIDAD DEL CONTRATISTA 82

9.7. MEDICIÓN Y ABONOS 82

10. ALUMBRADO 82

10.1. ALCANCES 82

10.2. NORMATIVA APLICABLE 82

10.3. SUMINISTRO 82
10.4. GARANTÍAS 83
10.5. PRUEBAS Y ENSAYOS 83
10.6. RESPONSABILIDAD DEL CONTRATISTA 83
10.7. MEDICIÓN Y ABONOS 83

11. PUESTA A TIERRA 83
11.1. ALCANCES 83
11.2. NORMATIVA APLICABLE 83
11.3. SUMINISTRO 84
11.4. GARANTÍAS 85
11.5. PRUEBAS Y ENSAYOS 85
11.6. RESPONSABILIDAD DEL CONTRATISTA 86
11.7. MEDICIÓN Y ABONOS 86

12. ESPECIFICACIONES ELÉCTRICAS GENERALES PARA CUADROS ELÉCTRICOS DE MANDO Y PROTECCIÓN EN BT Y MT. 86
12.1. ALCANCES 86
12.2. NORMATIVA APLICABLE 86
12.3. CONDICIONANTES DE DISEÑO DE CUADROS ELÉCTRICOS 87
12.4. GARANTÍAS 90
12.5. PRUEBAS Y ENSAYOS 90
12.6. RESPONSABILIDAD DEL CONTRATISTA 90
12.7. MEDICIÓN Y ABONOS 90

13. TENDIDO DE CABLES DE FIBRA ÓPTICA 90
13.1. ALCANCES 90
13.2. NORMATIVA APLICABLE 90
13.3. CONDICIONES GENERALES 91
13.4. MATERIALES 91
13.5. TENDIDO DEL CABLE DE FIBRA ÓPTICA 94
13.6. INSTALACIONES DE CAJAS Y MEDIDAS 95
13.7. LIMPIEZA Y CONSERVACIÓN DE LAS OBRAS 96

14. ARQUETAS ELÉCTRICAS 96
14.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES 96
14.2. CARÁCTERÍSTICAS TAPAS Y MARCOS DE ARQUETAS 96
14.3. GARANTÍAS 97
14.4. RESPONSABILIDAD DEL CONTRATISTA 97

14.5. MEDICIÓN Y ABONO 97

CAPÍTULO V: PRUEBAS PARA RECEPCIONES 98

1. PRUEBAS PARA LA RECEPCIÓN DE LAS OBRAS 98

2. CONDICIÓN PREVIA AL RECONOCIMIENTO DE LAS OBRAS 98

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Granulometría I 13

Tabla 2. Granulometría II 13

Tabla 3. Valores del módulo E2 para zahorra artificial 15

Tabla 4. Relación entre cantidad mínima de cemento y la máxima relación agua/cemento 17

Tabla 5. Características Generales Módulo Almacenamiento BESS 58

Tabla 6. Características Rack de baterías 58

Tabla 7. Características PCSes-Cargadores trifásico 60

Tabla 8. Características Generales aparamenta 30 kV 64

Tabla 9. Características Generales aparamenta 30 kV CS 65

Tabla 10. Descripción celdas de línea de llegada circuitos MT BESS y PSFV a instalar en nuevo edificio BESS 66

Tabla 11. Descripción celda de línea de salida circuito MT BESS a instalar en nuevo edificio BESS 67

Tabla 12. Descripción celdas de protección de trafo SSAA a instalar en nuevo edificio BESS 67

Tabla 13. Descripción módulo medida en barras a instalar en sala de celdas de nuevo edificio BESS 68

Tabla 14. Características del Transformador de la Estaciones de Potencia (Sistema BESS) 72

Tabla 15. Parámetros para pruebas trenzado de cables 79

Tabla 16. Características controlador de potencia de la planta 80

CAPÍTULO I: PLIEGO DE CONDICIONES GENERALES

1. OBJETO DEL PLIEGO DE CONDICIONES

El presente pliego de condiciones afectará a todas las obras que comprende este proyecto. En el pliego se señalarán los criterios generales que serán de aplicación, se describirán las obras comprendidas y se fijarán las características de los materiales a emplear, las normas que han de seguirse en la ejecución de las distintas unidades de obra, las pruebas previstas para las recepciones, las formas de medición y abono de las obras y el plazo de garantía.

2. NORMATIVA APLICABLE

En las obras necesarias a acometer en este tipo de instalaciones para su ubicación y correcto funcionamiento, se contemplará en todo momento el cumplimiento de todas las disposiciones incluidas en las normas que a continuación se detallan:

2.1. GENERAL

- Ley de Prevención de Riesgos Laborales, Ley 31/1995, de 8 de noviembre; BOE de 10 de noviembre/1995.
- 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 preventivas.
- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción.
- Real Decreto 337/2010, de 19 de marzo, 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; el Real Decreto 1109/2007, de 24 de agosto, por el que se desarrolla la Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el sector de la construcción y el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en obras de construcción.
- Real Decreto 604/2006, por el que se modifican el Real Decreto 39/1.997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, y el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el sector de la construcción. BOE 250; 19.10.06.
- Real Decreto 1109/2007, de 24 de agosto, por el que se desarrolla la Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el Sector de la Construcción.
- Real Decreto 327/2009, de 13 de marzo, por el que se modifica el Real Decreto 1109/2007, de 24 de agosto, por el que se desarrolla la Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el sector de la construcción.
- Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención
- Real Decreto Legislativo 2/2015, de 23 de octubre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley del Estatuto de los Trabajadores.
- Real Decreto 216/1999, de 5 de febrero, sobre Disposiciones Mínimas de Seguridad y Salud en el Trabajo en el Ámbito de las Empresas de Trabajo Temporal.

- Ley de Prevención de Riesgos Laborales, Ley 31/1995, y su desarrollo a través de los Reales Decretos aplicables en materia de seguridad y salud laboral.
- Convenio Colectivo Provincial de la Construcción.
- Real Decreto 1561/1995 de 21 de septiembre (B.O.E. de 26 de septiembre de 1995), sobre jornadas especiales de trabajo.
- Real Decreto 902/2007, de 6 de julio, por el que se modifica el Real Decreto 1561/1995, de 21 de septiembre, sobre jornadas especiales de trabajo, en lo relativo al tiempo de trabajo de trabajadores que realizan actividades móviles de transporte por carretera.
- Real Decreto 1579/2008 de 26 de septiembre (B.O.E. de 04 de octubre de 2008), por el que se modifica el Real Decreto 1561/1995, de 21 de septiembre, sobre jornadas especiales de trabajo, y se regulan determinados aspectos de las condiciones de trabajo de los trabajadores móviles que realizan servicios de interoperabilidad transfronteriza en el sector del transporte ferroviario.

2.2. ELECTRICIDAD

Baja Tensión.

- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión (REBT).
- Real Decreto 560/2010, de 7 de mayo, por el que se modifican diversas normas reglamentarias en materia de seguridad industrial para adecuarlas a la Ley 17/2009, de 23 de noviembre, sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio, y a la Ley 25/2009, de 22 de diciembre, de modificación de diversas leyes para su adaptación a la Ley sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio.
- 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. Quedando derogada la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo. (O.M. 9-3-71) (B.O.E. 16-3-71), Capítulo VI sobre electricidad.

Alta tensión.

- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.
- Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23.
- Real Decreto 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.
- Decreto 223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueba 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.

2.3. MAQUINARIA

- Real Decreto 1644/2008, de 10 de octubre, por el que se establecen las normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas.
- 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.
- Real Decreto 1644/2008, de 10 de octubre, por el que se establecen las normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas.
- 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.
- 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. BOE núm. 265 de 5 noviembre.
- Real Decreto 330/2009, de 13 de marzo, por el que se modifica el Real Decreto 1311/2005 de 04 de noviembre, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores frente a los riesgos derivados o que puedan derivarse de la exposición a vibraciones mecánicas.
- Real Decreto 837/2003, de 27 de junio, por el que se aprueba el nuevo texto modificado y refundido de la Instrucción técnica complementaria "MIE-AEM-4" del Reglamento de aparatos de elevación y manutención, referente a grúas móviles autopropulsadas.
- Real Decreto 203/2016, de 20 de mayo, por el que se establecen los requisitos esenciales de seguridad para la comercialización de ascensores y componentes de seguridad para ascensores.
- Real Decreto 836/2003, Nueva ITC, MIE-AEM 2, del Reglamento de Aparatos de Elevación y Manutención, referentes a Grúas Torre desmontables para obras.

2.4. RESIDUOS

- Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición (BOE núm. 38, de 13.02.2008).
- Ley 7/2022, de 8 de abril, por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la Lista Europea de Residuos.
- Real Decreto 110/2015, de 20 de febrero, sobre residuos de aparatos eléctricos y electrónicos que incorpora al ordenamiento jurídico español la Directiva 2012/19/UE, del Parlamento Europeo y del Consejo de 4 de julio.
- Real Decreto 646/2020, de 7 de julio, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero.
- Ley 26/2007, de 23 de octubre, de Responsabilidad Medioambiental (BOE núm. 255, de 24.10.2007).
- Real Decreto 180/2021, de 30 de marzo, sobre residuos y suelos contaminados.
- Real Decreto 664/1997, de 12 de mayo, (B.O.E. 24-5-97) Protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos durante el trabajo.
- Real Decreto 374/2001, de 6 de abril, (B.O.E. 1-05-01) Protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo.

- Real Decreto 665/1997, de 12 de mayo, (B.O.E. 24-5-97) Protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo.
- Real Decreto 1514/2009, de 2 de octubre, sobre la protección de los trabajadores frente a los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo.
- Real Decreto 1514/2009, de 2 de octubre, que amplía la normativa en relación con la protección de los trabajadores sobre la protección de los trabajadores de contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo.
- Real Decreto 396/2006, de 31 de marzo, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud aplicables a los trabajos con riesgo de exposición al amianto. BOE núm. 86 de 11 de abril.
- Real Decreto 656/2017, de 23 de junio, por el que se aprueba el Reglamento de Almacenamiento de Productos Químicos y sus Instrucciones Técnicas Complementarias MIE APQ 0 a 10.
- Ordenanzas municipales de aplicación.

2.5. CONSTRUCCIÓN

- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción (BOE del 25). Anexo IV del citado Real Decreto, disposiciones mínimas de seguridad y salud que deberán aplicarse en las obras.
- Real Decreto 337/2010, de 19 de marzo, 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; el Real Decreto 1109/2007, de 24 de agosto, por el que se desarrolla la Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el sector de la construcción y el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en obras de construcción.
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación y sus modificaciones posteriores.
- Real Decreto 604/2006, de 19 de mayo, por el que se modifican el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, y el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Ley 32/2006 de 18 de octubre, reguladora de subcontratación en el sector de la construcción.
- Real Decreto 1109/2007, de 24 de agosto, por el que se desarrolla la Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el Sector de la Construcción.
- Real Decreto 327/2009, de 13 de marzo, por el que se modifica el Real Decreto 1109/2007, de 24 de agosto, por el que se desarrolla la Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el sector de la construcción.
- UNE-EN 1993. Eurocódigo 3: Proyecto de estructuras de acero.
- UNE-EN 1991. Eurocódigo 1: Acciones en estructuras.

2.6. E.P.I.

- Real Decreto 542/2020, de 26 de mayo, por el que se modifican la Orden de 16 de mayo de 1994, se derogan diferentes disposiciones en materia de calidad y seguridad industrial, estableciendo un marco normativo actualizado para garantizar la seguridad en el uso de equipos de protección individual

- Orden de 16 de mayo de 1994 por la que se modifica el período transitorio establecido en el Real Decreto 542/2020, de 26 de mayo, por el que se regulan las condiciones para la comercialización y libre circulación intracomunitaria de los equipos de protección individual.
- Real Decreto 542/2020, de 26 de mayo, por el que se modifica el Real Decreto 159/1995, de 3 de febrero, por el que se regula las condiciones para la comercialización y libre circulación intracomunitaria de los equipos de protección individual.
- Real Decreto 739/2021, de 24 de agosto, por el que se dictan disposiciones para la aplicación en España de la normativa de la Unión Europea relativa a las medidas de protección contra las plagas de los vegetales y los controles y otras actividades oficiales en dicha materia.
- Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Corrección de erratas del Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.

2.7. RUIDO

- Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido. BOE núm. 60 de 11 de marzo.
- Directiva 2003/10/CE del Parlamento Europeo y del consejo de 6 de febrero de 2003 sobre las disposiciones mínimas de seguridad y Salud relativas a la exposición de los trabajadores a los riesgos derivados de los agentes físicos (ruido).
- Real Decreto 212/2002, de 22 de febrero, por el que se regulan las emisiones sonoras en el entorno debidas a determinadas máquinas de uso al aire libre.
- Real Decreto 524/2006, de 28 de abril, por el que se modifica el Real Decreto 212/2002, de 22 de febrero, por el que se regulan las emisiones sonoras en el entorno debidas a determinadas máquinas de uso al aire libre.
- Real Decreto 1371/2007, de 19 de octubre, por el que se aprueba el documento básico «DB-HR Protección frente al ruido» del Código Técnico de la Edificación y se modifica el Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.

2.8. INCENDIOS

- Real Decreto 809/2021, de 21 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento de equipos a presión y sus instrucciones técnicas complementarias.
- Real Decreto 560/2010, de 7 de mayo, por el que se modifican diversas normas reglamentarias en materia de seguridad industrial para adecuarlas a la Ley 17/2009, de 23 de noviembre, sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio, y a la Ley 25/2009, de 22 de diciembre, de modificación de diversas leyes para su adaptación a la Ley sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio.
- Real Decreto 513/2017, de 22 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios.
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.

2.9. SEÑALIZACIÓN

- Real Decreto 485/1997 de 14 de abril de 1997, B.O.E. del 23. "Señalización de Seguridad y Salud en el Trabajo".
- Señalización de obras en carreteras. O.M. del 31/8/87 (B.O.E. 18/9/87).
- Norma de carreteras 8.3-IC Señalización de obras.

2.10. MOVIMIENTO DE TIERRAS

- Normas UNE e ISO sobre movimientos de tierra, como la norma UNE-EN 474-1:2007+A5:2018, estando asociada ésta a "Maquinaria para movimiento de tierras. Seguridad. Parte 1: Requisitos generales".

2.11. LUGARES DE TRABAJO

- Real Decreto 486/1997, de 14 de abril (B.O.E. DE 23 de abril de 1997) sobre disposiciones mínimas de seguridad en lugares de trabajo.
- MANIPULACIÓN MANUAL DE CARGAS
- Real Decreto 487/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la "Manipulación Manual de Cargas", que entrañe riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores. BOE del 23.

2.12. MANIPULACIÓN MANUAL DE CARGAS

- Real Decreto 487/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la "Manipulación Manual de Cargas", que entrañe riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores. BOE del 23.

2.13. APARATOS A PRESIÓN

- Real Decreto 809/2021, de 21 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento de equipos a presión y sus instrucciones técnicas complementarias.
- Real Decreto 108/2016, de 18 de marzo, por el que se establecen los requisitos esenciales de seguridad para la comercialización de los recipientes a presión simples.

3. DISPOSICIONES

Además de las Disposiciones contenidas en este pliego, también serán de aplicación en todo lo no especificado en él las siguientes:

1) El contratista está obligado a cumplir la ley de Contrato de Trabajo (según Disposiciones vigentes) que regula las relaciones entre patronos y obreros; las de accidentes de trabajo; incluso la contratación del seguro obligatorio, subsidio familiar y de vejez, seguro de enfermedad y todas aquellas de carácter social vigente o que en lo sucesivo se dicten.
2) El contratista se verá obligado a cumplir las cláusulas administrativas particulares que se establezcan para la contratación de obras.

4. NORMAS DE LA EMPRESA SUMINISTRADORA DE ENERGÍA

El presente Proyecto, ha sido redactado teniendo en cuenta las normas particulares de la Empresa Distribuidora de energía y las consultas puntuales realizadas. No obstante, el Contratista, se obliga a mantener con ella el debido contacto a través del Director de Obra para evitar, siempre que sea posible, criterios dispares y complicaciones posteriores en toda aquella infraestructura frontera que pueda considerarse.

5. PERMISOS, LICENCIAS Y DICTÁMENES

El Contratista deberá obtener los permisos, licencias y dictámenes necesarios para la ejecución y puesta en servicio de las obras, y deberá abonar los cargos, tasas e impuestos derivados de la obtención de aquellos.

6. SEÑALIZACIÓN DE OBRAS

El contratista estará obligado a instalar y mantener a su costa y bajo su responsabilidad, durante la ejecución de las obras, las señalizaciones necesarias, balizamientos, iluminaciones y protecciones adecuadas tanto de carácter diurno como nocturno, ateniéndose en todo momento a las vigentes reglamentaciones y obteniendo en todo caso, las autorizaciones necesarias para las ejecuciones parciales de la obra.

Sin perjuicio del cumplimiento por parte del contratista de toda Reglamentación de Seguridad vigente, viene asimismo obligado a que toda clase de elementos que se instalen para el cumplimiento de las mismas, así como la señalización y demás medios materiales, rotulaciones..., tengan una presentación adecuada y decorosa.

7. CONSERVACIÓN DEL PAISAJE Y LIMPIEZA FINAL DE LAS OBRAS

El contratista prestará especial atención al efecto que puedan tener las distintas operaciones e instalaciones que necesite realizar para la ejecución del contrato sobre el paisaje y la vegetación natural en las zonas en que se hallan las obras.

El contratista cuidará durante la realización de los trabajos de evitar especialmente las afecciones a la vegetación natural, en este sentido las instalaciones temporales, depósitos y acopios de materiales se realizarán, preferentemente junto a los caminos de acceso, en zonas desprovistas de vegetación natural. En todo caso deberán ser previamente autorizados por el Director de Obra.

Una vez que las obras hayan terminado, todas las instalaciones y depósitos construidos con carácter temporal para el servicio de la misma, deberán ser desmontadas y los lugares de su emplazamiento restaurados a su forma original.

Toda la obra se ejecutará de forma que, las zonas afectadas queden totalmente limpias y en condiciones estéticas acordes con el paisaje circundante.

Estos trabajos se considerarán incluidos en el contrato y, por tanto, no serán objeto de abonos por su realización.

8. NORMAS DE CARÁCTER GENERAL

8.1. DAÑOS

En la construcción se procurará ocasionar los mínimos daños posibles, aleccionando al personal en este sentido.

Una vez acabada cada una de las partes de la instalación se dejará el terreno colindante limpio de materiales sobrantes, recogiéndolos y retirándolos a vertederos o lugares de recogida de residuos; de tal forma que el terreno quede en las mismas circunstancias que antes de comenzar.

Se tomará nota de la superficie de terreno sembrado que haya sido deteriorado, así como el número de cepas, arbustos y árboles (indicando su superficie y diámetro) que haya sido necesario talar; y se enviará la relación completa de los daños a la compañía constructora.

8.2. TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO

Se pondrá cuidado en las operaciones de carga, transporte, manipulación y descarga de los materiales y equipos durante la construcción, para evitar que sufran deterioros por golpes o roces. Estas precauciones se tomarán siempre, lo mismo en el almacén o taller que durante el montaje.

En el transporte de los tubos se tendrá especial cuidado en colocarlos descansando por completo en la superficie de apoyo. Si la plataforma del vehículo no fuera completamente plana, se colocarán listones de madera para compensar dichos salientes. La parte más expuesta, que es el extremo del tubo, se protegerá para evitar que pueda sufrir deterioro. Se sujetarán los tubos con cuerda, nunca con cables ni alambres, para evitar que rueden y reciban golpes.

Durante el transporte no se colocarán pesos por encima de los tubos que les puedan producir aplastamiento, asimismo, se evitará que otros cuerpos, principalmente si tiene aristas vivas, golpeen o queden en contacto con ellos.

Los tubos deberán ser transportados entre dos personas.

8.3. RECEPCIÓN DE MATERIALES

Los materiales de la instalación serán sometidos a pruebas y ensayos normalizados con el fin de comprobar que cumplen con las condiciones exigidas. Se deberá de notificar a la propiedad y dirección facultativa sobre la realización de ensayos, por si consideran oportuno asistir a los mismos. La propiedad se reserva a facultad de la inspección de los distintos acopios de materiales, tanto en los almacenes del contratista, como de sus proveedores, ya sea al final de la fabricación o durante la misma.

Para ello se presentarán muestras de los materiales a emplear con la antelación suficiente y antes de su instalación para su reconocimiento y ensayo, bien en obra (si existen los medios suficientes) o bien en un laboratorio.

De no ser satisfactorios los resultados se procederá al rechazo de los mismos, debiendo ser sustituidos por otros nuevos.

El material procedente de Fabricantes y talleres será descargado y comprobado, dosificándolo y efectuando su control de calidad, consistente en separar piezas dobladas, fuera de medida, con rebabas o mal galvanizadas, postes en malas condiciones, etc.; con el fin de que pueda procederse a su cambio.

9. GASTOS DE CARÁCTER GENERAL A CARGO DEL CONTRATISTA

Correrán a cuenta del Contratista los gastos que originen el replanteo general de las obras o su comprobación y los replanteos parciales de las mismas; los de construcción, desmontado y retirada de toda clase de construcciones auxiliares; los de alquiler o adquisición de terrenos para depósitos de maquinaria y materiales; los de protección de acopio y de la propia obra contra deterioro; los de limpieza y evacuación de desperdicios y basura, los de limpieza general de la obra; los de retirada de materiales rechazados y corrección de las deficiencias y puestas de manifiesto por los correspondientes ensayos y pruebas.

En los casos de resolución del contrato, cualquiera que sea la causa que lo motive, el contratista deberá proporcionar el personal y los materiales necesarios para la liquidación de las obras, abonando los gastos de las Actas Notariales que en su caso sea necesario levantar.

Asimismo, el contratista deberá proporcionar el personal y material que se precise para el replanteo general, replanteos parciales y liquidación de las obras.

10. CONTRADICCIONES Y OMISIONES DEL PROYECTO

Lo mencionado en el PLIEGO DE CONDICIONES y omitido en los planos o viceversa, habrá de ser ejecutado como si estuviese expuesto en ambos documentos. En caso de contradicción entre PLANOS y PLIEGO DE CONDICIONES prevalecerá lo prescrito en este último.

Las omisiones en los PLANOS y en el PLIEGO DE CONDICIONES o las descripciones erróneas de los detalles de la obra que sean indispensables para llevar a cabo la intención de lo expuesto, y que por uso y costumbre deban ser realizados, no solo, no eximen al contratista de la obligación de ejecutar estos detalles de la obra, sino que por el contrario deberán ser ejecutados como si hubiera sido completa y correctamente especificados en los PLANOS y en el PLIEGO DE CONDICIONES, para conservar el espíritu de los mismos.

11. CONTROL DE CALIDAD

El control de calidad comprende aquellas acciones de comprobación que la calidad de todos los componentes e instalaciones de la obra se construyen de acuerdo con el contrato, códigos, normas y especificaciones de diseño.

Los materiales serán de la mejor procedencia, debiendo cumplir las especificaciones que para los mismos se determinen.

Los ensayos y pruebas tanto de materiales como de unidades de obra se ajustarán a lo señalado.

CAPÍTULO II: PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS PARTICULARES

1. DESCRIPCIÓN DE LA OBRA

Comprende el presente proyecto la ejecución de las obras de instalación, y los materiales necesarios para la construcción y montaje de la planta de almacenamiento de energía.

2. CONDICIONES DE EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

Todas las obras comprendidas en este proyecto se ejecutarán de acuerdo con los planos y órdenes del Director de Obra.

Independientemente de las condiciones particulares o específicas que se exijan a los materiales necesarios para ejecutar las obras en los artículos del presente PLIEGO, todos estos mencionados materiales deberán cumplir las condiciones siguientes:

Deberán estar disponibles con suficiente anticipación al comienzo del trabajo correspondiente para que puedan ser examinados y ensayados, en caso de creerlo necesario el Director de Obra.

Después de ser aprobado y aceptado el material, éste deberá mantenerse en todo momento en condiciones de trabajo satisfactorias.

Si durante la ejecución de las obras se observase, por cualquier motivo, que algún material no es idóneo al fin del proyecto, este deberá ser sustituido por otro que sí lo sea.

No se admiten en la oferta expresiones como “tipo” o “similar”. Se ofertarán las marcas a emplear en los distintos componentes, pudiéndose rechazar cualquiera de ellas por parte de la propiedad sin incremento de precio.

Las soldaduras serán todas del tipo Ampac o Cuproaluminiotérmicas.

Previo al inicio de los trabajos se establecerá un cronograma de obra donde figurarán como mínimo los siguientes puntos:

- Explanación.
- Cimentaciones restantes.
- Cimentación conjuntos inversor-transformador.
- Montaje de SS.AA.
- Montaje celdas.
- Montaje sistema de continuo y auxiliares.
- Montaje de sistemas de control.
- Montaje de transformadores (con un ítem por cada unidad).
- Montaje de Contenedores de baterías.
- Montaje de aparamenta de 30kV.
- Apertura de zanjas, tendido y conexionado de cable media tensión.
- Apertura de zanjas, tendido y conexionado de cable baja tensión en alterna.
- Tendido y conexionado de cable de potencia de 30kV.
- Tendido y conexiones de cables de control.

- Ejecución de puesta a tierras.
- Ejecución de viales y canaletas.
- Pruebas de puesta en servicio de los trasformadores.
- Pruebas de puesta en servicio del sistema de 30kV.
- Pruebas de puesta en servicio de SS.AA. de continua, sistema de control y resto de instalaciones.
- Instalación y ejecución del sistema de comunicación de la planta.
- Ejecución de la urbanización de la planta.

Se deberá adjuntar relación de subcontratistas a emplear. En caso contrario, se deberá solicitar autorización a la propiedad, teniendo la misma el derecho a su solo criterio de rechazar cualquier subcontratista sin que ello origine aplazamiento de fecha de ejecución o sobreprecio alguno.

Una vez se inicie al montaje de la aparamenta, no se podrá utilizar maquinaria pesada en una proximidad de 3 metros con otra finalidad que el propio montaje de la aparamenta, ni después de dicho montaje sin autorización de la dirección facultativa.

3. PROCEDIMIENTOS A SEGUIR EN LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

Una vez iniciadas las obras, deberán continuarse sin interrupción, salvo expresa indicación del Director de Obra.

El contratista dispondrá de los medios técnicos y humanos adecuados para la correcta y rápida ejecución de las mismas.

La realización de las obras se llevará a cabo con los materiales aprobados previamente por el Director de Obra, y cualquier cambio introducido deberá justificarse.

Terminadas las obras e instalaciones, se realizarán las pruebas en presencia del Director de Obra. Si el resultado no fuese satisfactorio, el contratista habrá de ejecutar las reparaciones, reposiciones y operaciones necesarias a su costa, para que las obras de instalación se hallen en perfectas condiciones.

4. MATERIALES DE LA OBRA

La procedencia de los materiales utilizados en la obra será de libre elección por el contratista, previa aprobación por la Dirección de obra.

Los productos resultantes de las excavaciones serán reutilizados en obras para la formación de rellenos, destinándose a vertedero exclusivamente aquellos que no puedan ser reutilizados por sus características o propiedades.

4.1. MATERIALES PARA RELLENOS

4.1.1. DEFINICIONES Y GENERALIDADES

Los materiales a emplear en rellenos serán suelos o materiales locales que se obtendrán de las excavaciones realizadas en la obra o de los préstamos autorizados por la Dirección de Obra.

Los suelos empleados en rellenos tendrán las características mínimas de suelos seleccionados o adecuados conforme a lo especificado en el artículo 330.3.3. del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para obras de

carreteras y puentes (PG-3). Los suelos empleados como parte del paquete de firme de un acceso tendrán las características de suelos seleccionados.

4.1.2. CARACTERÍSTICAS

Los materiales para terraplenes deberán estar exentos de materia orgánica, es decir, un contenido inferior al 1% según UNE 1032024.

El contenido de sales solubles en agua, incluido el yeso, deberá ser inferior al 0,2 %, según NLT 1114.

El tamaño máximo no podrá ser superior a 100 mm

Cernido por el tamiz 2 UNE menor del 80%.

Cernido por el tamiz 0,080 UNE inferior al 35 %.

El límite liquido deberá ser inferior a cuarenta (LL<40), según UNE 103103.

Si el límite líquido es superior a 30 (LL>30, el índice de plasticidad deberá ser superior a 4 (IP>4), según UNE 103101 y UNE 103104.

4.2. ZAHORRA ARTIFICIAL

4.2.1. DEFINICIÓN

Se define como zahorra artificial el material granular formado por áridos machacados, total o parcialmente, cuya granulometría es de tipo continuo.

Su ejecución incluye las siguientes operaciones:

- Preparación y comprobación de la superficie de asiento.
- Aportación del material.
- Extensión, humectación, si procede, y compactación de cada tongada.
- Refino de la superficie de la última tongada.

La zahorra artificial se coloca en la capa de firme formada única y exclusivamente por áridos mezclados con agua.

Se dispondrá zahorra en el firme de todas las vías diseñadas, en la superficie de los caminos y en los desvíos provisionales.

Los espesores dependerán de la zona en que se dispongan, y están definidos en el documento de planos de este proyecto.

4.2.2. MATERIALES

Condiciones generales

Los materiales procederán de la trituración de piedra de cantera o grava natural. El rechazo por el tamiz 5 UNE deberá contener un mínimo del setenta y cinco por ciento (75%), de elementos triturados que presenten no menos de dos caras de fractura en caso de zahorras artificiales no drenantes, y del noventa por ciento (90%) en caso de zahorra artificial drenante.

Granulometría

El cernido por el tamiz 80 µm UNE será menor que los dos tercios del cernido por el tamiz 400 µm UNE. La curva granulométrica será la ZA (40).

Tamices UNE	Cernido ponderal cumulado (%)	
	ZA (40)	ZA (25)
40	100	-
25	75-100	100
20	60-90	75-100
10	45-70	50-80
5	30-50	35-60
2	16-32	20-40
0.400	6-26	
0.080	0-10	0-10

Tabla 1. Granulometría I

En particular, y dentro de este huso, debe cumplirse D15 = 5 mm y D85 = 20 mm.

Tamices UNE	Cernido acumulado (% s/masa)		
	ZD1	ZD2	ZD3
40	100	100	100
25	70-100	100	100
20	50-85	65-100	85-100
10	30-55	35-65	35-65
5	10-35	20-45	15-35
2	0-15	0-15	0-5
0.400	0-5	0-5	0-2
0.080	0-2	0-2	0-2

Tabla 2. Granulometría II

Forma

El índice de lajas deberá ser inferior a cuarenta (40).

Dureza

El coeficiente de desgaste Los Ángeles será menor de treinta y cinco. El ensayo se realizará conforme a la Norma NLT-149.

Limpieza

Los materiales estarán exentos de terrones de arcilla, materia vegetal, marga y otras materias extrañas. El coeficiente de limpieza, según la Norma NLT 172/86, no deberá ser inferior a dos.

El equivalente de arena será mayor de treinta y cinco.

Plasticidad

El material será "no plástico".

Otras características

Al respecto de otras características, como proporción de partículas con dos o más caras de fractura, etc., se estará a lo indicado en el PG-3.

4.2.3. EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

Preparación de la superficie de asiento

La zahorra artificial no se extenderá hasta que se haya comprobado que la superficie sobre la que haya de asentarse tenga las condiciones de calidad y forma previstas, con las tolerancias establecidas. Para ello, además de la eventual reiteración de los ensayos de aceptación de dicha superficie, el director de las obras podrá ordenar el paso de un camión cargado, a fin de observar su efecto.

Si en la citada superficie existieran defectos o irregularidades que excediesen de las tolerables, se corregirán antes del inicio de la puesta en obra de la zahorra artificial.

Preparación del material

La preparación de la zahorra artificial se hará en central y no "in situ". La adición del agua de compactación se hará también en la central.

La humedad óptima de compactación, deducida del ensayo "Proctor modificado" según la Norma NLT 108/72, podrá ser ajustada a la composición y forma de actuación del equipo de compactación, según los ensayos realizados en el tramo de prueba.

Extensión de la tongada

Los materiales serán extendidos, una vez aceptada la superficie de asiento, tomando las precauciones necesarias para evitar segregaciones y contaminaciones, en tongadas de espesores de veinte centímetros (20 cm) si es posible, o del espesor de la capa si es menor. En particular, en las capas de zahorra artificial drenante la puesta en obra se realizará mediante extendedores mecánicos.

Las eventuales aportaciones de agua tendrán lugar antes de la compactación. Después, la única humectación admisible será la destinada a lograr en superficie la humedad necesaria para la ejecución de la capa siguiente. El agua se dosificará adecuadamente, procurando que en ningún caso un exceso de la misma lave al material.

Compactación de la tongada

Conseguida la humedad más conveniente, la cual no deberá rebasar a la óptima en más de un (1) punto porcentual, se procederá a la compactación de la tongada, que se continuará hasta alcanzar la densidad especificada descrita anteriormente. Las zonas que, por su reducida extensión, su pendiente o su proximidad a obras de paso o desagüe, muros o estructuras, no permitieran el empleo del equipo que normalmente se estuviera utilizando se compactarán con medios adecuados a cada caso, de forma que las densidades que se alcancen cumplan las especificaciones exigidas a la zahorra artificial en el resto de la tongada.

Tramo de prueba

Antes del empleo de un determinado tipo de material, será preceptiva la realización del correspondiente tramo de prueba, para fijar la composición y forma de actuación del equipo compactador, y para determinar la humedad de compactación más conforme a aquéllas.

La capacidad de soporte, y el espesor, si procede, de la capa sobre la que se vaya a realizar el tramo de prueba serán semejantes a la del tramo integrante de la obra en construcción. Se establecerán las relaciones entre número de pasadas y densidad alcanzada, para cada compactado y para el conjunto del equipo de compactación.

A la vista de los resultados obtenidos, el director de las obras definirá:

- Si es aceptable o no el equipo de compactación propuesto por el constructor. En el primer caso, su forma específica de actuación y, en su caso, la corrección de la humedad óptima.
- En el segundo, el constructor deberá proponer un nuevo equipo, o la incorporación de un compactador suplementario o sustitutorio.
- Asimismo, durante la ejecución del tramo de prueba se analizarán los aspectos siguientes:
- Comportamiento del material bajo la compactación.
- Correlación, en su caso, entre los métodos de control de humedad y densidad "in situ" y otros métodos rápidos de control, tales como isótopos radioactivos, carburo de calcio, picnómetro de aire, etc.

4.2.4. ESPECIFICACIONES DE LA UNIDAD TERMINADA

Densidad

La compactación de la zahorra artificial se continuará hasta alcanzar una densidad no inferior a la que corresponda al 95% de la máxima obtenida en el ensayo "Proctor modificado", según la Norma NLT 108/72, efectuando las pertinentes sustituciones de materiales gruesos.

El ensayo para establecer la densidad de referencia se realizará sobre muestras de material obtenidas "in situ" en la zona a controlar, de forma que el valor de dicha densidad sea representativo de aquélla. Cuando existan datos fiables de que el material no difiere sensiblemente, en sus características, del aprobado en el estudio de los materiales y existan razones de urgencia, así como densidad de referencias la correspondiente a dicho estudio.

Carga con placa

En las capas de zahorra artificial, los valores del módulo E2, determinado según la Norma NLT 357/86, no serán inferiores a los indicados en el cuadro siguiente:

Situación	E2 (MPa)		
	T0-T1	T2-T3	T4, arcén
Sub-base	100	80	40
Base	120	100	60

Tabla 3. Valores del módulo E2 para zahorra artificial

Tolerancia geométrica de la superficie acabada

Dispuestas estacas de refino, niveladas hasta milímetros (mm) con arreglo a los planos, en el eje, quiebros de peralte si existen, y bordes de perfiles transversales cuya separación no exceda de la mitad de la distancia entre los perfiles del proyecto, se comparará la superficie acabada con la teórica que pase por la cabeza de dichas estacas. La citada superficie no deberá diferir de la teórica en ningún punto en más de quince milímetros (15 mm).

En todos los perfiles se comprobará la anchura extendida, que en ningún caso deberá ser inferior a la teórica deducida de la sección-tipo de los Planos.

Será optativa del director de las obras la comprobación de la superficie acabada con regla de 3 metros (3m), estableciendo la tolerancia admisible en dicha comprobación.

Las irregularidades que excedan de las tolerancias especificadas se corregirán por el constructor, a su cargo. Para ello se escarificará en la profundidad indicada por el director de las Obras, se añadirá o retirará el material necesario y de las mismas características, y se volverá a compactar y refinar.

Cuando la tolerancia sea rebasada por defecto y no existieran problemas de encharcamiento, el director de las obras podrá aceptar la superficie, siempre que la capa superior a ella compense la merma de espesor sin incremento de coste para la Administración.

Medición y abono

El precio incluye el repaso de la superficie de la capa inferior para que represente la pendiente longitudinal y transversal señaladas en los planos, y esté exenta de irregularidades fuera de los límites de tolerancia establecidos en la citada norma, antes del extendido de la capa correspondiente, los materiales, transporte, extendido, compactación, humectación y cuantos medios y operaciones intervienen en la correcta y completa ejecución.

Las zahorras se abonarán a los precios:

- m3. de zahorra artificial.

Limitaciones de ejecución

La zahorra artificial drenante no se debe extender con lluvia.

Las zahorras artificiales se podrán emplear siempre que las condiciones climatológicas no hayan producido alteraciones en la humedad del material tales que se supere en más de dos (2) puntos porcentuales la humedad óptima.

Control de producción

Se realizarán según las "Recomendaciones para Control de Calidad" del MOPU.

4.3. HORMIGÓN

4.3.1. DEFINICIONES Y GENERALIDADES

Se definen como hormigones los materiales formados por mezcla de cemento, agua, árido grueso, arena y eventualmente adiciones y aditivos y material puzolánico (cenizas volantes), que al fraguar y endurecer adquieren resistencia y estabilidad en el tiempo ante los agentes atmosféricos y el agua.

Los hormigones cumplirán las condiciones exigidas en el Código Estructural.

Características

Las características mecánicas de los hormigones empleados en estructuras cumplirán las condiciones impuestas en el artículo 33 del Código Estructural

Cada tipo de hormigón empleado deberá cumplir con la resistencia característica a compresión especificada en proyecto.

Dosificación

La cantidad mínima de cemento por metro cúbico de hormigón y la máxima relación agua/cemento se recoge en la tabla 43.2.1.a del Capítulo 9. Durabilidad de las estructuras de hormigón del Código Estructural. Está tabla se muestra a continuación:

Parámetro de dosificación	Tipo de hormigón	Clase de exposición																			
		X0	XC1	XC2	XC3	XC4	XS1	XS2	XS3	XD1	XD2	XD3	XF1	XF2	XF3	XF4	XA1	XA2	XA3	XM1	XM2	XM3
Máxima relación agua/cemento	Masa	0,65	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,55	0,50	0,55	0,50	0,50	0,50	0,45	0,50	0,50	0,50
	Armado	0,65	0,60	0,60	0,55	0,55	0,50	0,50	0,45	0,50	0,50	0,50	0,55	0,50	0,55	0,50	0,50	0,50	0,45	0,50	0,50	0,50
	Pretensado	0,60	0,60	0,60	0,55	0,55	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,50	0,45	0,50	0,50	0,45	0,45	0,50	0,50	0,50
Contenido mínimo de cemento (kg/m³)	Masa	200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	275	300	275	300	275	300	325	300	300	300
	Armado	250	275	275	300	300	300	325	350	325	325	325	300	325	300	325	325	350	350	325	325	325
	Pretensado	275	300	300	300	300	300	325	350	325	325	325	300	325	300	325	325	350	350	325	325	325

Tabla 4. Relación entre cantidad mínima de cemento y la máxima relación agua/cemento

La cantidad máxima de cemento por metro cúbico de hormigón será de 400 kg. Sólo bajo la autorización expresa del Ingeniero Director podrá superarse dicho límite.

El Contratista realizará ensayos previos en laboratorio para establecer la dosificación, con objeto de conseguir que el hormigón resultante cumpla con las condiciones que se le exigen en el Código Estructural a menos que pueda acreditar documentalmente que los materiales, dosificación y proceso de ejecución previstos pueda conseguir un hormigón que posea las condiciones exigidas.

Resistencia del hormigón frente al ataque por sulfatos

En el caso de existencia de sulfatos, se empleará cementos sulforresistentes, según la UNE 80303:2017.

4.3.2. TIPOS DE HORMIGÓN EMPLEADOS EN PROYECTOS

A efectos del presente proyecto se emplearán hormigones de los tipos siguientes:

- Hormigón en masa tipo HM-15 como hormigón de limpieza, y ejecución de elementos de pequeña envergadura, como las arquetas.
- Hormigón para armar tipo HA-25/B/20/XC-2, empleado en losas y cimentaciones.

El lugar de empleo de cada tipo de hormigón viene definido además en los documentos de Presupuesto y Planos del Proyecto.

4.3.3. FABRICACIÓN Y TRANSPORTE A OBRA DEL HORMIGÓN

Fabricación

En la ejecución de hormigones se atendrá el Contratista a todo lo dispuesto en el Código Estrucutraly a las órdenes concretas que, para la debida aplicación de la misma dicte en cada caso la Dirección Facultativa.

El hormigón se hará forzosamente con máquina. Si el hormigón ha de ser amasado a pie de obra, el Contratista instalará en el lugar de trabajo una hormigonera del tipo aprobado, equipada con dispositivo para la regularización y medición del agua, capaz de producir una mezcla de hormigón homogéneo de color uniforme. El volumen de material mezclado por amasado no ha de exceder los tres cuartos (3/4) de la capacidad nominal de la hormigonera.

Transporte

El hormigón se transportará desde el lugar de fabricación al lugar del vertido, tan rápidamente como sea posible según métodos aprobados por la Dirección Facultativa y que no acusen segregación o pérdida de ingredientes. Se depositará tan cerca como sea posible de su colocación final, para evitar manipulaciones ulteriores.

Si la fabricación de la mezcla se efectúa en una instalación central que abastezca obras próximas, el transporte del hormigón podrá efectuarse por medio de camiones provistos de sistema de agitación de la masa o desprovistos de ellos. En el primer caso se utilizarán camiones de tambor giratorio, o provistos de paletas, cuya capacidad no podrá ser aprovechada en más del 80% de la cifra que suministre el fabricante del equipo. El tiempo comprendido entre la carga y descarga del hormigón no podrá exceder de 45 minutos y durante todo el período de permanencia de la mezcla en el camión, debe funcionar constantemente el sistema de agitación.

El transporte del hormigón por tubería con el uso de bomba de hormigón está autorizado siempre y cuando no se produzcan segregaciones, a juicio de la Dirección Facultativa.

4.3.4. PUESTA EN OBRA DEL HORMIGÓN

Colocación

En ningún caso se tolerará la colocación en obra de masas que acusen un principio de fraguado.

No se colocarán en obra capas o tongadas de hormigón cuyo espesor sea superior al que permita una compactación completa de la masa.

No se efectuará el hormigonado en tanto no se obtenga la conformidad de la Dirección Facultativa, una vez que se hayan revisado las armaduras ya colocadas en su posición definitiva.

El hormigonado de cada elemento se realizará de acuerdo con un plan previamente establecido en el que deberán tenerse en cuenta las deformaciones previsibles de encofrados y cimbras.

Se tendrá especial cuidado en evitar el desplazamiento de armaduras, conductos de pretensado, anclajes y encofrados, así como el producir daños en la superficie de estos últimos, especialmente cuando se permita la caída libre del hormigón.

Compactación

La compactación de los hormigones en obra se realizará mediante procedimientos adecuados a la consistencia de las mezclas y de manera tal que se eliminen los huecos y se obtenga un perfecto cerrado de la masa, sin que llegue a producirse segregación. El proceso de compactación deberá prolongarse hasta que refluya la pasta a la superficie y deje de salir aire.

El vibrado del hormigón deberá ser objeto de aprobación por parte de la Dirección Facultativa.

Suntas de hormigonado

Las juntas de hormigonado se situarán en dirección lo más normal posible a la de las tensiones de compresión, y allí donde su efecto sea menos perjudicial, alejándolas, con dicho fin, de las zonas en las que la armadura esté sometida a fuertes tracciones. Se les dará la forma apropiada que asegure una unión lo más íntima posible entre el antiguo y el nuevo hormigón.

Cuando haya necesidad de disponer juntas de hormigonado no previstas en el proyecto se dispondrán en los lugares que apruebe la Dirección Facultativa, y preferentemente sobre los puntales de la cimbra. No se reanudará

el hormigonado de las mismas sin que hayan sido previamente examinadas y aprobadas, si procede, por la Dirección Facultativa.

Si el plano de una junta resulta mal orientado, se demolerá la parte de hormigón necesaria para proporcionar a la superficie la dirección apropiada.

Antes de reanudar el hormigonado, se retirará la capa superficial de mortero, dejando los áridos al descubierto y se limpiará la junta con toda suciedad o árido que haya quedado suelto. En cualquier caso, el procedimiento de limpieza utilizado no deberá producir alteraciones apreciables en la adherencia entre la pasta y el árido grueso. Expresamente se prohíbe el empleo de productos erosivos en la limpieza de juntas.

Se prohíbe hormigonar directamente sobre o contra superficies de hormigón que hayan sufrido los efectos de las heladas. En este caso, deberán eliminarse previamente las partes dañadas por el hielo.

4.3.5. HORMIGONADO EN CONDICIONES ESPECIALES

Hormigonado en tiempo Frio

La temperatura de la masa de hormigón, en el momento de verterla en el molde o encofrado, no será inferior a 5ºC.

Se prohíbe verter el hormigón sobre elementos (armaduras, moldes, etc.) cuya temperatura sea inferior a cero grados centígrados.

En general, se suspenderá el hormigonado siempre que se prevea que, dentro de las cuarenta y ocho horas siguientes, pueda descender la temperatura ambiente por debajo de los cero grados centígrados.

En los casos en que, por absoluta necesidad, se deba hormigonar en tiempo de heladas, se adoptarán las medidas necesarias para garantizar que, durante el fraguado y primer endurecimiento de hormigón, no se producirán deterioros locales en los elementos correspondientes, ni mermas permanentes apreciables de las características resistentes del material.

En el caso de que se produzca algún tipo de daño, deberán realizarse los ensayos de información necesarios para estimar la resistencia realmente alcanzada, adoptándose, en su caso, las medidas oportunas.

El empleo de aditivos anticongelantes requerirá una autorización expresa, en cada caso, de la Dirección Facultativa. Nunca podrán utilizarse productos susceptibles de atacar a las armaduras, en especial los que contienen el ion cloro.

Hormigonado en tiempo caluroso

Cuando el hormigonado se efectúe en tiempo caluroso, se adoptarán las medidas oportunas para evitar la evaporación del agua de amasado, en particular durante el transporte del hormigón y para reducir la temperatura de la masa.

Para ello los materiales constituyentes del hormigón y los encofrados o moldes destinados a recibirlo deberán estar protegidos del soleamiento.

Una vez efectuada la colocación del hormigón se protegerá éste del sol y especialmente del viento, para evitar que se deseque.

Si la temperatura ambiente es superior a 40ºC o hay un viento excesivo, se suspenderá el hormigonado, salvo que, previa autorización expresa de la Dirección Facultativa, se adopten medidas especiales.

4.3.6. CURADO DEL HORMIGÓN

Durante el fraguado y primer periodo de endurecimiento del hormigón, deberá asegurarse el mantenimiento de la humedad del mismo mediante un adecuado curado. Este se prolongará durante el plazo necesario en función del tipo y clase del cemento, de la temperatura y grado de humedad del ambiente.

El curado podrá realizarse manteniendo húmedas las superficies de los elementos de hormigón, mediante riego directo que no produzca deslavado.

El curado por aportación de humedad podrá sustituirse por la protección de las superficies mediante recubrimientos plásticos u otros tratamientos adecuados, siempre que tales métodos, especialmente en el caso de masas secas, ofrezcan las garantías que se estimen necesarias para lograr, durante el primer periodo de endurecimiento, la retención de la humedad inicial de la masa, y no contengan sustancias nocivas para el hormigón.

Si el curado se realiza empleando técnicas especiales (curado al vapor, por ejemplo) se procederá con arreglo a las normas de buena práctica propias de dichas técnicas, previa autorización de la Dirección Facultativa.

El curado se efectuará por el procedimiento de riego con agua, manteniendo el hormigón con el aspecto oscuro de estar mojada su superficie, durante al menos seis días sin interrupción desde su fraguado, para lo que el contratista deberá mantener el equipo de medios y personal necesarios permanente a tal fin.

4.3.7. ACABADO DE SUPERFICIES

Las superficies vistas de las piezas o estructuras, una vez desencofradas o desmoldadas, no presentarán coqueras o irregularidades que perjudiquen al comportamiento de la obra o a su aspecto exterior.

Cuando se requiera un particular grado o tipo de acabado por razones prácticas o estéticas, se especificarán los requisitos directamente o bien mediante patrones de superficie.

En general, para el recubrimiento o relleno de las cabezas de anclaje, orificios, entalladuras, cajetines, etc., que deba efectuarse una vez terminadas las piezas, se utilizarán morteros fabricados con masas análogas a las empleadas en el hormigonado de dichas piezas, pero retirando de ellas los áridos de tamaño superior a 4 mm. Todas las superficies de mortero se acabarán de forma adecuada.

4.3.8. CONTROL DE CALIDAD

El control de materiales y el control de la ejecución se realizarán según lo dispuesto en los capítulos 5, 12, 13 y 14 del Código Estructural, respectivamente.

En los lotes correspondientes a elementos de hormigón armado, el control se realizará determinando la resistencia de al menos cuatro amasadas por lote.

De cada amasada se extraerán, al menos, siete probetas y se comprobará su resistencia a siete días (dos probetas), veintiocho días (tres probetas) quedando dos probetas para estudiar la evolución de la resistencia del hormigón a mayor plazo si fuese necesario.

El Contratista deberá incluir en el Plan de Aseguramiento de la Calidad la división de cada una de las estructuras en lotes y amasadas según su tipología, indicando las probetas a extraer y las edades a las que está prevista su rotura, de acuerdo que se cumpla con lo prescrito anteriormente y en el capítulo 14 del Código Estructural, para someterlo a la aprobación de la Dirección Facultativa.

El nivel de control de calidad se ha fijado en los planos de acuerdo con el Código Estructural, y cuando el valor de la resistencia característica estimada de un lote sea inferior a la resistencia característica prescrita, sin perjuicio de las sanciones contractuales previstas, se procederá como sigue:

1) Sí $f_{est} \geq 0{,}9\, f_{ck'}$ el lote se aceptará.
2) Sí $f_{est} < 0{,}9\, f_{ck'}$ se procederá a realizar, por decisión de la Dirección de Obra o a petición de cualquiera de las partes, los estudios y ensayos que procedan de entre los detallados seguidamente; en cuyo caso la base de juicio se trasladará al resultado de estos últimos:
    a. Estudio de la seguridad de los elementos que componen el lote, en función de la fest deducida de los ensayos de control, para estimar la variación del coeficiente de seguridad respecto del previsto en el Proyecto.
    b. Ensayos de información complementaria para estimar la resistencia del hormigón puesto en obra, de acuerdo con lo especificado en el Artículo 57º del Código Estructural y realizando en su caso un estudio análogo al mencionado en el párrafo anterior, basado en los nuevos valores de resistencia obtenidos.
    c. Ensayos de puesta en carga (prueba de carga), de acuerdo con el artículo 23.2. del Código Estructural. La carga del ensayo podrá exceder el valor característico de la carga tenida en cuenta en el cálculo.

4.3.9. MEDICIÓN Y ABONO

Criterios de medición y abono

La medición de los hormigones en general, que tendrá lugar por metros cúbicos (m^3), se calculará exactamente por procedimientos geométricos, tomando como datos las dimensiones que figuran en los planos junto con las modificaciones que hubiera podido autorizar la Dirección Facultativa durante la construcción.

Los volúmenes de hormigón originados por exceso de excavación no serán de abono excepto si hubieran sido previamente autorizados por la Dirección Facultativa sobre excavaciones correspondientes o si corresponden a desprendimientos, no imputables al Contratista. En este último caso el hormigón empleado en su relleno se abonaría al precio correspondiente.

Conceptos incluidos en los precios

En los precios de las distintas clases de hormigón quedará incluido: el estudio y la obtención de la fórmula de trabajo para cada tipo de hormigón, así como los materiales necesarios para dicho estudio; el cemento, árido, agua y aditivos necesarios para la fabricación y puesta en obra (y aprobados por la Dirección Facultativa); la fabricación, transporte, puesta en obra y compactación del hormigón, la ejecución y tratamiento de las juntas, la protección del hormigón fresco, el curado y los productos de curado; el acabado y la realización de la textura superficial; y cuantos materiales, maquinaria y mano de obra sean necesarios para la correcta, rápida y segura ejecución de las unidades de obra objeto de este Artículo.

Transporte y almacenamiento

Se pondrá cuidado en las operaciones de carga, transporte, manipulación y descarga de los materiales y equipos durante la construcción, para evitar que sufran deterioros por golpes o roces. Estas precauciones se tomarán siempre, lo mismo en el almacén o taller que durante el montaje.

En el transporte de los tubos se tendrá especial cuidado en colocarlos descansando por completo en la superficie de apoyo. Si la plataforma del vehículo no fuera completamente plana, se colocarán listones de madera para compensar dichos salientes.

La parte más expuesta, que es el extremo del tubo, se protegerá para evitar que pueda sufrir deterioro. Se sujetarán los tubos con cuerda, nunca con cables ni alambres, para evitar que rueden y reciban golpes.

Durante el transporte no se colocarán pesos por encima de los tubos que les puedan producir aplastamiento, asimismo, se evitará que otros cuerpos, principalmente si tiene aristas vivas, golpeen o queden en contacto con ellos.

Los tubos deberán ser transportados entre dos personas.

Recepción de materiales

Los materiales de la instalación serán sometidos a pruebas y ensayos normalizados con el fin de comprobar que cumplen con las condiciones exigidas. Se deberá de notificar a la propiedad y dirección facultativa sobre la realización de ensayos, por si consideran oportuno asistir a los mismos. La propiedad se reserva a facultad de la inspección de los distintos acopios de materiales, tanto en los almacenes del contratista, como de sus proveedores, ya sea al final de la fabricación o durante la misma.

Para ello se presentarán muestras de los materiales a emplear con la antelación suficiente y antes de su instalación para su reconocimiento y ensayo, bien en obra (si existen los medios suficientes) o bien en un laboratorio.

De no ser satisfactorios los resultados se procederá al rechazo de los mismos, debiendo ser sustituidos por otros nuevos.

El material procedente de Fabricantes y talleres será descargado y comprobado, dosificándolo y efectuando su control de calidad, consistente en separar piezas dobladas, fuera de medida, con rebabas o mal galvanizadas, postes en malas condiciones, etc.

4.4. CONGLOMERANTES

4.4.1. CEMENTO

4.4.1.1. DEFINICIONES Y GENERALIDADES

El cemento a emplear en los distintos tipos de hormigones será el definido en los artículos correspondientes del presente pliego, y sus características y condiciones de utilización se ajustarán a las especificaciones que fija la Instrucción para la recepción de cementos RC/97.

El cemento cumplirá las condiciones específicas en cuanto a tiempos de fraguado y contenido en aluminato tricálcico descritas en el artículo 202 del PG3.

El Ingeniero Director de las obras podrá exigir la utilización de cemento resistente a los sulfatos si la naturaleza del terreno lo justifica. No habrá por ello aumento alguno de precio.

4.4.1.2. EMPLEO

El cemento a utilizar en la confección de hormigones será del tipo CEM II/32,5; UNE 197-1. Como polvo mineral de aportación ("filler" de aportación) en las mezclas bituminosas en caliente, se empleará cemento tipo CEMV/32,5; UNE 197-1, o el que ordene el Ingeniero Director de las obras, en las proporciones que se determine en la fórmula de trabajo definitiva. Cumplirá en la misma forma lo indicado en el pliego antes citado y en las normas correspondientes indicadas en el apartado 100 del presente PPTP.

4.4.1.3. MEDICIÓN Y ABONO

En todos los casos, hormigones, morteros, mezclas bituminosas en caliente etc., el coste del cemento y su empleo se considera incluido en cada una de las unidades de obra en que se utiliza.

4.5. ACERO CORRUGADO

4.5.1.1. DEFINICIONES Y GENERALIDADES

Se define como armaduras de acero a emplear en hormigón al conjunto de barras de acero que se colocarán en el interior de la masa de hormigón para ayudar a éste a resistir los esfuerzos a que está sometido.

4.5.1.2. MATERIALES

Las armaduras de acero cumplirán lo establecido en los artículos correspondientes de la norma EHE-08 en cuanto a especificación de material y control de calidad. El acero utilizado para las armaduras del hormigón armado será del tipo B-500-SD.

4.5.1.3. MEDICIÓN Y ABONO

La medición se hará por el peso del material que resulte del cálculo de las planillas del acero ejecutadas en el proyecto.

4.6. PREFABRICADOS DE HORMIGÓN

4.6.1. BORDILLOS DE HORMIGÓN

4.6.1.1. DEFINICIONES Y GENERALIDADES

Los bordillos prefabricados de hormigón son piezas que se utilizan para delimitación de aceras, de acceso a Estaciones de Potencia y Centro de Seccionamiento principalmente.

Los bordillos prefabricados de hormigón se ejecutarán con hormigones de tipo H-200 o superior y cemento portland.

Tendrán una buena regularidad geométrica y aristas sin desconchados. Las piezas estarán exentas de fisuras, coqueras o cualquier otro defecto que indique una deficiente fabricación. Deben ser homogéneas y de textura compacta y no tener zonas de segregación.

4.6.1.2. EMPLEO

Comportamiento estructural

Dada la naturaleza de los Bordillos Prefabricados de Hormigón y mientras las piezas cumplan los requisitos exigidos en los ensayos, el espesor y la clase resistente serán los elementos a elegir con cuidado por el proyectista desde un punto de vista estructural.

Requisitos estéticos

Cuando son el principal condicionante en la elección de los bordillos, pocos principios objetivos pueden ser enunciados. En cualquier caso, es necesario hacer hincapié en las enormes posibilidades expresivas que ofrecen este tipo de bordillos, sólo limitadas por la propia creatividad del proyectista, al permitir combinar de múltiples maneras, su color, forma y textura.

Facilidad de construcción

La cual puede ser influida por la forma requerida en proyecto, y a su vez esta geometría afectar a la facilidad de colocación.

4.6.1.3. MEDICIÓN Y ABONO

La medición y abono de este material se realizará por metros lineales, realmente colocados, medidos sobre el terreno, salvo acuerdo diferente según lo establecido para la unidad de obra en que forme parte. La forma y dimensiones de los bordillos de hormigón serán las señaladas en los Planos.

4.6.2. ARQUETAS DE HORMIGÓN

4.6.2.1. DEFINICIONES Y GENERALIDADES

Las arquetas prefabricadas son piezas fundamentales en una red de instalaciones y acometidas, permitiendo la inspección toda la red y haciendo posible acceder para el mantenimiento y limpieza. Se colocan siempre en todos los nodos de la red a instalar. La utilización de arquetas prefabricadas supone un ahorro significativo de mano de obra en comparación con las construidos "in situ", además de un rápido montaje.

4.6.2.2. EMPLEO

Conviene ubicar la cota de la solera de las arquetas por debajo de los 10 cm de la cota del tubo de salida; de esta forma podrá pasarse una hilera de ladrillos por debajo del tubo y así se evitan fugas.

Luego rellenar el salto del tubo con la solera, evitando sedimentaciones.

Si la tubería fuese de PVC, para mejor adherencia del mortero, se realiza un collarín de arena pegada al tubo mediante cola adhesiva.

Los tubos se colocarán con la campana aguas arriba.

No unir nunca retales de tubo, mediante la formación de campana calentando el tubo con un soplete. Los retales de tubo deben unirse con manguito (en tuberías de PVC).

4.6.2.3. MEDICIÓN Y ABONO

La medición y abono de este material se realizará por unidad, según dimensiones especificadas en Plano.

4.7. TUBERÍA DE PVC

4.7.1.1. DEFINICIONES Y GENERALIDADES

Se definen como tales los tubos de PVC, tanto lisos como corrugados, que se utilicen como colectores de desagüe. Generalmente se utiliza P.V.C., no plastificado como materia prima para su fabricación. Se entiende como P.V.C. no plastificado la resina de cloruro de polivinilo no plastificado, técnicamente puro (menos del uno por ciento (1%) de impurezas) en una proporción del noventa y seis por ciento (96%), exento de plastificantes. Podrá contener otros ingredientes tales como estabilizadores, lubricantes, modificadores de las propiedades finales y colorantes. Las características físicas del material que constituye la pared de los tubos en el momento de su recepción en obra serán las de la tabla siguiente:

4.7.1.2. EMPLEO

Conviene ubicar la cota de la solera de las arquetas por debajo de los 10 cm. de la cota del tubo de salida; y así se evitan fugas.

Luego rellenar el salto del tubo con la solera, evitando sedimentaciones.

Si la tubería fuese de PVC, para mejor adherencia del mortero, se realiza un collarín de arena pegada al tubo mediante cola adhesiva.

Los tubos se colocarán con la campana aguas arriba.

No unir nunca retales de tubo, mediante la formación de campana calentando el tubo con un soplete. Los retales de tubo deben unirse con manguito, (en tuberías de PVC).

MEDICIÓN Y ABONO

La medición y abono de este material se realizará por unidad, según dimensiones especificadas en Plano.

4.8. ELEMENTOS ESTRUCTURALES

4.8.1. PERFILES DE CHAPAS DE ACERO LAMINADO EN CALIENTE

4.8.1.1. DEFINICIONES Y GENERALIDADES

Los perfiles y chapas de acero laminados en caliente son los productos laminados en caliente, de espesor mayor que tres milímetros (3 mm), de sección transversal constante, distintos según ésta, empleados en las estructuras y elementos de acero estructural.

4.8.1.2. MATERIALES

Las características mecánicas y la composición química de los aceros corresponden, por regla general a las exigencias de la Norma UNE-EN 10025:2006.

El tipo de material, su calidad y requisitos adicionales, estarán de acuerdo con lo establecido en el Proyecto (Planos, Memoria Técnica, Programa de puntos de inspección, etc.). El material empleado en chapas y perfiles cerrados será normalmente de calidad S355 K2 G3 según UNE-EN 10025:2006. El material empleado en chapas y perfiles de acero galvanizado o no, será normalmente de calidad S 275 JR y S 355 JR según UNE-EN 10025:2006.

Cualquier cambio que sea necesario realizar será sometido a la aprobación del responsable del diseño, con anterioridad a su ejecución.

4.8.1.3. TIPOS

Los perfiles y chapas de acero laminados en caliente, para estructuras metálicas, se clasificarán en función de:

Su geometría: Los productos de acero laminados en caliente se agrupan en series por las características geométricas de su sección: las series utilizadas actualmente se indican en la siguiente tabla. Con carácter indicativo se citan las normas relativas a las dimensiones y términos de sección.

La chapa suele emplearse solamente como materia prima para la obtención por corte de elementos planos.

Su tipo y grado de acero: Los tipos y grados de acero habitualmente empleados para la fabricación de estos productos, designados según la Norma UNE-EN 10027.

También está permitido el empleo de los tipos y grados de acero de construcción de alto límite elástico (según UNE-EN 10025:2006 y UNE-EN 10025:2007), los de grano fino para construcción soldada (según las mismas normas indicadas anteriormente), los aceros de construcción con resistencia mejorada a la deformación perpendicular a la superficie del producto (según PNE-prEN 10164).

4.8.1.4. MEDICIÓN Y ABONO

Losa medición y abono de los perfiles y chapas de acero laminados en caliente para estructuras metálicas, se realizará se efectuará por kilogramos (kg) de acero del mismo tipo, los emparrillados por metros cuadrados (m^2) deducidos por pesada en báscula oficial, incluyendo en el precio todos los elementos de unión y secundarios necesarios para el enlace de las distintas partes de acuerdo con lo indicado en la unidad de obra de la que formen parte.

4.8.2. ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE HORMIGÓN

4.8.2.1. DEFINICIONES Y GENERALIDADES

Esta unidad se refiere a los marcos y pórticos de hormigón, fabricados en instalaciones fijas, y transportados y suministrados posteriormente a pie de obra, para su colocación y montaje in situ.

La ejecución de la unidad de obra incluye las operaciones siguientes:

- Preparación y comprobación de las superficies de apoyo en obra.
- Suministro y transporte a la obra del elemento prefabricado.
- Montaje mediante empuje y perfecta nivelación.
- Relleno y sellado, de fraguado rápido, y alta adherencia tipo "grout" o similar, para la unión de piezas prefabricadas, en su caso.

El fabricante ha de garantizar que los elementos cumplan las características exigidas en el Proyecto.

Las formas, cuantías y detalles de los diferentes elementos prefabricados serán los indicados en los planos. No se admitirá, salvo decisión expresa por parte de la Dirección de Obra, ninguna modificación de las formas que afecte en la apariencia externa de la obra tal y como se define en los planos. Cualquier otra modificación de las cuantías, resistencias de los materiales, detalles o proceso constructivo definidos en Proyecto podrá someterse

por parte del Contratista a la aprobación de la Dirección de Obra, siempre que esté justificada técnicamente y no suponga menoscabo alguno en la calidad y durabilidad de la obra.

El contratista ha de someter a la aprobación de la D.O. el plan de montaje en el que se ha de indicar el método y los medios auxiliares previstos.

El director de las obras podrá ordenar la toma de muestras de materiales para su ensayo, y la inspección de los procesos de fabricación, realizándose las correspondientes visitas a las plantas de prefabricación, siempre que lo considere necesario.

Los elementos prefabricados almacenarán en obra en su posición normal de trabajo, sobre apoyos de suficiente extensión y evitando el contacto con el terreno o con cualquier producto que las pueda manchar o deteriorar. Los elementos prefabricados no deben presentar rebabas que sean indicio de pérdidas graves de lechada, ni más de tres coqueras en una zona de diez decímetros cuadrados (0,1 m2) de paramento, ni coquera alguna que deje vistas las armaduras. Tampoco presentarán superficies deslavadas o aristas descantilladas, señales de discontinuidad en el hormigonado, o armaduras visibles.

El Director de Obra podrá ordenar la comprobación de las características mecánicas sobre un cierto número de elementos.

Los cálculos estáticos y los planos de construcción correspondientes, deberán ser presentados a la aprobación del Director de Obra con la suficiente antelación al comienzo de los trabajos de fabricación.

4.8.2.2. MATERIALES

Los materiales empleados en los marcos y los pórticos prefabricados cumplirán las especificaciones del Código Estructural.

Las piezas prefabricadas de hormigón armado llegarán a obras completamente curadas, limpias y en perfecto estado, sin presentar defectos superficiales ni despostillados en aristas, esquinas, etc.

Su forma y dimensiones serán las especificadas en planos.

Se recibirán con mortero de cemento común, con una resistencia a compresión a 28 días de 8 N/mm2 y dosificación 1:4.

4.8.2.3. PLANOS

La realización en taller se llevará a cabo de conformidad con los cálculos, Planos y Pliego de Condiciones del Proyecto, según los cuales la Empresa fabricadora preparará los planos de taller precisos para la ejecución de las piezas.

Estos planos de taller se someterán a la Dirección de Obra para su aprobación definitiva, antes de dar comienzo a la fabricación en taller. La aprobación de los mismos no exime de la responsabilidad que pudieran contraer por errores existentes.

Contendrán de manera inequívoca:

- Las dimensiones necesarias para definir exactamente todos los elementos de la estructura.
- Las contra-flechas de ejecución.

- La forma y dimensiones de las uniones entre piezas prefabricadas y con el resto de la estructura.
- Las tolerancias de fabricación.

La Empresa fabricante suministrará asimismo los planos de montaje y ensamblaje en obra, junto a las marcas de identificación de cada una de las piezas, dispuestas en las zonas que queden no vistas una vez terminada la estructura.

Quedará perfectamente clara la forma y secuencia de cada una de las operaciones de montaje.

Las piezas colocarán según especificaciones en planos y se nivelarán antes de ser ancladas.

Se colocarán en su lugar definitivo con el auxilio de medios mecánicos del tipo necesario para su situación con precisión, no dañando las piezas contiguas ya colocadas.

En aquellas superficies de los elementos prefabricados en las que posteriormente se coloquen hormigones “in situ” con los que debe garantizarse la adecuada transmisión de tensiones de cizallamiento, se garantizará la adecuada rugosidad del elemento prefabricado mediante el rascado con peine de púas u otro sistema análogo.

Posteriormente, en obra, el Contratista deberá proceder, antes del vertido del hormigón “in situ” a la adecuada limpieza de la superficie con chorro de agua, o de arena, si fuera necesario.

4.8.2.4. TRANSPORTE Y MONTAJE

Se dispondrá de la asistencia técnica de una casa especializada en este sistema de ejecución. El personal que realice la traslación de la estructura tendrá experiencia demostrada en este tipo de trabajos y deberá coordinar las operaciones del proceso.

El emplazamiento de la estructura se realizará con una tolerancia plano-altimétrica inferior al 2% de la longitud de traslación. El contratista deberá realizar como mínimo un control de alineación y altimétrico cada 5,00 m de avance, debiendo aportar los materiales y medios necesarios para corregir o disminuir en lo posible las desviaciones, cuando éstas sobrepasen el límite establecido o se considere por los especialistas que se puede sobrepasar en fases sucesivas.

La Empresa fabricante deberá definir los aparatos de sujeción de los elementos prefabricados, tanto durante la fabricación y apilado en taller como durante el transporte a obra y montaje de las piezas, realizando los planos correspondientes para su completa definición, que se someterán a la Dirección de Obra para su aprobación definitiva. Los elementos prefabricados se sujetarán, durante la fabricación, apilado, transporte y montaje, solamente de los aparatos de sujeción que estén señalados en estos planos.

Las operaciones de manejo y transporte de piezas prefabricadas, bien sea en taller o en obra, deberán realizarse con el máximo cuidado posible. Los vehículos de transporte elegidos por el Contratista deberán ser aprobados siempre por el director de las Obras.

La superficie de apoyo de los marcos y pórticos sobre los vehículos de transporte deberá configurarse de tal forma que se excluya con toda seguridad cualquier daño de los elementos prefabricados durante la carga y descarga y durante el transporte.

En las operaciones de elevación y descenso de los marcos y pórticos, para su transporte y colocación, éstos se sujetarán únicamente en los dispositivos previstos a tal fin.

Durante el transporte, almacenamiento, etc., los marcos y pórticos solo deberán apoyarse en los puntos indicados en los Planos del Proyecto. Cuando vayan sobre vehículos de transporte se asegurarán de tal forma que no puedan volcar o estar expuestas a solicitaciones imprevistas por giro o golpes. Se acondicionarán adecuadamente las vías por donde vayan a circular los transportes para evitar estas circunstancias.

Si el montaje afectase al tráfico de peatones o vehículos, el Contratista presentará con la debida antelación a la aprobación del director el programa de corte, restricción o desvío de tráfico.

En el caso de que sea preciso acopiar elementos en obra, el Contratista general deberá proporcionar los elementos accesorios para el perfecto apilado de las piezas siendo obligación del fabricante definir la forma en que ha de realizarse.

4.8.2.5. MEDICIÓN Y ABONO

Se medirá y abonará por metro unidad de pieza prefabricada realmente colocada y terminada, conforme a este proyecto y las órdenes escritas de la Dirección Facultativa.

Los precios incluyen el suministro del elemento completo, montaje con maquinaria adecuada y medios auxiliares para la correcta y total ejecución de las unidades, incluso los materiales y trabajos de terminación necesarios para su integración en la obra.

También incluyen todos los transportes y permisos necesarios, no siendo de abono los elementos que presenten defectos o irregularidades como las citadas anteriormente.

CAPÍTULO III: OBRA CIVIL

1. ACONDICIONAMIENTO Y PREPARACIÓN DEL TERRENO

1.1. DESCRIPCIÓN

Conjunto de trabajos realizados en un terreno para dejarlo totalmente despejado y nivelado, como fase inicial y preparativa del elemento a construir.

1.2. CONDICIONES PREVIAS

- Plantas y secciones acotadas.
- Servidumbres que pueden ser afectadas por el movimiento de tierras como redes de agua potable, saneamiento, fosas sépticas, electricidad, telefonía, fibra óptica, calefacción, iluminación, etc., elementos enterrados, líneas aéreas y situación y uso de las vías de comunicación.
- Plano topográfico.
- Corte estratigráfico y características del terreno a excavar.
- Grado sísmico.
- Pendientes naturales del terreno.
- Estudio geotécnico.
- Información de la Dirección General de Patrimonio Artístico y Cultural del Ministerio de Educación y Ciencia en zonas de obligado cumplimiento o en zonas de presumible existencia de restos arqueológicos.
- Reconocimiento de los edificios y construcciones colindantes para valorar posibles riesgos y adoptar, en caso necesario, las precauciones oportunas de entibación, apeo y protección.
- Notificación del movimiento de tierras a la propiedad de las fincas o edificaciones colindantes que puedan ser afectadas por el mismo.

2. DESBROCE Y LIMPIEZA DEL TERRENO

2.1. DESCRIPCIÓN

La limpieza consistirá en la escarificación de terreno de labor, efectuada por medios mecánicos y posterior compactación del terreno.

2.2. CONDICIONES PREVIAS

- Plantas y secciones acotadas.
- Servidumbres que pueden ser afectadas por el movimiento de tierras, como redes de agua potable, saneamiento, fosas sépticas, electricidad, telefonía, fibra óptica, calefacción, iluminación, etc., elementos enterrados, líneas aéreas y situación y uso de las vías de comunicación.
- Plano topográfico.
- Corte estratigráfico y características del terreno a excavar.
- Grado sísmico.
- Pendientes naturales del terreno.
- Estudio geotécnico.

- Información de la Dirección General de Patrimonio Artístico y Cultural del Ministerio de Educación y Ciencia en zonas de obligado cumplimiento o en zonas de presumible existencia de restos arqueológicos.
- Reconocimiento de los edificios y construcciones colindantes para valorar posibles riesgos y adoptar, en caso necesario, las precauciones oportunas de entibación, apeo y protección.
- Notificación del movimiento de tierras a la propiedad de las fincas o edificaciones colindantes que puedan ser afectadas por el mismo.

3. ENTIBACIONES, APUNTALAMIENTOS Y APEOS

3.1. DESCRIPCIÓN

Construcciones provisionales de madera y/u otros materiales, que sirven para la contención del terreno, hasta la estabilización definitiva del mismo.

3.2. COMPONENTES

- Madera, con dimensiones suficientes para ofrecer la resistencia necesaria a los esfuerzos del terreno, con una durabilidad alta, sin fracturas a compresión ni alteraciones por pudrición.
- Acero, pudiendo ser perfiles laminados y chapas.

3.3. CONDICIONES PREVIAS

- Antes del inicio de los trabajos de entibación, apuntalamiento o apeo, se presentarán a la Dirección Facultativa para su aprobación los cálculos justificativos, los cuales podrán ser modificados por dicha D.F., cuando ésta los considere necesario.
- Se hará un reconocimiento de las zonas a entibar, por si hubiera alguna servidumbre, redes de servicio, elementos enterrados o instalaciones que salvar.
- Se investigarán las características de transmisión al terreno de las cargas de las edificaciones más próximas, así como su estado de conservación.

3.4. EJECUCIÓN

- Será realizada por encofradores u operarios de suficiente experiencia como entibadores, dirigidos por un encargado con conocimientos sobre dicho tema.
- Se realizará un replanteo general de la entibación, fijando puntos y niveles de referencia.
- En terrenos buenos, con tierras cohesionadas, se sostendrán los taludes verticales hasta una altura entre 60 y 80 cm, colocándose una vez alcanzada esta profundidad una entibación horizontal compuesta por tablas horizontales, sostenidas por tablones verticales, apuntalados por maderas u otros elementos.
- En terrenos buenos con profundidades de más de 1,80 m, con escaso riesgo de derrumbe, se colocarán tablas verticales de 2,00 m, quedando sujeto por tablas horizontales y codales de madera u otro material.
- Si los terrenos son de relleno, o tienen una dudosa cohesión, se entibarán verticalmente a medida que se procede a la excavación de tierras.
- El tipo de entibación, apuntalamiento o apeo que se utilizará vendrá dado por el tipo de terreno y de la profundidad a excavar.

- Se protegerá la entibación frente a filtraciones y acciones de erosión por parte de las aguas de escorrentía.

3.5. CONTROL

- Existirá siempre contacto del entablado con el corte de las tierras.
- Cada 20 m. lineales de entibación de zanja o fracción, se realizará un control del replanteo, no admitiéndose errores superiores al dos y medio por mil ni variaciones en ± 10 cm.
- No se admitirán desplomes y desniveles de tablas y codales.
- No se admitirán separaciones de tablas y codales y posición de estos distinta a las especificadas por la Documentación Técnica o las directrices de la Dirección Facultativa.
- No se admitirán escuadrías inferiores a las especificadas en la Documentación Técnica.
- Se desechará cualquier madera que no sea rectilínea.

3.6. MEDICIÓN

La medición, y la posterior valoración, se realizará siempre por m^2 de superficie realmente entibada.

4. EXCAVACIONES A CIELO ABIERTO. EXPLANACIONES

4.1. DESCRIPCIÓN

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

4.2. COMPONENTES

Para rellenos, aportación de tierras de canteras próximas a la planta.

4.3. CONDICIONES PREVIAS

- Plantas, secciones y pendientes naturales acotadas de la explanación a realizar.
- Servidumbres que pueden ser afectadas por la explanación.
- Plano topográfico con curvas de nivel de la zona de la explanación, con los accidentes más notables.
- Cota del nivel freático y corrientes de agua subterránea.
- Desbroce y limpieza superficial.
- Replanteo.

Se revisará el estado de las instalaciones que puedan afectar a la explanación, tomando las medidas de conservación y protección necesarias.

4.4. EJECUCIÓN

Se evitarán los deslizamientos por descalces, erosiones y filtraciones, tomando las medidas precisas para no alterar la resistencia del terreno sin excavar.

Se colocarán puntos fijos de referencia exteriores al perímetro de la explanación, sacando las cotas de nivel y desplazamiento, tanto horizontal como vertical.

Se solicitará a las compañías suministradoras información sobre las instalaciones que puedan ser afectadas por la explanación, teniendo siempre en cuenta la distancia de seguridad a los tendidos aéreos de conducción de energía eléctrica.

La Dirección Facultativa tomará siempre las decisiones que fueran necesarias en los siguientes temas:

- En aquellas construcciones que rebasen los límites de la explanación.
- En aquellos terrenos en los que aparezca roca.
- En los bordes junto a construcciones ya establecidas.
- En aquellas zonas de la explanación en las que aparezcan cursos naturales de aguas superficiales o profundas.
- En aquellos taludes y paredes en los que sea necesario colocar una entibación o refuerzo.
- En la apertura de los préstamos que puedan ser necesarios.
- Por circunstancias imprevistas, anomalías o urgencias.

Después de haber llovido no se extenderá una nueva tongada de relleno o terraplén hasta que la última se haya secado, o se escarificará añadiendo la siguiente tongada más seca, hasta conseguir que la humedad final sea la adecuada.

Si por razones de sequedad hubiera que humedecer una tongada se hará de forma uniforme, sin que existan encharcamientos.

Se pararán los trabajos de terraplenado cuando la temperatura descienda de 2 ºC.

Se procurará evitar el tráfico de vehículos y máquinas sobre tongadas ya compactadas.

Los trabajos de protección contra la erosión de taludes permanentes, como cubierta vegetal, cunetas, etc., se realizarán inmediatamente después de la excavación del talud.

Cuando se utilicen rodillos vibrantes para compactar, se deberán dar al final unas pasadas sin aplicar vibración.

La transición entre taludes de desmonte y terraplén se realizará suavizando al máximo la intersección.

La tierra vegetal deberá separarse del resto de los productos explanados, permitiéndose su utilización posterior solamente en protección de taludes o zonas ajardinadas.

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

4.5. CONTROL

Desmontes:

- Se hará un control de replanteo cada 50 m. de perímetro y no menos de uno por desmonte, no aceptándose en casos de errores superiores al 2,5 ‰ y variaciones de ± 10 cm.
- Se hará un control de altura de la franja excavada cada 2.000 m^3, y no menos de uno al descender 3,00 m., no aceptándose en caso de altura mayor de 1,65 m. con medios manuales.
- Se hará un control de nivelación de la explanada cada 1.000 m^2, y no menos de 3 por explanada, no aceptándose en caso de variaciones no acumulativas entre lecturas de 50 mm en general y de 30 mm en viales.

- Se hará un control de borde con talud permanente al descender 3,00 m. y no menos de uno por talud, no aceptándose en caso de variación en el ángulo del talud superior a ± 2º.
- Base del terraplén:
- Se hará un control de las dimensiones del replanteo igual que en el desmonte.
- Se hará un control de excavación de la base del terraplén cada 1.000 m^2 en proyección y no menos de uno por explanada, no aceptándose, si no se ha excavado la capa vegetal y si su profundidad es inferior a 15 cm. Tampoco se aceptará en pendientes superiores a 1:5 que no se hayan realizado mermas y las mesetas no tengan la pendiente especificada.

Terraplén:

- Se hará un control de densidad "in situ" del relleno del núcleo cada 1.000 m^3 de relleno y no menos de tres por explanación, no aceptándose en caso de que la densidad sea inferior al 92% del Proctor, ni a 1,45 kg/dm^3.
- Se hará un control de densidad "in situ" del relleno de coronación cada 1.000 m^3 de relleno y no menos de 3 por explanación, no aceptándose en caso de que la densidad sea inferior al 95% del Proctor o a 1,75 kg/dm^3.
- Se hará un control de nivelación de la explanada como en desmonte.
- Se hará un control de borde con talud permanente como en desmonte.

4.6. MEDICIÓN

- En desmontes, por m^3 de cubicación del volumen excavado sobre perfiles, incluso desbroce, replanteo y refinado, no considerando el esponjamiento, midiendo aparte la carga y transporte a vertedero.
- En terraplenes, por m^3 del volumen del terraplén sobre perfiles, incluyéndose el transporte interior, midiendo aparte el exterior procedente de préstamos.

Todas aquellas variaciones en exceso que surjan por negligencia de la Contrata, por conveniencia o erosión, no se abonarán.

4.7. MANTENIMIENTO

- Se mantendrán protegidos contra la erosión los bordes ataluzados, cuidando que la vegetación plantada no se seque.
- Los bordes ataluzados en su coronación se mantendrán protegidos contra la acumulación de aguas, limpiando los desagües y canaletas cuando estén obstruidos, cortando el agua junto a un talud cuando se produzca una fuga.
- No se concentrarán cargas superiores a 200 kg/m^2 junto a la parte superior de los bordes ataluzados, ni se socavará en su píe ni en su coronación.

A la Dirección Facultativa se le consultará si aparecieran grietas paralelas al borde del talud.

5. EXCAVACIONES A CIELO ABIERTO. VACIADOS

5.1. DESCRIPCIÓN

Excavaciones realizadas a cielo abierto bien por medios manuales y/o mecánicos, que en todo su perímetro queda por debajo de la rasante del terreno natural, para conseguir los niveles necesarios en la ejecución de sótanos o partes de la edificación bajo rasante.

5.2. CONDICIONES PREVIAS

- La Dirección Facultativa, antes de comenzar el vaciado, comprobará el replanteo realizado, así como los accesos propuestos, tanto para vehículos y máquinas como para peatones.
- Las camillas del replanteo serán dobles en los extremos de las alineaciones, estando separadas del borde del vaciado una distancia superior o igual a 1,00 m.
- Se colocarán puntos fijos de referencia exterior al perímetro del vaciado, sacando las cotas de nivel y desplazamiento, tanto horizontales como verticales del terreno y de las edificaciones próximas.
- Se revisarán el estado de las instalaciones que puedan afectar al vaciado, tomando las medidas de conservación y protección necesarias.
- Se tendrá precaución en observar la distancia de seguridad a tendidos aéreos de suministro de energía eléctrica.
- Se protegerán todos los elementos de Servicio Público que puedan ser afectados por el vaciado, como son las bocas de riego, tapas, sumideros de alcantarillado, farolas, árboles, etc.

5.3. EJECUCIÓN

- La Contrata deberá asegurar la estabilidad de los taludes y paredes verticales de todas las excavaciones que realice, aplicando los medios de entibación, apuntalamiento, apeo y protección superficial del terreno que considere necesario, a fin de impedir desprendimientos, derrumbamientos y deslizamientos que pudieran causar daño a personas o a las obras, aunque tales medios no estuvieran definidos en el Proyecto, o no hubiesen sido ordenados por la Dirección Facultativa.
- La Dirección Facultativa podrá ordenar en cualquier momento la colocación de entibaciones, apuntalamientos, apeos y protecciones superficiales del terreno.
- Se adoptarán por la Contrata todas las medidas necesarias para evitar la entrada del agua, manteniendo libre de la misma la zona de excavación, colocándose ataguías, drenajes, protecciones, cunetas, canaletas y conductos de desagüe que sean necesarios.
- Las aguas superficiales deberán ser desviadas por la Contrata y canalizadas antes de que alcancen los taludes o las paredes de la excavación.
- El terreno se excavará entre los límites laterales hasta la profundidad marcada en el Proyecto, siendo el ángulo del talud el especificado.
- El vaciado se realizará por franjas horizontales de altura no mayor 1,50 m. a 3,00 m., según la forma de ejecución sea a mano o a máquina.
- En los bordes con elementos estructurales de contención y/o medianeros, la máquina trabajará siempre en dirección no perpendicular a ellos, dejando sin excavar una zona de protección de ancho no menor a 1,00 m., que se quitará a mano antes de descender la máquina a la franja inferior.

- Cuando la estratificación de las rocas, presente un buzamiento o direcciones propicias al deslizamiento del terreno, se profundizará la excavación hasta encontrar un terreno en condiciones más favorable. Estos aspectos reseñados deberán representarse en planos, con la máxima información posible, indicando su naturaleza, forma, dirección, materiales, etc. marcándose en el terreno, fuera de la zona ocupada por la obra, para su fácil localización posterior y tratamiento.
- El fondo del vaciado deberá quedar libre de tierra, fragmentos de roca, roca alterada, capas de terreno inadecuado o cualquier elemento extraño que pudiera debilitar su resistencia. Se limpiarán las grietas y hendiduras, rellenándose con material compactado o hormigón.

5.4. CONTROL

- Se consideran 1.000 m^2 medidos en planta como unidad de inspección, con una frecuencia de 2 comprobaciones.
- Se comprobará el 100% del replanteo, no admitiéndose errores superiores al 2,5‰ y variaciones en ± 10 cm.
- Se comprobará la nivelación del fondo del vaciado, con rechazo cuando existan variaciones no acumulativas de 50 mm en general.
- La zona de protección a elementos estructurales no debe ser inferior a 1,00 m.
- Se realizará un control y no menos de uno cada 3,00 m de profundidad de la altura de la franja excavada, no aceptándose cuando la altura sea mayor de 1,60 m. con medios manuales o de 3,30 m. con medios mecánicos.
- El ángulo del talud se comprobará una vez al bajar 3,00 m. y no menos de una vez por pared, rechazándose cuando exista una variación en el ángulo del talud especificado en ± 2º.
- Se rechazará el borde exterior del vaciado cuando existan lentejones o restos de edificaciones.
- Se comprobará la capacidad portante del terreno y su naturaleza con lo especificado en el Proyecto, dejando constancia de los resultados en el Libro de Órdenes.

5.5. MEDICIÓN Y VALORACIÓN

Las excavaciones para vaciados se abonarán por m^3, medidos sobre los niveles reales del terreno.

En el caso de existir distintos tipos de terreno a los previstos en Proyecto, se admitirá la presentación de un precio contradictorio cuando el espesor de la capa no prevista sea superior a 30 cm.

6. EXCAVACIONES EN ZANJAS

6.1. DESCRIPCIÓN

Excavación estrecha y larga que se hace en un terreno para realizar la cimentación o instalar una conducción subterránea.

6.2. COMPONENTES

Madera para entibaciones, apeos y apuntalamientos.

6.3. CONDICIONES PREVIAS

- Antes de comenzar la excavación de la zanja, será necesario que la Dirección Facultativa haya comprobado el replanteo.
- Se deberá disponer de plantas y secciones acotadas.
- Habrán sido investigadas las servidumbres que pueden ser afectadas por el movimiento de tierras, como redes de agua potable, saneamiento, fosas sépticas, electricidad, telefonía, fibra óptica, calefacción, iluminación, etc., elementos enterrados, líneas aéreas y situación y uso de las vías de comunicación.
- Se estudiarán el corte estratigráfico y las características del terreno a excavar, como tipo de terreno, humedad y consistencia.
- Información de la Dirección General de Patrimonio Artístico y Cultural del Ministerio de Educación y Ciencia en zonas de obligado cumplimiento o en zonas de presumible existencia de restos arqueológicos.
- Reconocimiento de los edificios y construcciones colindantes para valorar posibles riesgos y adoptar, en caso necesario, las precauciones oportunas de entibación, apeo y protección.
- Notificación del movimiento de tierras a la propiedad de las fincas o edificaciones colindantes que puedan ser afectadas por el mismo.
- Tipo, situación, profundidad y dimensiones de cimentaciones próximas que estén a una distancia de la pared del corte igual o menor de 2 veces la profundidad de la zanja o pozo.
- Evaluación de la tensión a compresión que transmitan al terreno las cimentaciones próximas.
- Las zonas a acotar en el trabajo de zanjas no serán menores de 1,00 m. para el tránsito de peatones y de 2,00 m. para vehículos, medidos desde el borde del corte.
- Se protegerán todos los elementos de Servicio Público que puedan ser afectados por el vaciado, como son las bocas de riego, tapas, sumideros de alcantarillado, farolas, árboles, etc.

6.4. EJECUCIÓN

- El replanteo se realizará de tal forma que existirán puntos fijos de referencia, tanto de cotas como de nivel, siempre fuera del área de excavación.
- Se llevará en obra un control detallado de las mediciones de la excavación de las zanjas.
- El comienzo de la excavación de zanjas se realizará cuando existan todos los elementos necesarios para su excavación, incluido la madera para una posible entibación.
- La Dirección Facultativa indicará siempre la profundidad de los fondos de la excavación de la zanja, aunque sea distinta a la de Proyecto, siendo su acabado limpio, a nivel o escalonado.
- La Contrata deberá asegurar la estabilidad de los taludes y paredes verticales de todas las excavaciones que realice, aplicando los medios de entibación, apuntalamiento, apeo y protección superficial del terreno que considere necesario, a fin de impedir desprendimientos, derrumbamientos y deslizamientos que pudieran causar daño a personas o a las obras, aunque tales medios no estuvieran definidos en el Proyecto, o no hubiesen sido ordenados por la Dirección Facultativa.
- La Dirección Facultativa podrá ordenar en cualquier momento la colocación de entibaciones, apuntalamientos, apeos y protecciones superficiales del terreno.

- Se adoptarán por la Contrata todas las medidas necesarias para evitar la entrada del agua, manteniendo libre de la misma la zona de excavación, colocándose ataguías, drenajes, protecciones, cunetas, canaletas y conductos de desagüe que sean necesarios.
- Las aguas superficiales deberán ser desviadas por la Contrata y canalizadas antes de que alcancen los taludes, las paredes y el fondo de la excavación de la zanja.
- El fondo de la zanja deberá quedar libre de tierra, fragmentos de roca, roca alterada, capas de terreno inadecuado o cualquier elemento extraño que pudiera debilitar su resistencia. Se limpiarán las grietas y hendiduras, rellenándose con material compactado o hormigón.
- La separación entre el tajo de la máquina y la entibación no será mayor de vez y media la profundidad de la zanja en ese punto.
- En el caso de terrenos meteorizables o erosionables por viento o lluvia, las zanjas nunca permanecerán abiertas más de 8 días, sin que sean protegidas o finalizados los trabajos. Una vez alcanzada la cota inferior de la excavación de la zanja para cimentación, se hará una revisión general de las edificaciones medianeras, para observar si se han producido desperfectos y tomar las medidas pertinentes.
- Mientras no se efectúe la consolidación definitiva de las paredes y fondos de la zanja, se conservarán las entibaciones, apuntalamientos y apeos que hayan sido necesarios, así como las vallas, cerramientos y demás medidas de protección.
- Los productos resultantes de la excavación de las zanjas, que sean aprovechables para un relleno posterior, se podrán depositar en montones situados a un solo lado de la zanja, y a una separación del borde de la misma de 0,60 m. como mínimo, dejando libres, caminos, aceras, cunetas, acequias y demás pasos y servicios existentes.

6.5. CONTROL

- Cada 20,00 m. o fracción, se hará un control de dimensiones del replanteo, no aceptándose errores superiores al 2,5 %. y variaciones superiores a ± 10 cm., en cuanto a distancias entre ejes.
- La distancia de la rasante al nivel del fondo de la zanja se rechazará cuando supere la cota +/-0,00.
- El fondo y paredes de la zanja terminada tendrán las formas y dimensiones exigidas por la Dirección Facultativa, debiendo refinarse hasta conseguir unas diferencias de ± 5 cm., respecto a las superficies teóricas.
- Se rechazará el borde exterior del vaciado cuando existan lentejones o restos de edificaciones.
- Se comprobará la capacidad portante del terreno y su naturaleza con lo especificado en el Proyecto, dejando constancia de los resultados en el Libro de Órdenes.
- Las escuadrías de la madera usada para entibaciones, apuntalamientos y apeos de zanjas, así como las separaciones entre las mismas, serán las que se especifiquen en Proyecto.

6.6. MEDICIÓN Y VALORACIÓN

- Las excavaciones para zanjas se abonarán por m^3, sobre los perfiles reales del terreno y antes de rellenar.
- No se considerarán los desmoronamientos, o los excesos producidos por desplomes o errores.

El Contratista podrá presentar a la Dirección Facultativa para su aprobación el presupuesto concreto de las medidas a tomar para evitar los desmoronamientos cuando, al comenzar las obras, las condiciones del terreno no concuerden con las previstas en el Proyecto.

7. EXCAVACIONES EN POZOS

7.1. DESCRIPCIÓN

Excavación profunda, con predominio de la profundidad sobre el ancho y el largo.

7.2. COMPONENTES

Madera para entibaciones, apeos y apuntalamientos.

7.3. CONDICIONES PREVIAS

- Antes de comenzar la excavación del pozo, será necesario que la Dirección Facultativa haya comprobado el replanteo.
- Se dispondrá de plantas y secciones acotadas.
- Localización de servidumbres que puedan ser afectadas por el movimiento de tierras como redes de agua potable, saneamiento, fosas sépticas, electricidad, telefonía, fibra óptica, calefacción, iluminación, etc., elementos enterrados, líneas aéreas y situación y uso de las vías de comunicación.
- Corte estratigráfico y características del terreno a excavar, como tipo de terreno, humedad y consistencia.
- Información de la Dirección General de Patrimonio Artístico y Cultural del Ministerio de Educación y Ciencia en zonas de obligado cumplimiento o en zonas de presumible existencia de restos arqueológicos.
- Reconocimiento de los edificios y construcciones colindantes para valorar posibles riesgos y adoptar, en caso necesario, las precauciones oportunas de entibación, apeo y protección.
- Notificación del movimiento de tierras a la propiedad de las fincas o edificaciones colindantes que puedan ser afectadas por el mismo.
- Estudio del tipo, situación, profundidad y dimensiones de las cimentaciones próximas que estén a una distancia de la pared del corte igual o menor de 2 veces la profundidad de la zanja o pozo.
- Evaluación de la tensión a compresión que transmite al terreno la cimentación más próxima.
- Las zonas a acotar en el trabajo de pozos no serán menores de 1,00 m. para el tránsito de peatones y de 2,00 m. para vehículos, medidos desde el borde del corte.
- Se protegerán todos los elementos de Servicio Público que puedan ser afectados por el vaciado, como son las bocas de riego, tapas, sumideros de alcantarillado, farolas, árboles, etc.

7.4. EJECUCIÓN

- El replanteo se realizará de tal forma que existirán puntos fijos de referencia, tanto de cotas como de nivel, siempre fuera del área de excavación.
- Se llevará en obra un control detallado de las mediciones de la excavación de los pozos.
- El comienzo de la excavación de los pozos se realizará cuando existan todos los elementos necesarios para su excavación, incluida la madera para una posible entibación.
- La Dirección Facultativa indicará siempre la profundidad de los fondos de la excavación de los pozos, aunque sea distinta a la de Proyecto, siendo su acabado limpio, a nivel o ataluzado.
- La Contrata deberá asegurar la estabilidad de los taludes y paredes verticales de todas las excavaciones que realice, aplicando los medios de entibación, apuntalamiento, apeo y protección superficial del

terreno que considere necesario, a fin de impedir desprendimientos, derrumbamientos y deslizamientos que pudieran causar daño a personas o a las obras, aunque tales medios no estuvieran definidos en el Proyecto, o no hubiesen sido ordenados por la Dirección Facultativa.

- La Dirección Facultativa podrá ordenar en cualquier momento la colocación de entibaciones, apuntalamientos, apeos y protecciones superficiales del terreno.
- Se adoptarán por la Contrata todas las medidas necesarias para evitar la entrada del agua, manteniendo libre de la misma la zona de excavación, colocándose ataguías, drenajes, protecciones, cunetas, canaletas y conductos de desagüe que sean necesarios.
- Las aguas superficiales deberán ser desviadas por la Contrata y canalizadas antes de que alcancen los taludes, las paredes y el fondo de la excavación de los pozos.
- El fondo del pozo deberá quedar libre de tierra, fragmentos de roca, roca alterada, capas de terreno inadecuado o cualquier elemento extraño que pudiera debilitar su resistencia. Se limpiarán las grietas y hendiduras, rellenándose con material compactado o con hormigón.
- En el caso de terrenos meteorizables o erosionables por viento o lluvia, los pozos nunca permanecerán abiertos más de 8 días, sin que sean protegidos o finalizados los trabajos.
- Una vez alcanzada la cota inferior de la excavación del pozo para cimentación, se hará una revisión general de las edificaciones medianeras, para observar si se han producido desperfectos y tomar las medidas pertinentes.
- Mientras no se efectúe la consolidación definitiva de las paredes y fondos del pozo, se conservarán las entibaciones, apuntalamientos y apeos que hayan sido necesarios, así como las vallas, cerramientos y demás medidas de protección.
- Los productos resultantes de la excavación de los pozos, que sean aprovechables para un relleno posterior, se podrán depositar en montones situados a un solo lado del pozo, y a una separación del borde de la misma de 0,60 m. como mínimo, dejando libres, caminos, aceras, cunetas, acequias y demás pasos y servicios existentes.
- Cuando los pozos excavados estén junto a cimentaciones próximas y de mayor profundidad que ésta, se excavarán dichos pozos con las siguientes precauciones:
- Reduciendo mediante apeos, entibaciones o apuntalamientos la presión de la cimentación próxima.
- Ejecutando los trabajos de excavación y consolidación en el menor tiempo posible.
- Dejando como máximo media cara vista de zapata, pero entibada.
- Se realizarán los pozos por bataches.

Los pozos que posean estructura definitiva y consolidada o se hayan rellenado compactando el terreno no se considerarán pozos abiertos.

7.5. CONTROL

- En cada uno de los pozos, se hará un control de dimensiones del replanteo, no aceptándose errores superiores al 2,5 ‰ y variaciones superiores a ± 10 cm., en cuanto a distancias entre ejes.
- La distancia de la rasante al nivel del fondo del pozo se rechazará cuando supere la cota ± 0,00.
- El fondo y paredes de los pozos terminados tendrán las formas y dimensiones exigidas por la Dirección Facultativa, debiendo refinarse hasta conseguir unas diferencias de ± 5 cm., respecto a las superficies teóricas.

- Se rechazará el borde exterior del vaciado cuando existan lentejones o restos de edificaciones.
- Se comprobará la capacidad portante del terreno y su naturaleza con lo especificado en el Proyecto, dejando constancia de los resultados en el Libro de Órdenes, por cada 50,00 m^3 de relleno.
- Las escuadrías de la madera usada para entibaciones, apuntalamientos y apeos de pozos, así como las separaciones entre las mismas, serán las que se especifiquen en Proyecto.

7.6. MEDICIÓN Y VALORACIÓN

- Las excavaciones para pozos se medirán y abonarán por m^3, sobre los perfiles reales del terreno y antes de rellenar.
- No se considerarán los desmoronamientos, o los excesos producidos por desplomes o errores.
- El Contratista podrá presentar a la Dirección Facultativa, para su aprobación, el presupuesto concreto de las medidas a tomar para evitar los desmoronamientos cuando al comenzar las obras las condiciones del terreno no concuerden con las previstas en el Proyecto.

8. RELLENOS

8.1. DESCRIPCIÓN

Echar tierras propias o de préstamo para rellenar una excavación, bien por medios manuales o por medios mecánicos, extendiéndola posteriormente.

8.2. COMPONENTES

Tierras propias procedentes de la excavación o de préstamos autorizados por la Dirección Facultativa.

8.3. CONDICIONES PREVIAS

- Se colocarán puntos fijos de referencia exteriores al perímetro de la explanación, sacando las cotas de nivel y desplazamiento, tanto horizontal como vertical.
- Se solicitará a las compañías suministradoras información sobre las instalaciones que puedan ser afectadas por la explanación, teniendo siempre en cuenta la distancia de seguridad a los tendidos aéreos de conducción de energía eléctrica.
- El solar se cerrará con una valla de altura no inferior a 2,00 m., colocándose a una distancia del borde del vaciado no menor de 1,50 m., poniendo luces rojas en las esquinas del solar y cada 10,00 m. lineales, si la valla dificulta el paso de peatones.
- Cuando entre el cerramiento del solar y el borde del vaciado exista separación suficiente, se acotará con vallas móviles o banderolas hasta una distancia no menor de dos veces la altura del vaciado en ese borde, salvo que por haber realizado previamente estructura de contención, no sea necesario.

8.4. EJECUCIÓN

- Si el relleno tuviera que realizarse sobre terreno natural, se realizará en primer lugar el desbroce y limpieza del terreno, se seguirá con la excavación y extracción de material inadecuado en la profundidad requerida por el Proyecto, escarificándose posteriormente el terreno para conseguir la debida trabazón entre el relleno y el terreno.

- Cuando el relleno se asiente sobre un terreno que tiene presencia de aguas superficiales o subterráneas, se desviarán las primeras y se captarán y conducirán las segundas, antes de comenzar la ejecución.
- Si los terrenos fueran inestables, apareciera turba o arcillas blandas, se asegurará la eliminación de este material o su consolidación.
- El relleno se ejecutará por tongadas sucesivas de 20 cm. de espesor, siendo este uniforme, y paralelas a la explanada, siendo los materiales de cada tongada de características uniformes.
- Una vez extendida la tongada se procederá a su humectación si es necesario, de forma que el humedecimiento sea uniforme.
- En los casos especiales en que la humedad natural del material sea excesiva, se procederá a su desecación, bien por oreo o por mezcla de materiales secos o sustancias apropiadas.
- El relleno del trasdós de los muros se realizará cuando éstos tengan la resistencia requerida y no antes de los 21 días si es de hormigón.
- Después de haber llovido no se extenderá una nueva tongada de relleno o terraplén hasta que la última se haya secado, o se escarificará añadiendo la siguiente tongada más seca, hasta conseguir que la humedad final sea la adecuada.
- Si por razones de sequedad hubiera que humedecer una tongada se hará de forma uniforme, sin que existan encharcamientos.
- Se pararán los trabajos de terraplenado cuando la temperatura descienda de 2ºC
- Se procurará evitar el tráfico de vehículos y máquinas sobre tongadas ya compactadas.

8.5. CONTROL

- Cuando las tongadas sean de 20 cm. de espesor, se rechazarán los terrones mayores de 8 cm. y de 4 cm. cuando las capas de relleno sean de 10 cm.
- En las franjas de borde del relleno, con una anchura de 2,00 m., se fijará un punto cada 100,00 m., tomándose una Muestra para realizar ensayos de Humedad y Densidad.
- En el resto del relleno, que no sea franja de borde, se controlará un lote por cada 5.000 m^2 de tongada, cogiendo 5 muestras de cada lote, realizándose ensayos de Humedad y Densidad.
- Se comprobarán las cotas de replanteo del eje, colocando una mira cada 20,00 m., poniendo estacas niveladas en mm. En estos puntos se comprobará la anchura y la pendiente transversal.
- Desde los puntos de replanteo se comprobará si aparecen desigualdades de anchura, de rasante o de pendiente transversal, aplicando una regla de 3,00 m. en las zonas en las que pueda haber variaciones no acumulativas entre lecturas de ± 5 cm. y de 3 cm. en las zonas de viales.
- Cada 500 m2 de relleno se realizarán ensayos de Granulometría y de Equivalente de arena, cuando el relleno se realice mediante material filtrante, teniendo que ser los materiales filtrantes a emplear áridos naturales o procedentes de machaqueo y trituración de piedra de machaqueo o grava natural, o áridos artificiales exentos de arcilla y marga.
- El árido tendrá un tamaño máximo de 76 mm, cedazo 80 UNE, siendo el cernido acumulado en el tamiz 0.080 UNE igual o inferior al 5 %.

8.6. MEDICIÓN Y VALORACIÓN

Se medirá y valorará por m^3 real de tierras rellenadas y extendidas.

8.7. MANTENIMIENTO

- Se mantendrán protegidos contra la erosión los bordes ataluzados, cuidando que la vegetación plantada no se seque.
- Los bordes ataluzados en su coronación se mantendrán protegidos contra la acumulación de aguas, limpiando los desagües y canaletas cuando estén obstruidos, y cortando el agua junto a un talud cuando se produzca una fuga.
- No se concentrarán cargas superiores a 200 Kg/m2 junto a la parte superior de los bordes ataluzados, ni se socavará en su pie ni en su coronación.

9. COMPACTACIONES

9.1. DESCRIPCIÓN

Dar al relleno de una excavación el grado de compactación y dureza exigido en Proyecto.

9.2. CONDICIONES PREVIAS

- Cuando el relleno se asiente sobre un terreno que tiene presencia de aguas superficiales o subterráneas, se desviarán las primeras y se captarán y conducirán las segundas antes de comenzar la ejecución.
- Previamente a la extensión del material se comprobará que éste es homogéneo y que su humedad es la adecuada, de cara a evitar su segregación durante su puesta en obra y obtener el grado de compactación exigido.

9.3. EJECUCIÓN

- El grado de compactación de cualquiera de las tongadas será como mínimo igual al mayor que posea el terreno y los materiales adyacentes situados en el mismo nivel.
- Conseguida la humectación más conveniente, se procederá a la compactación. En la coronación de los terraplenes, la densidad que se alcance no será inferior a la máxima obtenida en el ensayo Proctor normal; en los cimientos y núcleo central de los terraplenes no será inferior al 95% de la máxima obtenida en el ensayo referido.
- Cuando se utilicen para compactar rodillos vibrantes, deberán darse al final unas pasadas sin aplicar vibración, para corregir las perturbaciones superficiales que hubiese podido causar la vibración, y sellar la superficie.
- Las distintas capas serán compactadas por pasadas, comenzando en las aristas del talud y llegando al centro, nunca en sentido inverso.
- No se realizará nunca la compactación cuando existan heladas o esté lloviendo.

9.4. CONTROL

- La compactación será rechazada cuando no se ajuste a lo especificado en la Documentación Técnica de Proyecto y/o presenta asientos en su superficie.
- En los 50 cm. superiores se alcanzará una densidad seca del 100% de la obtenida en el ensayo Proctor normal y del 95% en el resto.
- Se comprobará que la compactación de cada tongada cumple las condiciones de densidad.

9.5. MEDICIÓN Y VALORACIÓN

Se medirá y valorará por m2 real de tierras compactadas.

10. CARGA DE MATERIAL

10.1. DESCRIPCIÓN

Carga de tierras, escombros o material sobrante sobre camión.

10.2. CONDICIONES PREVIAS

- Se ordenarán las circulaciones interiores y exteriores de la obra para el acceso de vehículos, de acuerdo con el Plan de obra por el interior y de acuerdo a las Ordenanzas Municipales para el exterior.
- Se protegerán o desviarán las líneas eléctricas, teniendo en cuenta siempre las distancias de seguridad a las mismas, siendo de 3,00 m. para líneas de voltaje inferior a 50.000 V. y 5,00 m. para las líneas de voltaje superior.

10.3. EJECUCIÓN

- Las rampas para el movimiento de camiones y/o máquinas conservarán el talud lateral que exija el terreno con ángulo de inclinación no mayor de 13º, siendo el ancho mínimo de la rampa de 4,50 m., ensanchándose en las curvas, no siendo las pendientes mayores del 12% si es un tramo recto y del 8% si es un tramo curvo, teniendo siempre en cuenta la maniobrabilidad de los vehículos utilizados.
- Antes de salir el camión a la vía pública, se dispondrá de un tramo horizontal de longitud no menor a vez y media la separación entre ejes del vehículo y, como mínimo, de 6,00 m.

10.4. MEDICIÓN Y VALORACIÓN

Se medirán y valorarán m^3 de tierras cargadas sobre el camión.

11. TRANSPORTE DE MATERIAL

11.1. DESCRIPCIÓN

Traslado de tierras, escombros o material sobrante al vertedero.

11.2. CONDICIONES PREVIAS

- Se ordenarán las circulaciones interiores y exteriores de la obra para el acceso de vehículos, de acuerdo con el Plan de obra por el interior y de acuerdo a las Ordenanzas Municipales para el exterior.
- Se protegerán o desviarán las líneas eléctricas, teniendo en cuenta siempre las distancias de seguridad a las mismas, siendo de 3,00 m. para líneas de voltaje inferior a 57.000 V. y 5,00 m. para las líneas de voltaje superior.

11.3. EJECUCIÓN

- Las rampas para el movimiento de camiones y/o máquinas conservarán el talud lateral que exija el terreno con ángulo de inclinación no mayor de 13º, siendo el ancho mínimo de la rampa de 4,50 m.,

ensanchándose en las curvas, no siendo las pendientes mayores del 12% si es un tramo recto y del 8% si es un tramo curvo, teniendo siempre en cuenta la maniobrabilidad de los vehículos utilizados.

- Antes de salir el camión a la vía pública, se dispondrá de un tramo horizontal de longitud no menor a vez y media la separación entre ejes del vehículo y, como mínimo, de 6,00 m.

11.4. MEDICIÓN Y VALORACIÓN

Se medirán y valorarán los m^3 de tierras transportadas sobre el camión, incluyendo el esponjamiento que figure en Proyecto y el canon de vertedero, considerando en el precio la ida y la vuelta.

12. PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE DEL TERRAPLÉN

12.1. TRABAJOS PREVIOS

Cuando el terraplén deba construirse sobre terreno natural, en primer lugar, se efectuará el despeje y desbroce del mismo incluyendo la excavación y extracción de la tierra vegetal. A continuación, se procederá al escarificado y compactación según el Artículo 302 del PG-3.

Para ejecutar en buenas condiciones el enlace con el terreno natural, si la superficie sobre la que se asienta el terraplén tiene una pendiente transversal a la traza superior a diez grados, el Contratista estará obligado a efectuar un escalonado previo del mismo, en la forma señalada en los Planos o la que ordene el Director de Obra. El escalonado deberá ser tal, que tanto la huella como la altura deben ser al menos igual, al espesor de la tongada de terraplén. El Director de Obra puede modificar estas dimensiones. Esta labor se realizará después de retirar los materiales inadecuados señalados en los planos. En todo caso, el ancho mínimo de la huella será tal que permita el trabajo en condiciones normales del equipo de compactación. El escalonado se abonará con las mismas condiciones que la Excavación de la explanación. En los planos se indican las zonas de escalonado obligatorio.

Donde la pendiente topográfica del área de apoyo sea superior a unos 10 grados y existan indicios naturales de inestabilidad, el escalonado del plano de cimentación deberá efectuarse por debajo del plano de inestabilidad, disponiendo, además un sistema de drenaje en las bermas que permita captar y dar salida a los previsibles manantiales o rezumes que la originen.

En los casos de rellenos apoyados sobre laderas de cierta pendiente, deben construirse cunetas revestidas al pie de la ladera, con el fin de evitar que las aguas de escorrentía tengan acceso al plano de contacto relleno-cimientos. Las aguas así recogidas se canalizarán a través de las obras de drenaje que, en las zonas encharcadas, deberán profundizarse suficientemente en el terreno.

Una atención especial debe prestarse para detectar y captar los manantiales que aparezcan en la base de los rellenos, en su mayor parte imposibles de localizar en la fase de proyecto. El tratamiento para la captación de los manantiales consistirá en extender en un entorno amplio alrededor de los mismo, de aproximadamente unos 10 metros de diámetro, una capa de gravilla de machaqueo (de uno a cinco centímetros) y extraer las aguas mediante una zanja de aproximadamente medio metro cuadrado de sección, también rellena de gravilla. Esta gravilla deberá revestirse, a modo de filtro, con una capa de fieltro textil o similar. Esta misma precaución debe adoptarse en las zonas en que se aprecien manchas de humedad.

Como preparación del cimiento deberá procederse, asimismo, al saneo del cauce de los arroyos, rellenándolos posteriormente con el material granular hasta igualar la superficie del terreno circundante.

En todos los rellenos cuyo pie pueda verse afectado, periódica u ocasionalmente, por las aguas de un río o torrente, la cara exterior del relleno deberá ser de escollera, en una anchura no inferior a cinco metros hasta sobrepasar el nivel de máximas avenidas. Además, para evitar los procesos de erosión y socavación, al pie de estos rellenos deberá descansar en roca, o bien quedar empotrado en los suelos a un metro por debajo del nivel del fondo del cauce, y como mínimo dos metros desde la superficie.

Las tongadas en los rellenos tipo terraplén y también todo uno deberán extenderse con pendientes transversales del orden de un seis por ciento, para facilitar la escorrentía de las aguas de lluvia y evitar la saturación del terreno.

12.2. HUMECTACIÓN Y DESECACIÓN

La humectación o desecación del material en los materiales para rellenos tipo terraplén se obtendrá a partir de los ensayos de apisonado, siendo el contenido de humedad el comprendido entre –3% y +2% de la óptima del ensayo Proctor Normal.

El contenido de humedad de los materiales será inferior en general al óptimo de compactación, por lo que debe preverse la necesidad de efectuar riegos superficiales.

12.3. COMPACTACIÓN

Para la compactación de la cimentación y el núcleo de los rellenos tipo terraplén podrán usarse rodillos convencionales.

La compactación de la coronación del terraplén se realizará con rodillos vibrantes de tambor liso cuyo peso estático sea igual o superior a diez toneladas (10 t). La frecuencia de vibración será próxima a los 1.200 ciclos por minuto y la velocidad de traslación del rodillo no deberá superar los 4 kilómetros por hora.

El espesor de la coronación será superior a 50 cm en el tronco y a 30 cm en los caminos agrícolas.

La densidad que se alcance con la compactación no será inferior al 98% del Proctor Normal para el suelo adecuado y al 95 % del Proctor Normal para el suelo tolerable determinada según el ensayo NLT 107/72 para el material del núcleo del terraplén.

El suelo seleccionado deberá alcanzar en obra como mínimo el valor correspondiente de densidad al 95% del Proctor Modificado.

El número de pasadas necesario para alcanzar la densidad mencionada será determinado mediante un terraplén de ensayo a realizar antes de comenzar la ejecución de la unidad.

12.4. MEDICIÓN Y ABONO

Se medirán y abonarán por metros cúbicos (m^3) realmente ejecutados con arreglo a este proyecto y/o las órdenes escritas del Ing. Director, deducidos de los perfiles tomados antes y después de la realización de los trabajos, sin tomar en consideración los recrecidos en su caso, de los taludes recubiertos con tierra de desbroce o vegetal, y medidas las distancias parciales según el eje de replanteo de la calzada, o si se trata del tronco, según el eje único de replanteo.

No serán de abono los rellenos que fuesen necesarios para restituir la explanación a las cotas proyectadas debido, por ejemplo, a un exceso de excavación por incorrecta ejecución, estando el Contratista obligado a ejecutar dichos rellenos.

El precio es único cualquiera que sea la zona de terraplén, cimiento, núcleo o coronación, y cualquiera que sea la procedencia del material diferenciándose únicamente excavación o préstamo.

El precio incluye el extendido, humectación "in situ" de la tongada y confinamiento de la arena si fuese necesario, y en su caso, la humectación previa en el lugar de excavación del suelo, la compactación, refino de los bordes del talud, maquinaria, mano de obra, medios auxiliares, el escarificado y su compactación y cuantos materiales, medios y trabajos intervienen en la correcta ejecución del terraplén.

No serán de abono independiente las operaciones de cribado, clasificado y selección del material que deben realizarse.

13. FIRMES CON BASE DE ZAHORRA ARTIFICIAL

13.1. DESCRIPCIÓN

Se seguirá lo especificado en el PG3. Se entiende por base de zahorra artificial aquel material granular formado por áridos machacados, total o parcialmente, y cuya granulometría sea de tipo continuo.

13.2. EJECUCIÓN

Su ejecución incluye las siguientes operaciones

- Preparación y comprobación de la superficie de asiento.
- Aportación del material.
- Extensión y humectación si procede, y compactación de cada tongada.
- Refino de la última tongada.

13.3. MEDICIÓN Y ABONO

Esta unidad se medirá y abonará por los metros cúbicos (m^3) resultantes de la medición sobre los perfiles definidos en el presente Proyecto.

14. OBRAS DE PLUVIALES

14.1. CUNETAS DE DRENAJE

14.1.1. DESCRIPCIÓN

Se considera cuneta a la zanja o canal que se abre a los lados de vías terrestres de comunicación, y que, debido a su menor nivel, recibe las aguas pluviales y las dirige hacia otro lugar que no provoque daños.

14.1.2. EJECUCIÓN

Las formas y dimensiones de las cunetas serán las que figuran en los planos, tanto de la correspondiente a las márgenes de la plataforma como a la de los pies de talud de desmonte y terraplén o guarda de desmonte.

El fondo se nivelará para asegurar la pendiente adecuada. El desagüe se hará a cauces o colectores apropiados y no se causará perjuicio a las propiedades colindantes, ni a las márgenes en general.

14.1.3. MEDICIÓN Y ABONO

La excavación de las cunetas se considera incluida en la unidad "excavación de la explanación", cuyas especificaciones deberá cumplir.

Se abonan por metro (ml) realmente ejecutado de acuerdo con este proyecto y/o las órdenes por escrito del Ingeniero Director.

14.2. ARQUETAS DE DRENAJE

14.2.1. DESCRIPCIÓN

Las arquetas y los pozos de registro son aquellos elementos de unión, recogida y registro de los distintos elementos de las diferentes redes, tanto existentes como de nueva creación. Las arquetas se refieren a la red de drenaje, a la red de alcantarillado, a la red de acequias y conducciones, a la red de alumbrado público, etc.

14.2.2. EJECUCIÓN

Estas unidades de obra podrán ser prefabricadas acuerdo con lo especificado en el presente pliego

Estas arquetas servirán sea cual fuere su altura o profundidad. En cuanto a sus dimensiones en planta, indicadas en cada caso, se entienden éstas como dimensiones máximas, pudiendo ser efectivamente menores que las reflejadas en los precios, según indique la Dirección de las Obras.

Después de la terminación de cada una de las unidades reseñadas, se procederá a la limpieza total de las mismas, eliminando las acumulaciones de tierras, residuos o cualesquiera otras materias extrañas, que puedan haberse producido durante las obras y puedan dificultar su correcto funcionamiento. Hasta tanto no se reciba la obra de modo definitivo, el Contratista se cuidará, sin cargo adicional alguno, de mantener todas estas unidades en perfecto estado de funcionamiento.

14.2.3. MEDICIÓN Y ABONO

Esta unidad se medirá y abonará de acuerdo con las unidades definidas en Proyecto. Los precios incluyen el suministro de los materiales, los medios auxiliares y mano de obra necesarios para la completa ejecución de la unidad.

14.3. TUBERÍAS DE PVC

14.3.1. DESCRIPCIÓN

Se definen como tuberías de PVC las formadas por tubos circulares de PVC cuyo objetivo es conducir el agua a las zonas de evacuación, acometidas, colectores generales o conectar imbornales con éstos últimos.

Los diámetros de las tuberías estarán definidos en el correspondiente Anexo de Drenajes y Viales.

14.3.2. EJECUCIÓN

La ejecución de las obras incluye las operaciones siguientes:

- Excavación en zanja y vial
- Preparación del asiento o solera
- Suministro del tubo de PVC
- Colocación y rejuntado de los tubos, incluyendo piezas especiales y empalmes con otros elementos o tuberías, en ampliaciones se realizará el saneo necesario de la obra existente y su limpieza
- Refuerzo de hormigón en el caso de acometidas y conexión de tubería con arquetas.

14.3.3. MEDICIÓN Y ABONO

Esta unidad se medirá y abonará de acuerdo con las unidades definidas en Proyecto. Los precios incluyen el suministro de los materiales, los medios auxiliares y mano de obra necesarios para la completa ejecución de la unidad.

14.4. ENCOFRADOS Y MOLDES

14.4.1. DESCRIPCIÓN

Se define como encofrado el elemento destinado al moldeo in situ de hormigones y morteros. Puede ser recuperable o perdido, entendiéndose por esto último el que queda englobado dentro del hormigón.

Se entiende por molde el elemento, generalmente metálico, fijo o desplegable, destinado al moldeo de un elemento estructural en lugar distinto al que ha de ocupar en servicio, bien se haga el hormigonado a pie de obra, o bien en una planta o taller de prefabricación.

14.4.2. EJECUCIÓN

La realización de estas unidades de obra se habrá de ajustar a las indicaciones de los artículos 680 y 681 del PG-3 y de los artículos 65 y 75 de la Instrucción EHE así, como al resto de referencias que a este respecto se hagan en esta última norma.

Los encofrados ocultos serán de madera y podrán utilizarse tablas o tablones sin cepillar y de anchos y largos no necesariamente uniformes. Respecto de los encofrados vistos, deberán ejecutarse rigurosamente de acuerdo a los planos de proyecto.

En caso de utilizarse producto desencofrante, el mismo no podrá dejar ningún tipo de mancha en la superficie del hormigón visto, ajustándose a las indicaciones que a este respecto se hagan en el Código Estructural.

Los paramentos han de recibir el tratamiento como vistos en cuantas partes queden al aire y en la franja de ochenta centímetros (80 cm.) inmediatamente por debajo de la línea de tierras.

La madera para encofrados tendrá el menor número posible de nudos. En general será tabla de dos y medio centímetros (2,5 cm.) en paramentos no vistos, y en los paramentos vistos que el proyecto define como tales en sus mediciones, será tabloncillo de cuatro y medio (4,5) a cinco (5) centímetros, necesariamente cepillado.

Los encofrados planos vistos serán de tabloncillo de madera machihembrada y cepillada, de quince centímetros (15 cm) de anchura máxima y se colocarán en hiladas horizontales, colocando las juntas contrapeadas entre las hiladas consecutivas.

Las juntas de encofrado no tendrán holgura superior a dos (2) milímetros, siendo la necesaria para evitar que, por efecto de la dilatación de la madera al absorber agua durante el hormigonado, se compriman o deformen durante el encofrado.

Las superficies quedarán sin desigualdades o resaltes mayores de dos (2) milímetros en los paramentos vistos, y de cinco (5) en los ocultos.

No se permitirán en los aplomos y alineaciones, errores mayores de un (1) centímetro, pudiendo el Ing. Director variar estas tolerancias a su juicio.

Los encofrados con sus ensambles, soportes o cimbras tendrán la rigidez y resistencia necesarias para soportar el hormigonado sin movimientos de conjunto superiores a la milésima de la luz.

Los apoyos estarán dispuestos de manera que en ningún momento se produzcan sobre la parte de obra ya ejecutada esfuerzos superiores al tercio de su resistencia.

14.4.3. MEDICIÓN Y ABONO

Los encofrados y moldes se medirán por metros cuadrados (m^2) de superficie de hormigón medidos sobre Planos. A tal efecto, los forjados se considerarán encofrados por la cara inferior y bordes laterales, y las vigas por sus laterales y fondos.

Las mediciones establecidas según los criterios expuestos se abonarán a los precios contratados.

Incluyen estos precios, toda la mano de obra, material y medios auxiliares que resulten precisos para la ejecución completa de la unidad.

15. SEÑALIZACIÓN VERTICAL

15.1. DESCRIPCIÓN

Se definen como señales y carteles verticales de circulación retrorreflectantes, el conjunto de elementos destinados a informar, ordenar o regular la circulación del tráfico por carretera y en los que se encuentran inscritas leyendas y/o pictogramas.

Estarán fabricados e instalados de forma que ofrezcan la máxima visibilidad tanto en condiciones diurnas como nocturnas; para ello serán capaces de reflejar la mayor parte de la luz incidente (generalmente, procedente de los faros de los vehículos) en la misma dirección que ésta, pero en sentido contrario.

15.2. TIPOS

Las señales y carteles verticales de circulación retrorreflectantes, se clasificarán en función de:

- Su objeto, como: de advertencia de peligro, de reglamentación o de indicación.
- Su utilización, como: de empleo permanente o de empleo temporal (color del fondo de señal o cartel, amarillo).

15.3. MATERIALES

En la fabricación de señales y carteles verticales de circulación retrorreflectantes se utilizará cualquier sustrato, además de la pintura o lámina no retrorreflectante (en caso de ser necesarias) y material retrorreflectante que

cumplan las prescripciones referentes a características, durabilidad, calidad y servicio especificadas en el presente artículo.

La propiedad retrorreflectante de la señal o cartel se conseguirá mediante la incorporación de materiales retrorreflectantes cuya calidad y criterios de selección cumplirán con lo especificado en el presente artículo.

CARACTERÍSTICAS

Del sustrato

El material utilizado como sustrato para la fabricación de señales y carteles verticales, tanto de empleo permanente como temporal, será acero galvanizado, de acuerdo con las características definidas en el presente artículo, y la definición específica que para cada señal o cartel se hace en los distintos documentos del proyecto.

El empleo de sustratos de naturaleza diferente quedará sometida a la aprobación del director de las Obras previa presentación, por parte del Contratista, del certificado acreditativo de la idoneidad y calidad de los mismos.

Las placas de chapa de acero galvanizado y las lamas de acero galvanizado, utilizadas como sustratos para la fabricación de señales y carteles verticales metálicos de circulación, cumplirán los requisitos especificados en las normas UNE 135 310 o UNE 135 313 y UNE 135 320, respectivamente.

El Contratista presentará al director de las Obras un certificado emitido por un laboratorio acreditado donde figuren las características de los materiales, metálicos o de naturaleza distinta, utilizados como sustrato, evaluadas según las correspondientes normas UNE 135 310, UNE 135 313 y UNE 135 320, para su aportación o rechazo.

De los materiales retrorreflectantes

Serán:

- De nivel de retrorreflexión 1: serán aquellos cuya composición sea realizada a base de microesferas de vidrio incorporadas en una resma o aglomerante, transparente y pigmentado con los colores apropiados. Dicha resina, en su parte posterior, estará sellada y dotada de un adhesivo sensible a la presión o activable por calor el cual, a su vez, aparecerá protegido por una lámina de papel con silicona o de polietileno.
- De nivel de retrorreflexión 2: serán aquellos cuya composición sea realizada basándose en microesferas de vidrio encapsuladas entre una película externa, pigmentada con los colores adecuados, y una resina o aglomerante transparente y pigmentada apropiadamente. La citada resina, en su parte posterior, estará sellada y dotada de un adhesivo sensible a la presión o activable por calor el cual, a su vez, aparecerá protegido por una lámina de papel con silicona o de polietileno.

En el presente Proyecto se ha previsto que todas las señales y carteles permanentes serán de nivel de retrorreflexión 1, reservándose exclusivamente el nivel de retrorreflexión 2 para carteles, paneles complementarios, señales de advertencia de peligro, prioridad y prohibición de entrada.

Se empleará como criterio para definir las combinaciones geométricas de los materiales retrorreflectantes de nivel 3, especificado en la tabla, siendo:

- Zona A: Recomendada para especificar las características fotométricas de los materiales retrorrefectantes (valores del coeficiente de retrorreflexión, R'/cd·lx-1·m-2) de nivel 3 a utilizar en carteles y paneles complementarios en tramos interurbanos de autopistas, autovías y vías rápidas.
- Zona B: Recomendada para especificar las características fotométricas de los materiales retrorrefectantes (valores del coeficiente de retrorreflexión, R'/cd·lx-1·m-2) de nivel 3 a utilizar en entornos complejos (glorietas, intersecciones, etc.), tramos periurbanos y en carteles y paneles complementarios en tramos interurbanos de carreteras convencionales.
- Zona C: Recomendada para especificar las características fotométricas de los materiales retrorrefectantes (valores del coeficiente de retrorreflexión, R'/cd·lx-1·m-2) de nivel 3 a utilizar en zonas urbanas.

Las características que deben reunir los materiales retrorreflectantes con microesferas de vidrio serán las especificadas en la norma UNE 135334:2018. Los productos de nivel de retrorreflexión 1 o 2, suministrados para formar parte de una señal o cartel retrorreflectante, estarán provistos de una marca de identificación, característica de su fabricante, de acuerdo con lo especificado en la norma UNE 135334:2018.

Los materiales retrorreflectantes con lentes prismáticas de gran angularidad deberán poseer, en caso de afectar a sus propiedades ópticas, una marca que indique su orientación o posicionamiento preferente sobre la señal o cartel. Así mismo, dispondrán de una marca de identificación visual característica del fabricante, quien además deberá suministrar al laboratorio acreditado encargado de realizar los ensayos de control de calidad una muestra de las marcas que puedan utilizarse como patrón para llevar a cabo la citada identificación visual.

Los materiales retrorreflectantes con lentes prismáticas de gran angularidad, además de cumplir las características recogidas en la norma UNE 135334:2018, presentarán unos valores mínimos iniciales del factor de luminancia (β), así como unas coordenadas cromáticas (x, y), de los vértices de los polígonos de color, de acuerdo con lo especificado, para cada color.

Dado que los actuales materiales retrorreflectantes microprismáticos, de gran angularidad, no satisfacen el requisito de luminancia mínima (L 10 $cd \cdot m^{-2}$) especificado para el color blanco en todas las situaciones, siempre que se exija su utilización, de acuerdo con los criterios de selección establecidos en el apartado 701.3.2 del presente artículo, se seleccionarán aquellos materiales retrorreflectantes de nivel 3 que proporcionen los valores más altos del coeficiente de retrorreflexión ($R'/cd \cdot lx^{-1} \cdot m^{-2}$), consideradas en su conjunto las combinaciones de colores correspondientes a las señales y carteles objeto del proyecto.

La evaluación de las características de los materiales retrorreflectantes, independientemente de su nivel de retrorreflexión, deberá realizarse sobre muestras, tomadas al azar, por el laboratorio acreditado encargado de llevar a cabo los ensayos, de lotes característicos de producto acopiado en el lugar de fabricación de las señales, o directamente del proveedor de dicho material.

Se exigirá la presentación de un certificado para la aceptación por parte del director de las Obras, emitido por un laboratorio acreditado, donde figuren las características de los materiales retrorreflectantes (de nivel 2 o 3) a utilizar en la fabricación de señales y carteles verticales.

Para los materiales retrorreflectantes importados de otros Estados miembros de la Unión Europea o que sean parte del Acuerdo sobre el Espacio Económico Europeo, se tendrán en cuenta los resultados de los ensayos que

se hayan realizado por un laboratorio oficialmente reconocido por la Administración competente en los citados Estados, si estuvieran disponibles, y no se repetirán innecesariamente los mismos ensayos.

El director de las Obras podrá exigir una muestra de las marcas de identificación de los materiales retrorreflectantes a las que se hace referencia en el presente apartado.

De los elementos de sustentación y anclajes

Los elementos de sustentación y anclaje, de las señales y carteles verticales de circulación retrorreflectantes, dispondrán preferiblemente del correspondiente documento acreditativo de certificación (marca "N" de AENOR).

Podrán utilizarse elementos de sustentación y anclaje, de las señales y carteles verticales de circulación retrorreflectantes importados de otros Estados miembros de la Unión Europea o que sean parte del acuerdo sobre el Espacio Económico Europeo, siempre que las diferentes partidas fueren identificables. Se tendrán en cuenta los resultados de los ensayos realizados por un laboratorio oficialmente reconocido por la Administración competente en los citados Estados, efectuándose únicamente aquellos ensayos que sean precisos para completar las prescripciones técnicas especificadas en el presente artículo.

Cuando no posean el correspondiente documento acreditativo de certificación (marca "N" de AENOR), los anclajes para placas y lamas, así como la tornillería y perfiles de acero galvanizado empleados como postes de sustentación de señales, carteles laterales y paneles direccionales cumplirán las características indicadas para cada uno de ellos en las normas UNE 135 312 y UNE 135 314, respectivamente. Cuando presenten soldadura, esta se realizará según lo especificado en los artículos 624, 625 y 626 del PG-3.

Las hipótesis de cálculo que deberán considerarse para el diseño de cualquier elemento de sustentación y anclaje serán las definidas en la norma UNE 135 311.

Podrán emplearse, previa aprobación expresa del director de las Obras, materiales, tratamientos o aleaciones diferentes, que mediante la presentación del correspondiente certificado de idoneidad y calidad por parte del suministrador acrediten unas especificaciones de resistencia y durabilidad igual o superior al de los materiales especificados en el presente artículo. En cualquier caso, queda expresamente prohibida la utilización de acero electrocincado o electrocadmiado, sin tratamiento adicional.

En ningún caso podrán ser aceptados elementos de sustentación y anclajes cuyas frecuencias de ensayo, realizados por un laboratorio acreditado, para la comprobación de las características especificadas en el presente artículo sean inferiores a las exigidas para disponer del correspondiente documento acreditativo de certificación. La garantía de calidad de los elementos de sustentación y anclajes de las señales y carteles verticales de circulación retrorreflectante será exigible a los suministradores de los mismos.

15.4. SEÑALES Y CARTELES RETROREFLECTANTES

Las señales y carteles que hayan de ser vistos desde un vehículo en movimiento tendrán las dimensiones, colores y composición indicadas en el Capítulo VI, Sección 4ª del Reglamento General de Circulación, así como en la Norma de Carreteras 8.1-IC" Señalización Vertical".

Las señales en su cara vista podrán ser planas, estampadas o embutidas. Las señales podrán disponer de una pestaña perimetral o estar dotadas de otros sistemas, siempre que su estabilidad estructural quede garantizada y sus características físicas y geométricas permanezcan durante su período de servicio.

Las tolerancias admitidas en las dimensiones, tanto de señales y carteles como de pictogramas y letras, serán las indicadas en la Norma de Carreteras 8.1-IC "Señalización vertical"

Tanto las señales como los carteles, en su parte posterior, identificarán de forma indeleble, al menos, el nombre del fabricante y la fecha de fabricación (mes y dos últimos dígitos del año).

CARACTERÍSTICAS

Las señales y carteles verticales de circulación retrorreflectantes dispondrán preferiblemente del correspondiente documento acreditativo de certificación (marca "N" de AENOR).

Podrán utilizarse señales y carteles verticales de circulación retrorreflectantes importados de otros Estados miembros de la Unión Europea o que sean parte del acuerdo sobre el Espacio Económico Europeo, siempre que las diferentes partidas fueren identificables. Se tendrán en cuenta los resultados de los ensayos realizados por un laboratorio oficialmente reconocido por la Administración competente en los citados Estados, efectuándose únicamente aquellos ensayos que sean precisos para completar las prescripciones técnicas especificadas en el presente artículo.

Para las señales y carteles verticales de circulación retrorreflectantes que no posean el correspondiente documento acreditativo de certificación (marca "N" de AENOR), las características que deberán reunir éstos serán las especificadas en el presente apartado.

En este caso el Contratista presentará al director de las Obras, un certificado emitido por un laboratorio acreditado, donde figuren las características de las señales y carteles verticales de circulación retrorreflectantes objeto del proyecto, evaluadas de acuerdo con lo especificado en el presente artículo, o el documento acreditativo relativo a su certificación.

En ningún caso podrán ser aceptados señales y carteles verticales de circulación retrorreflectantes cuyas frecuencias de ensayo, realizados por un laboratorio acreditado, para la comprobación de las características especificadas en el presente artículo sean inferiores a las exigidas para disponer del correspondiente documento acreditativo de certificación. La garantía de calidad de las señales y carteles verticales de circulación retrorreflectantes, será exigible en cualquier circunstancia al Contratista adjudicatario de las obras.

Zona retrorreflectante

En señales y carteles verticales de circulación retrorreflectantes no serigrafiados, las características iniciales que cumplirán sus zonas retrorreflectantes serán las indicadas en la norma UNE 135 330. Por su parte, las características fotométricas y colorimétricas iniciales correspondientes a las zonas retrorreflectantes equipadas con materiales de nivel de retrorreflexión 3 serán las descritas en los siguientes apartados.

En señales y carteles verticales de circulación retrorreflectantes serigrafiados, el valor del coeficiente de retrorreflexión ($R'/cd \cdot lx^{-1} \cdot m^{-2}$) será, al menos, el ochenta por ciento (80%) del especificado en el apartado del presente artículo para cada nivel de retrorreflexión y color, excepto el blanco.

Zona no retrorreflectante

Los materiales no retrorreflectantes de las señales y carteles verticales de circulación podrán ser, indistintamente, pinturas o láminas no retrorreflectantes.

La citada zona no retrorreflectante cumplirá, inicialmente y con independencia del material empleado, las características indicadas en la norma UNE 135 332.

15.5. SEGURIDAD Y SEÑALIZACIÓN DE LA OBRA

Antes de iniciarse la instalación de las señales y carteles verticales de circulación, el Contratista someterá a la aprobación del director de las Obras los sistemas de señalización para protección del tráfico, personal, materiales y maquinaria durante el período de ejecución de las mismas.

En los diferentes documentos del Proyecto, incluido el Estudio de Seguridad y Salud, se establecen las medidas de seguridad y señalización a utilizar durante la ejecución de las obras, de acuerdo con toda la legislación que en materia laboral y ambiental esté vigente.

15.6. MEDICIÓN Y ABONO

Se medirán y abonarán por unidades (ud) de señal realmente colocada, si lo ha sido de acuerdo con este proyecto y/o las órdenes por escrito del Ing. Director, Se diferencia para cada señal entre las posibilidades de que la altura de la base de la señal al terreno sea de 1,5 o 1,8 metros.

El precio incluye la señal en obra, postes galvanizados cualquiera que fuere su sección y longitud, elementos de fijación, excavación, hormigón y armaduras de cimientos, transportes de productos a vertedero y cuantos materiales medios y trabajos intervienen en la correcta y completa ejecución de la señal. No ocurre así con la señalización en banderolas, en las que se abonará de modo independiente el m^2 de panel croquis y la propia banderola.

16. CERRAMIENTOS METÁLICOS

16.1. DEFINICIÓN

Consiste en la instalación en los tramos y márgenes definidos en los planos, de una valla de cerramiento de malla galvanizada, para impedir el acceso no controlado de vehículos, peatones y animales, que dispondrá de puerta de acceso de vehículos.

Los detalles, la ubicación y dimensiones del cerramiento se definen en el documento de Planos de este Proyecto.

16.2. MATERIALES

El cerramiento estará formado por una malla cinegética anudada de 200/16/30. La malla tendrá una altura sobre el terreno de 2 m. Las puertas serán de 5 metros de ancho de doble hoja en total con una altura de 2 metros.

Los postes serán perfiles tubulares de acero galvanizado, de 80 mm de diámetro interior, 1,5 mm de espesor y 3'00 m de longitud total y 2 m de altura libre. La base de los postes tendrá forma atrompetada para su mejor fijación. Se emplearán tapones de polipropileno no degradables en la cabeza superior.

Se instalará una entrada para animales de 300 x 200 mm cada 50 metros.

También estará provisto con placas de señalización para evitar la colisión de la avifauna, separadas 2 metros entre sí y dispuestas en dos hileras alternas con diferencia de 20 cm en altura.

El hormigón a utilizar en cimiento será del tipo HM-20/B/20/X0.

La cabeza superior de los postes estará cerrada mediante un tapón metálico.

La malla para el vallado será de tipo cinegética anudada de 200/16/30 y la de las puertas será electrosoldada.

El acero de los alambres de la malla y de los hilos tensores será del tipo adecuado para su obtención por trefilado con contenido máximo de carbono comprendido entre una décima y veinticinco centésimas por ciento (0,10% y 0,25%) y el límite superior de fósforo y azufre de cuatro y cinco centésimas por ciento (0,04% y 0,05%), respectivamente.

El alambre se galvanizará en caliente mediante inmersión en baño de zinc fundido, obtenido por métodos electrolíticos, con un contenido mínimo en peso de zinc del noventa y nueve con noventa y cinco centésimas por ciento (99,95%).

El peso del recubrimiento de zinc no será inferior a doscientos veinticinco gramos por metro cuadrado (225 gr/m^2).

La malla irá anclada a los postes mediante grapas galvanizadas o inoxidables. Los postes irán provistos de pestañas para la fijación de dichos elementos

16.3. EJECUCIÓN

Los postes se colocarán cada 3 m. Las dimensiones de la excavación de los cimientos de los postes serán de sesenta centímetros de profundidad, y cincuenta por cincuenta centímetros en planta (60x50x50 cm). En aquellas zonas en que el terreno sea muy blando, se disminuirá la separación de los cimientos, a juicio del director de la Obra, sin variación en el precio. Las tierras procedentes de la excavación de cimientos se repartirán "in situ", debidamente niveladas. Esas mismas dimensiones deberá tener el cimiento de hormigón HM-20, por lo que, si fuese necesario, debido a la poca consistencia del terreno, la excavación deberá ser mayor, para conseguir las dimensiones de cimiento hormigonado indicadas.

La malla se fijará a los postes mediante grapas galvanizadas o inoxidables a las pestañas de que van provistos los postes.

El borde inferior de la malla no deberá quedar nunca separado más de treinta milímetros (30 mm) del terreno.

Antes de instalar los postes, el terreno se deberá limpiar de arbustos, piedras, etc., que impidan la colocación de la valla.

Los postes se colocarán verticales, salvo que, a juicio de la Dirección Facultativa, fuera conveniente colocarlos perpendicularmente al talud del terreno. Las distancias entre postes se deberán disminuir, a tenor de lo que sea aconsejable, cuando el terreno sea muy blando, ondulado, abrupto, etc.

No se procederá a la instalación de la malla hasta que la Dirección Facultativa apruebe la instalación de los postes. La malla deberá tener la misma tensión en todos los postes, y no presentar zonas abombadas ni deterioradas por un montaje defectuoso.

Una vez colocada la malla y tras la aprobación del Ingeniero Director se colocarán las cinco hiladas de alambre de espino en la parte superior de la valla, en la bayoneta de los postes. Por último, se colocarán las puertas de acceso, según detalles en planos.

16.4. RECEPCIÓN Y CONTROL

La Dirección Facultativa podrá ordenar la sustitución del cerramiento si, en algún punto, ya sea por defecto del material o por montaje defectuoso, ésta presentase deterioros.

16.5. MEDICIÓN Y ABONO

El cerramiento metálico se medirá por metro lineal (m.) realmente ejecutado, según la definición de planos o las indicaciones de la Dirección Facultativa.

La puerta de acceso se medirá y abonará por unidad, incluyendo todos los elementos necesarios para su completa colocación y correcto funcionamiento.

Los precios incluyen el suministro, colocación y empleo de todos los materiales, tanto para la cimentación, postes y mallas, así como accesorios de atado, tensado, anclaje y arriostramiento, incluso en aquellos postes que, por razones de cambio de alineación o de interrupción de la valla, fuera necesario arriostrar de modo especial. Igualmente incluye cualquier trabajo, maquinaria o elemento auxiliar necesario para la correcta y rápida ejecución de estas unidades de obra.

El precio además incluye la excavación necesaria para el emplazamiento del cerramiento y su cimentación. También incluye extendido "in situ" de los materiales procedentes de la excavación necesaria en cimiento.

CAPÍTULO IV: INSTALACIONES ELECTROMECÁNICAS

1. BATERIAS

1.1. ALCANCES

Se establece el conjunto de requisitos de cualquier elemento, dispositivo, componente o accesorio que sea necesario para el diseño y construcción de las baterías de almacenamiento, así como las especificaciones técnicas básicas.

1.2. CARACTERISTICAS DE DISEÑO

CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LA INSTALACIÓN	
Potencia del POI (MW)	13,0
Nº Horas	5,11
Capacidad Total almacenamiento (kWh)	56.250,00
Nº de contenedores de baterías	9
Potencia total instalada (kWac)	12.070,00
Nº de estaciones de potencia (EP)	2
Nº total de Power Conversion System (PCS)	3
Nº Contenedores de Baterías por PCS	3
Nº de PCS por EP	2/1

Tabla 5. Características Generales Módulo Almacenamiento BESS

1.3. SUMINISTRO

Los racks de baterías se encontrarán alojados en bastidores de acero. Las características técnicas de estos racks se describen a continuación:

CARACTERÍSTICAS DE LOS CONTENEDORES DE BATERÍAS	
Fabricante	HiTHIUM
Modelo	∞ Power 6,25 MWh 4h
Tipo de célula	LFP
Capacidad por contenedor (kWh)	6.250,00
Rango de tensiones (V)	1.040 – 1.500
Dimensiones (mm)	6058 x 2438 x 2896

Tabla 6. Características Rack de baterías

1.4. GARANTÍAS

El equipamiento, así como sus componentes y accesorios, deben ser cubiertos por una garantía respecto a cualquier defecto de fabricación, por un plazo de 24 meses a contar de la fecha de puesta en servicio.

Si durante el período de garantía determinadas piezas presentaran desgaste excesivo o defectos frecuentes, la Dirección de Obras podrá exigir al Contratista el reemplazo de esas piezas en todas las unidades del suministro, sin costo para él. A las piezas de reemplazo se les aplicará nuevamente el plazo de garantía.

1.5. RESPONSABILIDAD DEL CONTRATISTA

La aprobación de cualquier diseño por parte de la Dirección de Obra no exime al Contratista de su plena responsabilidad en cuanto al correcto diseño y funcionamiento del equipo suministrado.

1.6. MEDICIÓN Y ABONOS

La medición se realizará por unidad.

2. INVERSORES ELÉCTRICOS

2.1. ALCANCES

Se establece el conjunto de requisitos de cualquier elemento, dispositivo, componente o accesorio que sea necesario para el diseño y construcción de los inversores, de la unidad de protección y desconexión y del controlador de la planta de potencia, así como de las especificaciones técnicas básicas.

2.2. NORMATIVA APLICABLE

Los inversores deberán cumplir, además de con la normativa IEC o UNE correspondiente en cada caso en materia eléctrico, con las siguientes normas:

- UNE-EN 62093: Componentes de acumulación, conversión y gestión de energía de sistemas fotovoltaicos. Cualificación del diseño y ensayos ambientales.
- UNE-EN 61683: Sistemas fotovoltaicos. Acondicionadores de potencia. Procedimiento para la medida del rendimiento.
- IEC 62116. Inversores fotovoltaicos conectados a la red de las compañías eléctricas. Procedimiento de ensayo para las medidas de prevención de formación de islas en la red.

2.3. SUMINISTRO

Para la parte de conversión de la corriente de CC a CA se trata de un PCS-cargador trifásico para conexión a red, completamente automático con las siguientes especificaciones técnicas:

CARACTERÍSTICAS DE LOS CONTENEDORES DE PCS		
Fabricante	POWER ELECTRONICS	
Modelo	PCSK FP4390K4	PCSK FP3290K3
Potencia nominal (kWac) (Limitado de fábrica)	4.375,00	2.250,00
Potencia total nominal (kWac)	11.000,00	
Tensión nominal (V)	690 V	
CARACTERÍSTICAS DE LAS ESTACIONES DE POTENCIA		

Fabricante	POWER ELECTRONIC	
Modelo	TWIN SKID COMPACT 8.780 KVA (8,78 MW)	MV SKID COMPACT 3.290 KVA (3,29 MW)
Tensiones Trasformador (V)	690 / 30.000	
Potencia Transformador máx. (kW)	8.780	3.290
Configuración	Dy11	
Refrigeración	ONAN	

Tabla 7. Características PCSes-Cargadores trifásico

2.4. CONDICIONANTES DE LAS ESTACIONES DE POTENCIA

Los inversores cumplirán con las directivas de Seguridad Eléctrica y Compatibilidad Electromagnética, incorporando protecciones frente a:

- Protección para las personas (impidiendo las tensiones de contacto peligrosas) durante la instalación y el funcionamiento.
- Cortocircuitos en alterna: en caso de interrupción en el suministro de la red eléctrica, el inversor se encuentra en cortocircuito y por tanto se desconectará, no funcionando en ningún caso en isla, y volviéndose a conectar cuando se haya restablecido la tensión en la red.
- Tensión fuera de rango: si la tensión está por encima o por debajo de la tensión de funcionamiento del inversor, este se desconectará automáticamente, esperando a tener condiciones más favorables de funcionamiento.
- Frecuencia fuera de rango: en el caso de que la frecuencia de red esté fuera del rango admisible, el inversor se parará de forma inmediata, ya que esto quiere decir que la red está funcionando en modo de isla o que es inestable.
- Sobretensiones, mediante varistores o similares.
- Perturbaciones presentes en la red como micro cortes, pulsos, defectos de ciclos, ausencia y retorno de red, etc.
- Temperatura elevada: el inversor dispone de un sistema de refrigeración por convección y ventilación forzada. En el caso de que la temperatura interior del equipo aumente, el equipo está diseñado para dar menos potencia a fin de no sobrepasar la temperatura límite, si bien, llegado el caso, se desconectará automáticamente.
- Cada inversor dispondrá de las señalizaciones necesarias para su correcta operación, e incorporará los controles automáticos imprescindibles que aseguren su adecuada supervisión y manejo. Cada inversor incorporará, al menos, los controles manuales siguientes:
- Encendido y apagado general del inversor.
- Conexión y desconexión del inversor a la interfaz C.A.
- Diagnóstico automático de los fallos e indicación a través de los LEDs.
- Información al usuario acerca de los estados de funcionamiento más importantes a través de los LEDs integrados.
- Cada inversor incorporará la opción de control remoto mediante la transmisión de los valores medios y de los estados de funcionamiento por medio de cables conectados a un PC.

Cada estación de potencia incluye las siguientes protecciones:

Lado Entrada Corriente Continua:

- Fusibles por cada circuito de entrada en ambos polos.
- Descargadores de sobretensiones atmosféricas DC tipo 1 + tipo 2.
- Contactores DC para desconexión automática del campo FV, por cada circuito de entrada en ambos polos.

Lado Salida Corriente Alterna:

- Interruptor magnetotérmico omnipolar manual de intensidad nominal de 3200 A y con intensidad de cortocircuito de 65 kA (en el cuadro de protecciones de corriente alterna).
- Descargadores de sobretensiones atmosféricas AC tipo1 + tipo 2.
- Interruptor diferencial de sensibilidad de 30 mA (en Cuadro General)
- Desconexión y reconexión automática: El inversor empleado, sólo puede utilizarse en paralelo con la red de suministro eléctrico. Así, para una desconexión segura durante las desconexiones de la red de suministro de la empresa distribuidora y para evitar el funcionamiento aislado, el inversor estará equipado con un sistema de desconexión automática. Igualmente se producirá una desconexión inmediata cuando la tensión y frecuencia de la red no se encuentren dentro de los límites (0,85xUnominal ÷ 1,1xUnominal) y (49 ÷ 51) Hz.
- Separación galvánica: El inversor dispondrá de una separación galvánica (transformador), entre la red de la empresa distribuidora y la instalación fotovoltaica.
- Desconexión independiente: Por motivos de seguridad y para facilitar el mantenimiento y reparación del generador, se instalarán seccionadores-fusibles para la desconexión, de forma independiente y en ambos terminales, de cada una de las ramas del resto del generador.

Estas últimas funciones de protección descritas para el inversor trifásico serán certificadas por el Fabricante, asegurando que cumple con la normativa establecida, sobre la "conexión de instalaciones fotovoltaicas a la red de baja tensión".

2.5. GARANTÍAS

El equipamiento, así como sus componentes y accesorios, deben ser cubiertos por una garantía respecto a cualquier defecto de fabricación, por un plazo de 24 meses a contar de la fecha de puesta en servicio.

Si durante el período de garantía determinadas piezas presentaran desgaste excesivo o defectos frecuentes, la Dirección de Obras podrá exigir al Contratista el reemplazo de esas piezas en todas las unidades del suministro, sin costo para él. A las piezas de reemplazo se les aplicará nuevamente el plazo de garantía.

2.6. PRUEBAS Y ENSAYOS

Los equipos deberán ser completamente ensamblados y ajustados en la fábrica y deberán ser sometidos a las pruebas de rutina del Fabricante en fábrica, así como a otras pruebas eléctricas y operacionales, para asegurar el funcionamiento y una operación confiable y segura del equipo. Las partes de repuesto a ser suministradas deberán estar sujetas también a estas pruebas. Todas las partes deberán ser marcadas apropiadamente e identificadas para facilitar el ensamble en la obra.

Las pruebas en fábrica de los cuadros y los métodos de pruebas utilizados deberán ajustarse a los requerimientos aplicables de las normas UNE e IEC.

2.6.1. PRUEBAS MECÁNICAS

Deberá ser probada la operación de todos los contactos de los selectores, relés y aparatos, incluyendo los instalados y los no instalados y las partes de repuesto. Cada equipo deberá ser revisado para asegurar el alineamiento de las puertas y del equipo, la rigidez del conjunto, y la disposición y conveniencia de los medios de soporte y fijación.

2.6.2. PRUEBAS DE OPERACIÓN

Los equipos deberán ser conectados a las fuentes de alimentación requeridas por sus circuitos de fuerza y control y en lo posible las señales de control y/o las condiciones de servicio deberán ser simuladas, alimentando los equipos y los elementos de control, para asegurar la exactitud del cableado, la adecuada instalación y el correcto funcionamiento de todos los elementos de acuerdo con los requerimientos de estas especificaciones.

2.6.3. PRUEBAS DIELÉCTRICAS

El cableado deberá ser probado punto a punto, determinando la continuidad del circuito, y deberá estar sujeto a las pruebas dieléctricas de acuerdo con la norma IEC 60502. Las pruebas dieléctricas deberán ser realizadas entre los conductores de los circuitos aislados y tierra, entre los conductores de polaridad opuesta y a través de los contactos de todos los selectores de control y de instrumentos, pulsadores y relés. Se deberán tomar las precauciones necesarias para evitar daños del equipo no diseñado o proyectado para soportar esta prueba.

2.7. RESPONSABILIDAD DEL CONTRATISTA

La aprobación de cualquier diseño por parte de la Dirección de Obra no exime al Contratista de su plena responsabilidad en cuanto al correcto diseño y funcionamiento del equipo suministrado.

2.8. MEDICIÓN Y ABONO

La medición se realizará por unidad.

3. EQUIPAMIENTO DE MEDIA TENSIÓN

3.1. ALCANCES

Se establece el conjunto de requisitos de cualquier elemento, dispositivo, componente o accesorio que sea necesario para el diseño y construcción de las celdas de media tensión a instalar en las estaciones de potencia, incluyendo las conexiones eléctricas entre los diferentes componentes, así como de las especificaciones técnicas básicas. Los equipos que se describen en este apartado y subapartados son los siguientes.

En cada estación de potencia (Sistema Almacenamiento):

- 2 celdas de línea. (Salvo la de cabecera que dispondría de 1).
- 1 celda de protección del transformador.

En Centro de Seccionamiento:

- 3 Celdas de línea. 1 para llegada de circuito de BESS, 1 para llegada de circuito de PSFV y 1 para circuito de salida.
- 2 Celdas de servicios auxiliares.
- 1 Módulo de medida en barras.

3.2. NORMATIVA APLICABLE

Se cumplirán con las normas UNE o IEC entre la que se encuentra la siguiente normativa:

- UNE-EN 62271-1 Aparamenta de alta tensión. Parte 1: Especificaciones comunes para aparamenta de corriente alterna.
- UNE-EN 62271-200 Equipos bajo envolvente metálica para corriente alterna de tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores o iguales a 52 kV.
- UNE-EN 62271-102 Seccionadores y seccionadores de puesta a tierra de corriente alterna para Alta Tensión.
- UNE-EN 62271-100 Interruptores de corriente alterna para Alta Tensión.
- UNE-EN 61869-2 Transformadores de intensidad.
- UNE-EN 61869-3 Transformadores de tensión inductivo.
- UNE-EN 61869-5 Transformadores de tensión capacitivo.
- UNE-EN 60137 Aisladores pasantes para tensiones alternas superiores a 1.000 V.
- IEC 60502 Cables de potencia con aislamiento extruido, y sus accesorios, para voltajes entre 1 y 30 kV.
- UNE-EN 62271-206 Conjuntos prefabricados de aparamenta de alta tensión. Sistemas indicadores de presencia de tensión.
- UNE-EN 60255 Relés de medida y equipos de protección.
- UNE-EN 61000 Compatibilidad electromagnética.
- UNE-EN 60068 Ensayos ambientales.
- UNE 60526 Grados de protección proporcionados por las envolventes.
- UNE-EN 61010 Requisitos de seguridad de equipos eléctricos de medida, control y uso en laboratorio.

3.3. SUMINISTRO

3.3.1. ESTACIÓN DE POTENCIA

Características generales de las celdas de media tensión de las estaciones de potencia:

CARACTERÍSTICAS	UND.	POS. 30 kV.
Tensión nominal	kV.	30
Tensión más elevada para el material	kV.	36
Frecuencia nominal	Hz.	50
Tensión soportada f.i.	kV.	70
Tensión soportada rayo	kV.	170
Intensidad nominal barras	A.	630
Intensidad máxima de defecto trifásico	kA.	20

CARACTERÍSTICAS	UND.	POS. 30 kV.
Duración del defecto trifásico	s.	1

Tabla 8. Características Generales aparamenta 30 kV

El poder de cierre de todos los interruptores será igual a la intensidad dinámica.

Todas las funciones (tanto las de línea como las de protección) incorporarán un seccionador de puesta a tierra de 63 kA cresta de poder de cierre.

Deberá existir una señalización positiva de la posición de los interruptores y seccionadores de puesta a tierra.

El embarrado estará sobredimensionado para soportar sin deformaciones permanentes los esfuerzos dinámicos que en un cortocircuito se puedan presentar y que se detallan en el apartado de cálculos.

Las características particulares de cada celda son las siguientes.

Celda de protección de interruptor automático:

- Juegos de barras tripolares de 630-1.250 A para conexión superior e inferior con celdas adyacentes.
- Seccionador en SF6 de 630-1.250 A, tensión de 36 kV y 25 kA.
- Mando manual.
- Interruptor automático de corte en SF6, tensión de 36 kV, intensidad de 630-1.250 A y poder de corte de 25 kA, con bobina de apertura y bobina de cierre a emisión de tensión 220 V CA, 50 Hz.
- Mando motorizado de acumulación de energía.
- Contactos auxiliares 1A+1C+1conmutado.
- Relé destinado a la protección general. Dispondrá de las siguientes protecciones y medidas:
    - Máxima intensidad de fase (50/51) con un umbral bajo a tiempo dependiente o independiente y de un umbral alto a tiempo independiente.
    - Máxima intensidad de defecto a tierra (50N/51N) con un umbral bajo a tiempo dependiente o independiente y de un umbral alto a tiempo independiente.
    - Medida de las distintas corrientes de fase.
    - Medida de las corrientes de apertura (I1, I2, I3, Io).

El correcto funcionamiento del relé estará garantizado por medio de un relé interno de autovigilancia del propio sistema. Tres pilotos de señalización en el frontal del relé indicarán el estado (aparato en tensión, aparato no disponible por inicialización o fallo interno, y piloto 'trip' de orden de apertura).

El relé es indirecto alimentado por batería + cargador.

Dispondrá en su frontal de una pantalla digital alfanumérica para la lectura de las medidas, reglajes y mensajes.

- Conexión inferior por cable lateral.
- 3 Toroidales tipo T3 (Toroidal 50/1, configuración 50/1).
- Cajón de baja tensión para relé.
- Embarrado de puesta a tierra.
- Seccionador de puesta a tierra inferior con poder de cierre a través del interruptor automático.

Celda de línea:

- Juego de barras tripolar de 630-1.250 A.
- Interruptor-seccionador de corte en SF6 de 630-1.250 A, tensión de 36 kV y 25 kA.
- Seccionador de puesta a tierra en SF6.
- Indicadores de presencia de tensión.
- Mando motorizado.
- Contactos auxiliares libres 2A+2C/Int.
- Embarrado de puesta a tierra.
- Bornes para conexión de cable.

Estas celdas estarán preparadas para una conexión de cable seco monofásico de sección máxima de 630 mm2.

3.3.2. CENTRO SECCIONAMIENTO BESS

Características generales de las celdas de media tensión del centro de seccionamiento:

CARACTERÍSTICAS	UND.	POS. 30 kV.
Tensión nominal	kV.	30
Tensión más elevada para el material	kV.	36
Frecuencia nominal	Hz.	50
Tensión soportada f.i.	kV.	70
Tensión soportada rayo	kV.	170
Intensidad nominal barras	A.	630
Intensidad máxima de defecto trifásico	kA.	20
Duración del defecto trifásico	s.	1

Tabla 9. Características Generales aparamenta 30 kV CS

La instalación proyectada para el centro de seccionamiento tendrá el siguiente alcance:

- 3 Celdas de línea. 1 para llegada de circuito de BESS, 1 para llegada de circuito de PSFV y 1 para circuito de salida.
- 2 Celdas de servicios auxiliares.
- 1 Módulo de medida en barras.

La descripción detallada de las mismas:

Celda de línea (llegada BESS / PSFV)

Dimensiones	
Profundidad (mm)	1.225 mm
Anchura (mm)	600 mm
Altura (mm)	2.250 mm
Características	
Corriente asignada de derivación	630 A
Intensidad nominal de corta duración	20 kA

Intensidad de cortocircuito dinámica	80 kA
Equipamiento	
Medio de aislamiento para el compartimento principal	SF6
Seccionador	
Corriente asignada	400 A (BESS) / 630 A (PSFV)
Mando seccionador	Manual
Posiciones (cerrado-abierto-P. a T.)	3 posiciones
Interruptor automático	
Tecnología de corte	Vacío
Mando del interruptor	Motorizado
Corriente asignada (A)	400 A (BESS) / 630 A (PSFV)
Corriente asignada de corte (kA)	20 kA
Transformadores de corriente 1º juego	
Cantidad	3
Primarios/Secundarios	300-600/5-5-5A (10VA- cl0,2s - 10VA 5P20 – 10VA cl0,2s) (BESS) 400-800/5-5-5A (10VA- cl0,2s - 10VA 5P20 – 10VA cl0,2s) (PSFV)

Tabla 10. Descripción celdas de línea de llegada circuitos MT BESS y PSFV a instalar en nuevo edificio BESS

Celda de línea (salida)

Dimensiones	
Profundidad (mm)	1.225 mm
Anchura (mm)	600 mm
Altura (mm)	2.250 mm
Características	
Corriente asignada de derivación	630 A
Intensidad nominal de corta duración	20 kA
Intensidad de cortocircuito dinámica	80 kA
Equipamiento	
Medio de aislamiento para el compartimento principal	SF6
Seccionador	
Corriente asignada	630 A
Mando seccionador	Manual
Posiciones (cerrado-abierto-P. a T.)	3 posiciones
Interruptor automático	
Tecnología de corte	Vacío

Mando del interruptor	Motorizado
Corriente asignada (A)	1250 A
Corriente asignada de corte (kA)	20 kA
Transformadores de corriente 1º juego	
Cantidad	3
Primarios/Secundarios	400-800/5-5-5A (10VA- cl0,2s - 10VA 5P20 – 10VA cl0,2s)

Tabla 11. Descripción celda de línea de salida circuito MT BESS a instalar en nuevo edificio BESS

Celda de SSAA

Dimensiones	
Profundidad (mm)	1.225 mm
Anchura (mm)	600 mm
Altura (mm)	2.250 mm
Características	
Corriente asignada de derivación	630 A
Intensidad nominal de corta duración	20 kA
Intensidad de cortocircuito dinámica	80 kA
Equipamiento	
Medio de aislamiento para el compartimento principal	SF6
Interruptor-Seccionador con fusibles	
Corriente asignada	400 A
Mando seccionador	Manual
Posiciones (cerrado-abierto-P. a T.)	3 posiciones
Bases portafusibles equipadas con:	
Fusibles	10 A
Interruptor con fusibles y disparo combinado	Si
Transformadores de corriente 1º juego	
Cantidad	3
Primarios/Secundarios	100-200/5-5A (10VA- cl0,2s - 10VA 5P20) (trafo 400 kVA) / 50-100/5-5A (10VA- cl0,2s - 10VA 5P20) (trafo 25 kVA)

Tabla 12. Descripción celdas de protección de trafo SSAA a instalar en nuevo edificio BESS

Módulo medida en barras

Conjunto de 3 transformadores de tensión, montados sobre el embarrado general de las celdas, tipo enchufable, aislados y apantallados, tensión asignada 36 kV, con las siguientes características:

Transformador de Tensión	
Cantidad	3
Primario/Secundario	30/0,11-0,11-0,1 1kV (25VA cl0,2; 25VA cl0,2; 30VA cl 0,5; 50VA cl3P)

Tabla 13. Descripción módulo medida en barras a instalar en sala de celdas de nuevo edificio BESS

3.4. CONDICIONANTES DE LAS CELDAS DE MEDIA TENSIÓN

Medidas de seguridad en el equipamiento de las celdas de las estaciones de potencia:

- Los conjuntos estarán provistos de enclavamientos mecánicos que relacionan entre sí los elementos que la componen.
- El sistema de funcionamiento del interruptor con tres posiciones impedirá el cierre simultáneo del mismo y su puesta a tierra, así como su apertura y puesta inmediata a tierra.
- El dispositivo de enclavamiento de la puerta de acceso con el seccionador de puesta a tierra permite garantizar la seguridad total en las intervenciones con los cables y conectores que se tengan que realizar en este compartimento.
- La cuba metálica será de acero inoxidable. En la parte inferior de ésta existirá una clapeta de seguridad ubicada fuera del acceso del personal. En el caso de producirse un arco interno en la cuba, esta clapeta se desprenderá por el incremento de presión en el interior, canalizando todos los gases por la parte posterior de la celda garantizando la seguridad de las personas que se encuentren en el centro de transformación.

Medidas de seguridad en el equipamiento de las celdas de MT del centro de seccionamiento:

- Cada celda estará compuesta exteriormente por un conjunto de paneles, chapas y bastidor metálico, todos ellos puestos a tierra, conforme a la definición de "celdas blindadas" y a la norma IEC 62271-200.
- Las celdas contarán con una clapeta de expulsión para liberar gas en el improbable caso en el que se produzca un aumento de presión. Ensayado de acuerdo a la norma IEC 62271-200 para sobre presiones en compartimientos llenos de gas a baja presión relativa.
- El mando del interruptor automático estará fuera de la atmósfera de SF6, accesible desde el frontal y operado eléctricamente.
- El interruptor automático estará equipado con un presostato de SF6 con dos niveles de alarma de baja presión.
- La indicación de posición del seccionador será mecánica y directamente conectada al eje de operación del mismo. La cadena cinemática de esta conexión mecánica está ensayada de acuerdo a las normas IEC aplicables.
- Los transformadores de tensión serán encapsulados en resina epoxi, con pintura metálica, apantallados y puestos a tierra para incrementar la seguridad y la continuidad de servicio. También incluyen una clapeta de sobrepresión para paliar los daños en un improbable caso de sobre tensiones no cubiertas por la normativa.

3.5. GARANTÍAS

El equipamiento, así como sus componentes y accesorios, deben ser cubiertos por una garantía respecto a cualquier defecto de fabricación, por un plazo de 24 meses a contar de la fecha de puesta en servicio.

Si durante el período de garantía determinadas piezas presentaran desgaste excesivo o defectos frecuentes, la Dirección de Obras podrá exigir al Contratista el reemplazo de esas piezas en todas las unidades del suministro, sin costo para él. A las piezas de reemplazo se les aplicará nuevamente el plazo de garantía.

3.6. PRUEBAS Y ENSAYOS

Las celdas de media tensión deberán ser completamente ensambladas y ajustadas en la fábrica y deberán ser sometidas a las pruebas de rutina del Fabricante en fábrica, así como a otras pruebas eléctricas y operacionales, para asegurar el funcionamiento y una operación confiable y segura del equipo. Las partes de repuesto a ser suministradas deberán estar sujetas también a estas pruebas. Todas las partes deberán ser marcadas apropiadamente e identificadas para facilitar el ensamble en la obra.

3.6.1. PRUEBAS TIPO

El Fabricante deberá certificar que el equipamiento a suministrar califica en todas las pruebas tipo obligatorias establecidas en la sección 6.1 de la norma IEC 62271-200.

- Pruebas Dieléctricas (secc. 6.2).
- Pruebas Elevación de temperatura y medición de resistencia de contacto (secc. 6.5 & 6.4).
- Pruebas de intensidades máximas y de cortocircuito (secc. 6.6).
- Pruebas de capacidad nominal y corte de los elementos y equipos (sec. 6.101).
- Pruebas de operación de los elementos y accesorios de la Celda (sec.6.102).
- Pruebas referentes a Grado de protección (IP) e impacto mecánico (secc. 6.7).
- Pruebas a elementos aislantes de puntos energizados, según corresponda (secc.6.104).
- Prueba de arco interno según clasificación IAC (secc.106).

3.6.2. PRUEBAS DE RUTINA

Las pruebas de rutina serán realizadas de acuerdo con las recomendaciones de la Norma IEC 62271-200, sección 7, y se efectuarán a las cabinas completamente armadas y previamente probadas por el Fabricante.

Se deberán considerar las siguientes pruebas:

- Pruebas mecánicas y verificación de enclavamientos. (IEC 62271-200 secc.7.102).
- Prueba funcional de los dispositivos y/o elementos auxiliares eléctricos. (IEC 62271-200 secc.7.104).
- Prueba de aislamiento con tensión a frecuencia industrial.
- Prueba en los circuitos auxiliares y de control.
- Prueba de resistencia al circuito principal.
- Prueba de hermeticidad y presión de gases, si es que aplica (IEC 62271-200 secc. 7.103).
- Verificación dimensional e inspección general (IEC 62271 secc. 7.5).
- Verificación de pintura y galvanizado.
- Pruebas en campo (IEC 62271-200 secc. 7.105 y 7.106).

Con ocasión de las pruebas de recepción en fábrica, el proveedor deberá entregar los protocolos de pruebas de rutina, al menos de los siguientes equipos:

- Interruptores.
- Transformadores de tensión y corriente.
- Seccionadores.
- Detectores de presencia de tensión.

3.6.3. PRUEBAS RELÉS DE PROTECCIÓN

Las pruebas a continuación vienen asociadas a la norma IEC 60255-27 sobre la medición y protección de relés multifuncionales. Igualmente, las pruebas citadas mencionadas incluyen consideraciones de las normas IEC 61000, 60068 y 60529.

3.6.4. PRUEBAS TIPO TEST

Las pruebas tipo test son las pruebas requeridas para comprobar que los relés de protección cumplen con las especificaciones y los estándares relevantes.

- Pruebas funcionales.
- Prueba de rangos de funcionamiento.
- Prueba de resistencia térmica.
- Prueba de la carga (burden).
- Prueba entradas del relé.
- Prueba de salidas del relé.
- Prueba de resistencia del aislamiento.
- Prueba de los suministros auxiliares.

3.6.5. PRUEBAS DE SEGURIDAD

Las pruebas del tipo de seguridad son las realizadas para garantizar que el personal operativo no sufra daños debido a choques eléctricos o peligro de incendio bajo condiciones normales y en la presencia de una falla a tierra.

- Tensión de rigidez dieléctrica.
- Resistencia de aislamiento ante sobrevoltajes.
- Valoración de la condición de falla a tierra.
- Impedancia con respecto a tierra.

3.6.6. PRUEBAS DEL SOFTWARE

Son las pruebas necesarias para verificar las funciones de protección y medición de los relés multifuncionales. Las pruebas se pueden dividir en: pruebas de unidad, pruebas de integración y pruebas de cualificación. Algunas de las pruebas referidas a la prueba de la funcionalidad del sof ware se nombran a continuación:

- Pruebas de análisis estático (chequeo de inicialización, análisis de las macros, seguimiento de precisión, seguimiento de valores, etc.).

- Pruebas dinámicas (prueba de entradas y salidas con respecto a la medición e implementación de requerimientos).
- Pruebas de validación (pruebas de aceptación del sof ware).
- Prueba de modificación de sof ware (personalización pruebas).
- Pruebas de simulación.

3.6.7. PRUEBAS DE PUESTA EN MARCHA

Las pruebas de puesta en marcha son las pruebas requeridas para comprobar la funcionalidad del relé multifuncional, el cual comprueba la interconexión con el equipamiento asociado para su correcto funcionamiento. El objetivo de las pruebas se comenta a continuación:

- Verificación del diagrama de interconexión.
- Inspección general del equipo.
- Medición de la resistencia de aislamiento de los circuitos asociados.
- Verificación del desarrollo de la prueba interna del relé y comunicación externa con otros relés multifuncionales.
- Prueba de medición de los transformadores de corriente y voltaje.
- Verificación de los ajustes de alarma/disparo del relé multifuncional.
- Supervisión del circuito de alarmas y disparo.

3.7. RESPONSABILIDAD DEL CONTRATISTA

La aprobación de cualquier diseño por parte de la Dirección de Obra no exime al Contratista de su plena responsabilidad en cuanto al correcto diseño y funcionamiento del equipo suministrado.

3.8. MEDICIÓN Y ABONO

La medición se realizará por unidad.

4. TRANSFORMADORES

4.1. ALCANCES

Se establece el conjunto de requisitos de cualquier elemento, dispositivo, componente o accesorio que sea necesario para el diseño y construcción de los transformadores, así como de las especificaciones técnicas básicas de los transformadores que se encontrarán en las estaciones de potencia (sistema fotovoltaico y sistema de almacenamiento) y en el centro de seccionamiento.

4.2. NORMATIVA APLICABLE

Se cumplirán con las normas UNE o IEC entre la que se encuentra la siguiente normativa:

- Publicación IEC 76 Transformadores de potencia. Partes 1, 2, 3, 3-1 y 5.
- UNE 21428-1 Transformadores trifásicos de distribución sumergidos en aceite, 50 Hz, de 25 kVA a 3 150 kVA con tensión más elevada para el material hasta 36 kV. Parte 1: Requisitos generales. Complemento nacional.
- UNE-EN 60076-1 Transformadores de Potencia Parte 1. Generalidades.

- UNE-EN 60076-2 Transformadores de Potencia Parte 2. Calentamiento.
- UNE-EN 60076-3 Transformadores de Potencia Parte 3. Niveles de aislamiento, ensayos dieléctricos y distancias de aislamiento en el aire.
- UNE-EN 60076-4 Transformadores de Potencia Parte 4. Guía de ensayo de impulso tipo rayo e impulso tipo maniobra. Transformadores de potencia y reactancias.
- UNE-EN 60076-10 Transformadores de Potencia. Parte 10. Determinación de los niveles de ruido.
- UNE-EN 60076-11 Transformadores de Potencia Parte 11. Transformadores secos.
- UNE-EN 60076-12 Transformadores de Potencia Parte 12. Guía de carga para Transformadores secos.
- UNE-EN 60270 Técnica de ensayo de alta tensión. Medidas de las descargas parciales.
- UNE-EN 60529 Grados de protección proporcionada por las envolventes.

4.2.1. TRANSFORMADORES ESTACIONES DE POTENCIA (SISTEMA ALMACENAMIENTO)

El transformador de evacuación a instalar será de refrigeración natural, en baño de aceite mineral. La tecnología empleada será la de llenado integral, a fin de conseguir una mínima degradación del aceite por oxidación y absorción de humedad, así como unas dimensiones reducidas de la máquina y un mantenimiento mínimo.

Sus características mecánicas y eléctricas dependerán del PCS utilizado y se ajustarán al Reglamento Europeo (UE) 548/2014 de ecodiseño de transformadores, siendo las siguientes:

Transformadores de EP	Características	
Máxima Potencia (kVA)	8.780	3.290
Tensión BT / MT (kV)	0,69 / 30	
Conexión	Dy11	
Refrigeración	ONAN	
Aceite	Mineral	

Tabla 14. Características del Transformador de la Estaciones de Potencia (Sistema BESS)

4.2.2. TRANSFORMADOR SS.AA. CENTRO SECCIONAMIENTO

El transformador de servicios auxiliares del centro de seccionamiento de la planta BESS tiene las siguientes especificaciones técnicas:

Transformador 1:

- Instalación: Interior
- Potencia nominal: 400 kVA
- Tensión nominal primaria: 30 kV
- Tensión nominal secundaria en vacío: 420 V
- Grupo de conexión: Dyn11
- Tipo: En aceite

Transformador 2:

- Instalación: Interior
- Potencia nominal: 25 kVA

- Tensión nominal primaria: 30 kV
- Tensión nominal secundaria en vacío: 420 V
- Grupo de conexión: Dyn11
- Tipo: Seco

4.3. CONDICIONANTES DE LOS TRANSFORMADORES

El Fabricante incluirá dentro del suministro los transformadores solicitados en el punto anterior cumpliendo al menos los siguientes requerimientos básicos:

- Dispondrán preferentemente de envolvente metálica de protección contra contactos directos con las partes en tensión en el caso de transformadores sin envolvente metálica. El Fabricante será el encargado de diseñar y costear la instalación de protección contra contactos directos.
- El constructor tendrá la obligación de indicar en la placa de características de los transformadores secos las clases a las que corresponden (comportamiento al fuego F, climático C3 y Medioambiental M).
- Los transformadores de potencia dispondrán en el lado de alta de un cambiador de tomas en vacío de al menos cinco etapas (±2 x 2,5%).
- Los transformadores incluirán las protecciones 26 y 49 ANSI con los correspondientes contactos de alarma y disparo que serán cableados a las bobinas de disparo del interruptor automático de MT y al sistema de control de la instalación que corresponda.
- Todos los materiales serán nuevos y sin defectos o imperfecciones.

4.4. GARANTÍAS

El equipamiento, así como sus componentes y accesorios, deben ser cubiertos por una garantía respecto a cualquier defecto de fabricación, por un plazo de 24 meses a contar de la fecha de puesta en servicio.

Si durante el período de garantía determinadas piezas presentaran desgaste excesivo o defectos frecuentes, la Dirección de Obras podrá exigir al Contratista el reemplazo de esas piezas en todas las unidades del suministro, sin costo para él. A las piezas de reemplazo se les aplicará nuevamente el plazo de garantía.

4.5. PRUEBAS Y ENSAYOS

Se deben realizar las siguientes pruebas a los transformadores secos según la norma IEC 60076.

4.5.1. PRUEBAS DE RUTINA

Según la norma IEC 60076, se deberán realizar las siguientes pruebas de rutina. Son los que el Fabricante efectúa sobre todos los transformadores terminados, con el fin de comprobar que cumplen las prescripciones.

- Medida de la resistencia óhmica de los arrollamientos (IEC 60076-1).
- Medida de la relación de transformación y comprobación del grupo de conexión (IEC 60076-1).
- Medida de la impedancia de cortocircuito y pérdidas en carga (IEC 60076-1).
- Medida de las pérdidas en vacío y de la corriente en vacío (IEC 60076-1).
- Prueba dieléctrica-Prueba de fuente separada de voltaje soportada (IEC 60076-3).
- Prueba en carga de los cambiadores de toma (IEC 60076-1).

4.5.2. PRUEBAS TIPO

- Prueba de aumento de temperatura (IEC 60076-2).
- Prueba dieléctrica (IEC 60076-3).

4.5.3. ENSAYOS ESPECIALES

La realización de alguno de los ensayos especiales debe ser objeto de acuerdo previo.

Se consideran como ensayos especiales los siguientes:

- Prueba para soportar cortocircuitos (IEC 60076-5).
- Impulsos de tipo rayo cortados en la cola.
- Ensayos destinados a verificar la conformidad de las clases climáticas, ambientales y de comportamiento al fuego.
- Determinación de capacitancias devanado-tierra, y entre devanados.
- Determinación de característica de voltaje transitorio de transferencia.
- Medición de impedancia de secuencia(s) cero en las tres fases del transformador (IEC 60076-1).
- Determinación de niveles de ruido (IEC 60551).
- Medición de armónicos para corriente en vacío (IEC 60076-1).

4.6. RESPONSABILIDAD DEL CONTRATISTA

La aprobación de cualquier diseño por parte de la Dirección de Obra no exime al Contratista de su plena responsabilidad en cuanto al correcto diseño y funcionamiento del equipo suministrado.

4.7. MEDICIÓN Y ABONO

La medición se realizará por unidad.

5. CABLEADO ELÉCTRICO DE MT

5.1. ALCANCES

Se establece el conjunto de requisitos para el diseño e instalación del cableado de media tensión.

5.2. NORMATIVA APLICABLE

Se cumplirán con las normas UNE o IEC entre la que se encuentra la siguiente normativa:

- UNE-EN 60228: Conductores de cables aislados.
- UNE-EN 60332-1: Métodos de ensayo para cables eléctricos y cables de fibra óptica sometidos a condiciones de fuego. Parte 1-2: Ensayo de propagación vertical de la llama para un conductor individual aislado o cable.
- UNE-EN 60332-3-22 Métodos de ensayo para cables eléctricos y cables de fibra óptica sometidos a condiciones de fuego. Parte 3-22: Ensayo de propagación vertical de la llama de cables colocados en capas en posición vertical.

- UNE-EN 60332-3-24 Métodos de ensayo para cables eléctricos y cables de fibra óptica sometidos a condiciones de fuego. Parte 3-24: Ensayo de propagación vertical de la llama de cables colocados en capas en posición vertical.
- IEC 60502 Cables de potencia con aislamiento extruido, y sus accesorios, para voltajes entre 1 y 30 kV.
- UNE-EN 60754 Ensayo de los gases desprendidos durante la combustión de materiales procedentes de los cables.
- UNE-EN 60811: Métodos de ensayo comunes para materiales de aislamiento y cubierta de cables eléctricos y de cables de fibra óptica.

5.3. SUMINISTRO

La evacuación de la energía eléctrica producida por los módulos fotovoltaicos y los inversores se realizará mediante circuitos directamente enterrados en media tensión a 30 kV. Se utilizará conductor del tipo RHZ1-OL H16 de aluminio con aislamiento XLPE 18/30 kV.

La evacuación de la energía eléctrica desde las Estaciones de Potencia hasta el centro de seccionamiento existente de la PSFV se realizará mediante un circuito directamente enterrado en media tensión a 30 kV. Se utilizará conductor del tipo RHZ1-OL H16 de aluminio con aislamiento XLPE 18/30 kV.

Los terminales utilizados serán de aislamiento seco, según la sección y naturaleza del cable indicado anteriormente.

Las pantallas de los cables, en cobre, irán conectadas a la tierra general de la planta fotovoltaica en cada uno de los extremos de los diferentes tramos.

5.4. GARANTÍAS

El equipamiento, así como sus componentes y accesorios, deben ser cubiertos por una garantía respecto a cualquier defecto de fabricación, por un plazo de 24 meses a contar de la fecha de puesta en servicio.

Si durante el período de garantía determinadas piezas presentaran desgaste excesivo o defectos frecuentes, la Dirección de Obras podrá exigir al Contratista el reemplazo de esas piezas en todas las unidades del suministro, sin costo para él. A las piezas de reemplazo se les aplicará nuevamente el plazo de garantía.

5.5. PRUEBAS Y ENSAYOS

Una vez finalizado el proceso de fabricación, durante el cual el producto ha sido sometido a controles intermedios, se realizará sobre los cables una serie de ensayos destinados a comprobar el buen funcionamiento del cable y la calidad de sus componentes.

Los ensayos a realizar están definidos en la Norma IEC 60502 para los cables desde 1 a 30 kV, y en la IEC 60840 para los cables de tensión superior a 30 kV.

5.5.1. PRUEBAS DE RUTINA

Las pruebas de rutina se dividirán en las siguientes partes:

- Medición de la resistencia eléctrica de los conductores.
- Prueba de descargas parciales.

- Prueba de voltaje.

5.5.2. PRUEBAS DE MUESTRA

Según la norma IEC 60502-2, se deberán realizar las siguientes pruebas.

- Prueba de muestra de frecuencia.
  - Estudio del conductor y verificación de las dimensiones.
  - Pruebas eléctricas y físicas.
- Prueba de voltaje para cables por encima de 3,6/6 (7,2kV).
- Prueba de ajuste de calor para el aislamiento XLPE.
- Medición de espesor de aislamiento y cubierta no metálica.

5.5.3. PRUEBAS TIPO ELÉCTRICAS

Dentro de este tipo de pruebas se encuentran las pruebas de secuencia, las cuales se deberán incluir las siguientes pruebas:

- Ensayo de flexión, seguido de descargas parciales.
- Medición de tan (δ).
- Prueba de ciclo de calentamiento, seguido de una prueba de descargas parciales.
- Prueba de impulso, seguido de una prueba de voltaje.
- Prueba de voltaje por 4 horas.

5.5.4. PRUEBAS TIPO NO ELÉCTRICAS

- Medición de espesor de aislamiento.
- Medición de espesor de cubierta no metálica.
- Prueba para determinar las propiedades mecánicas y aislamiento antes y después del envejecimiento.

5.6. RESPONSABILIDAD DEL CONTRATISTA

La aprobación de cualquier diseño por parte de la Dirección de Obra no exime al Contratista de su plena responsabilidad en cuanto al correcto diseño y funcionamiento del equipo suministrado.

5.7. MEDICIÓN Y ABONO

La medición se realizará por metro lineal.

6. CABLEADO ELÉCTRICO DE BT

6.1. ALCANCES

Se establece el conjunto de requisitos para el diseño e instalación del cableado de baja tensión y comunicaciones.

6.2. NORMATIVA APLICABLE

Se cumplirán con las normas UNE o IEC entre la que se encuentra la siguiente normativa:

- UNE 21123 Cables eléctricos de utilización industrial de tensión asignada 0,6/1 kV

- UNE-EN 60228: Conductores de cables aislados.
- UNE-EN 60332-1: Métodos de ensayo para cables eléctricos y cables de fibra óptica sometidos a condiciones de fuego. Parte 1-2: Ensayo de propagación vertical de la llama para un conductor individual aislado o cable.
- UNE-EN 60332-3-22 Métodos de ensayo para cables eléctricos y cables de fibra óptica sometidos a condiciones de fuego. Parte 3-22: Ensayo de propagación vertical de la llama de cables colocados en capas en posición vertical.
- UNE-EN 60332-3-24 Métodos de ensayo para cables eléctricos y cables de fibra óptica sometidos a condiciones de fuego. Parte 3-24: Ensayo de propagación vertical de la llama de cables colocados en capas en posición vertical.
- UNE-EN 60811 Métodos de ensayo comunes para materiales de aislamiento y cubierta de cables eléctricos y de cables de fibra óptica.
- UNE-EN 60793 Fibra óptica.
- UNE-EN 60794 Cables de fibra óptica.
- UNE-EN 60754 Ensayo de los gases desprendidos durante la combustión de materiales procedentes de los cables.
- IEC 61156-5 “Multicore and symmetrical pair/quad cables for digital communications”.

6.3. SUMINISTRO

Los conductores empleados, en corriente alterna, serán aislados, con cubierta, adecuado para su uso en intemperie, al aire o enterrado y con un aislamiento mínimo de 0,6/1 kV. El conductor será del tipo RV-K de cobre.

Los conductores empleados en corriente continua serán de doble aislamiento y adecuado para su uso en intemperie, al aire o enterrado, con un aislamiento mínimo de 1.800 V. El conductor será del tipo H1Z2Z2-K de cobre para tramos desde cadenas de módulos a cajas de agrupación de cadenas y tipo XZ1 (S) de aluminio para tramos desde cajas de agrupaciones hasta inversores.

6.4. GARANTÍAS

El equipamiento, así como sus componentes y accesorios, deben ser cubiertos por una garantía respecto a cualquier defecto de fabricación, por un plazo de 24 meses a contar de la fecha de puesta en servicio.

Si durante el período de garantía determinadas piezas presentaran desgaste excesivo o defectos frecuentes, la Dirección de Obras podrá exigir al Contratista el reemplazo de esas piezas en todas las unidades del suministro, sin costo para él. A las piezas de reemplazo se les aplicará nuevamente el plazo de garantía.

6.5. PRUEBAS Y ENSAYOS

Una vez finalizado el proceso de fabricación, durante el cual el producto ha sido sometido a controles intermedios, se realizará sobre los cables una serie de ensayos destinados a comprobar el buen funcionamiento del cable y la calidad de sus componentes.

Los cables para los circuitos de fuerza y para los circuitos de control aislados a 0,6/1,0 kV deberán ser probados de acuerdo con la norma IEC 60502.

6.5.1. ENSAYOS ELÉCTRICOS

Los ensayos eléctricos para cables de tensión nominal desde 0,6 kV hasta 1 kV serán los siguientes:

- Medida de la resistencia eléctrica a temperatura ambiente.
- Medida de la resistencia eléctrica a máxima temperatura del conductor en operación normal.
- Ensayo de tensión por 4h.

6.5.2. ENSAYOS NO ELÉCTRICOS

Los ensayos no eléctricos para cables de baja tensión serán los siguientes:

- Medición del espesor del aislamiento.
- Medición de espesor de cubierta no metálica.
- Ensayo para determinar las propiedades mecánicas de aislamiento antes y después del envejecimiento.
- Ensayo para determinar las propiedades mecánicas de cubiertas no metálicas antes y después del envejecimiento.
- Ensayo de absorción de agua del aislamiento.

6.5.3. CABLES DE TELECOMUNICACIONES

Se deben efectuar pruebas de todos los canales y enlaces antes de la puesta en marcha del sistema. Las pruebas y medidas necesarias se realizarán con equipo suministrado por el Fabricante, que será adecuado y estará debidamente certificado.

6.5.4. PRUEBAS DE PAR TRENZADO

Todas las pruebas en campo de categoría 6 se realizarán con un dispositivo calibrado con barrido de hasta 250 MHz.

Los equipos de pruebas deberán contar con el nivel adecuado de precisión Nivel III para Categoría 6.

Todos los canales instalados deberán tener un desempeño igual o mejor que los requisitos especificados en la siguiente tabla.

PARAMETROS CAT6	@100 MHZ MÍNIMO	@250 MHZ MÍNIMO
PÉRDIDAS DE RETORNO	12 dB	10 dB
NEXT	39,9 dB	33,1 dB
PS NEXT	37,1 dB	30,2dB
ACR (Informativo)	18,2 dB	-2,8 dB
PS ACR (Informativo)	15,4 dB	-5,8 dB
ELFEXT	23,2 dB	15,3 dB
PS ELFEXT	20,2 dB	12,3 dB

PARAMETROS CAT6	@100 MHZ MÁXIMO	@250 MHZ MÁXIMO
PÉRDIDAS DE INSERCCIÓN	20,3 dB	33,7 dB
ATENUACIÓN	21,7 dB	36 dB
PROP DELAY	548 ns	546 ns
DELAY SKEW	50 ns	50 ns

Tabla 15. Parámetros para pruebas trenzado de cables

Los parámetros mínimos para las pruebas de los enlaces y canales UTP TIA categoría 6 son:

- Longitud.
- La calibración del NVP es crucial para la precisión de las medidas de longitud del medidor de campo.
- Mapa de cableado. Se utilizará para la verificación pin a pin en cada extremo y para verificar los errores de conectividad de la instalación.
- Atenuación.
- Pérdidas de inserción.
- Return Loss.
- Se seleccionará el autotest correspondiente a CLASS D PERMANENT LINK/CLASS E PERMANENT LINK de acuerdo con ISO/IEC 11801. En ningún caso se aceptará autotest específicos del Fabricante.

6.5.5. PRUEBAS DE FIBRA ÓPTICA

- Para las pruebas de fibra óptica se utilizará un medidor de potencia óptica y una fuente de luz calibrada, realizándose las medidas de cada enlace en ambas direcciones y en las dos ventanas longitudinales de onda.
- Se realizarán las medidas reflectométricas OTDR necesarias.
- Las medidas obtenidas se presentarán en forma de tabla, comparándolas con las atenuaciones máximas permitidas que se calcularán para cada enlace de acuerdo con ISO/IEC 11801.
- Se expedirá el resultado de las pruebas en formato informe.

6.6. RESPONSABILIDAD DEL CONTRATISTA

La aprobación de cualquier diseño por parte de la Dirección de Obra no exime al Contratista de su plena responsabilidad en cuanto al correcto diseño y funcionamiento del equipo suministrado.

6.7. MEDICIÓN Y ABONO

La medición se realizará por metro lineal.

7. CONTROLADOR DE POTENCIA DE LA PLANTA

Para controlar las diferentes variables de cada estación de potencia se instala un controlador de potencia de la planta que regula y controla la generación. Sus características mecánicas y eléctricas son las siguientes:

CARACTERÍSTICAS DEL CONTROLADOR DE POTENCIA DE LA PLANTA	
MARCA	Sin definir
MODELO	PPC PRO o similar
MODO DE INSTALACIÓN	Intemperie
FUNCIONALIDADES	Control de voltaje POI Control y limitación de potencia activa y reactiva Rampa Control y gestión del almacenamiento Controlador PPC
ADICIONALES	Analizador de potencia Regleta terminales interconexión
INTERFACE	Conexión Ethernet RJ45
COMUNICACIONES	Modbus TCP/IP (Ethernet)

Tabla 16. Características controlador de potencia de la planta

8. CANALIZACIONES ELÉCTRICAS

8.1. ALCANCES

Se establece el conjunto de requisitos para el diseño e instalación de las canalizaciones eléctricas.

8.2. NORMATIVA APLICABLE

Se cumplirán con las normas UNE entre la que se encuentra la siguiente normativa:

- UNE-EN 61537 Conducción de cables. Sistemas de bandejas y de bandejas de escalera.
- UNE-EN 61000-5-2 Compatibilidad electromagnética (CEM). Parte 5: Guías de instalación y atenuación. Sección 2: Puesta a tierra y cableado.
- UNE-EN 60364-1 Instalaciones eléctricas de baja tensión. Parte 1: Principios fundamentales, determinación de las características generales, definiciones.
- UNE-EN 61386 Sistemas de tubos para la conducción de cables.

8.3. SUMINISTRO

Instalación de conductores enterrados bajo tubos donde describa el proyecto, de polietileno de alta densidad (HDPE). El dimensionamiento se realizará según la ITC-BT-21 del REBT.

8.4. GARANTÍAS

El equipamiento, así como sus componentes y accesorios, deben ser cubiertos por una garantía respecto a cualquier defecto de fabricación, por un plazo de 24 meses a contar de la fecha de puesta en servicio.

Si, durante el período de garantía, determinadas piezas presentaran desgaste excesivo o defectos frecuentes, la Dirección de Obras podrá exigir al Contratista el reemplazo de esas piezas en todas las unidades del suministro, sin costo para él. A las piezas de reemplazo se les aplicará nuevamente el plazo de garantía.

8.5. RESPONSABILIDAD DEL CONTRATISTA

La aprobación de cualquier diseño por parte de la Dirección de Obra no exime al Contratista de su plena responsabilidad en cuanto al correcto diseño y funcionamiento del equipo suministrado.

8.6. MEDICIÓN Y ABONO

La medición se realizará por metro lineal.

9. PLACA DE PROTECCIÓN DE CABLES

9.1. ALCANCES

Se establece el conjunto de requisitos para el diseño e instalación de las placas de protección de cables eléctricos.

9.2. NORMATIVA APLICABLE

Se cumplirán con las normas UNE entre la que se encuentra la siguiente normativa:

- UNE-EN-50520 Placas y cintas para la protección y señalización de los cables enterrados o los tubos enterrados en instalaciones subterráneas.
- UNE-48103 Pinturas y barnices. Colores normalizados.
- UNE-EN 50267-2-2 Métodos de ensayo comunes para cables sometidos al fuego. Ensayo de gases desprendidos durante la combustión de materiales procedentes de los cables. Parte -2-2: Procedimientos. Determinación del grado de acidez de gases de los materiales por medida del pH y la conductividad.

9.3. SUMINISTRO

Instalación de placas protectoras para protección y señalización de las líneas que discurren por las canalizaciones contra posibles agresiones y señalización de cables subterráneos. Material de placas de polietileno libre de halógenos, sin metales pesados ni contaminantes y color amarillo en parte superior y negro en parte inferior, con leyenda impresa en negro y marcado indeleble con triángulo de riesgo eléctrico y texto de aviso de cables eléctricos. Dimensiones de placas de 1000+5/-5 mm de longitud y 250 +5/-5 mm de ancho. La instalación de este producto se realizará según instrucciones del REBT.

9.4. GARANTÍAS

El equipamiento, así como sus componentes y accesorios, deben ser cubiertos por una garantía respecto a cualquier defecto de fabricación, por un plazo de 24 meses a contar de la fecha de puesta en servicio.

Si durante el período de garantía determinadas piezas presentaran desgaste excesivo o defectos frecuentes, la Dirección de Obras podrá exigir al Contratista el reemplazo de esas piezas en todas las unidades del suministro, sin costo para él. A las piezas de reemplazo se les aplicará nuevamente el plazo de garantía.

9.5. PRUEBAS Y ENSAYOS

La Dirección Facultativa se reserva el derecho a inspeccionar los equipos durante su fabricación y antes del envío. Al margen de que estas inspecciones se realicen o no, el Fabricante mantendrá su garantía y responsabilidad de enviar los equipos en las debidas condiciones.

Deberán presentarse debidamente cumplimentados los certificados y protocolos con los resultados obtenidos en los ensayos realizados para su aprobación.

- Resistencia química.
- Resistencia al corte.
- Resistencia a la tracción.
- Resistencia al impacto mediante dardo.
- Dureza.
- Elasticidad.

9.6. RESPONSABILIDAD DEL CONTRATISTA

La aprobación de cualquier diseño por parte de la Dirección de Obra no exime al Contratista de su plena responsabilidad en cuanto al correcto diseño y funcionamiento del equipo suministrado.

9.7. MEDICIÓN Y ABONOS

La medición se realizará por unidad.

10. ALUMBRADO

10.1. ALCANCES

Se establece el conjunto de requisitos para el diseño e instalación del alumbrado de la planta.

10.2. NORMATIVA APLICABLE

Se cumplirán con las normas UNE entre la que se encuentra la siguiente normativa:

- UNE-HD 60364-7-714 Instalaciones eléctricas en edificios. Parte 7: Reglas para las instalaciones y emplazamientos especiales. Sección 714: Instalaciones de alumbrado Exterior.
- UNE-HD 60364-7-715 Instalaciones eléctricas en edificios. Parte 7: Reglas para las instalaciones y emplazamientos especiales. Sección 715: Instalaciones de alumbrado a muy baja tensión.
- Real Decreto 1890/2008, de 14 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado exterior y sus Instrucciones técnicas complementarias EA-01 a EA-07.
- UNE-EN 13201 - Iluminación de carreteras.

10.3. SUMINISTRO

Se instalarán luminarias con lámparas LED de bajo consumo. Se ubicarán sobre báculos de 6 metros de altura en el caso de la iluminación perimetral y focos superficiales para operación y mantenimiento de la planta.

La luminaria a instalar será de clase I, grado de protección IP-65, IK-08, fabricada en aluminio inyectado a alta presión, con juntas de goma de silicona resistente al calor, óptica de plástico y el cierre óptico de vidrio plano endurecido térmicamente. Tendrá una vida útil mínima de 100.000 horas y no generará emisiones de CO_2.

El consumo energético y las emisiones de carbono son significativamente menores que los de las lámparas de mercurio y las fluorescentes compactas. En los apéndices se exponen las características de luminarias y lámparas en detalle.

10.4. GARANTÍAS

El equipamiento, así como sus componentes y accesorios, deben ser cubiertos por una garantía respecto a cualquier defecto de fabricación, por un plazo de 24 meses a contar de la fecha de puesta en servicio.

Si durante el período de garantía determinadas piezas presentaran desgaste excesivo o defectos frecuentes, la Dirección de Obras podrá exigir al Contratista el reemplazo de esas piezas en todas las unidades del suministro, sin costo para él. A las piezas de reemplazo se les aplicará nuevamente el plazo de garantía.

10.5. PRUEBAS Y ENSAYOS

La Dirección Facultativa se reserva el derecho a inspeccionar los equipos durante su fabricación y antes del envío. Al margen de que estas inspecciones se realicen o no, el Fabricante mantendrá su garantía y responsabilidad de enviar los equipos en las debidas condiciones.

Deberán presentarse debidamente cumplimentados los certificados y protocolos con los resultados obtenidos en los ensayos realizados para su aprobación.

10.6. RESPONSABILIDAD DEL CONTRATISTA

La aprobación de cualquier diseño por parte de la Dirección de Obra no exime al Contratista de su plena responsabilidad en cuanto al correcto diseño y funcionamiento del equipo suministrado.

10.7. MEDICIÓN Y ABONOS

La medición se realizará por unidad.

11. PUESTA A TIERRA

11.1. ALCANCES

Se establece el conjunto de requisitos para el diseño e instalación de las instalaciones de puesta a tierra de las instalaciones.

11.2. NORMATIVA APLICABLE

Se cumplirán con las normas UNE, IEC e IEEE entre la que se encuentra la siguiente normativa:

- IEC 60364-4-443 Instalaciones eléctricas de baja tensión. Parte 4-44: Protección para garantizar la seguridad. Protección contra las perturbaciones de tensión y las perturbaciones electromagnéticas. Capítulo 443: Protección contra sobretensiones de origen atmosférico o debido a conmutación.
- ANSI/IEEE 80 Guide for Safety in AC Substation Grounding

- IEEE 837 Standard for Qualifying Permanent Connections Used in Substation Grounding
- UNE 61643-11 Dispositivos de protección contra sobretensiones transitorias de baja tensión. Parte 11: Dispositivos de protección contra sobretensiones transitorias conectados a sistemas eléctricos de baja tensión. Requisitos y métodos de ensayo.

11.3. SUMINISTRO

Las soldaduras serán todas del tipo Ampac o Cuproaluminiotérmicas.

La unidad de generación dispondrá de los sistemas de puesta a tierra de protección y servicio independientes, que se instalarán a una distancia mínima entre ambas justificado, según el reglamento de alta tensión R.D. 337/2014 aplicando el método UNESA.

Las tierras interiores de las unidades de generación tendrán la misión de poner en continuidad eléctrica todos los elementos de la unidad que deban estar conectados con sus tierras exteriores.

La tierra interior de protección se realizará con cable de 50 mm^2 de cobre desnudo formando un anillo. Este cable conectará a tierra los elementos indicados en la ITC-RAT 13, e irá sujeto a las paredes mediante bridas de sujeción y conexión, conectando el anillo al final a una caja de seccionamiento con un grado de protección IP54.

La tierra interior de servicio se realizará con cable de 50 mm^2 de cobre aislado formando un anillo. Este cable conectará a tierra los elementos indicados en la ITC-RAT 13, e irá sujeto a las paredes mediante bridas de sujeción y conexión, conectando el anillo al final a una caja de seccionamiento con un grado de protección IP54.

Las cajas de seccionamiento de la tierra de servicio y protección estarán separadas por una distancia mínima de 1 m.

El sistema de puesta a tierra empleado para la generación en corriente continua es el IT y para los servicios auxiliares en alterna es TT. Para el sistema IT el neutro de los transformadores de cada unidad están aislados y todas las masas del campo solar puestas a tierra. En el caso del sistema TT el neutro de los transformadores de cada unidad está rígidamente puestos a tierra, en tierras de servicio independientes, y todas las masas y chasis conectadas a la puesta a tierra de protección. Esto quiere decir que todas las estructuras con seguidor además de los chasis de los cuadros metálicos del campo solar tienen que estar unidos en una sola tierra subterránea, mediante conductor de cobre electrolítico de 50 mm2 desnudo.

La puesta a tierra de cada seguidor consistirá en un cable de cobre enterrado de 50 mm^2, uniendo todas las mesas en una tierra única para garantizar que la resistencia de puesta a tierra de todo el parque permita la unión de ésta con las tierras de protección de las estaciones de potencia, y que la tensión de contacto de las masas no supere los 24 V. El cable de cobre se conectará con todas la hincas del seguidor garantizando la continuidad de las masas, condición que tiene que garantizar el Fabricante de la estructura metálica.

Para justificar el diseño de la instalación, previo a la obra, se deberá realizar un estudio de resistividad del terreno en época de verano o de lluvia nulas, en el que el terreno esté lo más seco posible.

En caso de que la resistividad del terreno sea elevada, se deben aplicar aditivos para reducir la resistividad a los valores de cálculo de proyecto y de esa manera conseguir que la distancia mínima de separación obligatoria entre tierras de protección y servicios no aumente sobre la calculada.

La aplicación de aditivos se realizará no sólo en la tierra de protección propia de la estación de potencia o centro de seccionamiento, sino que también se aplicará sobre las tierras del campo solar, en el área de influencia determinada por los cálculos de distancia mínima de separación entre tierras mencionado anteriormente, para la situación de resistividad del terreno más desfavorable. Esto se justifica por la necesidad de mantener la distancia mínima entre las tierras de servicio de las respectivas estaciones de potencia y la del resto del campo solar.

En caso de que no se consiga reducir la resistividad del terreno a los valores de proyecto y no se cumpla la distancia mínima entre tierras, se rediseñará y reubicarán todos los elementos necesarios para que se consigan siempre las distancias mínimas entre cualquier punto de las tierras de servicio y protección en todo el campo solar.

Las tensiones de contacto del campo solar deberán ser comprobadas previo a la puesta en funcionamiento de las instalaciones, cumpliendo con lo indicado en el REBT. Previamente se debe verificar mediante un sof ware de cálculo por elementos finitos, que la malla de puesta a tierra instalada finalmente en obra cumple con los requerimientos del REBT.

Se incluye en el suministro todos los materiales y accesorios necesarios como grapas, arquetas de registro, puentes de comprobación o cualquier equipo, material o accesorio no especificado y que hiciese falta para el suministro e instalación completa de la puesta a tierra de la planta.

11.4. GARANTÍAS

La instalación, así como sus componentes y accesorios, deben ser cubiertos por una garantía respecto a cualquier defecto de fabricación, por un plazo de 24 meses a contar de la fecha de puesta en servicio.

Si durante el período de garantía determinadas piezas presentaran desgaste excesivo o defectos frecuentes, la Dirección de Obras podrá exigir al Contratista el reemplazo de esas piezas en todas las unidades del suministro, sin costo para él. A las piezas de reemplazo se les aplicará nuevamente el plazo de garantía.

11.5. PRUEBAS Y ENSAYOS

Una vez finalizado el proceso de montaje, durante el cual el producto ha sido sometido a controles intermedios, se realizará sobre la puesta a tierra los siguientes ensayos destinados a comprobar la correcta instalación y el buen funcionamiento de la malla de puesta a tierra:

- Medida de la resistencia de puesta a tierra resultante.
- Medida de las tensiones de paso y contacto en el interior y exterior de la planta, en todos los puntos susceptibles de aparecer tensiones peligrosas, desconectando las pantallas de los cables de alta tensión del sistema colector.
- Medida de las tensiones de paso y contacto en el interior y exterior de la central, en todos los puntos susceptibles de aparecer tensiones peligrosas, conectando las pantallas de los cables de alta tensión del sistema colector.
- Ensayo de continuidad.

Si los valores obtenidos no fueran los adecuados, se adoptarán las reformas o ampliaciones necesarias de acuerdo con la Dirección de Obra.

11.6. RESPONSABILIDAD DEL CONTRATISTA

La aprobación de cualquier diseño por parte de la Dirección de Obra no exime al Contratista de su plena responsabilidad en cuanto al correcto diseño y funcionamiento del equipo suministrado.

11.7. MEDICIÓN Y ABONOS

La medición se realizará por metro lineal de conductor y unidad de pica y soldadura.

12. ESPECIFICACIONES ELÉCTRICAS GENERALES PARA CUADROS ELÉCTRICOS DE MANDO Y PROTECCIÓN EN BT Y MT.

12.1. ALCANCES

Esta parte del suministro establece el conjunto de requisitos de cualquier elemento, dispositivo, componente o accesorio que sea necesario para el diseño y construcción de los cuadros eléctricos auxiliares para los equipos principales, así como las especificaciones técnicas básicas.

Las características de los tableros, aparamenta u otros equipos incluidos en el suministro deberán ser seleccionadas de acuerdo a las características básicas de la instalación: nivel de aislamiento, intensidad nominal e intensidad de cortocircuito.

12.2. NORMATIVA APLICABLE

La instalación de servicios auxiliares de la central (continua y alterna) deberá cumplir con las partes aplicables de la última edición de las normas emitidas por las siguientes asociaciones, para materiales, diseño y pruebas:

- UNE-EN 61439 Conjuntos de aparamenta de baja tensión.
- IEC 60502 Cables de potencia con aislamiento extruido, y sus accesorios, para voltajes entre 1 y 30 kV.
- UNE-EN 60947-1 Aparamenta de baja tensión. Parte 1: Reglas generales.
- UNE-EN 60947-2: Aparamenta de baja tensión. Parte 2: Interruptores automáticos.
- UNE-EN 61439-1 Conjuntos de aparamenta de baja tensión. Parte 1: Reglas generales.
- UNE-EN 61439-2 Conjuntos de aparamenta de baja tensión. Parte 2: Conjuntos de aparamenta de potencia.
- UNE-EN 61439-3 Conjuntos de aparamenta para baja tensión. Parte 3: Cuadros de distribución destinados a ser operados por personal no cualificado.
- UNE-EN 61439-4 Conjuntos de aparamenta de baja tensión. Parte 4: Requisitos particulares para conjuntos para obras.
- UNE-EN 61439-5 Conjuntos de aparamenta de baja tensión. Parte 5: Conjuntos de aparamenta para redes de distribución pública.
- UNE-EN 61439-6 Conjuntos de aparamenta de baja tensión. Parte 6: Canalizaciones prefabricadas.
- UNE-EN 60255-5 Relés eléctricos. Parte 5: Coordinación de aislamiento para relés de medida y equipos de protección. Requisitos y ensayos.
- UNE-EN 61000-4-2 Compatibilidad electromagnética (CEM). Parte 4-2: Técnicas de ensayo y de medida. Ensayo de inmunidad a las descargas electrostáticas.

- UNE-EN 61000-4-4 Compatibilidad electromagnética (CEM). Parte 4-4: Técnicas de ensayo y de medida. Ensayos de inmunidad a los transitorios eléctricos rápidos en ráfagas.
- UNE-EN 61000-4-5 Compatibilidad electromagnética (CEM). Parte 4-5: Técnicas de ensayo y de medida. Ensayos de inmunidad a las ondas de choque.
- UNE-EN 61000-4-6 Compatibilidad electromagnética (CEM). Parte 4-6: Técnicas de ensayo y de medida. Inmunidad a las perturbaciones conducidas, inducidas por los campos de radiofrecuencia.
- UNE-EN 61000-4-11 Compatibilidad electromagnética (CEM). Parte 4-11: Técnicas de ensayo y de medida. Ensayos de inmunidad a los huecos de tensión, interrupciones breves y variaciones de tensión.
- IEC 60736 “Testing equipment for electrical meters”.
- UNE-EN 60870-5-102 Equipos y sistemas de telecontrol. Parte 5: Protocolos de transmisión. Sección 102: Normas de acompañamiento para la transmisión de totales integrados en un sistema de distribución de energía eléctrica.

12.3. CONDICIONANTES DE DISEÑO DE CUADROS ELÉCTRICOS

A continuación, se detallan los criterios de diseño para la fabricación tableros de baja tensión.

- Serán metálicos, auto-soportados, con protección IP54, realizados en chapa de acero, estructura soporte de espesor 2,5 mm y cerramiento de 2 mm, pintada con al menos una capa de imprimación y una de acabado final, y con armadura de refuerzo interior. En el caso de la utilización de tableros de menores dimensiones se verificarán las distancias entre los elementos con el fin de la correcta circulación de aire en el tablero eléctrico. Será necesario el diseño del tablero con capacidad para la ampliación y la colocación de nuevos elementos en el futuro.
- A efectos de transporte y acceso a su emplazamiento, los cuadros podrán fraccionarse y quedarán preparados para su posterior ensamblaje en obra, siendo posible dividirse en tramos cuya longitud no exceda de 3,5 m. Se suministrarán todos los accesorios necesarios para la realización de la unión de los embarrados y de los conjuntos de transporte en general.
- Los cuadros deberán estar provistos de los cáncamos o su equivalente, necesarios para su manipulación en obra.
- Cada compartimiento tendrá su propia puerta. Los embarrados, los laterales y la parte posterior e inferior estarán cubiertos por paneles.
- Cada columna vertical dispondrá de resistencia de acero inoxidable de caldeo autorregulada o controlada por termostato. El equipo dispondrá de iluminación interior por interruptor al abrir la puerta e interruptor manual. Se dispondrá de toma de corriente para mantenimiento en aquellos tableros en los que sea más probable la conexión de equipos de conexión temporal. Será necesaria la instalación de rejillas de ventilación y ventilación forzada en los casos en que los equipos instalados disipen un alto nivel de calor. El Fabricante justificará la ventilación de los equipos mediante el suministro de los cálculos de ventilación al COMPRADOR para validar el uso o no de ventilación forzada.
- La entrada de cables por la parte inferior se realizará por medio de prensaestopas de sección adecuada a los cables y conductores eléctricos.

- La sección mínima de los conductores a instalar en los cuadros es de 4 mm², el aislamiento será en XLPE y cubierta de PVC.
- La disposición de la aparamenta en el interior del cuadro será instalada conforme a los criterios de disipación de calor y facilidad de mantenimiento. De esta manera, en el caso de las bornas de entrada y salida del cuadro, se colocarán en la parte inferior los equipos de automatización y serán ubicados en zonas fácilmente visibles para el operador y, en el caso de que fuera necesario la instalación de variadores de frecuencia, estos se ubicarán en la zona superior del cuadro, lo más próximos a las rejillas de ventilación.
- Todas las partes que permanezcan con tensión en el interior de los compartimentos con los interruptores abiertos estarán aisladas o cubiertas para impedir contactos involuntarios, mediante uso de metacrilato o similar.
- Los embarrados serán tripolares, de pletina de cobre electrolítico. La sección de los embarrados y sus uniones serán dimensionadas de forma que la temperatura en el punto más caliente no sea mayor de 60°C en condiciones normales con la intensidad nominal y de 250°C con la intensidad de cortocircuito durante un segundo.
- Los embarrados, derivaciones, conexiones y sus soportes y aisladores estarán diseñados para soportar los esfuerzos eléctricos, mecánicos y térmicos impuestos por las pruebas, cargas, cortocircuitos y transporte y permitir asimismo la absorción de vibraciones, dilataciones, contracciones y movimientos debidos a cambios de temperatura.
- Las barras principales serán fijadas a la estructura del cuadro por medio de bloques aislantes de material no higroscópico.
- La tensión asignada de aislamiento de los embarrados será como mínimo 690 V.
- Las barras se identificarán en toda su longitud mediante colores normalizados.
- Todos los contactos eléctricos de pletinas y derivaciones serán plateados para evitar oxidaciones del cobre. Dichas uniones se harán de acuerdo a lo especificado en la norma DIN 43.673, referente a uniones de embarrados mediante taladros y tornillos. Los tornillos de uniones de barras y sus derivaciones serán de acero tratado y de alta resistencia.
- Una pletina de 30 x 5 mm de cobre o similar recorrerá la parte delantera inferior del cuadro, la cual debe ser accesible desde el frente, de manera que se pueda dar tierra fácilmente a la estructura metálica, aparatos que lo precisen y armaduras de todos los cables de entrada y salida. La tierra a elementos móviles se realizará con trenza flexible de cobre con una sección mínima de 6 mm². Se soldarán unos tacos de cobre a la estructura del cuadro y en ellos se atornillará dicha pletina de tierra que irá sin pintar.
- Se dará tierra a todas las puertas mediante la conexión fija correspondiente.
- En los compartimentos de cables sólo se instalarán las regletas de bornas de interconexión, no admitiéndose la instalación de otro tipo de aparatos.
- Habrá canalizaciones para los cables de control independientes de las canalizaciones de los cables de potencia.
- Las conexiones internas o externas a las bornas no entorpecerán el acceso a los cables de interconexión de fuerza o de control.

- Los cables se agruparán en zonas de recorrido común, libres de aparatos y regletas, evitando que se crucen unos con otros. Los cables irán alojados en el interior de canaletas ranuradas. En ningún caso los cables transmitirán tensiones mecánicas a las bornas.
- Las canaletas de cables cumplirán con lo especificado para los cables en cuanto a su resistencia al fuego y desprendimiento de gases.
- Los bordes de chapa frente a los que hayan de discurrir cables se protegerán con cantoneras para evitar que se dañen los aislamientos.
- Para la conexión de elementos en las puertas se tenderá el mazo de cables a través de las canaletas ranuradas ubicadas sobre la propia puerta del cuadro eléctrico.
- Los cables procedentes del campo estarán retenidos en el punto de llegada al centro. La distancia mínima desde la retención a las primeras bornas no será menor de 250 mm.
- Las conexiones a bornas serán seguras y sin tensiones mecánicas.
- Todos los cables de control procedentes del campo accederán por la parte inferior del cuadro hasta las bornas de control.
- La clasificación y disposición de las regletas de bornas será de forma que no se dificulte o interfiera en sus conexionados ni identificaciones.
- Los extremos de los cables de control estarán provistos de terminales de compresión aislados del tipo puntera para bornas de mordaza o tornillo imperdible y del tipo redondo para bornas de tornillo.
- En los cables de fuerza no será necesario el empleo de terminales, excepto en el caso de borna de tornillo en los que se utilizarán terminales redondos.
- A todas las bornas les aplicará lo especificado para los cables en cuanto a su resistencia al fuego y desprendimiento de gases. Las bornas de interconexión de los cables de control y de medida serán de tipo seccionable y se preverá un 20% más de bornas para ampliaciones futuras.
- Los cuadros poseerán un circuito de puesta a tierra que recorrerá todas las columnas y al que estarán conectados todos los elementos metálicos que los compongan. Las puertas estarán conectadas al bastidor por medio de trenzas de cobre. Para la conexión de este circuito con la red de puesta a tierra de la Central se colocarán dos tornillos de M12 o similar en los extremos de cada cuadro.
- Cada extremo de los conductores tendrá las referencias de la borna a la que está conectado y la del aparato y borna a la que lo está su otro extremo. Estas referencias se realizarán sobre manguitos de plástico, rotulada con tinta indeleble o de forma equivalente. En los conductores de circuitos de los carros extraíbles se pondrá la referencia del aparato y de la borna a la que está conectado.
- Todos los aparatos y todos los elementos se marcarán de forma indeleble y permanente con la referencia que se indique en los esquemas. Los aparatos extraíbles estarán marcados en la parte extraíble y en su parte fija. Las bornas de interconexión estarán agrupadas por circuitos y numeradas correlativamente. Todos los compartimentos de aparellaje tendrán colocada en la parte exterior de su puerta la denominación y referencia del compartimento.
- Todos los elementos de control o señalización situados en el frente del Cuadro tendrán letreros descriptivos de función. Las letras y los números tendrán una altura de 3 mm y serán de color blanco sobre fondo negro. Su fijación será por tornillos.
- En el frente de los cuadros se colocará un esquema sinóptico mediante perfil de aluminio anodizado o plástico resistente de color marrón (RAL 1011) para circuitos de 400/230 VCA y color blanco (RAL

9003) par a circuitos de 125 VDC, el cual dará una idea clara e inequívoca de la distribución de los diferentes circuitos. Los cuadros tendrán un rótulo, fijado con tornillos, con la denominación y la referencia dada, los caracteres tendrán una altura de 30 mm, serán color blanco sobre fondo negro y legible a 6 m.

12.4. GARANTÍAS

El equipamiento, así como sus componentes y accesorios, deben ser cubiertos por una garantía respecto a cualquier defecto de fabricación, por un plazo de 24 meses a contar de la fecha de puesta en servicio.

Si durante el período de garantía determinadas piezas presentaran desgaste excesivo o defectos frecuentes, el COMPRADOR podrá exigir el reemplazo de esas piezas en todas las unidades del suministro, sin costo para él. A las piezas de reemplazo se les aplicará nuevamente el plazo de garantía.

12.5. PRUEBAS Y ENSAYOS

Los tableros eléctricos de baja tensión deberán ser completamente ensamblados y ajustados en la fábrica y deberán ser sometidos a las pruebas de rutina del Fabricante en fábrica, así como a otras pruebas eléctricas y operacionales, para asegurar el funcionamiento y una operación confiable y segura del equipo. Las partes de repuesto a ser suministradas deberán estar sujetas también a estas pruebas. Todas las partes deberán ser marcadas apropiadamente e identificadas para facilitar el ensamble en la obra.

Las pruebas en fábrica de los cuadros y los métodos de pruebas utilizados deberán ajustarse a los requerimientos aplicables de las normas UNE e IEC.

Para más información ver documento de especificaciones técnicas de los respectivos equipos.

12.6. RESPONSABILIDAD DEL CONTRATISTA

La aprobación de cualquier diseño por parte del Director de Obra no exime al Contratista de su plena responsabilidad en cuanto al correcto diseño y funcionamiento del equipo suministrado.

12.7. MEDICIÓN Y ABONOS

La medición se realizará por unidad de cuadro.

13. TENDIDO DE CABLES DE FIBRA ÓPTICA

13.1. ALCANCES

Estas especificaciones técnicas se aplicarán en todo el despliegue de la red de fibra óptica, la cual queda destinada a proporcionar servicios avanzados comunicación, telecontrol y seguridad de las instalaciones.

13.2. NORMATIVA APLICABLE

El despliegue de la red necesaria y los trabajos complementarios deberán ser ejecutados en concordancia con los siguientes Reglamentos, Normas y Especificaciones técnicas:

- Ley 9/2014, de 9 de mayo, de Telecomunicaciones.
- Normas de Ensayo del Laboratorio de Transporte y Mecánica del Suelo (Ministerio de Fomento).

- Métodos de Ensayo del Laboratorio Central (Ministerio de Fomento).
- Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para las Obras de Carreteras y Puentes "Ministerio de Fomento" (PG-4/88).
- Instrucción de Carreteras de la Dirección General de Carreteras y Caminos Vecinales.
- Ley de Prevención de Riesgos laborales (ley 31/1995 de 8 de noviembre).
- Real decreto 39/1997 de 17 de enero, Reglamento de los servicios de Prevención.
- Ordenanza general de Seguridad e Higiene en el trabajo (título II) de orden del 9 de marzo de 1971.
- Real Decreto 485/1997 sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 486/1997 sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Ordenanzas Municipales de catas y canalizaciones.
- Especificaciones técnicas particulares descritas en los correspondientes permisos de Obra.
- Las presentes especificaciones técnicas.
- Otras especificaciones técnicas concretas, dadas por la Dirección Técnica de la obra (en caso de ser necesario).
- Cualesquiera otras disposiciones, normas y reglamentos que, por su carácter general y su contenido, afecten a las obras y hayan entrado en vigor en el momento de la adjudicación de éstas.

13.3. CONDICIONES GENERALES

Todos los materiales que se utilicen en las obras deberán cumplir las condiciones que se establecen en este Capítulo y ser aprobados por el Director Facultativo.

Será obligación del contratista avisar al Director Facultativo de las procedencias de los materiales que vayan a ser utilizados, con anticipación suficiente al momento de hacerlos servir, para que puedan ejecutarse los oportunos ensayos.

Todos los materiales que se propongan para su uso en el despliegue podrán ser examinados y ensayados antes de su aceptación. La aceptación, en cualquier momento, de un material, no será obstáculo para que sea rechazado en el futuro si se encuentran defectos de calidad o uniformidad. Cualquier trabajo que se realice con materiales no ensayados o no aprobados por el Director Facultativo, podrá ser considerado como defectuoso.

Los materiales se almacenarán de tal manera que se asegure la conservación de sus características y aptitudes para el uso en la Obra y de forma que facilite su inspección.

Todo material que no cumpla las especificaciones o haya sido rechazado, será retirado de la Obra inmediatamente, excepto si tiene autorización del Director Facultativo.

13.4. MATERIALES

13.4.1. CABLES DE FIBRA ÓPTICA

Para la instalación planeada, se utilizará fibra óptica monomodo que cumplirán la recomendación ITU-T G.652, con protección en cubierta. Cubiertas de material termoplástico (LSZH) o Polietileno e hilos de Kevlar®.

Para las redes de alimentación y distribución se utilizarán cables de exterior con capacidades de 256, 128, 64, 32, 16 y 8 fibra ópticas del tipo KP.

13.4.2. TUBO DE POLIETILENO CORRUGADO 50MM

Características físicas

- Densidad nominal pigmentado (gr/cm3. a 23º C) 0,942 < d < 0,959
- Punto de reblandecimiento VICAT (1 kg) ºC > 110
- Índice de fluidez (gr/10 min.) 0,1 < IF < 0,6
- Calor específico (cal/gr/ºC) 0,55
- Coeficiente de dilatación (mm/m. ºC) 0,2
- Conductibilidad térmica (Kcal/m. ºC) 0,35
- Contenido en negro de carbono (%) (tubo negro) 2,5 ± 0,5% en peso
- Dispersión del negro de carbono (tubo negro). Valor medio máximo tipo 4. Contenido en antioxidantes (%) (Tiempo de inducción) a 210º C. en D.S.C. > 10 minutos
- Comportamiento al calor (%) < 2,5
- Estanqueidad (6 kg/cm2, durante 3 min.) No deben existir pérdidas.
- Coeficiente de fricción de la superficie interna frente al cable F.O. < 0,1
- Coeficiente de fricción de la superficie externa frente a tubo de PVC < 0,132

Características mecánicas

- Resistencia a la presión interna 1 h. a 20º C No debe romperse
- Resistencia al impacto (I/m.) No debe romperse Dureza shore D. 3 sg.
- Módulo elasticidad (MPa) > 850
- Módulo de flexión (MPa) > 700
- Resistencia a la tracción (MPa) > 20
- Alargamiento a la rotura (%)> 500

Tendido de los tubos

El tendido de conducto es la acción propia de desplegar el conducto con sus microductos entre los extremos a conectar, existiendo varios métodos de tendido según la zona en la que realizar el tendido de conducto.

En las labores de tendido de conductos se deben tomar una serie de precauciones iníciales que permitan desarrollar el proceso con las mayores garantías:

Debe realizarse un replanteo previo en el terreno comprobando la veracidad y exactitud del diseño en los planos, midiendo con una rueda las distancias entre arquetas o cámaras de registro.

La longitud media de las bobinas de conducto varía entre 1000 y 2000 metros, y para el tendido en canalización existente se elegirá un punto intermedio para que como máximo se pueda tirar de 1000 metros que es la distancia de seguridad establecida.

En los procesos de transporte, carga y descarga se empleará un camión con grúa que disponga de los materiales y herramientas necesarios para estas operaciones.

La bobina se colocará junto a la cámara o arqueta asignada, se suspenderá sobre gatos o grúa de manera que pueda girar libremente en el sentido indicado por el fabricante y saliendo el tubo del carrete por la parte superior.

No se debe liberar la punta del tubo hasta el momento de iniciar el tendido.

Es requisito fundamental a la hora del tendido conocer las características de los tubos. Al desenrollar el tubo de la correspondiente bobina, se observará si la cubierta se presenta en perfecto estado. En caso de encontrar defectos, grietas o roturas se parará el tendido y se avisará a la dirección de obra.

El personal empleado para la instalación de conductos en canalización deberá de estar lo suficientemente instruido y uniformado para tal efecto. El personal deberá de contar con los medios de seguridad, vehículos y herramientas necesarias para la ejecución correcta de esta actividad.

La tracción del conducto debe realizarse en el sentido de su generatriz. No se ha de doblar el conducto para obtener mejor apoyo durante su tendido.

Las personas que intervienen en la operación de tendido, especialmente las situadas junto a la bobina, deben observar atentamente el tubo según salga de ella, a fin de denunciar cualquier deterioro aparente de éste. En aquel caso en el que se detecte alguno, ha de ser comunicado instantáneamente a la dirección de obra, quien decide si se debe continuar o no con el proceso.

Todo el material y equipos a utilizar serán inspeccionados previamente al tendido para verificar su estado. Cualquier anomalía en los materiales o equipos, así como en el cable, antes o durante el proceso de tendido serán comunicados inmediatamente al responsable del tendido.

En ningún momento de la instalación del conducto se deberá de exceder el límite de tracción, por ello debe limitarse la carga de tracción con algún dispositivo mecánico o medirse la tensión mediante un dinamómetro donde se pueda visualizar el valor de tensión. El dinamómetro se colocará en el extremo del conducto por donde se tira.

El criterio elegido para la realización del tendido depende del segmento en cuestión y del grado de ocupación de la canalización, quedando determinado el criterio de tendido en el replanteo anterior a la instalación.

El tendido se realizará manualmente con operarios experimentados en el proceso.

El tendido de las bobinas deberá realizarse sin cortarlas, de forma que los únicos empalmes admitidos serán los obligatorios por la longitud total de cada bobina. De esta forma se evitarán empalmes innecesarios consiguiendo un enlace con la mínima pérdida posible del flujo de aire en el interior de tubos.

13.4.3. MANGUITOS DE EMPALME

Los manguitos de empalme para conductos corrugados o lisos de doble pared se fabricarán en polietileno de alta densidad (HDPE), y cumplirán las especificaciones requeridas para los tubos.

Por su parte interior los manguitos disponen de un nervio o resalte central, que hace las funciones de tope de recorrido para el ensamblaje del tubo.

Los conductos corrugados se insertarán a presión dentro del manguito, provistos de unas juntas tóricas de caucho deformable, que actuarán como juntas de estanqueidad.

13.4.4. TAPONES DE OBTURACIÓN PARA CONDUCTOS DE PE

El obturador se introducirá en el conducto y actuando sobre una leva se ejercerá presión sobre un cilindro de goma que sella contra la pared interior del conducto. Cada obturador dispondrá de un ojal en el extremo interior para permitir la colocación del hilo guía.

Todos los componentes estarán fabricados con materiales no corrosivos. El anillo de sellado es de una goma elastomérica y los componentes plásticos de poliamida con fibra de vidrio. Garantizará un sellado estanco en un 100% de los casos, hasta una presión interior de 1,5 atmósferas.

Será totalmente reutilizable.

Los tapones de obturación de conductos llevarán impresas las características siguientes:

- Marca del fabricante
- Intervalo de obturación
- Fecha de fabricación

13.4.5. ADHESIVO DE UNIÓN PARA CONDUCTOS LISOS Y MANGUITOS

Producto de unión para encolado de conductos lisos de PVC y polietileno. Se emplea para unir los conductos entre sí y también para unir conductos y manguitos de empalme o piezas especiales de derivación.

Se suministrará habitualmente en botes de 1 kg.

Se usa este producto de unión conjuntamente con el limpiador o disolvente correspondiente. Éste debe aplicarse siempre a las bocas de los conductos que se pretende encolar antes de la aplicación del adhesivo.

13.4.6. HILO GUÍA

- Cuerda de nylon de alta tenacidad, de tres cabos.
- Resistencia a tracción mínima de 300 KP.
- Diámetro superior a 3 mm.
- Se suministrará en bobinas de una longitud mínima de 1000 m.

13.5. TENDIDO DEL CABLE DE FIBRA ÓPTICA

El tendido de cable es la acción propia de desplegar el cable de fibra óptica entre los extremos a conectar, existiendo varios métodos de tendido según la zona en la que realizar el tendido de cable.

Independientemente del método de tendido que se emplea se han de mantener las siguientes indicaciones generales:

- En todo momento se respeta el mínimo radio de curvatura del cable de fibra óptica a instalar.
- La bobina se coloca suspendida sobre gatos o grúa, de manera que pueda girar libremente y de forma que el cable salga de la bobina por su parte superior.
- La tracción del cable debe realizarse en el sentido de su generatriz. No se ha de doblar el cable para obtener mejor apoyo durante su tendido.
- Las personas que intervienen en la operación de tendido, especialmente las situadas junto a la bobina, deben observar atentamente el cable según salga de ella, a fin de denunciar cualquier deterioro

aparente de éste. En aquel caso en el que se detecte alguno, ha de ser comunicado instantáneamente a su jefe inmediato, quien decide si se debe continuar o no con el proceso.

- El cable debe quedar correctamente sujeto e inmovilizado. Para ello se utilizan sistemas de fijación adecuados, bien atornillables, sujetos con tirafondos o abrazaderas, no debiendo en ningún caso alterar las propiedades de las fibras y teniendo que permitir la dilatación de la fibra instalada en caso de ser necesario.

13.6. INSTALACIONES DE CAJAS Y MEDIDAS

Independientemente del tipo de trabajos de empalme a realizar (empalmes rectos o en derivación) y del tipo de caja de empalme implicada, el Contratista estará obligado a la ejecución de las siguientes tareas:

- Antes del comienzo de los trabajos, el Jefe de Obra de la Contrata constatará como mínimo:
  - La localización exacta de los cables que van a intervenir en los empalmes comprobando la existencia de una ganancia de cable que permita realizar las operaciones de empalme. Este excedente de cable se habrá dejado en el momento del tendido.
  - El estado de los recintos públicos o privados en los que se alojarán las cajas de empalme haciendo especial hincapié en cables o elementos activos o pasivos existentes que no deben verse modificados ni sufrir daño alguno como consecuencia de la realización de los trabajos.
  - La identificación de los cables ópticos involucrados en los trabajos
- Tomar las precauciones necesarias para evitar daños sobre cables o elementos sitos en la ubicación de los trabajos. Se extremarán estas precauciones en la manipulación de cajas de empalme con fibras ópticas en servicio. En caso de producirse daños, la Contrata asumirá los costes asociados a las reparaciones de los mismos.
- Señalizar las obras según las leyes y normativa vigente. Particularmente, respetará las normas y requerimientos a cargo del titular gestor del terreno donde se realizan los trabajos. Esta obligación se extiende al depósito de los materiales, taller, y estacionamiento de máquinas o vehículos necesarios para el desarrollo de la obra.
- Conocer toda la documentación como puede ser:
  - Nomenclatura de identificación de los cables ópticos a intervenir.
  - Características, estructura y códigos de colores de los tubos y fibras de cada uno de los cables.
  - Carta de empalmes con el detalle de la correspondencia de fibras a empalmar de cada uno de los cables ópticos.
  - Demás información relevante para la correcta ejecución de los trabajos
- Realizar la manipulación de los cables ópticos de manera que:
  - Se respete siempre el radio de curvatura mínimo de los cables para evitar que sufran deterioros graves, tales como atenuaciones permanentes por estrés de las fibras, envejecimiento prematuro por daños en la cubierta o incluso rotura de las fibras.
  - Se eviten esfuerzos de tracción por encima del máximo admisible del cable.
  - Se evite que el cable sufra aplastamientos, roces, cizalladuras o abrasiones que podrían modificar sus características mecánicas y físicas.

- Los empalmes y demás operaciones sobre cajas de empalme se realizarán preferentemente en un vehículo acondicionado para dicho fin o bien en una mesa adyacente pero nunca en el interior de las arquetas o cámaras de registro.
- Disponer en obra de todos los equipos, herramientas y maquinaria precisa para la correcta ejecución de los trabajos.

13.7. LIMPIEZA Y CONSERVACIÓN DE LAS OBRAS

La obra se mantendrá en el mejor estado de limpieza posible, evitándose la acumulación de escombros y productos sobrantes, y almacenándose los acopios de materiales en lugares ocultos.

Los gastos de conservación durante el plazo de garantía comprendido entre las recepciones parciales y la definitiva correrán a cargo del contratista. Las reparaciones por vicios de obras o por defectos en las instalaciones serán de cuenta del contratista.

14. ARQUETAS ELÉCTRICAS

Las arquetas se difieren en tamaños y tipo de tapa de fundición.

14.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES

- Medidas superiores (a x l mm):
  - 625 x 535 mm para tipo A1
  - 1250 x 725 mm para tipo A2
- Medidas inferiores (a x l mm):
  - 1070 x 980 mm para tipo A1
  - 1530 x 1005 mm para tipo A2
- Profundidad (mm): 1000 para A2
- Hormigón en masa o armado vibrado de resistencia 350 KP/cm2.
- Acero para armar AEH 500 S de límite elástico 5.100 KP/cm2.
- Coeficiente de minoración del hormigón de valor 1,4.
- Coeficiente de minoración del acero de valor 1,4.
- Coeficiente de mayoración de cargas de valor 1,4.
- Incorporarán ventanas rectangulares de 30 x 30 cm para acceso de
- Conductos en todos sus laterales y orificio de drenaje Ø 40 mm.
- Acabado interior "hormigón visto".

14.2. CARÁCTERÍSTICAS TAPAS Y MARCOS DE ARQUETAS

- Medidas de paso libre:
  - 720 x 640 mm para tipo A1
  - 2 tapas de 720 x 640 mm para tipo A2
- Material: Fundición GE-507 y según ISO 1083
- Clase: D400, según UNE-EN-124
- Revestimiento: Pintura hidrosoluble negra

14.3. GARANTÍAS

El equipamiento, así como sus componentes y accesorios, deben ser cubiertos por una garantía respecto a cualquier defecto de fabricación, por un plazo de 24 meses a contar de la fecha de puesta en servicio.

Si durante el período de garantía determinadas piezas presentaran desgaste excesivo o defectos frecuentes, la Dirección de Obras podrá exigir al Contratista el reemplazo de esas piezas en todas las unidades del suministro, sin costo para él. A las piezas de reemplazo se les aplicará nuevamente el plazo de garantía.

14.4. RESPONSABILIDAD DEL CONTRATISTA

La aprobación de cualquier diseño por parte de la Dirección de Obra no exime al Contratista de su plena responsabilidad en cuanto al correcto diseño y funcionamiento del equipo suministrado.

14.5. MEDICIÓN Y ABONO

La medición se realizará por unidad de arqueta.

CAPÍTULO V: PRUEBAS PARA RECEPCIONES

1. PRUEBAS PARA LA RECEPCIÓN DE LAS OBRAS

Para la recepción de las obras, una vez terminadas, la Dirección de la Obra, procederá en presencia de los representantes del Contratista, a efectuar los reconocimientos y ensayos que se estimen necesarios para comprobar que las obras han sido ejecutadas con sujeción al presente Proyecto, las modificaciones autorizadas y a las órdenes de la Dirección de la Obra.

No se recibirá ninguna instalación eléctrica que no haya sido probada con su tensión de servicio normal y demostrado su perfecto funcionamiento.

2. CONDICIÓN PREVIA AL RECONOCIMIENTO DE LAS OBRAS

Antes del reconocimiento de las obras, el Contratista retirará de las mismas, hasta dejarlas completamente limpias y despejadas, todos los materiales sobrantes, restos, embalajes, bobinas de cables, medios auxiliares, tierras sobrantes de las excavaciones y rellenos, escombros, etc.

En Sevilla, a febrero de 2026

El Graduado en Ingeniería Eléctrica



Óscar Reyes Blanco

Colegiado nº: 12.188. C.O.G.I.T.I.S.E.

<table>
<tr><td>Emisor</td><td colspan="7">  </td></tr>
<tr><td>Receptor</td><td colspan="7">  </td></tr>
<tr><td>Proyecto</td><td colspan="7">PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO DE HIBRIDACIÓN DE LA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA “IERÓN” MEDIANTE LA INSTALACIÓN DE 11MW DE BATERÍAS EN EL T.M. DE MONTÁNCHEZ (CÁCERES)”</td></tr>
<tr><td>Título</td><td colspan="7">DOCUMENTO 4. PRESUPUESTO</td></tr>
<tr><td rowspan="4">Código</td><td>Negocio</td><td>Proyecto</td><td>Emisor</td><td>Disciplina</td><td>Documento</td><td>Nº Documento</td><td>Revisión</td></tr>
<tr><td>[AAA]</td><td>[BBB]</td><td>[CCCCCC]</td><td>[DDD]</td><td>[EEE]</td><td>[#####]</td><td>[FF]</td></tr>
<tr><td>BES</td><td>IER</td><td>MAGOP</td><td>PEJ</td><td>DOC</td><td>0004</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="4">BES-IER-MAGOP-PEJ-DOC-0004</td><td colspan="2">Fecha</td><td>11/02/2026</td></tr>
</table>

Revisión/ Edición	Fecha	Realizado	Revisado	Aprobado	Modificaciones
1	11/02/2026	PRS	JMCM	ORB	

ÍNDICE GENERAL

1. PRESUPUESTO DESCOMPUESTO 3

2. RESUMEN PRESUPUESTO CAPÍTULOS Y SUBCAPÍTULOS 19

3. RESUMEN DEL PRESUPUESTO 22

1. PRESUPUESTO DESCOMPUESTO

PRESUPUESTO DESCOMPUESTO					
Nº	**UD**		**Medición**	**Precio Unitario (€/Ud)**	**Total (€)**
CAPÍTULO 1. TRABAJOS PREVIOS					
1.1		**ESTUDIOS PREVIOS**			
1.1.1	ud	**Estudio geológico-geotécnico** Realización de estudio geotécnico y realización de informe. Deberá incluir cálculo de la capacidad portante del terreno, evaluación de riesgos de expansividad de arcillas, ensayos de resistividad eléctrica, ensayos de resistividad térmica, ensayos para determinación de ataque químico al hormigón y al acero de suelos y agua freática, determinación de asientos de cimentaciones superficiales, y recomendaciones de cimentaciones para los equipos a instalar	1,00	3.447,42	3.447,42 €
1.1.2	ud	**Levantamiento topográfico** Realización de levantamiento topográfico y realización de informe del estado actual de la parcela, previa a la ejecución de la obra y levantamiento topográfico tras la ejecución final de la obra	1,00	2.500,00	2.500,00 €
		Subtotal 1.1			**5.947,42 €**
1.2		**INGENIERÍA CONSTRUCTIVA**			
1.2.1	ud	**Ingeniería de detalle para construcción** Desarrollo de la ingeniería de detalle mediante todos los entregables necesarios para la correcta ejecución de la obra	1,00	50.000,00	50.000,00 €
		Subtotal 1.2			**50.000,00 €**
TOTAL CAPÍTULO 1. TRABAJOS PREVIOS					**55.947,42 €**
CAPÍTULO 2. OBRA CIVIL					
2.1		**MOVIMIENTOS DE TIERRAS**			
2.1.1	m^2	**Desbroce y limpieza del terreno, con medios mecánicos** Limpieza y desbroce del terreno hasta una profundidad de 20 cm, incluso talado, destoconado de arbolado, carga y transporte de productos sobrantes a vertedero, terminado.	4.932,66	0,97	4.761,39 €
2.1.2	m^3	**Excavación en desmonte con medios mecánicos** Excavación en desmonte con medios mecánicos, sin explosivos, en tierras, carga y transporte a vertedero o al lugar de utilización dentro de la obra sea cual sea la distancia.	5.854,40	5,00	29.260,29 €
2.1.3	m^3	**Relleno en terraplén con material procedente de excavación** Relleno en formación de terraplén procedente de la excavación, incluso extendido, humectación, nivelación, compactación, terminación y refino de taludes; hasta alcanzar una densidad seca no inferior al 95% de la máxima obtenida en el ensayo Proctor Modificado, realizado según UNE 103501.	5.605,85	12,54	70.280,54 €
		Subtotal 2.1			**104.302,23 €**
2.2		**CIMENTACIÓN DE MÓDULOS DE ALMACENAMIENTO**			
2.2.1	m^3	**Excav. Mecánica a cielo abierto** Excavación en terrenos compactos con pala retro-cargadora, incluso ayuda manual en las zonas de difícil acceso, limpieza y extracción de restos a los bordes o carga sobre transporte.	42,88	2,11	90,57 €
2.2.2	m^3	**Transporte de tierra** Transporte de tierras con camión dumper de 25 t tracción total, cargado con pala cargadora (diferente a la que excava), a una distancia media de 10 km considerando ida y vuelta	53,61	1,75	93,76 €
2.2.3	m^3	**Hormigón de limpieza**	21,44	126,13	2.704,42 €

		Hormigón de limpieza HM-15, de consistencia plástica, tamaño máximo del árido 20 mm y 10 cm de espesor, elaborado, transportado y puesto. Medido el volumen ejecutado.			
2.2.4	m³	**Hormigón para armar en elementos de cimentación** Hormigón para armar en losas de cimentación, HA-25/B/20/XC2, fabricado en central, y vertido con bomba.	42,88	269,50	11.557,35 €
2.2.5	kg	**Acero para hormigón** Acero B 500 S para montaje en elementos de cimentación (corte, doblado y conformado). Incluso alambre de atar y separadores.	3.087,68	1,93	5.943,78 €
2.2.6	m²	**Encofrado para elemento de cimentación** Montaje de sistema de encofrado recuperable de madera, para elementos de cimentación, formado por tablones de madera, amortizables en 2 usos, y posterior desmontaje del sistema de encofrado. Incluso elementos de sustentación, fijación y acodalamientos necesarios para su estabilidad y líquido desencofrante, para evitar la adherencia del hormigón al encofrado.	13,13	34,05	446,84 €
		Subtotal 2.2			**20.836,71 €**
2.3		**CIMENTACIÓN DE ESTACIONES DE POTENCIA (STS)**			
2.3.1	m³	**Excav. Mecánica a cielo abierto** Excavación en terrenos compactos con pala retro-cargadora, incluso ayuda manual en las zonas de difícil acceso, limpieza y extracción de restos a los bordes o carga sobre transporte.	9,40	2,21	20,76 €
2.3.2	m³	**Transporte de tierra** Transporte de tierras con camión dumper de 25 t tracción total, cargado con pala cargadora (diferente a la que excava), a una distancia media de 10 km considerando ida y vuelta.	11,75	1,83	21,48 €
2.3.3	m³	**Hormigón de limpieza** Hormigón de limpieza HM-15, de consistencia plástica, tamaño máximo del árido 20 mm y 10 cm de espesor, elaborado, transportado y puesto. Medido el volumen ejecutado.	3,76	131,86	495,79 €
2.3.4	m³	**Hormigón para armar en elementos de cimentación** Hormigón para armar en losas de cimentación, HA-25/B/20/XC2, fabricado en central, y vertido con bomba.	11,28	281,75	3.178,14 €
2.3.5	kg	**Acero para hormigón** Acero B 500 S para montaje en elementos de cimentación (corte, doblado y conformado). Incluso alambre de atar y separadores.	834,72	2,01	1.679,87 €
2.3.6	m²	**Encofrado para elemento de cimentación** Montaje de sistema de encofrado recuperable de madera, para elementos de cimentación, formado por tablones de madera, amortizables en 2 usos, y posterior desmontaje del sistema de encofrado. Incluso elementos de sustentación, fijación y acodalamientos necesarios para su estabilidad y líquido desencofrante, para evitar la adherencia del hormigón al encofrado.	5,92	35,59	210,76 €
		Subtotal 2.3			**5.606,80 €**
2.4		**CIMENTACIÓN DE CENTRO DE SECCIONAMIENTO**			
2.4.1	m³	**Excav. Mecánica a cielo abierto** Excavación en terrenos compactos con pala retro-cargadora, incluso ayuda manual en las zonas de difícil acceso, limpieza y extracción de restos a los bordes o carga sobre transporte.	39,00	2,21	86,11 €
2.4.2	m³	**Transporte de tierra** Transporte de tierras con camión dumper de 25 t tracción total, cargado con pala cargadora (diferente a la que excava), a una distancia media de 10 km considerando ida y vuelta	48,75	1,83	89,14 €
2.4.3	m³	**Hormigón de limpieza**	15,60	131,86	2.057,00 €

		Hormigón de limpieza HM-15, de consistencia plástica, tamaño máximo del árido 20 mm y 10 cm de espesor, elaborado, transportado y puesto. Medido el volumen ejecutado.			
2.4.4	m^3	**Hormigón para armar en elementos de cimentación** Hormigón para armar en losas de cimentación, HA-25/B/20/XC2, fabricado en central, y vertido con bomba.	46,80	281,75	13.185,90 €
2.4.5	kg	**Acero para hormigón** Acero B 500 S para montaje en elementos de cimentación (corte, doblado y conformado). Incluso alambre de atar y separadores.	3.884,40	2,01	7.817,36 €
2.4.6	m^2	**Encofrado para elemento de cimentación** Montaje de sistema de encofrado recuperable de madera, para elementos de cimentación, formado por tablones de madera, amortizables en 2 usos, y posterior desmontaje del sistema de encofrado. Incluso elementos de sustentación, fijación y acodalamientos necesarios para su estabilidad y líquido desencofrante, para evitar la adherencia del hormigón al encofrado.	8,25	35,59	293,64 €
		Subtotal 2.4			**23.529,14 €**
2.5		**CANALIZACIONES PARA BAJA TENSION**			
2.5.1	ml	**Zanjas BT CC Tipo 1 para cableado CC (BESS-PCS)** Ejecución de cuyo alcance incluye: - Excavación en zanjas de 67 cm de ancho y 75 cm de profundidad, incluidos pozos para la instalación de arqueta, en cualquier clase de terreno con extensión de tierras al borde. - Nivelado de zanjas con capas de 10 cm de arena, incluso extendido, refino y riego. - Tendido y conexionado de cable de PAT en zanja. - Suministro y tendido de tubo corrugado en polietileno de doble capa de 63 mm de diámetro. - Tendido de conductores de cable de baja tensión, incluyendo montaje del cable dentro de los tubos de 63mm. - Suministro y tendido de cintas señalizadora para conducciones soterradas. - Relleno localizado con tierra procedente de la excavación apisonada con medios manuales en zanja.	30,98	6,89	213,57 €
2.5.2	ml	**Zanjas BT CC Tipo 2 para cableado CC (BESS-PCS)** Ejecución de cuyo alcance incluye: - Excavación en zanjas de 140 cm de ancho y 75 cm de profundidad, incluidos pozos para la instalación de arqueta, en cualquier clase de terreno con extensión de tierras al borde. - Nivelado de zanjas con capas de 10 cm de arena, incluso extendido, refino y riego. - Tendido y conexionado de cable de PAT en zanja. - Suministro y tendido de tubo corrugado en polietileno de doble capa de 63 mm de diámetro. - Tendido de conductores de cable de baja tensión, incluyendo montaje del cable dentro de los tubos de 63mm. - Suministro y tendido de cintas señalizadora para conducciones soterradas. - Relleno localizado con tierra procedente de la excavación apisonada con medios manuales en zanja.	38,94	8,04	313,22 €
2.5.3	ml	**Zanjas BT CC Tipo 3 para cableado CC (BESS-PCS)**	10,89	9,19	100,13 €

		Ejecución de cuyo alcance incluye: - Excavación en zanjas de 140 cm de ancho y 88 cm de profundidad, incluidos pozos para la instalación de arqueta, en cualquier clase de terreno con extensión de tierras al borde. - Nivelado de zanjas con capas de 10 cm de arena, incluso extendido, refino y riego. - Tendido y conexionado de cable de PAT en zanja. - Suministro y tendido de tubo corrugado en polietileno de doble capa de 63 mm de diámetro. - Tendido de conductores de cable de baja tensión, incluyendo montaje del cable dentro de los tubos de 63mm. - Suministro y tendido de cintas señalizadora para conducciones soterradas. - Relleno localizado con tierra procedente de la excavación apisonada con medios manuales en zanja.			
2.5.4	ml	**Zanjas para cableado de alimentación de SSAA** Ejecución de cuyo alcance incluye: - Excavación en zanjas de 50 cm de ancho y 96,3 cm de profundidad, incluidos pozos para la instalación de arqueta, en cualquier clase de terreno con extensión de tierras al borde. - Nivelado de zanjas con capas de 10 cm de arena, incluso extendido, refino y riego. - Tendido y conexionado de cable de PAT en zanja. - Suministro y tendido de tubo corrugado en polietileno de doble capa de 63 mm de diámetro. - Tendido de conductores de cable de baja tensión, incluyendo montaje del cable dentro de los tubos de 63mm. - Suministro y tendido de cintas señalizadora para conducciones soterradas. - Relleno localizado con tierra procedente de la excavación apisonada con medios manuales en zanja.	269,80	8,04	2.170,26 €
2.5.5	ud	**Zanjas COM Hormigonada - Cruzamiento de línea de comunicación con viales interiores.** Ejecución de cuyo alcance incluye: - Excavación de zanja de aproximadamente 40 cm de ancho y 45 cm de profundidad, incluyendo los huecos necesarios para la instalación de arquetas de registro, en cualquier tipo de terreno, con acopio de tierras al borde de la excavación. - Suministro y tendido de tubo corrugado de polietileno de doble pared, de diámetro adecuado para canalizaciones de telecomunicaciones. - Ejecución de lecho y relleno de protección mediante hormigón en masa tipo HM-20, envolviendo la canalización según normativa. - Suministro y tendido de cable de fibra óptica bajo tubo, incluyendo su correcta instalación y guiado en el interior de la canalización. - Colocación de elementos de señalización y protección, mediante cinta señalizadora específica para conducciones de telecomunicaciones. - Suministro y montaje de arquetas de registro de comunicaciones en los extremos del trazado o en los puntos necesarios, prefabricadas de hormigón, registrables, con marco y tapa adecuados para uso exterior. - Relleno final de la zanja con tierras procedentes de la excavación, compactadas por medios manuales o mecánicos ligeros.	14,58	34,47	502,61 €
		Subtotal 2.5			**3.299,79 €**
2.6		**CANALIZACIONES PARA MEDIA TENSIÓN Y COMUNICACIÓN**			
2.6.1	ml	**Zanjas MT Tipo 1**	37,63	20,68	778,38 €

		Ejecución de cuyo alcance incluye: - Excavación en zanjas de 40 cm de ancho y 95 cm de profundidad, incluidos pozos para la instalación de arqueta, en cualquier clase de terreno con extensión de tierras al borde. - Nivelado de zanjas con capas de 10 cm de arena, incluso extendido, refino y riego. - Tendido y conexionado de cable de PAT en zanja. - Tendido de conductores de media tensión. - Tendido de cables de comunicación bajo tubo, incluyendo montaje del cable dentro de los tubos de 63mm. - Suministro y tendido de placa de protección y cintas señalizadora para conducciones soterradas. - Suministro y montaje de arqueta de conexión eléctrica a la entrada de la subestación, prefabricada de hormigón, sin fondo, registrable, con marco de chapa galvanizada y una tapa de fundición. - Relleno localizado con tierra procedente de la excavación apisonada con medios manuales en zanja.			
2.6.2	ml	**Zanjas MT Tipo 2** Ejecución de cuyo alcance incluye: - Excavación en zanjas de 60 cm de ancho y 95 cm de profundidad, incluidos pozos para la instalación de arqueta, en cualquier clase de terreno con extensión de tierras al borde. - Nivelado de zanjas con capas de 10 cm de arena, incluso extendido, refino y riego. - Tendido y conexionado de cable de PAT en zanja. - Tendido de conductores de media tensión. - Tendido de cables de comunicación bajo tubo, incluyendo montaje del cable dentro de los tubos de 63mm. - Suministro y tendido de placa de protección y cintas señalizadora para conducciones soterradas. - Suministro y montaje de arqueta de conexión eléctrica a la entrada de la subestación, prefabricada de hormigón, sin fondo, registrable, con marco de chapa galvanizada y una tapa de fundición. - Relleno localizado con tierra procedente de la excavación apisonada con medios manuales en zanja.	6,59	20,68	136,41 €
		Subtotal 2.6			**914,79 €**
2.7		**CRUZAMIENTOS DE CANALIZACIONES DENTRO DE LA PLANTA**			
2.7.1	ud	**Zanjas MT Tipo 1H - Cruzamiento de línea MT con viales interiores.** Ejecución de cuyo alcance incluye: - Excavación en zanjas de 60 cm de ancho y 113 cm de profundidad, incluidos pozos para la instalación de arquetas, en cualquier clase de terreno con extensión de tierras al borde. - Suministro y tendido de tubo corrugado en polietileno de doble capa de 250 mm de diámetro. - Relleno de la primera capa de hormigón en masa HM-20. - Tendido de cables de SSAA bajo tubo, incluyendo montaje del cable dentro de los tubos de 63mm. - Suministro y tendido de placa de protección y cintas señalizadora para conducciones soterradas. - Suministro y montaje de dos arqueta de conexión eléctrica en ambos extremos del cruce, prefabricadas de hormigón, sin fondo, registrables, con marco de chapa galvanizada y una tapa de fundición. - Relleno localizado con tierra procedente de la excavación apisonada con medios manuales en zanja.	8,55	112,62	963,05 €
		Subtotal 2.7			**963,05 €**
2.8		**URBANIZACIÓN DE LA PLANTA**			

2.8.1	ml	**Vallado perimetral planta almacenamiento** Vallado de parcela mediante malla cinegética color verde carruaje anudada de 200/16/30 y una altura de 2 metros, incluso zanja pilote de cimentación de hormigón en masa HM-20 de 0,16 m2 y profundidad de 75 mm, colocación de tubos, nivelado y aplomado, colocación de malla cinegética, incluso puertas de entrada de doble hoja abatible, tensores, grapas y todos los elementos necesarios, totalmente terminados y colocados.	280,52	15,33	4.300,30 €
2.8.2	ml	**Puertas de 5 metros abatible** Vallado de parcela mediante malla cinegética color verde carruaje anudada de 200/16/30 y una altura de 2 metros, incluso zanja pilote de cimentación de hormigón en masa HM-20 de 0,16 m2 y peofundidad de 75 mm, colocación de tubos, nivelado y aplomado, colocación de malla cinegética, incluso puertas de entrada de doble hoja abatible, tensores, grapas y todos los elementos necesarios, totalmente terminados y colocados.	2,00	287,29	574,57 €
2.8.3	ud	**Báculos de acero doble brazo** Suministro e instalación de postes de acero color verde carruaje de 6-8 m de altura para iluminación. Incluye la ejecución de cimentación de hormigón en masa HM-20.	12,00	603,30	7.239,59 €
2.8.4	ud	**Luminarias perimetrales** Suministro e instalación de luminarias LED de bajo consumo, con potencia de 100 W y temperatura de color de 3000K (luz neutra), destinados a proporcionar una iluminación eficiente y de calidad en la planta. La previsión según los estudios preliminares es de instalar 1 por báculo. Incluye tanto la provisión de los equipos como la mano de obra para su correcta instalación.	24,00	229,83	5.515,88 €
		Subtotal 2.8			**17.630,34 €**
TOTAL CAPÍTULO 2. OBRA CIVIL					**177.082,86 €**
CAPÍTULO 3. VIALES Y DRENAJES					
3.1		**FIRMES**			
3.1.1	ml	**Ejecución de viales** Ejecución de viales de 4 m de ancho, cuyo alcance incluye: - Explanación, refino y nivelación de terrenos, por medios mecánicos, en terrenos limpiados superficialmente con máquinas. - Ejecución de subbase de suelo seleccionado con tierras realizado con suelo seleccionado adecuado tipo S3 procedente de desmonte o préstamos, con medios mecánicos, en tongadas de 40 cm comprendiendo: extendido, regado y compactado al 100% proctor normal. - Ejecución de zahorra artificial en capas de base (husos ZA(20)/ZA(25)), puesto en obra, extendida y compactada, incluso preparación de la superficie de asiento, en capas de 20 cm. de espesor. Desgaste de los ángeles de los áridos < 25. - Suministro e instalación de señalización para viales.	189,80	53,44	10.142,85 €
		Subtotal 3.1			**10.142,85 €**
3.2		**DRENAJE SUPERFICIAL**			
3.2.1	ud	**Ejecución de vado ondulante tipo 1** Obra de paso de arroyos formada por: Sección principal de hormigón para armar HA-25/P/20/Ia, armado con mallazo en cuantía 20x20 Ø6. Incluso excavaciones, encofrados, hormigones, rellenos, escollera de protección, y transporte de sobrantes a vertedero. Dimensiones 4m de ancho x 13 m de largo. Medida la unidad totalmente terminada según detalle de planos.	1,00	299,58	299,58 €
3.2.2	ml	**Perfilado y Refinado de cuneta tipo 1**	125,76	38,52	4.844,35 €

		Perfilado y refino de cunetas de sección triangular. Dimensiones 0,3 x 0,6 m. con medios mecánicos. Incluyendo juntas. Totalmente acabada.			
3.2.3	ml	**Perfilado y Refinado de cuneta tipo 1. Revestida de hormigón** Perfilado y refino de cunetas de sección triangular. Dimensiones 0,3 x 0,6 m. con medios mecánicos. Revestida con una capa de hormigón en masa HM-20/P/20/I de 15 cm de espesor. Incluyendo juntas. Totalmente acabada.	68,64	38,52	2.643,92 €
3.2.4	ml	**Perfilado y Refinado de cuneta tipo 2** Perfilado y refino de cunetas de sección triangular. Dimensiones 0,2 x 0,4 m. con medios mecánicos. Incluyendo juntas. Totalmente acabada.	237,02	38,52	9.130,05 €
3.2.5	ml	**Perfilado y Refinado de cuneta tipo 2. Revestida de hormigón** Perfilado y refino de cunetas de sección triangular. Dimensiones 0,2 x 0,4 m. con medios mecánicos. Revestida con una capa de hormigón en masa HM-20/P/20/I de 15 cm de espesor. Incluyendo juntas. Totalmente acabada.	39,27	38,52	1.512,86 €
3.2.6	ml	**Canal bajante para talud** Canal bajante para talud formado por piezas prefabricadas de hormigón, de 70/45x15x70 cm, unidas mediante junta machihembrada, colocadas sobre solera de hormigón en masa HM-20/P/20/X0 de 10 cm de espesor.	27,87	66,63	1.857,07 €
		Subtotal 3.2			**20.287,83 €**
TOTAL CAPÍTULO 3. VIALES Y DRENAJES					**30.430,68 €**
CAPÍTULO 4. CIRCUITOS ELECTRICOS					
4.1		**RED DE B.T. EN CORRIENTE CONTINUA PARA ALMACENAMIENTO**			
4.1.1	ml	**Línea de BT en Corriente Continua ESS-PCS 300 mm2** Suministro de cable tipo H1Z2Z2-K (S) en Cu de 300 mm^2 de sección y aislamiento 1,0/1,0 kV (1,2/1,2 kVac máx.) (1,8/1,8 kVdc máx.)	2.029,36	63,02	127.890,27 €
4.1.2	ud	**Conexionado de circuitos de BT de generación** Conexionado de circuitos de BT CC en las bornas del módulo de almacenamiento y en los convertidores de potencia. Incluido material de conexionado.	80,00	126,41	10.112,44 €
		Subtotal 4.1			**138.002,71 €**
4.2		**RED DE B.T. EN CORRIENTE ALTERNA PARA SERVICIOS AUXILIARES**			
4.2.1	ml	**Línea de B.T. multipolar en corriente alterna** Suministro de cable tipo XZ1-K (S) en Al de 35 mm^2 de sección y aislamiento 0,6/1 (1,5) kV en AC	840,00	3,32	2.789,66 €
4.2.2	ml	**Línea de B.T. multipolar en corriente alterna para SSAA** Suministro de cable multipolar (4x6) tipo RV-K 6 mm2 de sección y aislamiento 0,6 (1) kV en CA	266,42	4,47	1.190,95 €
4.2.3	ud	**Conexionado de circuitos de BT de SSAA** Conexionado de circuitos de BT de SSAA en los distintos cuadros de planta. Incluido material de conexionado.	20,00	68,95	1.378,97 €
		Subtotal 4.2			**5.359,58 €**
4.3		**RED DE M.T. INTERNA BESS**			
4.3.1	ml	**Línea de M.T. 300 mm2** Suministro de cable de MT tipo AL RHZ1 1x300/16 mm2 de sección y aislamiento 18/30 kV.	243,65	22,30	5.434,66 €
4.3.2	ud	**Conexionado de circuitos de M.T.** Conexionado de circuitos de MT en celdas. Incluido material de conexionado.	12,00	309,12	3.709,43 €
		Subtotal 4.3			**9.144,09 €**

4.4		**PUESTA A TIERRA**			
4.4.1	ml	**Red de toma de tierra** La red de tierras está compuesta por cable de Cu de 50mm, soldadura aluminotérmica, picas de acero cobreado 2.5 MT-14 mm de diámetro y el material auxiliar necesario para realizar la conexión a estructuras y equipos según disponga el fabricante.	761,91	14,48	11.031,79 €
4.4.2	ml	**Picas de puesta a tierra** Suministro de pica para puesta a tierra de AC.Cu de 2 m y 14 mm de diámetro. Se incluye el latiguillo de conexionado a la malla de pat general con cable de Cu 1x50 mm2.	32,00	20,68	661,91 €
4.4.3	ml	**Caja de seccionamiento de tierra** Cajas de material aislante para conexión a Tierra de instalaciones de enlace, con posibilidad de seccionamiento y conos de entrada y salida de cables.	6,00	16,78	100,66 €
4.4.4	ud	**Conexionado de circuitos de PAT** Conexionado de circuitos de PAT de los distintos equipos de la planta. Incluido material de conexionado.	58,00	4,71	273,27 €
		Subtotal 4.4			**12.067,63 €**
TOTAL CAPÍTULO 4. CIRCUITOS ELECTRICOS					**164.574,01 €**
CAPÍTULO 5. SISTEMA DE ALMACENAMIENTO					
5.1		**ESTACION DE POTENCIA**			
5.1.1	ud	**EP TWIN SKID COMPACT 8780 KVA (8,78 MW)** Suministro e instalación cuyo alcance incluye: Estación de potencia modelo TWIN SKID COMPACT 8780 KVA (8,78 MW) marca POWER ELECTRONICS formado por: - Dos Armarios concentradores de AC - Transformador de potencia 0,69 kV / 30kV - Aparamenta de MT 30kV - Sistema de control, protección y comunicaciones - Montaje en SKID -Circuitos MT de Transformador a cabinas	1,00	138.249,91	138.249,91 €
5.1.2	ud	**EP MV SKID COMPACT 3290 KVA (3,29 MW)** Suministro e instalación cuyo alcance incluye: Estación de potencia modelo MV SKID COMPACT 3290 KVA (3,29 MW) marca POWER ELECTRONICS formado por: - Dos Armarios concentradores de AC - Transformador de potencia 0,69 kV / 30kV - Aparamenta de MT 30kV - Sistema de control, protección y comunicaciones - Montaje en SKID -Circuitos MT de Transformador a cabinas	1,00	120.074,80	120.074,80 €
5.1.3	ud	**PCS FREEMAQ FP4390KVA (4,39 MW)** Suministro e instalación cuyo alcance incluye: Estación de potencia modelo PCS FREEMAQ FP4390KVA (limitado a 4,375 MW) marca POWER ELECTRONICS formado por: - Aparamenta de BT - Sistema de SSAA formado por transformador de 45 kVA - Sistema de control, protección y comunicaciones - Montaje en SKID -Circuitos BT AC desde Combiner Box a Transformador	2,00	127.391,93	254.783,87 €
5.1.4	ud	**PCS FREEMAQ FP3290KVA (3,29 MW)**	1,00	116.321,88	116.321,88 €

		Suministro e instalación cuyo alcance incluye: Estación de potencia modelo PCS FREEMAQ FP3290VA (limitado a 2,25 MW) marca POWER ELECTRONICS formado por: - Aparamenta de BT - Sistema de SSAA formado por transformador de 45 kVA - Sistema de control, protección y comunicaciones - Montaje en SKID -Circuitos BT AC desde Combiner Box a Transformador			
		Subtotal 5.1			**629.430,46 €**
5.2		**UNIDADES DE ALMACENAMIENTO**			
5.2.1	ud	**Módulo de almacenamiento HiTHIUM Power 6,25 MWh 4h** Suministro e instalación cuyo alcance incluye: Módulo de almacenamiento modelo Power 6,25 MWh 4h marca HiTHIUM formado por: - Rack de células de baterías tipo LFP - Sistema de refrigeración liquido - Sistema de protección contra incendios (PCI) - Aparamenta de BT - Sistema de SSAA - Sistema de control, protección y comunicaciones - Montaje en contenedor de almacenaje -Sistema de extinción de incendios automático	10,00	491.499,39	4.914.993,88 €
		Subtotal 5.2			**4.914.993,88 €**
TOTAL CAPÍTULO 5. SISTEMA DE ALMACENAMIENTO					**5.544.424,34 €**
CAPÍTULO 6. EDIFICIO PARA CENTRO DE SECCIONAMIENTO/CONTROL/ALMACÉN					
6.1		**EDIFICIO**			
6.1.1	ud	**Edificio Prefabricado** Edificio de control prefabricado que incluye, entre otros, la estructura portante de hormigón o metálica, forjados, cubiertas, cerramientos exteriores aislados, tabiques interiores, canalizaciones, carpintería metálica y acabados en suelos, techos y paredes. Se entregará totalmente terminado, con acabados de pintura exterior e interior y adecuado a las normativas vigentes.	1,00	54.432,42	54.432,42 €
6.1.2	ud	**Instalación de Iluminación** Suministro y montaje de instalaciones propias del edificio correspondientes a alumbrado, incluyendo: suministro y montaje de luminarias, así como todos sus accesorios de montaje, tubos, canaletas, cajas de conexión y derivación, hilo de línea, utilizando todos los medios necesarios para su correcto funcionamiento	1,00	10.772,34	10.772,34 €
6.1.3	ud	**Instalación de Fuerza** Montaje de las instalaciones de fuerza para el edificio, que incluyen el suministro e instalación de cajas combinadas con base de enchufe tripolar (32 A, 400 V CA) y base de enchufe bipolar (16 A, 220 V CA). Además, se instalarán los accesorios necesarios, tales como cajas, marcos, canaletas, cables, y un cuadro de protecciones mural para garantizar el correcto funcionamiento del sistema.	1,00	4.725,01	4.725,01 €
6.1.4	ud	**Instalación de Climatización** Montaje de las instalaciones de calefacción, climatización y ventilación, junto con todos sus accesorios, incluyendo tubos, canaletas, cables y cajas de conexión y derivación. Se instalarán los equipos necesarios para garantizar un entorno controlado dentro del edificio y asegurar su operatividad en condiciones óptimas.	1,00	15.453,06	15.453,06 €
6.1.5	ud	**Instalación de Protección Contra Incendios (PCI)**	1,00	7.605,34	7.605,34 €

		Suministro, montaje y puesta en marcha de las instalaciones de protección contra incendios, que incluyen la instalación de extintores, detectores de incendio, accesorios de montaje, y todos los componentes necesarios para garantizar un sistema de protección eficaz. La instalación será realizada conforme a las normativas vigentes y con los más altos estándares de seguridad.			
6.1.6	ud	**Instalación de Iluminación de Emergencia** Montaje de instalación de iluminación de emergencia que incluyen suministro e instalación de luminarias de emergencia con 310 lúmenes de potencia, interruptores y todos los accesorios necesarios para su correcta instalación. Esto abarca tubos, canaletas, cajas de conexión y derivación, y cables para asegurar el adecuado funcionamiento del sistema.	1,00	1.554,12	1.554,12 €
		Subtotal 6.1			**94.542,28 €**
6.2		**APARAMENTA MEDIA TENSIÓN**			
6.2.1	ud	**Celda de Línea (entrada) 36 kV** Celda de línea para entrad, con una tensión asignada de 36 kV, tipo modular, con envolvente de chapa de acero galvanizado. El sistema incluye corte y aislamiento íntegro en SF6, con intensidad nominal de 630 A y capacidad de cortocircuito de 20 kA. Equipado con interruptor-seccionador rotativo tripolar de 3 posiciones (conectado, seccionado y puesta a tierra), mando manual, captadores capacitivos para detección de tensión y sistema de alarma sonora para puesta a tierra.	2,00	3.323,50	6.647,00 €
6.2.2	ud	**Celda de Línea (salida) 36 kV** Celda de línea para salida, con una tensión asignada de 36 kV, tipo modular, con envolvente de chapa de acero galvanizado. El sistema incluye corte y aislamiento íntegro en SF6, con intensidad nominal de 1250 A y capacidad de cortocircuito de 20 kA. Equipado con interruptor-seccionador rotativo tripolar de 3 posiciones (conectado, seccionado y puesta a tierra), mando manual, captadores capacitivos para detección de tensión y sistema de alarma sonora para puesta a tierra.	1,00	5.623,50	5.623,50 €
6.2.3	ud	**Celda de SSAA (400 kVA)** Celda de protección de servicio auxiliar para trafo de 400 kVA (SSAA) con una tensión asignada de 36 kV. Tipo modular, envolvente de chapa de acero galvanizado, corte y aislamiento íntegro en SF6, con intensidad nominal de 630 A y capacidad de cortocircuito de 20 kA. Incluye interruptor-seccionador rotativo tripolar de 3 posiciones, mando manual y sistema de protección adecuado para garantizar la fiabilidad y seguridad del servicio auxiliar.	1,00	3.323,50	3.323,50 €
6.2.4	ud	**Celda de SSAA (25 kVA)** Celda de protección de servicio auxiliar para trafo de 25 kVA (SSAA) con una tensión asignada de 36 kV. Tipo modular, envolvente de chapa de acero galvanizado, corte y aislamiento íntegro en SF6, con intensidad nominal de 630 A y capacidad de cortocircuito de 20 kA. Incluye interruptor-seccionador rotativo tripolar de 3 posiciones, mando manual y sistema de protección adecuado para garantizar la fiabilidad y seguridad del servicio auxiliar.	1,00	2.760,00	2.760,00 €
		Subtotal 6.2			**18.354,00 €**
6.3		**SERVICIOS AUXILIARES**			
6.3.1	ud	**Transformador 400 kVA** Suministro, montaje y puesta en marcha de un transformador de 400 kVA tipo seco.	1,00	18.470,10	18.470,10 €
6.3.2	ud	**Transformador 25 kVA**	1,00	1.930,50	1.930,50 €

		Suministro, montaje y puesta en marcha de un transformador de 25 kVA tipo seco.			
6.3.3	ud	**Armario de SSAA CA** Suministro, montaje y puesta en marcha de un armario de protección para los servicios auxiliares de corriente alterna, que incluye un Sistema de Alimentación Ininterrumpida (SAI) de 1500 VA para asegurar la continuidad de las operaciones en el caso de fallos en el suministro eléctrico.	1,00	9.844,00	9.844,00 €
6.3.4	ud	**Armario de SSAA CC** Suministro de armario de servicios auxiliares para corriente continua de 125 Vcc y 48 Vcc, incluyendo dos convertidores 125/48 Vcc de 1500 W. El sistema de 48 Vcc está destinado a alimentar los equipos de comunicaciones	1,00	1.794,00	1.794,00 €
		Subtotal 6.3			**32.038,60 €**
TOTAL CAPÍTULO 6. EDIFICIO PARA CENTRO DE SECCIONAMIENTO/CONTROL/ALMACÉN					**144.934,88 €**
CAPÍTULO 7. SISTEMA DE COMUNICACIONES, CONTROL Y SEGURIDAD					
7.1		**SISTEMA DE CONTROL Y COMUNICACIONES**			
7.1.1	ud	**Sistema SCADA** Suministro, instalación y conexionado de central de comunicación y control, en la planta. Incluye: - Firewall, Switches, servidor, Rus, conversor de medios y equipo eléctricos necesarios. - Plataforma online SCADA BESS y SCADA MAESTRO para monitorización y control. - Licencias de software y sistema de ciberseguridad. - Programación, configuración e integración en el sistema SCADA de todos los equipos. - Interconexión eléctrica y electrónica de todos sus equipos. - SAI, fuentes de alimentación, repartidor de FO, tomas y protecciones eléctricas.	1,00	89.655,00	89.655,00 €
7.1.2	ud	**Controlador de planta (PPC)** Suministro, instalación y conexionado de armario para el sistema de control de planta. Incluye: - PPC BESS y PPC MAESTRO. - PLC, analizadores de redes, switches, conversor de medios y equipo eléctricos necesarios. - Licencias de software. - Programación y configuración de equipos. - Interconexión eléctrica y electrónica de todos sus equipos. - SAI, fuentes de alimentación, borneros de verificación, repartidor de FO y protecciones eléctricas. - Instalación y conexionado con los borneros de los transformadores de media.	1,00	66.250,00	66.250,00 €
7.1.3	ud	**Energy Management System (EMS)** Suministro, instalación y puesta en marcha del sistema de gestión energética activo (EMS). Incluye: - Controlador de planta hibrido. - Creación de modelos digitales para los sistemas de almacenamiento de energía (BESS), con opción a ampliar en el futuro. - Integración de los modelos digitales en la instalación para una gestión eficiente de los activos energéticos. - Módulo de predicción de precios del mercado mayorista (pool), ajustado a la modalidad de compra indexada existente. - Integración con un módulo externo para predicción meteorológica. - Módulo para predicción de demanda energética, global y segregada por usos.	1,00	250.000,00	250.000,00 €

		Este sistema permitirá una gestión optimizada de la energía, con capacidad de expansión según las necesidades del proyecto.			
7.1.4	ud	**Armario rack** Suministro, instalación de armario en el edificio de Control de la Planta BESS. Incluye: - Armario Rack con módulos extraíbles.	1,00	750,00	750,00 €
		Subtotal 7.1			**406.655,00 €**
7.2		**SISTEMA DE MEDIDA Y FISCALIDAD**			
7.2.1	ud	**Instalación de monolito de contadores** Instalación de monolito para ubicación de contadores de medida para la instalación BESS y FV. Incluye: - Mano de obra. - Materiales auxiliares - Pequeño material.	1,00	350,00	350,00 €
7.2.2	ud	**Armario de Contadores de Medida Fiscal - BESS Ierón** Suministro, instalación y conexionado del armario de contadores de medida principal y redundante en monolito junto al nuevo centro de seccionamiento, incluyendo: - Armario Rack con módulos extraíbles. - Instalación y conexionado del armario de medida fiscal y redundante en la ubicación indicada. - Suministro e instalación de 2 módulos de contador, asegurando la medición precisa y redundante de la energía. - Pasarela de comunicación y protecciones eléctricas. Este sistema garantizará la correcta medición y redundancia de los datos en el parque de 30 kV.	1,00	19.655,00	19.655,00 €
7.2.3	ud	**Armario de Contadores de Medida Fiscal - PSFV Ierón** Suministro, instalación y conexionado del armario de contadores de medida principal y redundante en monolito junto al nuevo centro de seccionamiento, incluyendo: - Armario Rack con módulos extraíbles. - Instalación y conexionado del armario de medida fiscal y redundante en la ubicación indicada. - Suministro e instalación de 2 módulos de contador, asegurando la medición precisa y redundante de la energía. - Pasarela de comunicación y protecciones eléctricas. Este sistema garantizará la correcta medición y redundancia de los datos en el parque de 30 kV.	2,00	19.656,00	39.312,00 €
		Subtotal 7.2			**59.317,00 €**
TOTAL CAPÍTULO 7. SISTEMA DE COMUNICACIONES, CONTROL Y SEGURIDAD					**465.972,00 €**
CAPÍTULO 8. CIRCUITOS DE COMUNICACIÓN					
8.1		**CIRCUITOS DE FIBRA ÓPTICA**			
8.1.1	ml	**Cables de FO** Suministro de FO monomodo (SM) OS2, formado por un mínimo de ocho pares de fibra con las siguientes características: - Cable multiuso para instalación en exterior - Armadura dieléctrica - Protección anti roedores compuesta de fibra de vidrio - Hidrófugo (estanco y antihumedad)	277,19	0,79	219,78 €
8.1.2	ud	**Conexionado y fusionado de cable de FO** Conexionado y fusionado del cableado de FO, incluyendo: - El suministro de los conectores LC o la tipología correspondiente - Suministro de útiles y cualquier elemento necesario para su correcta instalación - Conexionado y fusionado de todas las fibras en ambos extremos	8,00	68,95	551,59 €

		Subtotal 8.1			**771,37 €**
8.2		**CABLE DE DATOS PARA COMUNICACIÓN (ETHERNET) Y/O ALIMENTACIÓN (POE)**			
8.2.1	ml	**Cables de FTP** Suministro de cable de datos Cat6 FTP.	254,65	2,13	541,37 €
8.2.2	ud	**Conexionado del cable FTP** Conexionado de cable de FTP - El suministro de los conectores RJ45 con conexión a tierra - Suministro de útiles y cualquier elemento necesario para su correcta instalación, como son - Conexionado en ambos extremos	64,00	19,31	1.235,56 €
		Subtotal 8.2			**1.776,93 €**
TOTAL CAPÍTULO 8. CIRCUITOS DE COMUNICACIÓN					**2.548,30 €**
CAPÍTULO 9. LÍNEA SUBTERRANEA DE EVACUACIÓN (LSMT)					
9.1		**CABLES Y ACCESORIOS**			
9.1.1	ml	**Línea Subterránea de Evacuación** Suministro y colocación de conductor de aluminio AL RHZ1 3x(1x630 mm^2) con pantalla de cobre de 16 .	254,37	33,94	8.632,44 €
9.1.2	ml	**Cable de fibra óptica para comunicaciones** Cable de fibra compuesto por una cubierta interior de material termoplástico y dieléctrico, con protección anti-roedores dieléctrica y una cubierta exterior de material termoplástico e ignífuga.	74,79	7,18	537,15 €
9.1.3	ml	**Tubo de poliestireno de 63 mm de diámetro** Suministro y colocación de bitubo corrugado doble pared de 63 mm como protección mecánica del cable de comunicaciones	74,79	2,55	190,57 €
9.1.4	ud	**Botellas terminales rígidas para conexión en Centros de Seccionamiento** Botellas terminales rígidas 18/30kV para salida en Centro de Seccionamiento BESS y entrada en Centro de Seccionamiento FV para cable seco de 630 mm^2 de sección en aluminio, incluso pequeño material auxiliar de instalación.	6,00	882,84	5.297,04 €
		Subtotal 9.1			**14.657,20 €**
9.2		**OBRA CIVIL LÍNEA DE EVACUACIÓN**			
9.2.1	ml	**Excav. Mecánica a cielo abierto (zanja LEV Tipo 2)** Excavación mecánica a cielo abierto de zanja de 60 cm de ancho y 95 cm de profundidad, en cualquier tipo de terreno (acera, tierra vegetal, zahorras, rellenos, etc.), con extensión de tierras al borde de la zanja, nivelado de fondo, cama de arena fina y extendido de la misma. Relleno localizado con tierras procedentes de la excavación, compactadas en tongadas mediante medios manuales o mecánicos ligeros según accesibilidad, y finalmente reposición del pavimento en las condiciones establecidas en el proyecto o las instrucciones de dirección facultativa.	57,24	82,18	4.704,06 €
9.2.2	ml	**Excav. Mecánica a cielo abierto (zanja LEV Tipo 1)** Excavación mecánica a cielo abierto de zanja de 40 cm de ancho y 95 cm de profundidad, en cualquier tipo de terreno (acera, tierra vegetal, zahorras, rellenos, etc.), con extensión de tierras al borde de la zanja, nivelado de fondo, cama de arena fina y extendido de la misma. Relleno localizado con tierras procedentes de la excavación, compactadas en tongadas mediante medios manuales o mecánicos ligeros según accesibilidad, y finalmente reposición del pavimento en las condiciones establecidas en el proyecto o las instrucciones de dirección facultativa.	7,69	88,48	680,76 €
9.2.3	ml	**Cámara o arqueta de empalme**	2,00	3.220,00	6.440,00 €

		Construcción de arqueta de empalme/interconexión para canalización eléctrica, necesaria cada 1.000 metros como máximo de tendido de cable, de dimensiones 4,55 x 3,78 m, formada por excavación de hueco en cualquier tipo de terreno (urbano, rural, acerado, calzada, etc.), base de hormigón en masa HM-20 de 15 cm, muros laterales ejecutados con fábrica de bloque de hormigón o encofrado y hormigón armado HA-25 según prescripciones de proyecto. Incluye tapa y marco de fundición , colocación con nivelación y sellado. Se contempla la adecuación de entradas y salidas para tubos de Ø250 mm según disposición prevista, con sellado perimetral mediante mortero no retráctil. Incluye relleno perimetral con material procedente de excavación (si es apto), compactado por tongadas, y reposición del pavimento afectado conforme a las condiciones previas. La unidad incluye todos los trabajos auxiliares, limpieza, retirada de escombros y medios necesarios para su completa ejecución			
9.2.4	ml	**Cinta señalizadora para conducciones soterradas** Metro lineal de cinta señalizadora para conducciones soterradas. Incluido montaje según plano	64,93	0,35	22,73 €
		Subtotal 9.2			**11.847,55 €**
9.3		**PUESTA A TIERRA DE LAS PANTALLAS**			
9.3.1	ml	**Caja de conexión PAT** Caja de conexión Puesta a tierra para conexión single point	1,00	4.564,00	4.564,00 €
9.3.2	ml	**Caja de conexión PAT (SLV)** Caja de conexión a tierra con descargadores (SLV) para conexión single point	1,00	29.710,80	29.710,80 €
		Subtotal 9.3			**34.274,80 €**
TOTAL CAPÍTULO 9. LÍNEA SUBTERRANEA DE EVACUACIÓN (LSMT)					**60.779,55 €**
CAPÍTULO 10. PUESTA EN MARCHA					
10.1		**PUESTA EN MARCHA (PEM) DE LA PLANTA DE ALMACENAMIENTO**			
10.1.1	h	**PEM de las unidades de almacenamiento** Trabajo de coordinación y ejecución de trabajos de PEM de las unidades de almacenamiento	10,00	1.414,59	14.145,95 €
10.1.2	h	**PEM de las estaciones de potencia y los SSAA** Trabajo de coordinación y ejecución de trabajos de PEM de las estaciones de potencia	1,00	6.900,00	6.900,00 €
10.1.3	h	**PEM de los PCS** Trabajo de coordinación y ejecución de trabajos de PEM de los convertidores de potencia	2,00	38,23	76,46 €
10.1.4	h	**Energización de parque** Trabajo de coordinación y ejecución de trabajos de Energización de la planta	2,00	154,00	308,00 €
10.1.5	h	**PEM de los sistemas de comunicación y control** Trabajo de coordinación y ejecución de trabajos de PEM de los sistemas de comunicación y SCADA	96,00	154,00	14.784,00 €
		Subtotal 10.1			**36.214,41 €**
TOTAL CAPÍTULO 10. PUESTA EN MARCHA					**36.214,41 €**
CAPÍTULO 11. ENSAYOS, PRUEBAS Y APLICACIÓN DE SISTEMA DE CALIDAD					
11.1		**ENSAYOS, PRUEBAS Y APLICACIÓN DEL SISTEMA DE CALIDAD EN EL PARQUE**			
11.1.1	PA	**Ensayos, pruebas y aplicación de sistema de calidad en la obra civil del parque** Realización de pruebas ensayos y documentación necesarias para la obra civil del parque	1,00	14.695,20	14.695,20 €

11.1.2	PA	**Ensayos, pruebas y aplicación de sistema de calidad en la instalación eléctrica del parque** Realización de pruebas ensayos y documentación necesarias para la instalación eléctrica del parque	1,00	65.754,00	65.754,00 €
11.1.3	PA	**Ensayos, pruebas y aplicación de sistema de calidad en las comunicaciones, control del parque y videovigilancia** Realización de pruebas ensayos y documentación necesarias para la comunicaciones y control del parque	1,00	8.166,60	8.166,60 €
		Subtotal 11.1			**88.615,80 €**
TOTAL CAPÍTULO 11. ENSAYOS, PRUEBAS Y APLICACIÓN DE SISTEMA DE CALIDAD					**88.615,80 €**
CAPÍTULO 12. TRAMITACIÓN Y LEGALIZACIÓN					
12.1		**GESTIÓN DE TRAMITACIÓN CON ADMINISTRACIÓN PUBLICA Y SERVICIOS AFECTADO**			
12.1.1	h	**Gestión de tramitación del proyecto constructivo** Horas de gestión y dirección técnica para la tramitación del proyecto hasta su fase de explotación	300,00	109,17	32.750,53 €
12.1.2	PA	**Documentación técnica y proyectos para legalización** Realización de pruebas ensayos y documentación necesarias para la instalación para la legalización en sus distintas fases.	1,00	22.982,83	22.982,83 €
		Subtotal 12.1			**55.733,36 €**
TOTAL CAPÍTULO 12. TRAMITACIÓN Y LEGALIZACIÓN					**55.733,36 €**
CAPÍTULO 13. SEGURIDAD Y SALUD					
13.1		**PROTECCIONES INDIVIDUALES Y COLECTIVAS**			
13.1.1	PA	**Protecciones individuales** Suministro de equipos de protección individual para el personal de obra	1,00	23.805,64	23.805,64 €
13.1.2	PA	**Protecciones colectivas** Suministro de equipos de protección colectiva para las instalaciones	1,00	22.658,29	22.658,29 €
		Subtotal 13.1			**46.463,93 €**
13.2		**MEDICINA PREVENTIVA, PRIMEROS AUXILIOS Y LOCALES DE HIGIENE**			
13.2.1	PA	**Equipos, locales y personal de PRL** Suministro, alquiles y hora de personal empleados en labores de salud	1,00	69.377,00	69.377,00 €
		Subtotal 13.2			**69.377,00 €**
13.3		**GESTIÓN DE LA PREVENCIÓN, FORMACIÓN Y REUNIONES**			
13.3.1	PA	**Equipos, locales y personal de PRL** Suministro, alquileres y hora de personal empleados en labores de formaciones	1,00	53.540,00	53.540,00 €
		Subtotal 13.3			**53.540,00 €**
TOTAL CAPÍTULO 13. SEGURIDAD Y SALUD					**169.380,93 €**
CAPÍTULO 14. GESTIÓN DE RESIDUOS					
14,1		**RESIDUOS PELIGROSOS**			
14.1.1	PA	**Gestión de residuos peligrosos** Gestión de residuos peligrosos durante la ejecución de la obra	1,00	210,95	210,95 €
		Subtotal 14,1			**210,95 €**
14.2		**RESIDUOS NO PELIGROSOS**			
14.2.1	PA	**Gestión de residuos no peligrosos** Gestión de residuos no peligrosos durante la ejecución de la obra	1,00	7.571,14	7.571,14 €
		Subtotal 14.2			**7.571,14 €**
14.3		**ALMACENAMIENTO EN OBRA**			
14.3.1	PA	**Gestión de espació de contenedores de residuos**	1,00	2.889,05	2.889,05 €

		Alquiler de contenedores de residuos			
		Subtotal 14.3			**2.889,05 €**
14.4		**TRANSPORTE DE RESIDUOS**			
14.4.1	PA	**Gestión de tramitación de transporte de residuos** Transporte residuos	1,00	1.667,30	1.667,30 €
		Subtotal 14.4			**1.667,30 €**
TOTAL CAPÍTULO 14. GESTIÓN DE RESIDUOS					**12.338,44 €**
CAPÍTULO 15. IMPREVISTOS					
15.1		**IMPREVISTOS**			
15.1.1	PA	**Gestión de imprevistos** Coste en materia, personal o maquinaria por imprevisto	1,00	40.105,95	40.105,95 €
		Subtotal 15.1			**40.105,95 €**
TOTAL CAPÍTULO 15. IMPREVISTOS					**40.105,95 €**

2. RESUMEN PRESUPUESTO CAPÍTULOS Y SUBCAPÍTULOS

RESUMEN CAPÍTULOS Y SUBCAPÍTULOS		IMPORTE	IMPORTE CAPÍTULO
CAPÍTULO 1. TRABAJOS PREVIOS			
1.1	ESTUDIOS PREVIOS	5.947,42 €	
1.2	INGENIERÍA CONSTRUCTIVA	50.000,00 €	
		TOTAL CAPÍTULO 1	**55.947,42 €**
CAPÍTULO 2. OBRA CIVIL			
2.1	MOVIMIENTOS DE TIERRAS	104.302,23 €	
2.2	CIMENTACIÓN DE MÓDULOS DE ALMACENAMIENTO	20.836,71 €	
2.3	CIMENTACIÓN DE ESTACIONES DE POTENCIA (STS)	5.606,80 €	
2.4	CIMENTACIÓN DE CENTRO DE SECCIONAMIENTO	23.529,14 €	
2.5	CANALIZACIONES PARA BAJA TENSION	3.299,79 €	
2.6	CANALIZACIONES PARA MEDIA TENSIÓN Y COMUNICACIÓN	914,79 €	
2.7	CRUZAMIENTOS DE CANALIZACIONES DENTRO DE LA PLANTA	963,05 €	
2.8	URBANIZACIÓN DE LA PLANTA	17.630,34 €	
		TOTAL CAPÍTULO 2	**177.082,86 €**
CAPÍTULO 3. VIALES Y DRENAJES			
3.1	FIRMES	10.142,85 €	
3.2	DRENAJE SUPERFICIAL	20.287,83 €	
		TOTAL CAPÍTULO 3	**30.430,68 €**
CAPÍTULO 4. CIRCUITOS ELECTRICOS			
4.1	RED DE B.T. EN CORRIENTE CONTINUA PARA ALMACENAMIENTO	138.002,71 €	
4.2	RED DE B.T. EN CORRIENTE ALTERNA PARA SERVICIOS AUXILIARES	5.359,58 €	
4.3	RED DE M.T. INTERNA BESS	9.144,09 €	
4.4	PUESTA A TIERRA	12.067,63 €	
		TOTAL CAPÍTULO 4	**164.574,01 €**
CAPÍTULO 5. SISTEMA DE ALMACENAMIENTO			
5.1	ESTACION DE POTENCIA	629.430,46 €	
5.2	UNIDADES DE ALMACENAMIENTO	4.914.993,88 €	
		TOTAL CAPÍTULO 5	**5.544.424,34 €**
CAPÍTULO 6. EDIFICIO PARA CENTRO DE SECCIONAMIENTO/CONTROL/ALMACÉN			
6.1	EDIFICIO	94.542,28 €	
6.2	APARAMENTA MEDIA TENSIÓN	18.354,00 €	
6.3	SERVICIOS AUXILIARES	32.038,60 €	
		TOTAL CAPÍTULO 6	**144.934,88 €**

CAPÍTULO 7. SISTEMA DE COMUNICACIONES, CONTROL Y SEGURIDAD			
7.1	SISTEMA DE CONTROL Y COMUNICACIONES	406.655,00 €	
7.2	SISTEMA DE MEDIDA Y FISCALIDAD	59.317,00 €	
		TOTAL CAPÍTULO 7	**465.972,00 €**
CAPÍTULO 8. CIRCUITOS DE COMUNICACIÓN			
8.1	CIRCUITOS DE FIBRA ÓPTICA	771,37 €	
8.2	CABLE DE DATOS PARA COMUNICACIÓN (ETHERNET) Y/O ALIMENTACIÓN (POE)	1.776,93 €	
		TOTAL CAPÍTULO 8	**2.548,30 €**
CAPÍTULO 9. LÍNEA SUBTERRANEA DE EVACUACIÓN (LSMT)			
9.1	CABLES Y ACCESORIOS	14.657,20 €	
9.2	OBRA CIVIL LÍNEA DE EVACUACIÓN	11.847,55 €	
9.3	PUESTA A TIERRA DE LAS PANTALLAS	34.274,80 €	
		TOTAL CAPÍTULO 9	**60.779,55 €**
CAPÍTULO 10. PUESTA EN MARCHA			
10.1	PUESTA EN MARCHA (PEM) DE LA PLANTA DE ALMACENAMIENTO	36.214,41 €	
		TOTAL CAPÍTULO 10	**36.214,41 €**
CAPÍTULO 11. ENSAYOS, PRUEBAS Y APLICACIÓN DE SISTEMA DE CALIDAD			
11.1	ENSAYOS, PRUEBAS Y APLICACIÓN DEL SISTEMA DE CALIDAD EN EL PARQUE	88.615,80 €	
		TOTAL CAPÍTULO 11	**88.615,80 €**
CAPÍTULO 12. TRAMITACIÓN Y LEGALIZACIÓN			
12.1	GESTIÓN DE TRAMITACIÓN CON ADMINISTRACIÓN PUBLICA Y SERVICIOS AFECTADO	55.733,36 €	
		TOTAL CAPÍTULO 12	**55.733,36 €**
CAPÍTULO 13. SEGURIDAD Y SALUD			
13.1	PROTECCIONES INDIVIDUALES Y COLECTIVAS	46.463,93 €	
13.2	MEDICINA PREVENTIVA, PRIMEROS AUXILIOS Y LOCALES DE HIGIENE	69.377,00 €	
13.3	GESTIÓN DE LA PREVENCIÓN, FORMACIÓN Y REUNIONES	53.540,00 €	
		TOTAL CAPÍTULO 13	**169.380,93 €**
CAPÍTULO 14. GESTIÓN DE RESIDUOS			
14,1	RESIDUOS PELIGROSOS	210,95 €	
14.2	RESIDUOS NO PELIGROSOS	7.571,14 €	
14.3	ALMACENAMIENTO EN OBRA	2.889,05 €	
14.4	TRANSPORTE DE RESIDUOS	1.667,30 €	

TOTAL CAPÍTULO 14		**12.338,44 €**

CAPÍTULO 15. IMPREVISTOS			
15.1	IMPREVISTOS	35.220,99 €	
TOTAL CAPÍTULO 15			**35.220,99 €**

3. RESUMEN DEL PRESUPUESTO

RESUMEN DE PRESUPUESTO.	
CAPÍTULOS	**IMPORTE**
CAPÍTULO 1. TRABAJOS PREVIOS	**55.947,42 €**
CAPÍTULO 2. OBRA CIVIL	**177.082,86 €**
CAPÍTULO 3. VIALES Y DRENAJES	**30.430,68 €**
CAPÍTULO 4. CIRCUITOS ELECTRICOS	**164.574,01 €**
CAPÍTULO 5. SISTEMA DE ALMACENAMIENTO	**5.544.424,34 €**
CAPÍTULO 6. EDIFICIO PARA CENTRO DE SECCIONAMIENTO/CONTROL/ALMACÉN	**144.934,88 €**
CAPÍTULO 7. SISTEMA DE COMUNICACIONES, CONTROL Y SEGURIDAD	**465.972,00 €**
CAPÍTULO 8. CIRCUITOS DE COMUNICACIÓN	**2.548,30 €**
CAPÍTULO 9. LÍNEA SUBTERRANEA DE EVACUACIÓN (LSMT)	**60.779,55 €**
CAPÍTULO 10. PUESTA EN MARCHA	**36.214,41 €**
CAPÍTULO 11. ENSAYOS, PRUEBAS Y APLICACIÓN DE SISTEMA DE CALIDAD	**88.615,80 €**
CAPÍTULO 12. TRAMITACIÓN Y LEGALIZACIÓN	**55.733,36 €**
CAPÍTULO 13. SEGURIDAD Y SALUD	**169.380,93 €**
CAPÍTULO 14. GESTIÓN DE RESIDUOS	**12.338,44 €**
CAPÍTULO 15. IMPREVISTOS	**35.220,99 €**
PRESUPUESTO EJECUCIÓN MATERIAL	**7.044.197,96 €**
13% Gastos generales	915.745,74 €
6% Beneficio industrial	422.651,88 €
TOTAL PRESUPUESTO DE INVERSIÓN (SIN IVA)	**8.382.595,58 €**

El Presupuesto de inversión sin IVA asciende a la cantidad de OCHO MILLONES TRESCIENTOS OCHENTA Y DOS MIL QUINIENTOS NOVENTA Y CINCO EUROS con CINCUENTA Y OCHO CÉNTIMOS.

En Sevilla, a febrero de 2026

El Graduado en Ingeniería Eléctrica



Óscar Reyes Blanco

Colegiado nº: 12.188. C.O.G.I.T.I.S.E.

<table>
<tr><td>Emisor</td><td>Magtel
INNOVATION & TECHNOLOGY</td></tr>
<tr><td>Receptor</td><td>frv</td></tr>
<tr><td>Proyecto</td><td>PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO DE HIBRIDACIÓN DE LA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA “IERÓN” MEDIANTE LA INSTALACIÓN DE 11MW DE BATERÍAS EN EL T.M. DE MONTÁNCHEZ (CÁCERES)”</td></tr>
<tr><td>Título</td><td>DOCUMENTO 5. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD</td></tr>
<tr><td>Código</td><td>
<table>
<tr><td>Negocio</td><td>Proyecto</td><td>Emisor</td><td>Disciplina</td><td>Documento</td><td>Nº Documento</td><td>Revisión</td></tr>
<tr><td>[AAA]</td><td>[BBB]</td><td>[CCCCCC]</td><td>[DDD]</td><td>[EEE]</td><td>[#####]</td><td>[FF]</td></tr>
<tr><td>BES</td><td>IER</td><td>MAGOP</td><td>PEJ</td><td>DOC</td><td>0005</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">BES-IER-MAGOP-PEJ-DOC-0005</td><td>Fecha</td><td>11/02/2026</td></tr>
</table>
</td></tr>
</table>

Revisión/ Edición	Fecha	Realizado	Revisado	Aprobado	Modificaciones
1	11/02/2026	SAS	JMCM	ORB	

ÍNDICE GENERAL

1. DATOS DEL PROYECTO 1

2. OBJETO 1

2.1. ALCANCE 2

2.2. DOCUMENTOS 2

2.3. NORMATIVA DE APLICACIÓN 3

3. MEMORIA 3

3.1. DATOS GENERALES 3

3.2. DESCRIPCIÓN DEL EMPLAZAMIENTO 4

3.3. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS 6

3.4. MAQUINARIA 8

3.5. MEDIOS AUXILIARES PREVISTOS PARA LA EJECUCIÓN DE LA OBRA 8

3.6. JUSTIFICACIÓN DE RECURSOS 8

3.7. ACTIVIDADES PRINCIPALES 9

3.8. CONTROL DE LA PREVENCIÓN 9

3.9. PREVENCIÓN DE RIESGOS 13

3.10. IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS 14

4. PLAN DE EMERGENCIA 44

4.1. NORMATIVA DE APLICACIÓN 44

4.2. MEDIOS DE PROTECCIÓN 45

4.3. PLAN DE ACTUACIÓN 46

4.4. IMPLANTACIÓN 53

5. PLIEGO DE CONDICIONES DE SEGURIDAD Y SALUD 57

5.1. OBJETO 57

5.2. DISPOSICIONES LEGALES Y REGLAMENTARIAS DE APLICACIÓN 57

5.3. CONDICIONES GENERALES 58

5.4. OBLIGACIONES EN MATERIA DE SEGURIDAD Y SALUD 59

5.5. SEGUROS 60

5.6. DISPOSICIONES FACULTATIVAS 60

5.7. CONDICIONES DE LOS MEDIOS DE PROTECCIÓN 63

5.8. SERVICIOS DE PREVENCIÓN 70

5.9. VIGILANTE DE SEGURIDAD Y COMITÉ DE SEGURIDAD Y SALUD 70

5.10. INSTALACIONES MÉDICAS 70

5.11. INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR 70

5.12. PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD 70
5.13. REVISIONES TÉCNICAS DE SEGURIDAD 70
5.14. LIBRO DE INCIDENCIAS 70
5.15. LIBRO DE SUBCONTRATACIÓN 71

6. PRESUPUESTO ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD 71

6.1. PROTECCIONES INDIVIDUALES 71
6.2. PROTECCIONES COLECTIVAS 73
6.3. MEDICINA PREVENTIVA, PRIMEROS AUXILIOS Y LOCALES DE HIGIENE 75
6.4. GESTIÓN DE LA PREVENCIÓN, FORMACIONES Y REUNIONES 75
6.5. PRESUPUESTO TOTAL 76

7. PLANOS ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD 76

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Situación y localización de la instalación de baterías 4

Figura 2. Emplazamiento de la instalación “BESS IERÓN” 5

Figura 3. Ortofoto catastral “BESS IERÓN” 6

Figura 4. Diagrama de equipo 53

Figura 5. Diagrama de actuación en caso de accidente 55

Figura 6. Diagrama de actuación en caso de incendio 57

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Descripción de las obras y fases 7

Tabla 2. Maquinaria y herramientas previstas en la ejecución de la obra 8

Tabla 3. Riesgos y causas del personal de obra 16

Tabla 4. Medidas preventivas para el personal de obra 32

Tabla 5. Máquinas y equipos a utilizar 32

Tabla 6. Medidas preventivas 37

Tabla 7. Identificaciones de riesgos y causas en replanteo del terreno 38

Tabla 8. Medidas preventivas en replanteo del terreno 38

Tabla 9. Identificación de riesgos y causas en movimientos de tierra 39

Tabla 10. Medidas preventivas en movimientos de tierra 40

Tabla 11, Medidas preventivas específicas en movimientos de tierra 41

Tabla 12. Identificación de riesgos y causas en losas de cimentación 41

Tabla 13. Medidas preventivas en losas de cimentación 42

Tabla 14. Identificación de riesgos y causas en zona para canalizaciones 42

Tabla 15. Medidas preventivas en zanjas para canalizaciones 43

Tabla 16. Medidas preventivas en conexionado a equipos eléctricos 43

Tabla 17. Identificación de riesgos y causas en trabajos manuales y acabados 44

Tabla 18. Medidas preventivas en zanjas para canalizaciones 44

Tabla 19. Elementos de protección colectiva 67

Tabla 20. Presupuesto de protecciones individuales 73

Tabla 21. Presupuesto de protecciones colectivas 75

Tabla 22. Presupuesto de primeros auxilios 75

Tabla 23. Presupuesto de gestión de prevención 76

Tabla 24. Presupuesto de seguridad y salud 76

1. DATOS DEL PROYECTO

Título del Proyecto:

PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO DE HIBRIDACIÓN DE LA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "IERÓN" MEDIANTE LA INSTALACIÓN DE 11MW DE BATERÍAS EN EL T.M. DE MONTÁNCHEZ (CÁCERES)"

Situación y Localidad:

La Instalación de Baterías "BESS IERÓN" se encuentra en un exclave del término municipal de Montánchez, en la provincia de Cáceres.

Montánchez tiene una extensión de 112,66 km^2. Limita al noroeste con Albalá, al norte con Torremocha y Valdefuentes, al este con Torre de Santa María y Valdemorales, y al sur y oeste con Arroyomolinos y Alcuéscar.

Promotor:

Titular: IERON SOLAR, S.L.U.

C.I.F.: B-90351594

Dirección: Calle María de Molina 40, 5ª planta, 28006, Madrid.

Autor de Proyecto:

Óscar Reyes Blanco

Autor del Plan del Estudio de Seguridad y Salud:

Silvia Asensio Sordo

Presupuesto del estudio de seguridad y salud:

El presupuesto de seguridad y salud asciende a CIENTO SESENTA Y NUEVE MIL TRESCIENTOS OCHENTA EUROS CON NOVENTA Y TRES CÉNTIMOS (169.380,93 €).

Plazo previsto de ejecución:

Nueve (9) meses.

Número medio de trabajadores:

50 TRABAJADORES EN PUNTA

2. 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.

El *Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre, por el que se establecen las Disposiciones Mínimas de Seguridad y Salud en las Obras de Construcción* implanta la obligatoriedad de la inclusión de un Estudio de Seguridad y Salud o de un Estudio Básico de Seguridad y Salud, en los proyectos para la realización de obras de

construcción. En el caso que nos ocupa, dadas las características de las obras proyectadas, es preceptiva la inclusión de un Estudio Básico de Seguridad y Salud.

Se considera prioritario en este Estudio:

- Preservar la integridad de los trabajadores y de todas las personas del entorno.
- La organización del trabajo de forma tal que el riesgo sea mínimo.
- Determinar las instalaciones y útiles necesarios para la protección colectiva e individual del personal.
- Definir las instalaciones y útiles necesarios para la protección colectiva e individual del personal.
- Establecer las normas de utilización de los elementos de seguridad.
- Proporcionar a los trabajadores los conocimientos necesarios para el uso correcto y seguro de los útiles y maquinaria que se les encomiende.
- El transporte del personal.
- Los trabajos con máquina ligera.
- Los primeros auxilios y evacuación de heridos.
- El servicio de Prevención.
- Los delegados de Prevención.

De acuerdo con ello, este estudio debe ser complementado, antes del inicio de la obra, por el Plan de Seguridad y Salud elaborado por el contratista. Dicho plan desarrollará las medidas preventivas previstas en el estudio, adaptando éstas a las técnicas y soluciones que han de ponerse finalmente en obra. Eventualmente, el Plan de Seguridad y Salud podrá proponer alternativas preventivas a las medidas planificadas aquí, en las condiciones establecidas en el artículo 7 del ya citado *Real Decreto 1627/1997*. En su conjunto, el Plan de Seguridad y Salud constituirá el conjunto de medidas y actuaciones preventivas derivadas de este estudio, que el contratista se compromete a disponer en las distintas actividades y fases de la obra, sin perjuicio de las modificaciones y actualizaciones que pueda haber lugar, en las condiciones reglamentariamente establecidas.

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.

2.1. ALCANCE

Las medidas contempladas en este estudio alcanzan a todos los trabajos a realizar por la subcontrata 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.

2.2. DOCUMENTOS

El presente Estudio de Seguridad y Salud está integrado por los siguientes Documentos:

- MEMORIA

- PLAN DE EMERGENCIA
- PLIEGO DE CONDICIONES
- PRESUPUESTO
- PLANOS

2.3. NORMATIVA DE APLICACIÓN

Es preceptivo de aplicación la siguiente Normativa:

Ley 31/ 1995 de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.

Real Decreto 485/1997 de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.

Real Decreto 486/1997 de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.

Real Decreto 487/1997 de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorso lumbar, para los trabajadores.

Real Decreto 773/1997 de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.

Real Decreto 39/1997 de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.

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.

Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.

Estatuto de los Trabajadores (Ley 8/1980, Ley 32/1984, Ley 11/1994).

Ordenanza de Trabajo de la Construcción, Vidrio y Cerámica (O.M. 28-08-70, O.M. 28-07-77, O.M. 4-07-83, en los títulos no derogados).

Será de Aplicación el resto de normativa existente, no incluida en la presente lista, y que esté vigente en el momento del comienzo de las obras a realizar, así como las modificaciones o actualizaciones de la normativa anteriormente indicada, principalmente aquellas formuladas a partir de la era Post -Covid 19.

3. MEMORIA

3.1. DATOS GENERALES

La obra objeto del presente estudio consiste en la instalación de una planta de almacenamiento de energía mediante un sistema de baterías. La planta se encuentra en el término municipal de Montánchez (Cáceres), y cuenta con un total de 11 MW de potencia instalada y 62,50 MWh de capacidad. La infraestructura de almacenamiento cederá energía de la red.

También tiene como alcance la ejecución de la línea de evacuación de MT desde la planta de almacenamiento hasta la SE “Valdemantilla 30/220 kV”.

3.2. DESCRIPCIÓN DEL EMPLAZAMIENTO

La Instalación de Baterías “BESS IERÓN” de 11 MW se encuentra en un exclave del término municipal de Montánchez al sur del término municipal de Alcuéscar, en la provincia de Cáceres, limítrofe con la provincia de Badajoz, al igual que la Subestación Colectora “Valdemantilla 30/220 kV”. Con una extensión de 112,66 km2 y limita con Torremocha y Valdefuentes al norte; Torre de Santa María y Valdemorales al este; Arroyomolinos y Alcuéscar al sur y oeste.

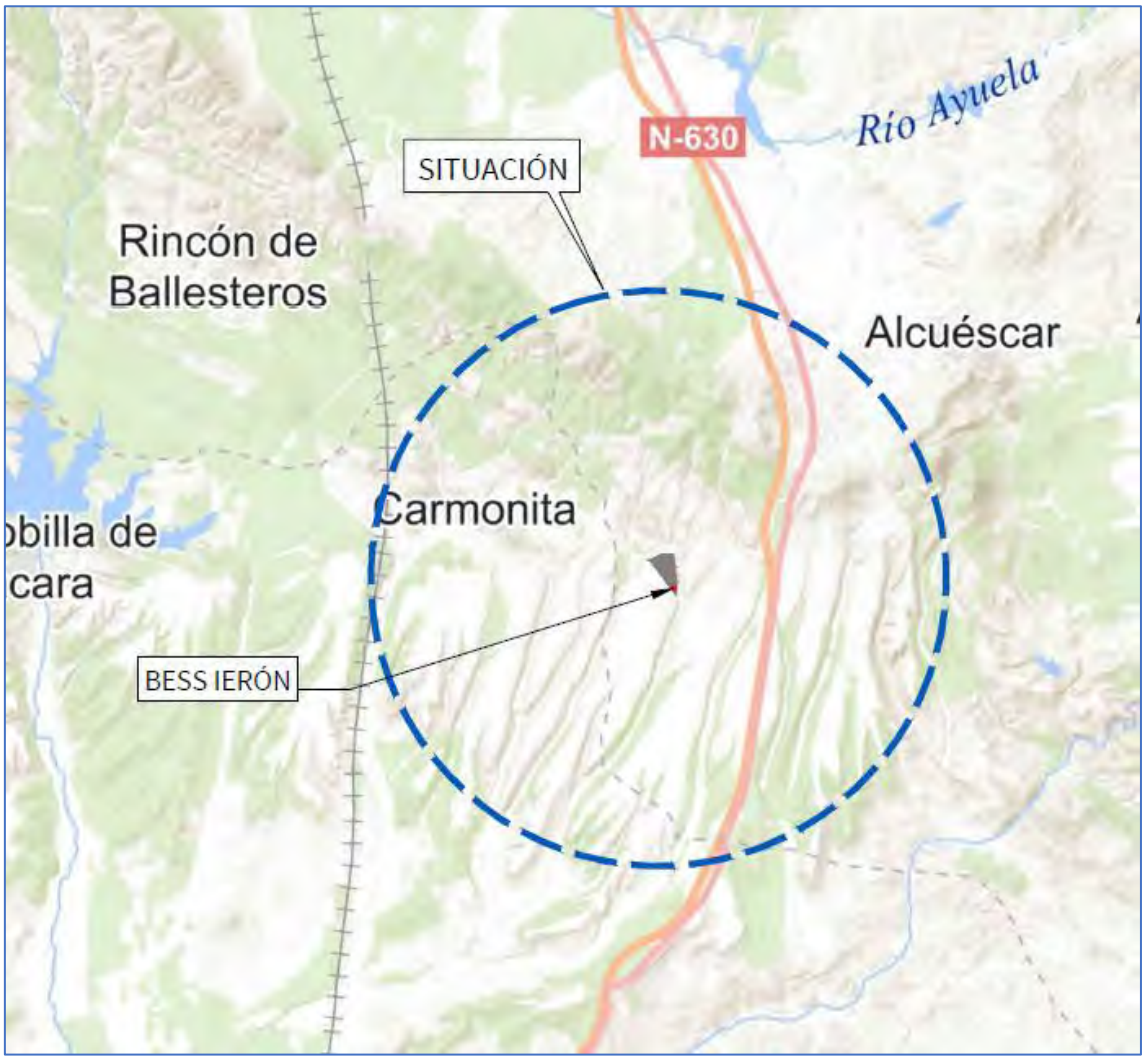


Figura 1. Situación y localización de la instalación de baterías



Figura 2. Emplazamiento de la instalación “BESS IERÓN”

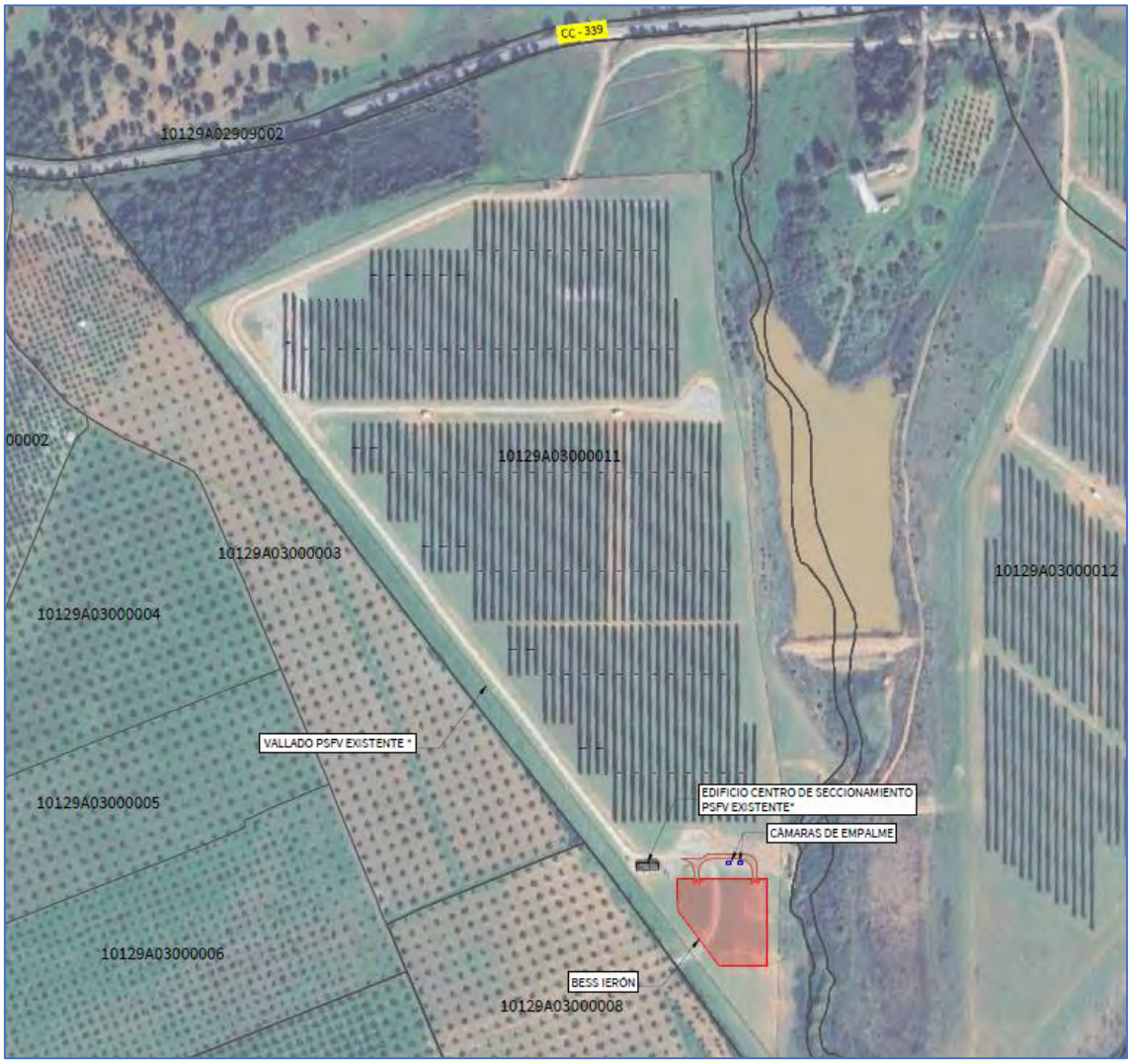


Figura 3. Ortofoto catastral “BESS IERÓN”

3.3. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS

La obra objeto del presente estudio consiste en la instalación de un sistema de almacenamiento de energía con baterías se diseñará con una potencia instalada (potencia nominal) de 11.000 kW y una capacidad de almacenamiento total a 62,50 MWh La instalación está compuesta por 10 contenedores de baterías distribuidos en 2 estaciones de potencia.

Cada estación contará con 2 **convertidores bidireccionales (PCS) de 4.375 kW** de potencia por cada uno de ellos y 8 contenedores modulares de almacenamiento energético (4 contenedores por cada convertidor).

Respecto a las infraestructuras eléctricas de evacuación, la energía generada en la planta de almacenamiento energético mediante baterías será evacuada hacia Subestación Colectora “Valdemantilla 30/220 kV”, la cual no es objeto de este proyecto, utilizando como infraestructura de transporte la línea de evacuación en media tensión actualmente en servicio en la planta fotovoltaica asociada “IERÓN”, para lo cual se proyecta el seccionamiento de dicha línea mediante la instalación de dos arquetas de empalme adyacentes, haciendo entrada/salida en el nuevo centro de seccionamiento de la BESS.

Para su ejecución es necesaria la realización de las actividades que se citan de acuerdo con la siguiente secuencia de ejecución:

Descripción de las obras y fases	
Replanteo del terreno	Esta actividad que se realiza desde el inicio de la obra hasta su final comprende todas las labores, que un equipo de topografía especializado, formado generalmente por un Topógrafo y dos peones, realiza para dejar hitos y medidas referenciadas en el terreno, definiendo por un medio de los replanteos, todos los datos geométricos, para poder llevar a cabo las actividades y ejecutar los elementos constructivos que componen la obra.
Movimiento de tierras	La naturaleza del terreno es un factor esencial a tener en cuenta si se quiere desarrollar estos trabajos en un "ámbito" de seguridad. Por lo tanto, siempre se recabará el Estudio Geotécnico y cualquier otro informe acerca de las características del terreno sobre el que se ejecutará el movimiento de tierras.
Losas de Cimentación	Unidades de obra necesarias para la realización de las losas de cimentación. En ellas se engloba los trabajos de excavación y colocación de ferralla según se recoja en Proyecto.
Zanjas para canalizaciones	Consiste en los trabajos de apertura de zanjas para canalizaciones, según definición de Proyecto.
Acopio y manipulación de materiales	El acopio de los materiales, equipos y demás instalaciones necesarias para la ejecución del Proyecto serán almacenadas en el lugar indicado por la Dirección Facultativa, a fin de evitar cualquier riesgo. El acopio de los materiales, equipos y demás instalaciones necesarias para la ejecución del Proyecto serán almacenadas en el lugar indicado por la Dirección Facultativa, a fin de evitar cualquier riesgo. Los materiales a instalar, provenientes de los suministradores se descargarán con medios mecánicos. Se almacenarán en la campa que cada Adjudicatario determine, en ubicación estable y de allí serán reenviados a cada punto de trabajo.
Transporte de materiales y equipos dentro de la obra	El transporte de los materiales a obra se realizará siguiendo las indicaciones de Proyecto, donde se dispondrá la ubicación de estos.
Maniobras de izado de los contenedores que albergan los distintos equipos	Colocación final de los contenedores de las baterías para su ubicación final, para ello se izarán mediante grúa telescópica.
Conexionado de equipos eléctricos	Consiste en los trabajos de conexionado de los equipos electrónicos, según definición de Proyecto.
Trabajos manuales y acabados	Realización de todos los trabajos manuales y de los acabados.

Tabla 1. Descripción de las obras y fases

3.4. MAQUINARIA

La tipología de maquinaria que se prevé emplear en la ejecución de la obra se indica en la relación (no exhaustiva) de la tabla adjunta:

Maquinaria y herramientas previstas en obra	
Grúa Telescópica	Sierra circular
Maquinaria para movimiento de tierras	Compactador manual
Dumper	Acabados
Camiones	Rodillo compactador
Camión hormigonera	Grupo electrógeno

OBSERVACIONES:

1.- La maquinaria para movimiento de tierras, se usará solo para el fin para el que está concebida, y estará provista de cabina de seguridad antivuelco ROPS y antiimpactos ROPS, señalización óptica y acústica de marcha atrás.

2.- Los camiones respetarán las normas del código de circulación y dispondrán de señalización óptica y acústica de marcha atrás.

3.- En lo referente a la utilización de la maquinaria se respetará lo indicado en la Evaluación de Riesgos para este tipo de elementos tanto los pertenecientes a la empresa como los que se pudieran subcontratar.

4.- A todos los efectos, los operarios estarán informados de los riesgos y medidas a adoptar en previsión de accidentes en relación a cada uno de los tipos de maquinaria a utilizar en obra, mediante información dada por la empresa en función del tipo de trabajo que desempeñarán.

Tabla 2. Maquinaria y herramientas previstas en la ejecución de la obra

3.5. MEDIOS AUXILIARES PREVISTOS PARA LA EJECUCIÓN DE LA OBRA

Se detalla a continuación, la relación de medios auxiliares empleados en la obra que cumplen las condiciones técnicas y de utilización que se determinan en el Anexo IV del R.D. 1627/97 así como en su reglamentación específica y que van a utilizarse o cuya utilización está prevista en esta obra.

Medios auxiliares

- Escalera de mano.
- Eslingas de acero (cables, cadenas, etc.).
- Carretón o carretilla de mano.
- Cubilote de hormigonado.
- Plataforma Elevadora Móvil de Personas.

3.6. JUSTIFICACIÓN DE RECURSOS

Se estima la necesidad de emplear 50 operarios en punta de trabajo.

Se estima a efectos de instalaciones provisionales de obra que existirán en obra, 20 operarios, para los que se cumplirán las siguientes condiciones:

- Comedor: 1,40 m^2 por operario

- Vestuarios: 1,74 m^2 por operario
- Aseos: 0,35 m^2 por operario

3.7. ACTIVIDADES PRINCIPALES

Las actividades principales a ejecutar en el desarrollo de los trabajos detallados son, básicamente, las siguientes:

- Replanteo del Terreno
- Explanación y Nivelación del Terreno (terraplenes y rellenos).
- Obras de excavación (Zanjas, losas de cimentación…)
- Ejecución de viales y drenajes
- Zanjas para canalizaciones eléctricas del parque
- Zanjas para canalizaciones eléctricas de la línea de evacuación
- Encofrado y Hormigonado
- Acopio y Manipulación de materiales.
- Transporte de materiales y equipos dentro de la obra.
- Maniobras de izado, situación en obra y montaje.
- Montaje de equipos, contenedores de baterías.
- Montaje de equipos, aparamenta de subestación.
- Conexionado de instalaciones eléctricas.
- Montaje y construcciones de edificios
- Acabados.

Más adelante se analizarán los riesgos previsibles inherentes a los mismos, y se describirán las medidas de protección previstas en cada caso.

3.8. 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. Tc1 y Tc2.
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.

3.8.1. DEBERES, OBLIGACIONES Y COMPROMISOS

Según los Arts. 14 y 17, en el Capítulo III de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales se establecen los siguientes puntos:

- Los trabajadores tienen derecho a una protección eficaz en materia de seguridad y salud en el trabajo. El citado derecho supone la existencia de un correlativo deber del empresario de protección de los trabajadores frente a los riesgos laborales. Este deber de protección constituye, igualmente, un deber de las Administraciones Públicas respecto del personal a su servicio. Los derechos de información, consulta y participación, formación en materia preventiva, paralización de la actividad en caso de riesgo grave e inminente y vigilancia de su estado de salud, en los términos previstos en la presente Ley, forman parte del derecho de los trabajadores a una protección eficaz en materia de seguridad y salud en el trabajo.
- En cumplimiento del deber de protección, el empresario deberá garantizar la seguridad y la salud de los trabajadores a su servicio en todos los aspectos relacionados con el trabajo. A estos efectos, en el marco de sus responsabilidades, el empresario realizará la prevención de los riesgos laborales mediante la adopción de cuantas medidas sean necesarias para la protección de la seguridad y la salud de los trabajadores, con las especialidades que se recogen en los artículos correspondientes en materia de evaluación de riesgos, información, consulta y participación y formación de los trabajadores, actuación en casos de emergencia y de riesgo grave e inminente, vigilancia de la salud, y mediante la constitución de una organización y de los medios necesarios en los términos establecidos en el Capítulo IV de la presente Ley.
- El empresario desarrollará una acción permanente con el fin de perfeccionar los niveles de protección existentes y dispondrá lo necesario para la adaptación de las medidas de prevención señaladas en el párrafo anterior a las modificaciones que puedan experimentar las circunstancias que incidan en la realización del trabajo.
- El empresario deberá cumplir las obligaciones establecidas en la normativa sobre prevención de riesgos laborales.
- Las obligaciones de los trabajadores establecidas en esta Ley, la atribución de funciones en materia de protección y prevención a trabajadores o Servicios de la empresa y el recurso al concierto con entidades especializadas para el desarrollo de actividades de prevención complementarán las acciones del empresario, sin que por ello le eximan del cumplimiento de su deber en esta materia, sin perjuicio de las acciones que pueda ejercitar, en su caso, contra cualquier otra persona.
- El coste de las medidas relativas a la seguridad y la salud en el trabajo no deberá recaer en modo alguno sobre los trabajadores.

Equipos de trabajo y medios de protección.

1. El empresario adoptará las medidas necesarias con el fin de que los equipos de trabajo sean adecuados para el trabajo que deba realizarse y convenientemente adaptados a tal efecto, de forma que garanticen la seguridad y la salud de los trabajadores al utilizarlos. Cuando la utilización de un equipo de trabajo pueda presentar un riesgo específico para la seguridad y la salud de los trabajadores, el empresario adoptará las medidas necesarias con el fin de que:
   a) La utilización del equipo de trabajo quede reservada a los encargados de dicha utilización.
   b) Los trabajos de reparación, transformación, mantenimiento o conservación sean realizados por los trabajadores específicamente capacitados para ello.
2. El empresario deberá proporcionar a sus trabajadores equipos de protección individual adecuados para el desempeño de sus funciones y velar por el uso efectivo de los mismos cuando, por la

naturaleza de los trabajos realizados, sean necesarios. Los equipos de protección individual deberán utilizarse cuando los riesgos no se puedan evitar o no puedan limitarse suficientemente por medios técnicos de protección colectiva o mediante medidas, métodos o procedimientos de organización del trabajo.

3.8.2. PRINCIPIOS BÁSICOS DE LA ACTIVIDAD PREVENTIVA DE ESTA OBRA

De acuerdo con los Arts. 15 y 16 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, se establece que:

1. El empresario aplicará las medidas que integran el deber general de prevención previsto en el capítulo anterior, con arreglo a los siguientes principios generales:
    a) Evitar los riesgos.
    b) Evaluar los riesgos que no se puedan evitar.
    c) Combatir los riesgos en su origen.
    d) Adaptar el trabajo a la persona, en particular en lo que respecta a la concepción de los puestos de trabajo, así como a la elección de los equipos y los métodos de trabajo y de producción, con miras, en particular, a atenuar el trabajo monótono y repetitivo y a reducir los efectos del mismo en la salud.
    e) Tener en cuenta la evolución de la técnica.
    f) Sustituir lo peligroso por lo que entrañe poco o ningún peligro.
    g) Planificar la prevención, buscando un conjunto coherente que integre en ella la técnica, la organización del trabajo, las condiciones de trabajo, las relaciones sociales y la influencia de los factores ambientales en el trabajo.
    h) Adoptar medidas que antepongan la protección colectiva a la individual.
    i) Dar las debidas instrucciones a los trabajadores.
2. El empresario tomará en consideración las capacidades profesionales de los trabajadores en materia de seguridad y salud en el momento de encomendarles las tareas.
3. El empresario adoptará las medidas necesarias a fin de garantizar que solo los trabajadores que hayan recibido información suficiente y adecuada puedan acceder a las zonas de riesgo grave y específico.
4. La efectividad de las medidas preventivas deberá prever las distracciones o imprudencias no temerarias que pudiera cometer el trabajador. Para su adopción se tendrán en cuenta los riesgos adicionales que pudieran implicar determinadas medidas preventivas; las cuales solo podrán adoptarse cuando la magnitud de dichos riesgos sea sustancialmente inferior a la de los que se pretende controlar y no existan alternativas más seguras.
5. Podrán concertar operaciones de seguro que tengan como fin garantizar como ámbito de cobertura la previsión de riesgos derivados del trabajo, la empresa respecto de sus trabajadores, los trabajadores autónomos respecto a ellos mismos y las sociedades cooperativas respecto a sus socios cuya actividad consista en la prestación de su trabajo personal.

Evaluación de los riesgos.

1. La acción preventiva en la empresa se planificará por el empresario a partir de una evaluación inicial de los riesgos para la seguridad y la salud de los trabajadores, que se realizará, con carácter general, teniendo en cuenta la naturaleza de la actividad, y en relación con aquellos que estén expuestos a riesgos especiales. Igual evaluación deberá hacerse con ocasión de la elección de los equipos de trabajo, de las sustancias o preparados químicos y del acondicionamiento de los lugares de trabajo. La evaluación inicial tendrá en cuenta aquellas otras actuaciones que deban desarrollarse de conformidad con lo dispuesto en la normativa sobre protección de riesgos específicos y actividades

de especial peligrosidad. La evaluación será actualizada cuando cambien las condiciones de trabajo y, en todo caso, se someterá a consideración y se revisará, si fuera necesario, con ocasión de los daños para la salud que se hayan producido. Cuando el resultado de la evaluación lo hiciera necesario, el empresario realizará controles periódicos de las condiciones de trabajo y de la actividad de los trabajadores en la prestación de sus servicios, para detectar situaciones potencialmente peligrosas.

2. Si los resultados de la evaluación prevista en el apartado anterior lo hicieran necesario, el empresario realizará aquellas actividades de prevención, incluidas las relacionadas con los métodos de trabajo y de producción, que garanticen un mayor nivel de protección de la seguridad y la salud de los trabajadores.

   Estas actuaciones deberán integrarse en el conjunto de las actividades de la empresa y en todos los niveles jerárquicos de la misma. Las actividades de prevención deberán ser modificadas cuando se aprecie por el empresario, como consecuencia de los controles periódicos previstos en el apartado anterior, su inadecuación a los fines de protección requeridos.

Cuando se haya producido un daño para la salud de los trabajadores o cuando, con ocasión de la vigilancia de la salud prevista en el artículo 22, aparezcan indicios de que las medidas de prevención resultan insuficientes, el empresario llevará a cabo una investigación al respecto, a fin de detectar las causas de estos hechos.

3.8.3. FORMACIÓN DEL 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.

3.8.4. MEDICINA PREVENTIVA

La Empresa Contratista queda obligada a practicar a los trabajadores que desee contratar para la ejecución de los trabajos, un reconocimiento médico previo a su ingreso, respetando la clasificación de puesto de trabajo que dictamine el resultado del reconocimiento médico.

Los trabajadores propios pasarán un reconocimiento periódico al menos una vez al año. Si como consecuencia de este reconocimiento fuera aconsejable el cambio de puesto de trabajo, la Empresa Contratista queda obligada a realizarlo.

En cualquier momento el propietario de la línea podrá solicitar certificados de estos reconocimientos.

3.8.5. 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.

3.8.6. MEDIOS DE PROTECCIÓN

Son los que se detallan más adelante, siempre acorde a la normativa vigente.

3.8.7. CHARLA SOBRE RIESGOS ESPECÍFICOS

Todo el personal recibirá una charla, en la que será informado de los riesgos específicos de la obra y de las medidas previstas para evitarlos.

3.9. PREVENCIÓN DE RIESGOS

3.9.1. ANÁLISIS DE LOS MÉTODOS DE EJECUCIÓN Y DE LOS MATERIALES Y EQUIPOS A UTILIZAR

3.9.1.1. OPERACIONES PREVIAS A LA EJECUCIÓN DE LA OBRA

Conforme el Proyecto de ejecución de obra y el Plan de la misma, se iniciarán las operaciones previas a la realización de las obras, procediendo a:

- La organización general de la obra: vallado, señalización, desvíos de tráfico, accesos a la obra de peatones y de vehículos, etc. tal y como se grafía en los planos.
- Colocación de los servicios de Higiene y Bienestar, reserva y acondicionamiento de espacios para acopio de materiales paletizados y a montón, tal como se grafía en los planos.
- Delimitación de espacios de trabajo siguiendo las especificaciones grafiadas en los planos.
- Acotación de las zonas de trabajo y reserva de espacios.
- Señalización de accesos a la obra.
- Con anterioridad al inicio de los trabajos, se establecerán las instrucciones de seguridad para la circulación de las personas por la obra.
- Todo el personal que acceda a esta obra, para circular por la misma, deberá conocer y cumplir estas normas, independientemente de las tareas que vayan a realizar.

Estas normas deberán estar expuestas en la obra, perfectamente visibles en la entrada, así como en los vestuarios y en el tablón de anuncios.

Los recursos preventivos de cada contratista o en su defecto los representantes legales de cada empresa que realice algún trabajo en la obra, deberán entregar una copia a todos sus trabajadores presentes en la obra (incluyendo autónomos, subcontratas y suministradores). De dicha entrega deberá dejarse constancia escrita.

3.9.1.2. NORMAS DE ACCESO Y CIRCULACIÓN POR OBRA

No entre en obra sin antes comunicar su presencia, para realizar un efectivo control de acceso a obra, por su bien y el del resto de los trabajadores.

Utilice para circular por la obra calzado de seguridad con plantilla metálica, chaleco reflectante y casco de protección en correcto estado. En caso de realizar algún trabajo con herramientas o materiales que puedan caer, el calzado deberá disponer también de puntera metálica con el fin de controlar el riesgo no evitable de caída de objetos en manipulación.

Recuerde que los EPIs tienen una fecha de caducidad, pasada la cual no garantizan su efectividad.

No camine por encima de los escombros (podría sufrir una torcedura, un tropiezo, una caída, clavarse una tacha, etc.).

No pise sobre tablones o maderas en el suelo. Podría tener algún clavo y clavárselo.

Respete las señales. En caso de ver una señalización de peligro que corte el paso evite el agua potable

Dicha señalización está indicando una zona de acceso restringido o prohibido.

Haga siempre caso de los carteles indicadores existentes por la obra.

No quite o inutilice bajo ningún concepto, una protección colectiva sin antes haberlo consultado con los recursos preventivo. Sólo bajo la supervisión de los citados recursos preventivos se puede retirar una protección y/o trabajar sin ella.

Si encuentra alguna protección en mal estado o mal colocada, adviértalo inmediatamente a los recursos preventivos.

Circule por la obra sin prisas. Ir corriendo por la obra le puede suponer un accidente o la provocación de un accidente.

En caso encontrarse obstáculos (andamios de borriquetas o plataformas de trabajo elevadas, con operarios trabajando sobre ellos), esquívelos cambiando de camino. Rodearlo es preferible a sufrir o a provocar un accidente.

Si tiene que hacer uso de algún cuadro eléctrico, hágalo utilizando las clavijas macho-hembra adecuadas para su conexión.

Si tiene dudas, no improvise, advierta y pregunte a los recursos preventivos, esa es una de sus funciones.

3.10. IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS

3.10.1. RIESGOS PROFESIONALES

Las empresas contratistas adjudicatarias de los trabajos, han de considerar que la evaluación de riesgos concerniente a cada una de las actividades de construcción supone el análisis previo de:

- Las condiciones generales del trabajo, las máquinas y equipos que se manejen, las instalaciones próximas existentes y a los agentes físicos, químicos y biológicos que puedan existir.
- Las características de organización y ordenación del trabajo, que influyen en la magnitud de los riesgos.
- La inadecuación de los puestos de trabajo a las características de los trabajadores especialmente sensibles a ciertos riesgos.

La valoración de riesgos en cada momento se conocerá tras realizar inspecciones de los trabajos. No obstante, se consideran riesgos generales y como tales están presentes en cualquier actividad de construcción, como se indican a continuación.

3.10.2. RIESGOS GENERALES Y MEDIDAS PREVENTIVAS

Personal de obra

Identificación del riesgo	Causa
Caídas de personas al mismo nivel	Caídas por deficiencias en el suelo, por pisar o tropezar con objetos en el suelo, por superficies en mal estado por condiciones atmosféricas (heladas, nieve, agua, etc.)
Caídas de personas a distinto nivel	Caída desde escaleras portátiles, hoyos, cimentaciones o torres metálicas de transporte.
Caídas de objetos	Caída por manipulación manual de objetos y herramientas. Caída de elementos manipulados con aparatos elevadores o de elementos apilados (almacén).
Desprendimientos, desplomes y derrumbes	Desprendimientos de elementos de montaje fijos. Hundimiento de hoyos cimentaciones.
Choques y golpes	Choques contra objetos fijos y choques contra objetos móviles. Golpes por herramientas manuales.
Maquinaria automotriz y vehículos	Atropello a peatones, vuelco de vehículos, Caída de Cargas Choques y golpes entre vehículos o contra elementos fijos.
Atrapamiento por mecanismos en movimiento	Atrapamientos por herramientas manuales, mecanismos en movimiento o por objetos.
Cortes	Cortes por herramientas manuales, objetos superficiales o punzantes.
Proyecciones	Impacto por fragmentos, partículas sólidas o líquidas.
Contactos eléctricos	Contactos directos, indirectos o descargas eléctricas.
Arcos eléctricos	Calor, proyecciones. Radiaciones no ionizantes.
Sobreesfuerzos	Esfuerzos al empujar o tirar de objetos, por el uso de herramientas, movimientos bruscos o al levantar o manipular cargas.
Explosiones	Máquinas, equipos y botellas de gases. Voladuras o Material explosivo.
Incendios	Acumulación de material combustible. Almacenamiento y trasvase de productos inflamables. Focos de ignición. Proyecciones de chispas o de partículas calientes (soldadura).
Tráfico	Choques entre vehículos o contra objetos fijos Atropello de peatones o en situaciones de trabajo. Vuelco de vehículos por accidente de tráfico. Fallos mecánicos de vehículos.
Agresión de animales	Picadura de insectos Ataque de perros. Agresión por otros animales.

Identificación del riesgo	Causa
Estrés térmico	Exposición prolongada al calor o al frío. Cambios bruscos de temperatura.
Radiaciones no ionizantes	Exposición a radiación infrarroja o a radiación visible o luminosa.
Carga física	Movimientos repetitivos. Carga estática o postural (espacios de trabajo). Carga dinámica (actividad física).
Carga mental	Distribución de tiempos. Aislamiento.

Tabla 3. Riesgos y causas del personal de obra

Medidas preventivas

Identificación del riesgo	Medidas preventivas	
Caídas del 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 líquido	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.
		Respetar y cumplir señalización.

Identificación del riesgo	Medidas preventivas	
	Caída por superficie deteriorada por agentes atmosféricos	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 por resbalones y tropezonas por malos apoyos del pie	Respetar y cumplir señalización.
		Utilizar vías y pasos habilitados para los trabajos.
		Comunicar, corregir deficiencias.
		Utilización de calzado adecuado.
Caídas de personas a distinto nivel	Caída por huecos	Colocación de barandillas adecuadas.
		Comunicar, corregir deficiencias.
		Señalización de la zona.
		Tener iluminación adecuada.
		Utilizar los medios previstos para el paso o acceso a otras instalaciones.
	Caídas 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 será 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 aguantara la escalera por la base; este operario se puede sustituir si se amarra la escalera firmemente.

Identificación del riesgo	Medidas preventivas	
		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 dos 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.

Identificación del riesgo	Medidas preventivas	
		Comunica y/o corregir las deficiencias detectadas.
Caídas 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 la misma 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 apilados	Respetar y cumplir las señalizaciones.
		Utilizar el casco de seguridad y calzado adecuado.
		Pequeños materiales en cajas.
		Retirar materiales sin alterar la estabilidad de los restantes.
		Dispositivos de retención si fueran necesarios (redes, fundas, etc.).
		No abusar en exceso del espacio existente.
	Caídas 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.

Identificación del riesgo	Medidas preventivas	
		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 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	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.

Identificación del riesgo	Medidas preventivas	
		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.

Identificación del riesgo	Medidas preventivas	
		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).
Atrapamiento por mecanismos en movimiento	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.

Identificación del riesgo	Medidas preventivas	
	Atrapamiento 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 las distancias entre máquinas 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.

Identificación del riesgo	Medidas preventivas	
		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.

Identificación del riesgo	Medidas preventivas	
		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.

Identificación del riesgo	Medidas preventivas	
		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 eléctricos	Contactos directos en las instalaciones y equipos	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, montadas 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.

Identificación del riesgo	Medidas preventivas	
		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.
	Contactos directos para trabajos en instalaciones sin tensión	Formar e informar a los trabajadores.
		Desarrollar un procedimiento para el descargo de las instalaciones.
		Colocar los 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 en las instalaciones y equipos	Formación e información a los trabajadores. Mantener los elementos en tensión alejados de las zonas accesibles o bajos envolventes cerrados y señalizados.

Identificación del riesgo	Medidas preventivas	
		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, montadas 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.
	Contactos indirectos para trabajos en instalaciones sin tensión	Formar e informar a los trabajadores.

Identificación del riesgo	Medidas preventivas	
		Desarrollar un procedimiento para el descargo de las instalaciones.
		Colocar los 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.
Arcos eléctricos		
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.

Identificación del riesgo	Medidas preventivas	
		Formar en los métodos y procedimientos de trabajo seguro en la manipulación de cargas.
Explosiones	Según se indique en el Plan de Seguridad y Salud	
Incendios	Según se indique en el Plan de Seguridad y Salud	
Tráfico	Atropellos, vuelco de vehículos…	
Agresión de animales	Insectos	Vestir la ropa de trabajo correcta. Preferiblemente manga y pantalón largos.
		En caso de existencia de insectos, procurar no realizar el trabajo en las horas de mayor insolación.
		Utilizar repelentes o insecticidas.
	Ataque de perros	Utilizar dispositivos para ahuyentarlos.
		No realizar movimientos bruscos en su presencia.
		Si es necesario, protegerse en el vehículo o habitáculos.
	Agresión por otros animales	Acudir al servicio de asistencia médica más próximo.
Estrés térmico	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.

Identificación del riesgo	Medidas preventivas	
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 son 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 son 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 son 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 de 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

Identificación del riesgo	Medidas preventivas	
		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.
	Atención-complejidad	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.

Tabla 4. Medidas preventivas para el personal de obra

Máquinas y equipos

Dentro de este aparatado se procede a la identificación de las máquinas y equipos que serán utilizados:

Máquinas y equipos a utilizar
Camión grúa
Camión
Excavadora
Retroexcavadora
Pilotadora
Motovolquetes y carretillas y elevadoras
Herramientas manuales en general
Equipos y herramientas eléctricas
Andamios y escaleras

Tabla 5. Máquinas y equipos a utilizar

Medidas preventivas

Equipo	Riesgo	Medidas preventivas
Camión grúa	Caídas de personas al mismo nivel Caídas de objetos. Golpes en movimientos de giro. Atrapamientos. Sobreesfuerzos.	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 desplazara 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.

Equipo	Riesgo	Medidas preventivas
		Queda prohibido que el operador abandone la grúa con cargas suspendidas.
Camión	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.	Sé 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.
Excavadora	Caídas de personas al mismo nivel. Caída de objetos. Golpes en movimientos de giro. Atrapamientos. Sobreesfuerzos. Atropello. Aplastamientos. Ruidos.	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.)

Equipo	Riesgo	Medidas preventivas
	Vibraciones. Golpes por la manivela de puesta en marcha. Vuelco de vehículo.	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 trasportín 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 desplazara la carga por encima del personal con la carretilla elevadora.
Retroexcavadoras	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.	

Equipo	Riesgo	Medidas preventivas
	Vuelco de vehículo.	
Motovolquetes y carretillas elevadoras	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.	
Herramientas manuales en general. Equipos y herramientas eléctricas.	Golpes y cortes por objetos o herramientas. Proyección de fragmentos o partículas. Pisadas sobre objetos. Trastornos musculo esqueléticos.	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.
		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

Equipo	Riesgo	Medidas preventivas
		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.

Tabla 6. Medidas preventivas

3.10.3. RIESGOS ESPECÍFICOS

3.10.3.1. REPLANTEO DEL TERRENO

Identificación de riesgos

Identificación del riesgo	Causa
Caídas de personas al mismo nivel	Caídas por deficiencias en el suelo, por pisar o tropezar con objetos en el suelo, por superficies en mal estado por condiciones atmosféricas (heladas, nieve, agua, etc.)
Caídas de personas a distinto nivel	Caída desde escaleras portátiles, hoyos, cimentaciones o torres metálicas de transporte.
Caídas de objetos	Caída por manipulación manual de objetos y herramientas. Caída de elementos manipulados con aparatos elevadores o de elementos apilados (almacén).
Desprendimientos, desplomes y derrumbes	Desprendimientos de elementos de montaje fijos. Hundimiento de hoyos cimentaciones.
Choques y golpes	Choques contra objetos fijos y choques contra objetos móviles. Golpes por herramientas manuales.

Cortes	Cortes por herramientas manuales, objetos superficiales o punzantes.
Agresión de animales	Picadura de insectos Ataque de perros. Agresión por otros animales.
Estrés térmico	Exposición prolongada al calor o al frío. Cambios bruscos de temperatura.

Tabla 7. Identificaciones de riesgos y causas en replanteo del terreno

Medidas preventivas

Medidas preventivas
Antes del inicio de los trabajos de campo, se realizará un recorrido rápido con objeto de señalar los lugares de observación y los recorridos a realizar, detectando los posibles riesgos y la forma de evitarlos o minimizarlos. Utilizar vías y pasos habilitados para los trabajos. Todo el equipo debe usar botas de aislamiento y especiales para evitar caídas por las pendientes y al mismo nivel. Extremar la precaución en las labores de fijación de estacas, respetando la distancia mínima de seguridad con los pies. Para clavar las estacas con ayuda de los punteros largos se tendrá que usar guantes, y punteros con protector de golpes en manos. Extremar la precaución en las labores de fijación de estacas, respetando la distancia mínima de seguridad con los pies. Deben evitarse el uso de los punteros que presenten deformaciones en la zona de golpeo, por tener el riesgo de proyección de partículas de acero, en cara y ojos. Se usarán gafas antipartículas, durante estas operaciones. En tajos donde la maquinaria esté en movimiento y en zonas donde se aporten materiales mediante camiones, se evitará la estancia de los equipos de replanteo, respetando unas distancias de seguridad que se fijará en función de los riesgos previsibles. Se comprobarán antes de realizar los replanteos la existencia de cables eléctricos, para evitar contactos directos con los mismos. En las zonas donde existan líneas eléctricas las miras utilizadas, serán dieléctricas.

Tabla 8. Medidas preventivas en replanteo del terreno

3.10.3.2. MOVIMIENTOS DE TIERRA

Identificación de riesgos

Identificación del riesgo	Causa
Caídas de personas al mismo nivel	Caídas por deficiencias en el suelo, por pisar o tropezar con objetos en el suelo, por superficies en mal estado por condiciones atmosféricas (heladas, nieve, agua, etc.)

Identificación del riesgo	Causa
Caídas de personas a distinto nivel	Caída desde escaleras portátiles, hoyos, cimentaciones o torres metálicas de transporte.
Caídas de objetos	Caída por manipulación manual de objetos y herramientas. Caída de elementos manipulados con aparatos elevadores o de elementos apilados (almacén).
Desprendimientos, desplomes y derrumbes	Desprendimientos de elementos de montaje fijos. Hundimiento de hoyos cimentaciones.
Choques y golpes	Choques contra objetos fijos y choques contra objetos móviles. Golpes por herramientas manuales.
Maquinaria automotriz y vehículos	Atropello a peatones, vuelco de vehículos, Caída de Cargas Choques y golpes entre vehículos o contra elementos fijos.
Atrapamiento por mecanismos en movimiento	Atrapamientos por herramientas manuales, mecanismos en movimiento o por objetos.
Cortes	Cortes por herramientas manuales, objetos superficiales o punzantes.
Proyecciones	Impacto por fragmentos, partículas sólidas o líquidas.
Contactos eléctricos	Contactos directos, indirectos o descargas eléctricas.
Arcos eléctricos	Calor, proyecciones. Radiaciones no ionizantes.
Sobreesfuerzos	Esfuerzos al empujar o tirar de objetos, por el uso de herramientas, movimientos bruscos o al levantar o manipular cargas.
Explosiones	Máquinas, equipos y botellas de gases. Voladuras o Material explosivo.
Incendios	Acumulación de material combustible. Almacenamiento y trasvase de productos inflamables. Focos de ignición. Proyecciones de chispas o de partículas calientes (soldadura).
Tráfico	Choques entre vehículos o contra objetos fijos Atropello de peatones o en situaciones de trabajo. Vuelco de vehículos por accidente de tráfico. Fallos mecánicos de vehículos.
Agresión de animales	Picadura de insectos Ataque de perros. Agresión por otros animales.
Estrés térmico	Exposición prolongada al calor o al frío. Cambios bruscos de temperatura.

Tabla 9. Identificación de riesgos y causas en movimientos de tierra

Medidas preventivas

Medidas preventivas
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 cercas colindantes…
Separación tránsito de vehículos y operarios.
Avisadores ópticos y acústicos dé marcha atrás en maquinaria.
Protección partes móviles maquinaria.
Conservación adecuada vías de circulación.
No permanecer en radio acción máquinas.
Distancia de seguridad a líneas eléctricas conforme con el RD 614/2001.

Tabla 10. Medidas preventivas en movimientos de tierra

Medidas preventivas específicas

Medidas preventivas específicas
Sólo se permitirá el manejo a aquellas personas que conozcan su funcionamiento y tengan una categoría profesional adecuada.
El maquinista tendrá buen conocimiento de las zonas de circulación y trabajo (zanjas, cables, limitaciones de altura, etc.)
Utilizar las máquinas de acuerdo con las instrucciones del fabricante y sólo en aquellos para los que han sido diseñadas.
El maquinista se encontrará en perfecto estado de salud antes de subir a la máquina.
Estará prohibido circular con cualquier tipo de maquinaria que no disponga de matriculación, por carreteras abiertas al tráfico rodado.
Cuando la circulación afecta a viales públicos, las máquinas llevarán en zona visible una luz giratoria, siendo aconsejable llevar encendidas las luces de posición en todo momento.

Medidas preventivas específicas
La máquina se revisará antes de iniciar los trabajos, para que esté en condiciones de realizar su tarea.
Se respetarán las cargas admisibles para las que está diseñada la máquina.
No se realizarán maniobras bruscas ni se frenará de repente.
Se prohíbe la manipulación y operaciones de ajuste y arreglo de máquinas a personal sin la debida preparación y conocimientos de los riesgos a los que puede estar expuesto.
Cuando abastezca de combustible no lo haga cerca de un punto caliente ni fume.
No guarde material combustible ni trapos grasientos en la máquina, puede ser el origen de un incendio.
Si debe arrancar la máquina, mediante la batería de otra, tome precauciones para evitar chisporroteos de los cables. Recuerde que los electrólitos emiten gases inflamables y se puede producir una explosión.

Tabla 11, Medidas preventivas específicas en movimientos de tierra

3.10.3.3. LOSAS DE CIMENTACIÓN

Identificación de riesgos

Identificación del riesgo	Causa
Caídas de personas al mismo nivel	Caídas por deficiencias en el suelo, por pisar o tropezar con objetos en el suelo, por superficies en mal estado por condiciones atmosféricas (heladas, nieve, agua, etc.)
Caídas de objetos	Caída por manipulación manual de objetos y herramientas. Caída de elementos manipulados con aparatos elevadores o de elementos apilados (almacén).
Choques y golpes	Choques contra objetos fijos y choques contra objetos móviles. Golpes por herramientas manuales.
Cortes	Cortes por herramientas manuales, objetos superficiales o punzantes.
Proyecciones	Impacto por fragmentos, partículas sólidas o líquidas.
Vuelco de maquinaria	Vuelco de maquinaria.

Tabla 12. Identificación de riesgos y causas en losas de cimentación

Medidas preventivas

Medidas preventivas
Antes de iniciar los trabajos se tomarán las medidas necesarias para resolver las posibles interferencias con conducciones de servicios aéreas o enterradas.
Deberá instruirse, mediante la realización de cursos, a todo el personal que vaya a intervenir en los trabajos, haciendo especial hincapié en los riesgos específicos de la actividad que vayan a realizar, así como las medidas que deban tomarse para evitarlos.
El hormigonado que se haga con bomba, se revisará previamente el estado de los tubos, para evitar colapsos de los mismos o reventones.

Medidas preventivas
Se evitará la permanencia de personas bajo cargas suspendidas, especialmente durante las operaciones de colocación de armaduras. La zona de acopios permanecerá limpia y ordenada sin materiales por los caminos de paso. Se establecerán caminos de circulación sobre las armaduras a base de tablones o plataformas metálicas de 0,60m de anchura.

Tabla 13. Medidas preventivas en losas de cimentación

3.10.3.4. ZANJAS PARA CANALIZACIONES

Identificación de riesgos

Identificación del riesgo	Causa
Caídas de personas al mismo nivel	Caídas por deficiencias en el suelo, por pisar o tropezar con objetos en el suelo, por superficies en mal estado por condiciones atmosféricas (heladas, nieve, agua, etc.)
Caídas de objetos	Caída por manipulación manual de objetos y herramientas. Caída de elementos manipulados con aparatos elevadores o de elementos apilados (almacén).
Choques y golpes	Choques contra objetos fijos y choques contra objetos móviles. Golpes por herramientas manuales.
Cortes	Cortes por herramientas manuales, objetos superficiales o punzantes.
Proyecciones	Impacto por fragmentos, partículas sólidas o líquidas.
Atrapamiento de maquinaria	Posibilidad de atrapamiento de un trabajador en una máquina.
Atrapamiento o aplastamiento en la manipulación de materiales	Descolgamiento de las cargas suspendidas.
Sobreesfuerzos y conclusiones	Debido al sobreesfuerzo de los trabajos realizados.

Tabla 14. Identificación de riesgos y causas en zona para canalizaciones

Medidas preventivas

Medidas preventivas
Antes del inicio de los trabajos, se adoptarán medidas de seguridad tendentes a reducir riesgos que aparezcan por interferencias con los servicios afectados por el trazado de la zanja, por lo que se deberán adoptar medidas específicas cuando se encuentren instalaciones o conducciones en servicio. Se localizarán y señalizarán. La existencia de conducciones eléctricas próximas a la zona de obra será señalizada con antelación a la ejecución de los trabajos. No se sobrecargará la cabeza de la excavación con ningún tipo de acopios, debiendo colocarse a una distancia del borde igual a la profundidad de la zanja y como mínimo a 2 m. del borde.

Medidas preventivas
Siempre que no se pueda dar un talud estable a la zanja se entibará. Cuando la zanja tenga una profundidad superior a 1,50m. se dispondrán escaleras de mano en los lugares en que se esté trabajando para facilitar el acceso y la salida a la misma. Esta sobrepasará 1,00m el borde de la zanja y estará fijada adecuadamente para impedir su vuelco, lateral o frontal. Diariamente, antes del inicio de los trabajos, y después de las lluvias y heladas, se vigilará la estabilidad de la zanja, así como el estado de las entibaciones, reforzándolas si fuese necesario.

Tabla 15. Medidas preventivas en zanjas para canalizaciones

3.10.3.5. CONEXIONADO DE EQUIPOS ELÉCTRICOS

Medidas preventivas

Contacto indirecto	Contacto directo
Formación e información a los trabajadores. Mantener los elementos en tensión alejados de las zonas accesibles o bajos envolventes cerrados y señalizados.	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.	Disponer de los equipos de protección individual precisos, tales como guantes aislantes, protección facial u ocular, casco aislante, ropa de trabajo, calzado de protección.
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).	Deberán estar fabricados, montadas y mantenidas de acuerdo con los reglamentos y normas aplicables.
En el interior de las instalaciones eléctricas o en proximidad de ellas no se utilizarán escaleras o elementos metálicos largos.	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).
Se evitará entrar en instalaciones eléctricas o accionar en los equipos eléctricos si no se está cualificado y expresamente autorizado para ello.	Se evitará entrar en instalaciones eléctricas o accionar en los equipos eléctricos si no se está cualificado y expresamente autorizado para ello.

Tabla 16. Medidas preventivas en conexionado a equipos eléctricos

3.10.3.6. TRABAJOS MANUALES Y ACABADOS

Identificación de riesgos

Identificación del riesgo	Causa
Caídas de personas al mismo nivel	Caídas por deficiencias en el suelo, por pisar o tropezar con objetos en el suelo, por superficies en mal estado por condiciones atmosféricas (heladas, nieve, agua, etc.)

Identificación del riesgo	Causa
Caídas de objetos	Caída por manipulación manual de objetos y herramientas. Caída de elementos manipulados con aparatos elevadores o de elementos apilados (almacén).
Choques y golpes	Choques contra objetos fijos y choques contra objetos móviles. Golpes por herramientas manuales.
Golpes y cortes por objetos o herramientas	Cortes por herramientas manuales, objetos superficiales o punzantes.
Proyecciones	Impacto por fragmentos, partículas sólidas o líquidas.
Atrapamiento de maquinaria	Posibilidad de atrapamiento de un trabajador en una máquina.
Atrapamiento o aplastamiento en la manipulación de materiales	Descolgamiento de las cargas suspendidas.
Sobreesfuerzos y conclusiones	Debido al sobreesfuerzo de los trabajos realizados.

Tabla 17. Identificación de riesgos y causas en trabajos manuales y acabados

Medidas preventivas de herramientas manuales

Medidas 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. Se prohíbe expresamente depositar en el suelo o dejar abandonado conectado a la red eléctrica el taladro portátil.

Tabla 18. Medidas preventivas en zanjas para canalizaciones

4. PLAN DE EMERGENCIA

4.1. NORMATIVA DE APLICACIÓN

En esta obra, se cumplirán las medidas establecidas en el Anexo IV del R.D. 1627/97 Parte A, y concretamente:

Punto 4. Vías y salidas de emergencia:

- Las vías y salidas de emergencia deberán permanecer expeditas y desembocar lo más directamente posible en una zona de seguridad.
- En caso de peligro, todos los lugares de trabajo deberán poder evacuarse rápidamente y en condiciones de máxima seguridad para los trabajadores.
- El número, la distribución y las dimensiones de las vías y salidas de emergencia dependerán del uso de los equipos y de las dimensiones de la obra y de los locales, así como del número máximo de personas que puedan estar presente en ellos.
- Las vías y salidas específicas de emergencia deberán señalizarse conforme al Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el

trabajo. Dicha señalización deberá fijarse en los lugares adecuados y tener la resistencia suficiente.

- Las vías y salidas de emergencia, así como las vías de circulación y las puertas que den acceso a ellas no deberán estar obstruidas por ningún objeto, de modo que puedan utilizarse sin trabas en cualquier momento.
- En caso de avería del sistema de alumbrado, las vías y salidas de emergencia que requieran iluminación deberán estar equipadas con iluminación de seguridad de suficiente intensidad.

Punto 5. Detección y lucha contra incendios:

- Según las características de la obra y según las dimensiones y el uso de los locales, los equipos presentes, las características físicas y químicas de las sustancias o materiales que se hallen presentes, así como el número máximo de personas que puedan hallarse en ellos, se deberá prever un número suficiente de dispositivos apropiados de lucha contra incendios y, si fuere necesario, de detectores de incendios y de sistemas de alarma.
- Dichos dispositivos de lucha contra incendios y sistemas de alarma deberán verificarse y mantenerse con regularidad. Deberán realizarse, a intervalos regulares, pruebas y ejercicios adecuados.
- Los dispositivos no automáticos de lucha contra incendios deberán ser de fácil acceso y manipulación. Deberán estar señalizados conforme al Real Decreto sobre señalización de seguridad y salud en el trabajo. Dicha señalización deberá fijarse en los lugares adecuados y tener la resistencia suficiente.

Punto 14. Primeros auxilios:

- Será responsabilidad del empresario garantizar que los primeros auxilios puedan prestarse en todo momento por personal con la suficiente formación para ello. Asimismo, deberán adoptarse medidas para garantizar la evacuación, a fin de recibir cuidados médicos, de los trabajadores accidentados o afectados por una indisposición repentina.
- Cuando el tamaño de la obra o el tipo de actividad lo requieran, deberá contarse con uno o varios locales para primeros auxilios.
- Los locales para primeros auxilios deberán estar dotados de las instalaciones y el material de primeros auxilios indispensables y tener fácil acceso para las camillas. Deberán estar señalizados conforme al Real Decreto sobre señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- En todos los lugares en los que las condiciones de trabajo lo requieran se deberá disponer también de material de primeros auxilios, debidamente señalizado y de fácil acceso. Una señalización claramente visible deberá indicar la dirección y el número de teléfono del servicio local de urgencias.

4.2. MEDIOS DE PROTECCIÓN

4.2.1. MEDIOS TÉCNICOS

a) La obra dispondrá de los siguientes medios materiales de protección:

- Extintores de incendios.
- Botiquín.
- Cuerdas para salvamento.

b) Medios externos:

Los medios externos se solicitan al **TELÉFONO DE EMERGENCIA 112.**

- Por la ubicación de la obra, le corresponde el siguiente parque de bomberos:

  PARQUE DE BOMBEROS

  Localización: s/n polígono industrial el prado, C. Sevilla, 06800 Mérida, Badajoz

Distancia: 34 km
Respuesta isócrona: 24 min aproximadamente
Teléfono: 924 372 861

- Por la ubicación de la obra, le corresponde el siguiente hospital:
  HOSPITAL DE MÉRIDA
  Localización: Av. Don Antonio Campos Hoyos, 26, 06800 Mérida, Badajoz
  Distancia: 33,4 km
  Respuesta isócrona: 24 min aproximadamente
  Teléfono: 924 381 000

- Por la ubicación de la obra, le corresponde el siguiente centro de salud:
  CENTRO EXTREMEÑO DE SALUD
  Localización: Av. Extremadura, 06488 Carmonita, Badajoz
  Distancia: 3,9 km
  Respuesta isócrona: 5 min aproximadamente

- **TELÉFONOS DE EMERGENCIA:**
  Emergencias: 112
  Emergencias sanitarias: 061
  Parque bomberos: 085
  Policía municipal: 092
  Policía nacional: 091

4.2.2. MEDIOS HUMANOS DE INTERVENCIÓN

Para hacer frente a las situaciones de incendio, el centro cuenta con unos responsables y equipos de intervención, alarma y primeros auxilios, formados por un conjunto de personas especialmente preparadas para el auxilio y extinción de incendios, que desempeñan un puesto de trabajo y, que en caso de emergencia, se incorporan al mismo.

4.3. PLAN DE ACTUACIÓN

4.3.1. EMERGENCIA

4.3.1.1. SALIDAS DEL CENTRO DE TRABAJO

Conforme se establecerá en el plan específico en el momento de la construcción, las salidas establecidas y señalizadas serán suficientes para permitir en caso de emergencia la salida del personal del Centro de Trabajo.

4.3.2. PLANES DE ACTUACIÓN

4.3.2.1. PROCEDIMIENTOS DE SALVAMENTO

Caída con arnés de seguridad

Equipamiento de salvamento:

Se deberá disponer en la obra de cuerdas para salvamento, con el objeto de poder ser arrojado al accidentado para proceder a su salvamento.

Actuaciones para el salvamento:

Cuando un trabajador con arnés de seguridad queda colgado tras sufrir un percance, presenta problemas de salvamento, ya que el accidentado permanece en posición colgado pudiendo quedar a cierta distancia de un punto accesible con posibilidades de rescate y con riesgo de golpearse contra partes salientes de los elementos si trata de realizar movimientos inadecuados o actúa precipitadamente.

1º- Observar el estado del accidentado, para actuar en consecuencia:

Estado del accidentado crítico:

- Mantener la calma a su alrededor.
- Avisar a los equipos de Emergencia (Bomberos, Ambulancia, etc.) indicando claramente el suceso y el estado en que se encuentra.
- Calmar al accidentado y tratar de que no se mueva.
- Asegurarse de que el estado del arnés permite soportar el peso del accidentado. Si presenta fracturas en la columna o cuello, reventones de bazo, etc. es conveniente no moverlo y esperar que los servicios de rescate lo extraigan. Si presenta heridas sangrantes o fracturas en otros miembros, deberá ser rescatado inmediatamente siguiendo las instrucciones que se indican más abajo.
- Si hace viento frío, lluvia, nieve o existe peligro de caída de objetos sobre el accidentado deberá en cualquier caso rescatarse siguiendo las instrucciones que se indican más abajo.

Estado del accidentado leve:

- Mantener la calma a su alrededor.
- Calmar al accidentado y tratar de que no se mueva hasta que procedamos a su rescate siguiendo las instrucciones que se indica más abajo.

2º- Proceder a su rescate siguiendo el orden siguiente:

- Evitar que los compañeros actúen en el rescate de modo impulsivo y por su cuenta.
- Aproximarse al borde del forjado que quede más próximo al accidentado.
- Retirar las barandillas si las hay. Deberá necesariamente utilizar un arnés de seguridad y sujetarse a un punto fijo o línea de vida.
- Evitar que la gente alarme al accidentado con sus voces o sugerencias, ya que puede afectar a su estado y le puede hacer actuar irresponsablemente.
- Si el estado del accidentado lo permite, se le lanzará un cabo de salvamento y tirando de modo progresivo del mismo y en sentido dirigido hacia el forjado más cercano al rescate, ir acercando al accidentado. En caso contrario deberá ser lazado por los brazos, con objeto de acercarlo.
- Ayudar con las manos a que el accidentado acceda al forjado.
- Una vez a salvo, comprobar el estado del arnés y línea de vida, con el objeto de sustituirla si fuera necesario antes de continuar con las actividades.

3º- Actúe después del salvamento siguiendo estas instrucciones:

- Si el accidentado presenta heridas, lesiones, fracturas, taquicardia, palpitaciones, dolor de pecho, dolor de bazo o cualquier otro síntoma deberá ser trasladado de inmediato a un centro médico para su

reconocimiento.

- Aprovechar el efecto sociológico beneficioso de protección, provocado por la red en el incidente para sacar la máxima rentabilidad preventiva de la experiencia sobre el equipo humano de la obra.

Actuaciones en caso de heridas.

Se trata sin duda del accidente más frecuente, y suelen ser causados normalmente por el mal uso o uso indebido de elementos de corte, manipulación de piezas cortantes, etc.

La forma correcta de curar una herida en un accidentado es la siguiente:

- El socorrista deberá lavarse las manos y desinfectárselas posteriormente con alcohol.
- Hervir las pinzas y tijeras que vamos a utilizar, durante 15 minutos. Verter un poco de alcohol sobre las mismas y hacerlas arder (flameado).
- Limpiar la herida con agua y jabón empezando en el centro y después hacia los extremos, con una compresa de gasa (nunca con algodón, ya que puede dejar restos).
- Quitar los restos de cuerpos extraños de la herida; restos de tierra, etc., mediante unas pinzas estériles.
- Finalmente se pincelará la herida con mercurocromo (mercromina). Después se colocará una gasa por encima y un apósito - siempre que sea posible (sino sangra o rezuma)- es mejor dejarla al aire libre.

No obstante, si observamos aparentemente que la herida reviste gravedad, deberemos proceder del siguiente modo:

- Con carácter general: Se cubrirá con un apósito lo más rápidamente posible (estéril) o un pañuelo o trapo cualquiera lo más limpio que pueda y se le hará trasladar de inmediato al centro asistencial.
- En las heridas penetrantes de tórax debe evitarse la entrada de aire por la herida mediante vendaje impermeable (esparadrapo) y trasladar al lesionado en postura semisentado.
- En las heridas de abdomen con salida de vísceras (intestinos) nunca hay que intentar reintroducirlas, simplemente cubrirlas y trasladar al lesionado echado boca arriba con las piernas flexionadas. No olvide que bajo ninguna circunstancia deberá dar de beber a estos heridos.

Actuaciones en caso de hemorragias:

La hemorragia es la pérdida de sangre por rotura de una arteria o vena importante. Para determinar si la rotura es de una arteria o vena observaremos lo siguiente:

- Si la sangre es roja y sale en forma intermitente es de una arteria.
- Si la sangre es oscura y sale en forma continua, es de una vena. Debemos tener en cuenta estas diferencias, y actuar en consecuencia.

Las hemorragias venosas se tratan siempre por compresión directa o colocando un vendaje sobre la misma confeccionado con una gasa estéril y unas vueltas de algodón o celulosa para después darles circulares con venda sobre la misma (vendaje compresivo).

Sólo en hemorragias arteriales importantes hay que recurrir primeramente a la compresión y en último extremo, al torniquete.

En caso de tener que recurrir a un torniquete, deberá antes saber:

- Este debe ser colocado sólo en la raíz de las extremidades (superiores o inferiores) y jamás en ningún otro punto (antebrazo, codo, muñeca, dedos, pierna, tobillo o pie).
- Debe aflojarse cada 10 minutos.

- Tener en cuenta que, en heridas de los dedos, aunque sean arteriales, nunca hace falta torniquete, basta siempre con colocar un vendaje compresivo (tal como hemos descrito) y elevar la extremidad afecta.

Actuaciones en caso de quemaduras:

Cuando se produzcan quemaduras en alguna parte del cuerpo, deberá procederse del siguiente modo:

- Si observamos que la quemadura es poco extensa y la piel está roja, espolvorear con polvos antisépticos y vigilar unos días. Las compresas de alcohol y curas de grasas son útiles.
- Se recomienda no obstante visitar al médico con objeto de observarla y que nos de las indicaciones y/o medicación oportuna.
- Si la quemadura origina pequeñas ampollas, no romperlas, ya que se pueden infectar. Aplicar en tales casos antisépticos, apósitos esterilizados y vigilar. Si está rota la ampolla, con manos limpias y material esterilizado, se recorta la piel necrosada. Aplicar antisépticos y tapar durante 48 horas; luego, dejar al aire libre.
- Igualmente, después de la cura inicial es recomendable asistir al médico para que nos de las indicaciones o medicación oportuna.

En las quemaduras graves la piel está carbonizada y el resto más o menos atacado. No es frecuente por las funciones desarrolladas en un puesto de trabajo de oficinas que tales quemaduras tengan lugar, pero si por las causas que fuesen tuvieren lugar, deberán seguirse estas normas:

- No desnudar al quemado ni aplicar ningún producto en las quemaduras.
- Envolver la zona quemada con una tela esterilizada.
- Calmar su angustia (calmantes), cubrirle con mantas.
- Transportarle al centro sanitario más próximo, con urgencia.

Actuaciones en casos específicos:

Accidentes digestivos

Las indigestiones se curan solas con dietas. No emplear nunca purgas ni lavativas.

Si no remite el problema asistir al médico al menor tiempo posible.

Desmayos

Poner al desmayado acostado con la cabeza baja, los pies ligeramente elevados y la ropa aflojada. No levantarle demasiado pronto, manteniéndole en esta posición más de 10 minutos.

Crisis de nervios

Aislar al enfermo. Rociarle la cara con agua, colocarle unas gotas de colonia o vinagre en las fosas nasales.

Ataques epilépticos

No impedir al enfermo que realice su crisis.

Proteger al enfermo, apartando los objetos con los que pueda dañarse. Colocarle entre los dientes un trapo arrollado, para evitar que se muerda la lengua, y aflojarle la ropa.

Cuerpos extraños

Los cuerpos extraños son introducidos en alguno de estos órganos:

Ojos

Si el cuerpo extraño está en el parpado, lavar el ojo bajo el grifo.

Si el cuerpo extraño está clavado en la córnea, colocar unas gotas de colirio anestésico, taparlo con compresa y llevar urgentemente el paciente al oftalmólogo.

Si son substancias ácidas o alcalinas, lavar el ojo abundantemente con un chorro de agua y después con agua con bicarbonato si la sustancia era ácida, o con agua y vinagre si era alcalina.

En cualquier caso, llevar al oftalmólogo. Es recomendable en cualquier caso asistir al médico.

Vías respiratorias

Dejar toser al accidentado, no hacer nada. Llevarlo urgentemente al médico. Es recomendable en cualquier caso asistir al médico.

Vías digestivas

Cuando se ha ingerido algún producto que puede ocasionar heridas, deberá hacer ingerir miga de pan o espárragos con objeto de que envuelva el objeto si es puntiagudo. En caso de monedas, botones, no hacer nada. Llevarlo urgentemente al médico. Es recomendable en cualquier caso asistir al médico.

Heridas especificadas

De la nariz (epistaxis): Algunas personas son propensas a estos efectos. En tales casos aplicar la presión digital exterior. Si no cede efectuar un taponamiento con una gasa y agua oxigenada.

En varices: En el caso de que se provoque una herida en varices, de debe elevar el miembro afectado por encima de la altura del corazón del paciente. Comprimir con gasas la herida y efectuar un buen vendaje.

Por forúnculos: En el caso de forúnculos, se deberá aplicar calor local. No apretarlo, ni exprimirlo. Que lo vea el médico.

4.3.2.2. ACCIDENTE LABORAL

Actuaciones a seguir 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.

En caso de accidente laboral se actuará de la siguiente manera:

- 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.

Itinerario de evacuación en caso de accidente:

En caso de accidente será necesario efectuar un plano de situación de los centros hospitalarios más cercanos a la hora de redactar el Plan de Seguridad y Salud.

Comunicaciones en caso de accidente laboral:

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 en caso de accidente laboral:

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.

4.3.2.3. ACTUACIONES EN CASO DE EMERGENCIA

Actuaciones de todo el Personal de esta obra en caso de Emergencia:

SI SE DETECTA UN ACCIDENTE

- PRESTAR asistencia al herido.
- ALERTAR al equipo de primeros auxilios.
- DAR parte al Jefe de Emergencia.

SI SE DETECTA UN INCENDIO

- Dar la voz de ALARMA
- Identificarse
- Detallar el lugar, naturaleza y tamaño de la Emergencia.
- Comprobar que reciben el aviso.
- UTILIZAR inmediatamente el extintor adecuado.
- INDICAR la situación del fuego, al Jefe de Intervención o miembros del Equipo de Intervención.
- SEGUIR el procedimiento específico en cada caso.

SI SUENA LA ALARMA

- MANTENER el orden.
- ATENDER las indicaciones del Equipo de Evacuación
- NO REZAGARSE a recoger objetos personales.
- SALIR ordenadamente y sin correr.
- NO HABLAR durante la evacuación.
- REALIZAR la evacuación a ras de suelo en caso de presencia de humos.
- DIRIGIRSE AL LUGAR DE CONCENTRACIÓN FIJADO Y PERMANECER EN ÉL HASTA RECIBIR INSTRUCCIONES (Muy importante para saber si la evacuación se ha completado).

4.3.2.4. ACTUACIONES EN CASO DE RIESGO GRAVE

Actuaciones de Todo el Personal de esta obra en caso de Riesgo grave:

- MANTENER el orden.
- ATENDER las indicaciones del Equipo de Evacuación.
- NO REZAGARSE a recoger objetos personales.
- SALIR ordenadamente y sin correr.
- NO HABLAR durante la evacuación.
- REALIZAR la evacuación a ras de suelo en caso de obra cerrada y presencia de humos.
- DIRIGIRSE AL LUGAR DE CONCENTRACIÓN FIJADO Y PERMANECER EN ÉL HASTA RECIBIR INSTRUCCIONES (Muy importante para saber si la evacuación se ha completado).

4.3.2.5. ACTUACIONES EN CASO DE RIESGO INMINENTE

Actuaciones de Todo el Personal de esta obra en caso de Riesgo inminente:

- Si descubre el Riesgo o peligro inminente, dar la voz de ALARMA
- ABANDONAR inmediatamente el tajo, ordenadamente y en el menor tiempo posible.
- MANTENER en todo momento el orden.
- NUNCA REZAGARSE a recoger objetos personales.
- Si la obra ya está cerrada, REALIZAR la evacuación a ras de suelo en caso de presencia de humos.
- DIRIGIRSE AL LUGAR DE CONCENTRACIÓN FIJADO Y PERMANECER EN ÉL HASTA RECIBIR INSTRUCCIONES (Muy importante para saber si la evacuación se ha completado).

4.3.3. EQUIPOS DE EMERGENCIA

Cuando el contratista elabore el Plan de Seguridad y Salud correspondiente se recogerá en el mismo que se procederá a nombrar los siguientes equipos:

A. Jefe de emergencia (titular y suplente).
B. Jefe de intervención (titular y suplente).
C. Equipo de primera y segunda intervención, en su caso (responsable y suplente).
D. Equipo de alarma y evacuación (responsable y suplente).
E. Equipo de primeros auxilios y apoyo (responsable y suplente).



Figura 4. Diagrama de equipo

4.4. IMPLANTACIÓN

4.4.1. IMPLANTACIÓN: CONSIGNAS JEFE DE EMERGENCIA

4.4.1.1. EN CASO DE ACCIDENTE O EMERGENCIA

Deberá requerir el transporte y ordenar el traslado del herido a un centro sanitario, si fuese necesario, previo informe del equipo de primeros auxilios.

Avisará e Informará del suceso acaecido a los familiares directos del herido.

4.4.1.2. SI SE DETECTA UN INCENDIO

Recibirá la información de los equipos de emergencia: Intervención, Evacuación y Primeros auxilios.

Valorará la necesidad de dar alarma general y en su caso la ordenará.

Ordenará la evacuación señalando vías alternativas al equipo responsable en caso de obstrucción de las salidas habituales como consecuencia de la emergencia.

Ordenará la desconexión de las instalaciones generales: Gas, Electricidad, Gasóleo, etc.

Se asegurará que los bomberos han sido avisados.

Coordinará a todos los equipos de emergencia.

Recibirá e informará a las ayudas externas: Policía, Bomberos, Sanitarios, etc. con un ejemplar de este Plan de emergencia, indicando:

Tiempo transcurrido

Situación del incidente o fuego

Cederá el mando de la intervención a los equipos profesionales una vez hayan acudido.

Colaborará en la dirección del control de la emergencia.

Redactará un informe especificando las causas, proceso, desarrollo de acontecimientos y consecuencias.

4.4.2. IMPLANTACIÓN: CONSIGNAS JEFE DE INTERVENCIÓN

4.4.2.1. EN CASO DE ACCIDENTE O EMERGENCIA

Deberá atender al herido.

Ordenará el aviso al equipo de Primeros Auxilios.

Esperará las órdenes del Jefe de Emergencia.

4.4.2.2. SI SE DETECTA UN INCENDIO

Comprobará y valorará la emergencia.

Coordinará y dirigirá la lucha contra la emergencia con los equipos de intervención.

Informará al Jefe de Emergencia sobre la evolución de la emergencia.

Esperará órdenes del Jefe de Emergencia.

4.4.3. IMPLANTACIÓN: TODO EL PERSONAL DE LA EMPRESA

4.4.3.1. SI SE DETECTA UN ACCIDENTE

Deberá prestar asistencia a los heridos.

Deberá alertar al equipo de Primeros Auxilios.

Deberá dar parte al Jefe de Emergencias.

4.4.3.2. SI SE DETECTA UN INCENDIO

Deberá utilizar inmediatamente el extintor adecuado.

Indicará la situación del fuego al Jefe de Intervención y/o miembros del Equipo de Intervención.

Regresará a su puesto de trabajo y esperará las órdenes oportunas.

4.4.3.3. SI SUENA LA ALARMA

Deberá mantener el orden.

Deberá atender las indicaciones del Equipo de Evacuación.

No deberá rezagarse recogiendo objetos personales.

Cerrará las puertas y ventanas que pueda.

Saldrá ordenadamente y sin correr.

Procurará no hablar durante la evacuación.

En caso de presencia de humos, la evacuación la hará a ras del suelo.

Deberá dirigirse al lugar de concentración fijado y permanecer hasta recibir instrucciones. Esto es importante, para saber si la evacuación se ha completado o permanece gente sin localizar.

4.4.4. DIAGRAMAS DE ACTUACIÓN

4.4.4.1. ACTUACIONES EN CASO DE ACCIDENTE

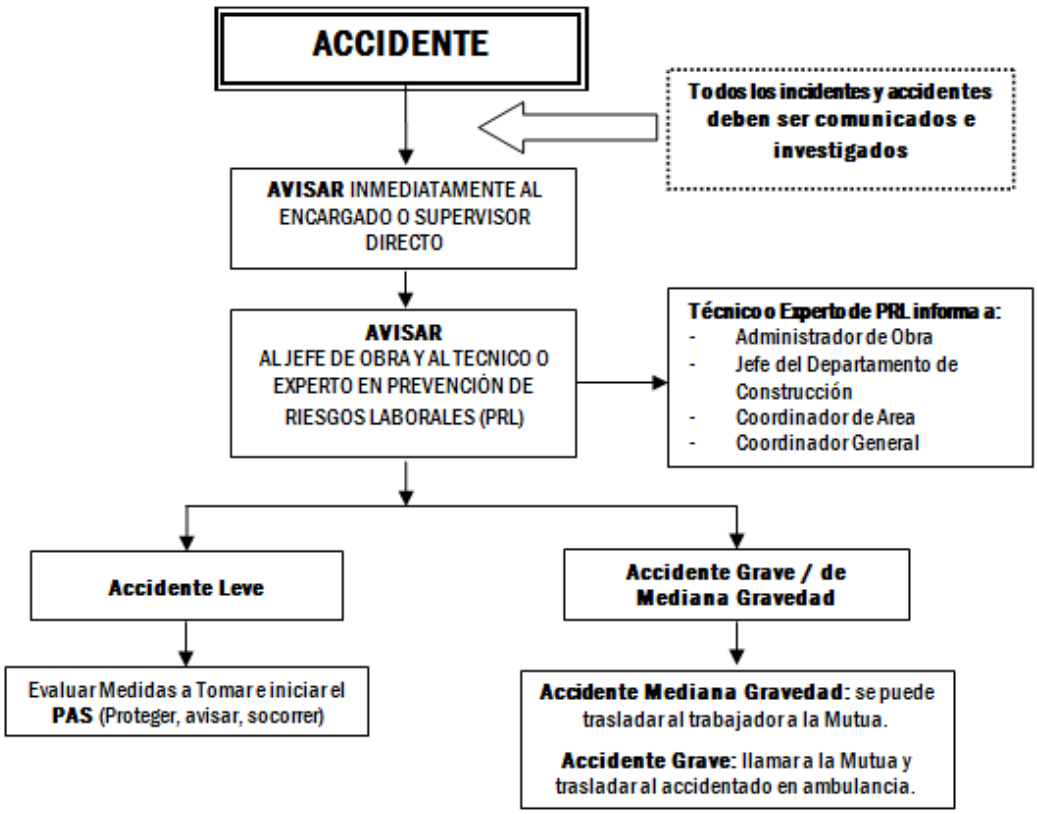
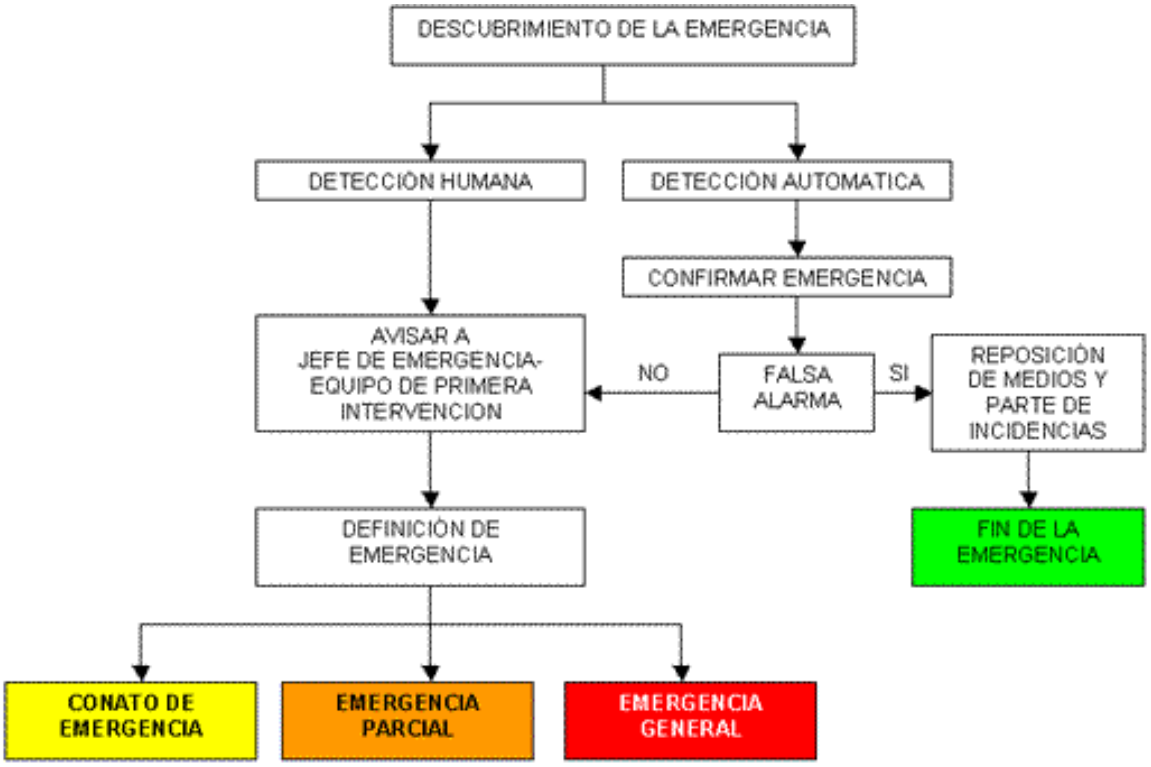


Figura 5. Diagrama de actuación en caso de accidente

4.4.5. ACTUACIONES EN CASO DE INCENDIO





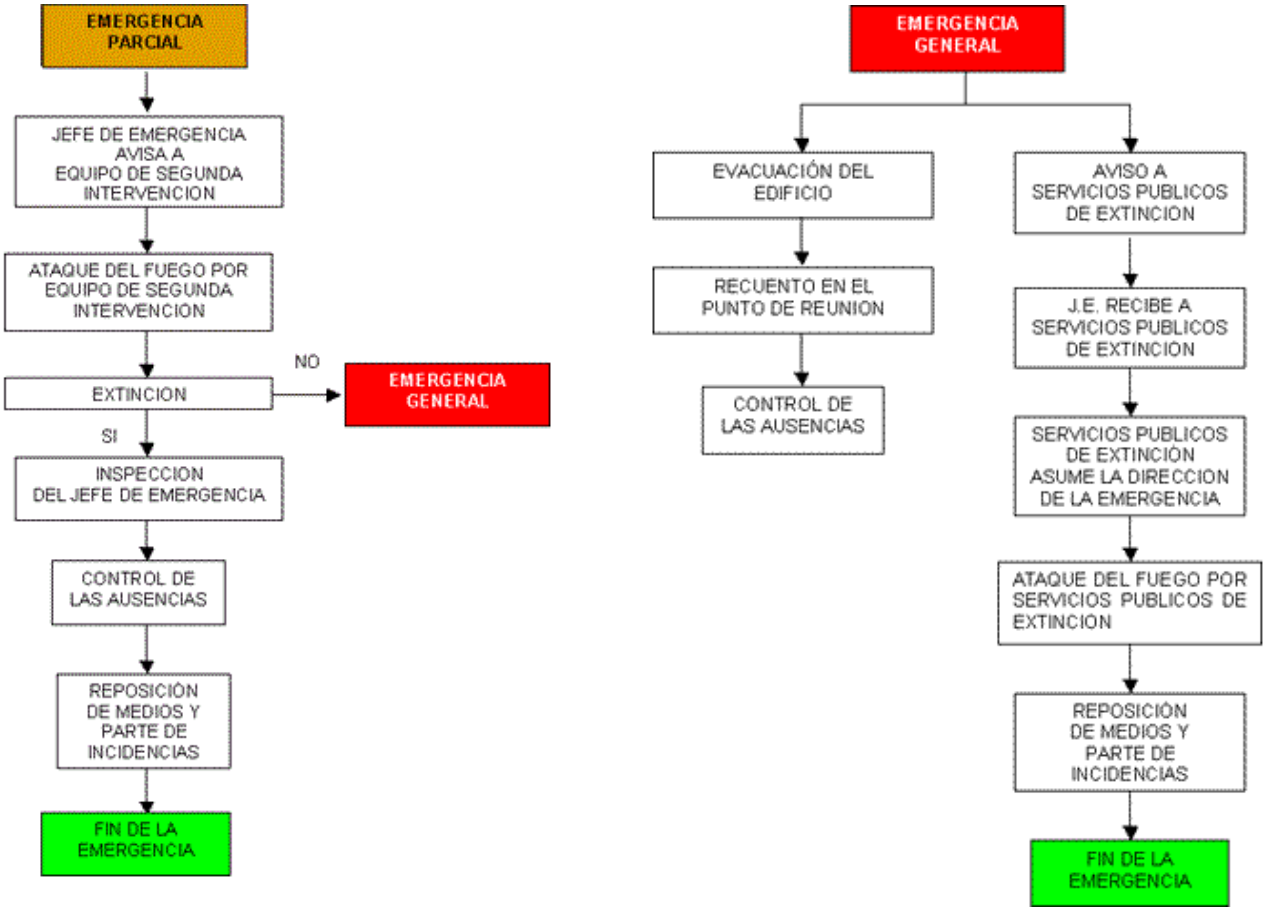


Figura 6. Diagrama de actuación en caso de incendio

5. PLIEGO DE CONDICIONES DE SEGURIDAD Y SALUD

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 LEGALES Y REGLAMENTARIAS DE APLICACIÓN

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*
- *REAL DECRETO 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.*

- *REAL DECRETO 487/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores.*
- *REAL DECRETO 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.*
- *REAL DECRETO 780/1998, de 30 de abril, por el que se modifica el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los servicios de prevención.*
- *REAL DECRETO 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.*
- *LEY 54/2003, de 12 de diciembre, de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales.*
- *Real Decreto 1311/2005, de 4 de noviembre, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores frente a los riesgos derivados o que puedan derivarse de la exposición a vibraciones mecánicas.*
- *REAL DECRETO 286/2006, de 10 de marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido.*
- *REAL DECRETO 604/2006, de 19 de mayo, por el que se modifican el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención*
- *Real Decreto 330/2009, de 13 de marzo, por el que se modifica el Real Decreto 1311/2005, de 4 de noviembre, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores frente a los riesgos derivados o que puedan derivarse de la exposición a vibraciones mecánicas.*

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 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 SEGURIDAD Y SALUD

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

- 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.
- En caso de accidente laboral se actuará de la siguiente manera:
    - 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.

5.6.6. COMUNICACIONES EN CASO DE ACCIDENTEN LABORAL

1. 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
2. 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
3. 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

5.6.7. ACTUACIONES ADMINISTRATIVAS EN CASO DE ACCIDENTE LABORAL

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

5.6.8. 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 el Contratista 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.

5.6.9. 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.

5.7. CONDICIONES DE LOS MEDIOS DE PROTECCIÓN

5.7.1. PROTECCIONES PERSONALES

Todos los Equipos de Protección Individual (EPI) cumplirán lo establecido en el *R.D. 1407/92 de 20 de noviembre*, y modificaciones posteriores (*Orden de 16 de Mayo de 1994*, *R.D. 159/1995*, *Orden de 20 de Febrero de 1997*, etc.), por el que se adopta en todos los Equipos de Protección Individual (EPI) el cumplimiento de las exigencias mínimas establecidas en los criterios de la Normativa Europea (*Directiva 89/656/CE*).

Todos los Equipos de Protección Individual (EPI) dispondrán del consiguiente certificado y contendrá de forma visible el sello (CE) correspondiente.

5.7.1.1. 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 relacionan 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:

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
- 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

Protección auditiva

- Orejeras.

Protección de la cabeza

- Cascos de protección con barbuquejo (para la construcción).

Protección contra caídas

- Arneses anticaídas.
- Dispositivos de anclaje.

Protección de la cara y de los ojos

- Protección ocular. Uso general
- Protección ocular (gafas protección polarizadas).
- Gas y polvo fino
- Partículas a gran velocidad y media energía.
- Filtros.
- Filtros para soldadura.

Protección de manos y brazos

- Guantes de protección contra riesgos mecánicos de uso general.
- Guantes y manoplas de material aislante para trabajos eléctricos.
- Guantes protectores contra sierras de cadena.

Protección de pies y piernas

- Calzado de uso general.
- Calzado de trabajo de uso profesional.
- Calzado de seguridad, protección y trabajo de uso profesional protección contra la perforación.
- Calzado de seguridad, protección y trabajo de uso profesional penetración y absorción de agua.
- Calzado aislante de la electricidad para trabajos e instalaciones de baja tensión.

Protección respiratoria

- Mascarillas.
- Medias máscaras filtrantes de protección contra partículas (mascarillas autofiltrantes).

Vestuario de protección

- Vestuario de protección de alta visibilidad.
- Ropa de protección para trabajadores expuestos al calor.
- Ropa ignifuga y resistente a arco eléctrico.

5.7.2. PROTECCIONES COLECTIVAS

El *R.D. 1627/97, 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.

Se consideran Protecciones Colectica las siguientes:

- Redes (según Norma UNE 81-65680)
- Protecciones de la instalación eléctrica
- Medios de protección contra incendios
- Señalización
- Barandillas

- Plataformas
- Líneas o cuerdas de vida, etc.

Los elementos de protección colectiva se ajustarán a las características fundamentales siguientes:

Elementos de protección colectiva	
Vallas de limitación y protección	Tendrán como mínimo 90 cm de altura, estando construidas a base de tubos metálicos. Dispondrán de patas para mantener su verticalidad.
Topes de desplazamiento de vehículos	Se podrán realizar con un par de tablones embridados fijados al terreno por medio de redondos hincados al mismo, o de otra forma eficaz, como calzas si el terreno lo requiriera.
Pasillos de seguridad	Podrán realizarse a base de pórticos con pies derechos y dintel a base de tablones embridados firmemente sujetos al terreno y cubierta cuajada de tablones. Estos elementos también podrán ser metálicos (los pórticos a base de tubo o perfiles y la cubierta de chapa). Serán capaces de soportar el impacto de los objetos que se prevea puedan caer, pudiendo colocar elementos amortiguadores sobre la cubierta (sacos terreros, capa de arena, etc.).
Barandillas	Dispondrán de un listón superior a una altura de 90 cm, de suficiente resistencia para garantizar la retención de personas, además de un listón horizontal intermedio, así como el correspondiente rodapié.
Lonas	Serán de buena calidad y de gran resistencia a la propagación de la llama.
Cables de sujeción de cinturón de seguridad, anclajes y soportes	Tendrán suficiente resistencia para soportar los esfuerzos a que pueden verse sometidos de acuerdo con su función protectora.
Plataformas de trabajo	Tendrán un mínimo de 60 cm de ancho. Las situadas a más de 2 m del suelo estarán dotadas de barandillas de 90 cm de altura, listón intermedio y rodapié.
Escalera de mano	Deberá ir provista de zapatas antideslizantes.
Plataformas en voladizo	Tendrán la suficiente resistencia para la carga que deban soportar y estarán convenientemente ancladas y dotadas de barandilla.
Interruptores diferenciales y tomas de tierra	La sensibilidad mínima de los interruptores diferenciales será: para alumbrado de 30 mA y para fuerza de 300 mA. La resistencia de las tomas de tierra no será superior a la que garantice, de acuerdo con la sensibilidad del interruptor diferencial, una tensión máxima de 24 V.

Elementos de protección colectiva	
	Se medirá su resistencia periódicamente, y al menos una vez en la época más seca del año.
Extintores	Serán adecuados en agente extintor y tamaño al tipo de incendio previsible, y se revisarán cada 6 meses como máximo.
Riesgos	Las pistas para vehículos se regarán convenientemente para que no se produzca levantamiento de polvo por el tránsito de los mismos.
Señalización	Los cruces con carreteras deberán señalizarse con arreglo a la normativa vigente (Norma 8.3-IC).
Explosivos	En el caso de empleo de explosivos, deberán cumplirse las Normas dictadas en el reglamento de Policía Minera. Las únicas personas capacitadas para utilizar y manipular este material serán los artilleros, que serían homologados y aprobados por el Organismo competente que corresponda en cada caso. Todos los accesos a la zona peligrosa deberán ser convenientemente vigilados y señalizados mediante barreras, banderines u otra señal apropiada de aviso y prohibición de paso.
Vehículos	Todos los vehículos de obra deberán llevar aparato acústico; asimismo, llevarán un extintor contra incendios que será revisado cada seis meses como máximo. La pista de trabajo se mantendrá en condiciones de circulación durante todas las fases de obra, dando continuidad a toda ella. La velocidad de circulación será de veinte kilómetros por hora, como máximo.
Proximidad a áreas con riesgo eléctrico	En las zonas de influencia de líneas eléctricas de media y alta tensión, el contratista establecerá las medidas de seguridad para protección del personal que fijan los Reglamentos vigentes. Por otra parte, los elementos y características de seguridad más significativos de los medios de protección colectiva que se prevé utilizar están descritos en los planos y dibujos que se adjuntan en el apartado de Planos del presente Estudio.

Tabla 19. Elementos de protección colectiva

5.7.3. 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 *R.D.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, *R.D. 2291/1985, 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*

• *Reglamento de Seguridad en las Máquinas, R.D.1595/1986, de 26 de mayo*, modificado por *el R.D.830/1991 de 24 de mayo*

• Aplicación de la *Directiva del Consejo 89 -392-CEE, R.D.1435/1992, de 27 de noviembre*, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre máquinas.

• *R.D.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*

5.7.4. INSTALACIONES PROVISIONALES

- Se atendrán a lo dispuesto en el *R.D.1627/1997, de 24 de octubre*, en su Anexo IV
- El *R.D.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*
- 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. (*R.D. 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 policloropreno 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 señalizará el paso del cable mediante una cubrición permanente de tablones 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:
    - Medidas de protección contra contactos directos: Se realizarán mediante protección por aislamiento de las partes activas o por medio de barreras o envolventes
    - 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.
- 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. SERVICIOS DE PREVENCIÓN

Servicio Técnico de Seguridad e Higiene

La empresa constructora dispondrá de asesoramiento en seguridad e higiene.

Servicio Médico

La empresa constructora dispondrá de un servicio médico de empresa propio o mancomunado.

5.9. VIGILANTE DE SEGURIDAD Y COMITÉ DE SEGURIDAD Y SALUD

Se nombrará el vigilante de seguridad de acuerdo con lo previsto en la ordenanza general de seguridad e higiene en el trabajo.

Se constituirá el comité cuando proceda, según la ordenanza laboral de construcción o, en su caso, lo que disponga el convenio colectivo provincial.

5.10. INSTALACIONES MÉDICAS

Tanto el botiquín de oficina como el de los tajos, en caso de que exista, se revisarán semanalmente y se repondrá inmediatamente el material consumido.

5.11. INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR

En función del personal de oficina, almacenes y taller, se dispondrá de las siguientes instalaciones:

- El vestuario dispondrá de taquillas individuales con llave, asientos y calefacción.
- Los servicios higiénicos tendrán un lavabo y una ducha de agua fría y caliente por cada diez trabajadores, y un W.C. por cada 25 trabajadores, disponiendo de espejos y calefacción.
- Para la limpieza y conservación de estos locales, se dispondrá de un trabajador con la dedicación necesaria.

5.12. PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD

El contratista está obligado a redactar un plan de seguridad e higiene adaptando este estudio a sus medios y métodos de ejecución.

Será también obligación del contratista, el cumplimiento del *Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre*, en lo referente al libro de incidencias a llevar en la obra.

5.13. REVISIONES TÉCNICAS DE SEGURIDAD

Tal como hemos indicado a lo largo del presente Estudio, se realizarán, con cierta periodicidad, las revisiones necesarias a los equipos, herramientas y medios auxiliares, con el fin de mantenerlos en perfectas condiciones de uso.

5.14. LIBRO DE INCIDENCIAS

El Artículo 13 del R.D.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.

5.15. LIBRO DE SUBCONTRATACIÓN

Se dispondrá en obra, en un lugar resguardado de la intemperie del libro de Subcontratación, que deberá de ser rellenado por las empresas subcontratas antes de los inicios de los trabajos.

6. PRESUPUESTO ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

El resultado y valoración del presente presupuesto de seguridad y salud se refiere exclusivamente a mínimos que se exigirá al contratista principal para una cuadrilla de 6 hombres entre oficiales de 1ª electricidad, 2ª electricidad, auxiliares y maquinistas.

Si el contratista, en el desempeño de las tareas necesarias para el buen funcionamiento de la obra, tuviera necesidad de aumentar el número de trabajadores, se aumentará el presupuesto de seguridad al menos en las partidas proporcional de equitación de EPI. Será el Coordinador en materia de S&S quien determine el correspondiente aumento de las partidas presupuestarias.

El cumplimiento del presente Estudio de Seguridad y Salud no exime de la responsabilidad de cumplimiento del Plan General que se elabore para esta obra implante el Responsable de Seguridad contratado en expreso por la Propiedad para el desempeño de estas funciones.

6.1. PROTECCIONES INDIVIDUALES

Nº de Orden	Ud. De Obra	Concepto	Medición	Precio (€)	Total (€)
1.01	Ud	Casco de seguridad homologado	84	6,3	529,20
1.02	Ud	Casco de seguridad clase E-AT aislante para a AT	7	8,5	59,50
1.03	Ud	Casco de seguridad E-AT aislante con pantalla	7	15	105,00

Nº de Orden	Ud. De Obra	Concepto	Medición	Precio (€)	Total (€)
1.04	Ud	Ropa de trabajo bicolor alta visibilidad	77	45,08	3.471,16
1.05	Ud	Traje impermeable de alta visibilidad	77	48,08	3.702,16
1.06	Ud	Par de botas de seguridad	77	17,31	1.332,87
1.07	Ud	Par de botas aislantes BT	21	25	525,00
1.08	Ud	Par de botas impermeables	68	18,03	1.226,04
1.09	Ud	Gafas contra impactos mecánicos	84	3,14	263,76
1.10	Ud	Gafas polarizadas	84	10	840,00
1.11	Ud	Anorak amarillo de alta visibilidad con capucha y bandas reflectantes.	65	60,33	3.921,45
1.12	Ud	Pares de guantes de seguridad de cuero anticorte	126	2,75	346,50
1.13	Ud	Arnés de seguridad con sistemas anticaídas	47	68	3.196,00
1.14	Ud	Guantes aislante clase 00	7	12	84,00
1.15	Ud	Guantes aislante clase III	5	60	300,00
1.16	Ud	Ropa innífuga y contra arco eléctrcio	21	100	2.100,00
1.17	Ud	Pantalla de soldador	11	25	275,00
1.18	Ud	Mascarilla antipolvo	53	3	159,00
1.19	Ud	Guantes anticorte	63	6	378,00
1.20	Ud	Chaleco reflectante	42	3	126,00
1.21	Ud	Faja lumbar	32	8	256,00
1.22	Ud	Cinturón portaherramientas	63	5	315,00
1.23	Ud	Protectores auditivos	84	3,5	294,00

Nº de Orden	Ud. De Obra	Concepto	Medición	Precio (€)	Total (€)
				TOTAL	**23.805,64 €**

Tabla 20. Presupuesto de protecciones individuales

6.2. PROTECCIONES COLECTIVAS

Nº de Orden	Ud. De Obra	Concepto	Medición	Precio (€)	Total (€)
2.01	Ud	Señal de seguridad de advertencia de caídas al mismo nivel, con soporte	11	17,33	190,63
2.02	Ud	Señal de seguridad de advertencia de caídas a distinto nivel, con soporte	11	17,33	190,63
2.03	Ud	Señal de seguridad de obligación de protección obligatoria de las pies, con soporte.	11	17,33	190,63
2.04	Ud	Señal de seguridad de obligación de protección obligatoria de las manos, con soporte.	11	17,33	190,63
2.05	Ud	Señal de seguridad de obligación de protección obligaroria de la vista, con soporte	11	17,33	190,63
2.06	Ud	Señal de seguridad de obligación de protección obligatoria de la cabeza, con soporte.	11	17,33	190,63
2.07	Ud	Señal de seguridad de advertencia de riesgo eléctrico	11	17,33	190,63
2.08	Ud	Señal de seguridad de advertencia de riesgo de cargas suspendidas, con soporte.	7	17,33	121,31
2.09	Ud	Señal de seguridad de advertencia de riesgo de golpes por máquina	7	17,33	121,31

Nº de Orden	Ud. De Obra	Concepto	Medición	Precio (€)	Total (€)
		pesada en movimiento, con soporte			
2.10	Ud	Señal de seguridad de advertencia de circulación de carretillas de manutención, con soporte	7	17,33	121,31
2.11	Ud	Señal de seguridad de advertencia de prohibir transportar personas con sobre carretilla elevadora, con soporte	7	17,33	121,31
2.12	Ud	Señal de seguridad de advertencia de peligro de arrollamiento, con soporte	6	17,33	103,98
2.13	Ud	Señal de seguridad de advertencia de caídas de objetos con soporte	11	17,33	190,63
2.14	Ml	Cinta delimitadora de zonas de trabajo.	5667	0,84	4.760,28
2.15	Ml	Banda de balizamiento de gálibo de vía reflectante, con soportes.	282	2,40	676,80
2.16	Ud	Extintor de polvo polivalente, incluido soporte y colocación	21	65,09	1.366,89
2.17	Ud	Instalación de toma de tierra, compuesta por cable de cobre y electrodo conectado a tierra, en cuadros de electricidad, máquinas eléctricas, etc.	17	150,35	2.555,95
2.18	Ud	Linea de luces amarillas fijas	11	12,00	132,00
2.19	Ud	Cono de balizamiento	67	6,71	449,57
2.20	Ud	Baliza luminosa intermitente	9	12,00	108,00

Nº de Orden	Ud. De Obra	Concepto	Medición	Precio (€)	Total (€)
2.21	Ud	Interruptor diferencial de alta sensibilidad (300 mA), instalado	18	63,21	1.137,78
2.22	Ud	Balizamiento metálico de las zonas de trabajo.	282	33,18	9.356,76
				TOTAL	**22.658,29 €**

Tabla 21. Presupuesto de protecciones colectivas

6.3. MEDICINA PREVENTIVA, PRIMEROS AUXILIOS Y LOCALES DE HIGIENE

Nº de Orden	Ud. De Obra	Concepto	Medición	Precio (€)	Total (€)
3.01	Ud	Botiquín instalado en obra	9	65	585,00
3.02	Ud	Reposición de material sanitario durante el transcurso de la obra	9	16	144,00
3.03	Ud	Alquiler de caseta de obra prefabricada con aparatos sanitarios, duchas, cocinas climatización, etc.	200	250	50.000,00
3.04	Ud	Montaje y desmontaje de caseta, incluso sus instalaciones.	6	750	4.500,00
3.05	Ud	Hora de mano empleada en limpieza de instalaciones de personal	786	18	14.148,00
				TOTAL	**69.377,00 €**

Tabla 22. Presupuesto de primeros auxilios

6.4. GESTIÓN DE LA PREVENCIÓN, FORMACIONES Y REUNIONES

Nº de Orden	Ud. De Obra	Concepto	Medición	Precio (€)	Total (€)
4.01	Ud	Formación Mandos intermedios	5	780	3.900,00
4.02	Ud	Formación Ml y Operarios	30	858	25.740,00

4.03	Ud	Reunion de la comision de seguridad y salud en el trabajo	27	400	10.800,00
4.04	Ud	Montaje y desmontaje de caseta, incluso sus instalaciones.	3	500	1.500,00
4.05	Ud	Asistencias por Técnicos de Servicios de prevención	2	5.800,00	11.600,00
				TOTAL	**53.540,00 €**

Tabla 23. Presupuesto de gestión de prevención

6.5. PRESUPUESTO TOTAL

ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD		
1	PROTECCIONES INDIVIDUALES	23.805,64
2	PROTECCIONES COLECTIVAS	22.658,29
3	MEDIDAS PREVENTIVAS, PRIMEROS AUXILIOS Y LOCALES DE HIGIENE	69.377,00
4	GESTIÓN DE LA PREVENCIÓN, FORMACIÓN Y REUNIONES	53.540,00
TOTAL		**169.380,93 €**

Tabla 24. Presupuesto de seguridad y salud

7. PLANOS ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

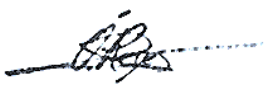
La documentación gráfica asociada al presente Estudio de Seguridad y Salud sería la siguiente:

1. SITUACIÓN
2. EMPLAZAMIENTO
3. IMPLANTACIÓN GENERAL
4. EQUIPOS INDIVIDUALES
5. REGLAS DE ORO PARA EL TRABAJO EN A.T.
6. RIESGO ELÉCTRICO
7. SEGURIDAD EN LÍNEAS DE ALTA TENSIÓN
8. PUESTA A TIERRA
9. SEÑALIZACIÓN DE BALIZAMIENTO
10. SEÑALIZACIÓN DE PROHIBICIÓN
11. SEÑALIZACIÓN DE OBLIGACIÓN
12. SEÑALIZACIÓN DE PELIGRO
13. SEÑALIZACIÓN DE INFORMACIÓN
14. SEGURIDAD EN ZANJAS
15. PROTECCIONES DE ACCESO Y DELIMITACIÓN ZONA ZANJAS
16. SUSTENTACIÓN DE CARGAS
17. PROTECCIOENS COLECTIVAS. SIERRA CIRCULAR Y BOMBONAS

18. PALA MIXTA
19. PLATAFORMA TELESCÓPICA
20. PLATAFORMA HIDRÁULICA
21. CAMIÓN CARGA
22. CAMIÓN CARGA Y DESCARGA
23. HORMIGONERA DE OBRA
24. CAMIÓN HORMIGONERA
25. MOTONIVELADORA
26. COMPACTADORA
27. COMPRESOR
28. GRUPO ELECTRÓGENO
29. RETROEXCAVADORA
30. GRÚA TELESCÓPICA
31. PLATAFORMA TIJERAS
32. CARRETILLA

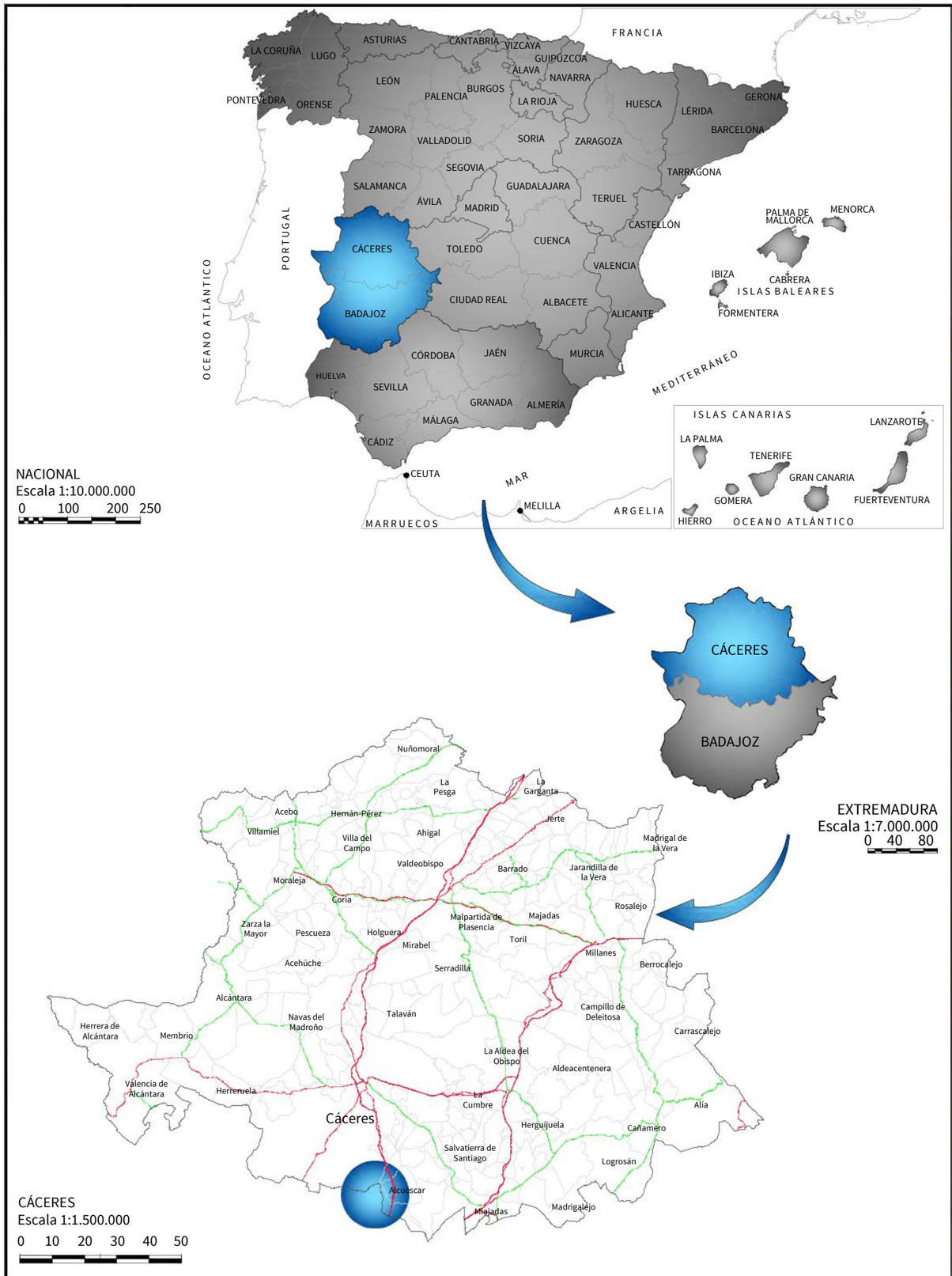
En Sevilla, a febrero de 2026.

El Graduado en Ingeniería Eléctrica



Óscar Reyes Blanco

Colegiado nº: 12.188. C.O.G.I.T.I.S.E.



DISTANCIA A NÚCLEOS URBANOS	
NÚCLEOS URBANOS	DISTANCIA (Km)
CARMONITA	3,50 Km
ALCUÉSCAR	6,20 Km

REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	REALIZADO	REVISADO	APROBADO
01	11/02/26	PRIMERA EMISIÓN	CGH	JMCM	ORB

TITULAR Y PROMOTOR: frv	INGENIERÍA: Magtel INNOVATION & TECHNOLOGY	AUTOR DEL PROYECTO: Óscar Reyes Blanco, Graduado Ing. Electrica Nº Col.: 12.188	TÍTULO DEL PROYECTO: PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO DE HIBRIDACIÓN DE LA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA ''IERÓN'' MEDIANTE LA INSTALACIÓN DE 11MW DE BATERÍAS EN EL T.M. DE MONTÁNCHEZ (CÁCERES)	FECHA: FEBRERO 2026	ESCALA: INDICADAS m (FORMATO UNE A-3 / UNIDADES)	PLANO: SITUACIÓN / NÚMERO DE PLANO: ESS_1
					FICHERO DIGITAL: BES-IER-MAGOP-PEJ-ESS-0001.dwg / HOJA: 1 de 1



01	11/02/26	PRIMERA EMISIÓN	CGH	JMCM	ORB
REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	REALIZADO	REVISADO	APROBADO

TITULAR Y PROMOTOR: frv

INGENIERÍA: Magtel INNOVATION & TECHNOLOGY

AUTOR DEL PROYECTO:
Óscar Reyes Blanco
Graduado Ing. Electrica Nº Col.: 12.188

TÍTULO DEL PROYECTO:
PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO DE HIBRIDACIÓN DE LA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA ''IERÓN'' MEDIANTE LA INSTALACIÓN DE 11MW DE BATERÍAS EN EL T.M. DE MONTÁNCHEZ (CÁCERES)

FECHA: FEBRERO 2026

ESCALA: 1 : 10.000 — FORMATO UNE A-3 — UNIDADES: m

PLANO: EMPLAZAMIENTO

NÚMERO DE PLANO: ESS_2

FICHERO DIGITAL: BES-IER-MAGOP-PEJ-ESS-0002.dwg

HOJA: 1 de 1



Nota (*): No es ámbito de este proyecto

REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	REALIZADO	REVISADO	APROBADO
01	11/02/26	PRIMERA EMISIÓN	MVR	JMCM	ORB

TITULAR Y PROMOTOR: frv	INGENIERÍA: Magtel INNOVATION & TECHNOLOGY	AUTOR DEL PROYECTO: Óscar Reyes Blanco Graduado Ing. Electrica Nº Col.: 12.188	TÍTULO DEL PROYECTO: PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO DE HIBRIDACIÓN DE LA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA ''IERÓN'' MEDIANTE LA INSTALACIÓN DE 11MW DE BATERÍAS EN EL T.M. DE MONTÁNCHEZ (CÁCERES)	FECHA: FEBRERO 2026	ESCALA: 1 : 5.000 m FORMATO UNE A-3 UNIDADES

PLANO: IMPLANTACIÓN SUPERFICIE VINCULADA A PSFV IERÓN	NÚMERO DE PLANO: ESS-03	
FICHERO DIGITAL: BES-IER-MAGOP-PEJ-ESS-0003.dwg	HOJA: 1 de 11	



REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	REALIZADO	REVISADO	APROBADO
01	11/02/26	PRIMERA EMISIÓN	MVR	JMCM	ORB

TITULAR Y PROMOTOR: frv	INGENIERÍA: Magtel INNOVATION & TECHNOLOGY	AUTOR DEL PROYECTO: Óscar Reyes Blanco, Graduado Ing. Electrica Nº Col.: 12.188	TÍTULO DEL PROYECTO: PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO DE HIBRIDACIÓN DE LA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA ''IERÓN'' MEDIANTE LA INSTALACIÓN DE 11MW DE BATERÍAS EN EL T.M. DE MONTÁNCHEZ (CÁCERES)	FECHA: FEBRERO 2026

ESCALA: 1 : 2.500	m	PLANO: IMPLANTACIÓN SUPERFICIE VINCULADA A PSFV IERÓN (ISLA OESTE) MINUTA 1	NÚMERO DE PLANO: ESS-03
FORMATO UNE A-3	UNIDADES	FICHERO DIGITAL: BES-IER-MAGOP-PEJ-ESS-0003.dwg	HOJA: 2 de 11

PLANO DE REFERENCIA



LEYENDA

- Vallado BESS
- Vallado PSVF
- Superficie vinculada a PSVF
- Punto de coordenada superficie vinculada

Nota (*): No es ámbito de este proyecto

REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	REALIZADO	REVISADO	APROBADO
01	11/02/26	PRIMERA EMISIÓN	MVR	JMCM	ORB

TITULAR Y PROMOTOR: frv	INGENIERÍA: Magtel INNOVATION & TECHNOLOGY	AUTOR DEL PROYECTO: Óscar Reyes Blanco, Graduado Ing. Électrica Nº Col.: 12.188	TÍTULO DEL PROYECTO: PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO DE HIBRIDACIÓN DE LA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA ''IERÓN'' MEDIANTE LA INSTALACIÓN DE 11MW DE BATERÍAS EN EL T.M. DE MONTÁNCHEZ (CÁCERES)	FECHA: FEBRERO 2026	ESCALA: 1 : 2.500 m; FORMATO UNE A-3; UNIDADES

PLANO: IMPLANTACIÓN SUPERFICIE VINCULADA A PSFV IERÓN (ISLA OESTE) MINUTA 2

NÚMERO DE PLANO: ESS-03

FICHERO DIGITAL: BES-IER-MAGOP-PEJ-ESS-0003.dwg

HOJA: 3 de 11

LEYENDA

- Vallado BESS
- Vallado PSVF
- Superficie vinculada a PSVF
- Punto de coordenada superficie vinculada

Nota (*): No es ámbito de este proyecto

PLANO DE REFERENCIA



REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	REALIZADO	REVISADO	APROBADO
01	11/02/26	PRIMERA EMISIÓN	MVR	JMCM	ORB

TITULAR Y PROMOTOR: frv

INGENIERÍA: Magtel INNOVATION & TECHNOLOGY

AUTOR DEL PROYECTO:
Óscar Reyes Blanco
Graduado Ing. Électrica Nº Col.: 12.188

TÍTULO DEL PROYECTO:
PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO DE HIBRIDACIÓN DE LA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA ''IERÓN'' MEDIANTE LA INSTALACIÓN DE 11MW DE BATERÍAS EN EL T.M. DE MONTÁNCHEZ (CÁCERES)

FECHA: FEBRERO 2026

ESCALA: 1 : 2.500 | UNIDADES: m

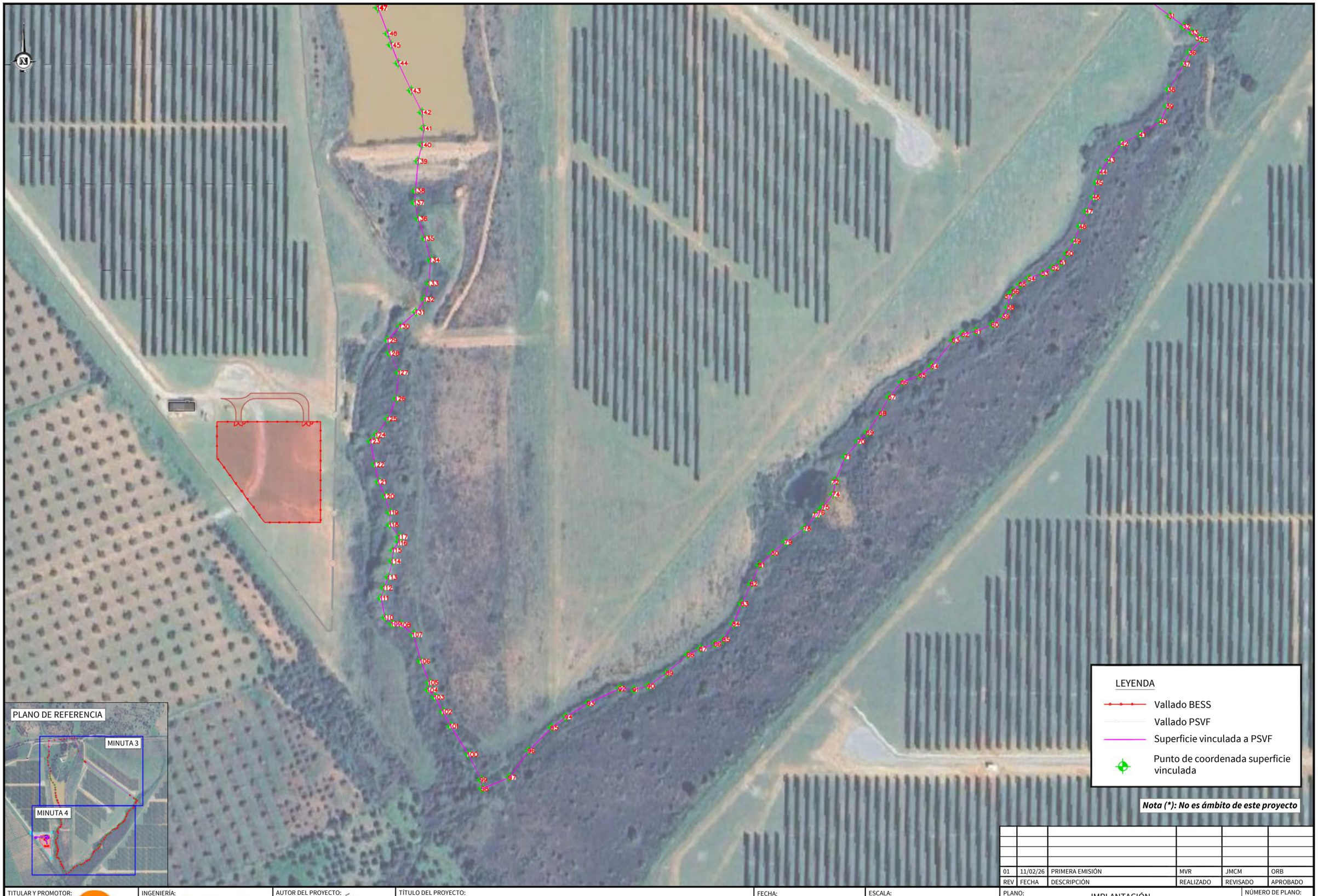
FORMATO UNE A-3

PLANO: IMPLANTACIÓN SUPERFICIE VINCULADA A PSFV IERÓN (ISLA ESTE) MINUTA 3

NÚMERO DE PLANO: ESS-03

FICHERO DIGITAL: BES-IER-MAGOP-PEJ-ESS-0003.dwg

HOJA: 4 de 11



REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	REALIZADO	REVISADO	APROBADO
01	11/02/26	PRIMERA EMISIÓN	MVR	JMCM	ORB

TITULAR Y PROMOTOR: frv	INGENIERÍA: Magtel INNOVATION & TECHNOLOGY	AUTOR DEL PROYECTO: Óscar Reyes Blanco, Graduado Ing. Électrica Nº Col.: 12.188	TÍTULO DEL PROYECTO: PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO DE HIBRIDACIÓN DE LA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA ''IERÓN'' MEDIANTE LA INSTALACIÓN DE 11MW DE BATERÍAS EN EL T.M. DE MONTÁNCHEZ (CÁCERES)	FECHA: FEBRERO 2026

ESCALA:		PLANO:	NÚMERO DE PLANO:
1 : 2.500	m	IMPLANTACIÓN SUPERFICIE VINCULADA A PSFV IERÓN (ISLA ESTE) MINUTA 4	ESS-03
FORMATO UNE A-3	UNIDADES	FICHERO DIGITAL: BES-IER-MAGOP-PEJ-ESS-0003.dwg	HOJA: 5 de 11

SISTEMA DE COORDENADAS ETRS89.TM29. SUPERFICIE VINCULADA AL PROYECTO (OESTE)		
PUNTO	X	Y
P01	733.202,50	4.336.507,47
P02	733.207,23	4.336.507,97
P03	733.238,11	4.336.513,56
P04	733.264,28	4.336.517,38
P05	733.322,89	4.336.526,67
P06	733.357,35	4.336.533,33
P07	733.395,43	4.336.540,56
P08	733.424,15	4.336.549,00
P09	733.433,00	4.336.552,31
P10	733.452,87	4.336.559,72
P11	733.496,26	4.336.575,69
P12	733.525,94	4.336.586,85
P13	733.531,19	4.336.588,82
P14	733.533,70	4.336.589,86
P15	733.543,90	4.336.594,07
P16	733.580,11	4.336.609,01
P17	733.607,77	4.336.617,69
P18	733.624,69	4.336.621,40
P19	733.644,72	4.336.624,71
P20	733.723,77	4.336.631,50
P21	733.771,07	4.336.635,94
P22	733.777,82	4.336.636,91
P23	733.779,70	4.336.598,21
P24	733.781,17	4.336.568,80
P25	733.776,76	4.336.529,83
P26	733.765,10	4.336.517,90
P27	733.767,44	4.336.489,29
P28	733.771,66	4.336.476,62
P29	733.771,66	4.336.464,43
P30	733.770,72	4.336.456,46
P31	733.774,94	4.336.445,67
P32	733.781,50	4.336.434,41
P33	733.786,20	4.336.420,34
P34	733.789,01	4.336.406,27
P35	733.787,13	4.336.394,55
P36	733.780,57	4.336.383,76
P37	733.782,45	4.336.377,66
P38	733.785,26	4.336.370,63
P39	733.787,13	4.336.359,37
P40	733.791,82	4.336.351,40
P41	733.793,96	4.336.336,65
P42	733.794,58	4.336.332,68
P43	733.804,59	4.336.323,29
P44	733.811,06	4.336.315,98

SISTEMA DE COORDENADAS ETRS89.TM29. SUPERFICIE VINCULADA AL PROYECTO (OESTE)		
PUNTO	X	Y
P45	733.815,03	4.336.308,57
P46	733.816,07	4.336.297,09
P47	733.816,49	4.336.284,14
P48	733.816,00	4.336.225,51
P49	733.817,04	4.336.206,51
P50	733.820,62	4.336.185,05
P51	733.823,75	4.336.175,45
P52	733.829,38	4.336.172,73
P53	733.837,10	4.336.162,92
P54	733.846,22	4.336.151,80
P55	733.850,81	4.336.143,25
P56	733.853,11	4.336.133,64
P57	733.853,11	4.336.123,62
P58	733.853,17	4.336.111,15
P59	733.851,50	4.336.099,25
P60	733.852,34	4.336.086,72
P61	733.853,33	4.336.063,22
P62	733.855,42	4.336.048,81
P63	733.860,01	4.336.040,88
P64	733.863,39	4.336.033,11
P65	733.864,44	4.336.022,88
P66	733.864,44	4.336.013,70
P67	733.862,98	4.336.007,64
P68	733.859,63	4.336.000,64
P69	733.851,29	4.335.991,66
P70	733.842,53	4.335.982,90
P71	733.835,43	4.335.972,88
P72	733.826,86	4.335.962,89
P73	733.825,81	4.335.956,83
P74	733.823,73	4.335.949,94
P75	733.818,51	4.335.938,46
P76	733.819,97	4.335.935,33
P77	733.823,52	4.335.928,23
P78	733.824,12	4.335.924,24
P79	733.821,40	4.335.917,56
P80	733.819,32	4.335.906,50
P81	733.816,40	4.335.894,18
P82	733.816,40	4.335.887,71
P83	733.814,90	4.335.882,94
P84	733.815,52	4.335.874,38
P85	733.820,11	4.335.869,79
P86	733.824,28	4.335.867,28
P87	733.825,95	4.335.862,69
P88	733.827,00	4.335.854,13

SISTEMA DE COORDENADAS ETRS89.TM29. SUPERFICIE VINCULADA AL PROYECTO (OESTE)		
PUNTO	X	Y
P89	733.832,45	4.335.838,10
P90	733.834,95	4.335.830,80
P91	733.835,78	4.335.824,12
P92	733.830,99	4.335.817,02
P93	733.832,62	4.335.791,48
P94	733.831,51	4.335.786,90
P95	733.829,68	4.335.784,55
P96	733.829,68	4.335.780,80
P97	733.831,14	4.335.778,92
P98	733.829,89	4.335.772,66
P99	733.829,05	4.335.765,77
P100	733.829,89	4.335.757,42
P101	733.832,60	4.335.749,69
P102	733.837,81	4.335.743,01
P103	733.856,59	4.335.724,08
P104	733.859,36	4.335.722,49
P105	733.860,00	4.335.716,85
P106	733.858,75	4.335.704,33
P107	733.860,41	4.335.692,85
P108	733.861,25	4.335.683,24
P109	733.863,53	4.335.677,40
P110	733.867,92	4.335.673,22
P111	733.878,34	4.335.668,63
P112	733.881,54	4.335.662,79
P113	733.884,48	4.335.652,14
P114	733.886,35	4.335.642,75
P115	733.885,30	4.335.633,04
P116	733.881,54	4.335.626,36
P117	733.873,74	4.335.619,40
P118	733.873,27	4.335.619,99
P119	733.865,64	4.335.629,60
P120	733.790,26	4.335.724,55
P121	733.782,70	4.335.734,08
P122	733.719,64	4.335.822,68
P123	733.656,70	4.335.908,45
P124	733.637,14	4.335.933,43
P125	733.523,23	4.336.078,85
P126	733.458,59	4.336.162,89
P127	733.396,05	4.336.245,26
P128	733.333,52	4.336.327,83
P129	733.279,53	4.336.400,47
P130	733.278,62	4.336.401,71
P131	733.228,57	4.336.469,08
P132	733.222,26	4.336.477,55

REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	REALIZADO	REVISADO	APROBADO
01	11/02/26	PRIMERA EMISIÓN	MVR	JMCM	ORB

TITULAR Y PROMOTOR: frv

INGENIERÍA: Magtel INNOVATION & TECHNOLOGY

AUTOR DEL PROYECTO:
Óscar Reyes Blanco
Graduado Ing. Électrica Nº Col.: 12.188

TÍTULO DEL PROYECTO:
PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO DE HIBRIDACIÓN DE LA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA ''IERÓN'' MEDIANTE LA INSTALACIÓN DE 11MW DE BATERÍAS EN EL T.M. DE MONTÁNCHEZ (CÁCERES)

FECHA: FEBRERO 2026

ESCALA: s/e

FORMATO UNE A-3

UNIDADES: m

PLANO: IMPLANTACIÓN
SUPERFICIE VINCULADA A PSFV IERÓN (ISLA OESTE)
SISTEMA DE COORDENADAS

NÚMERO DE PLANO: ESS-03

FICHERO DIGITAL: BES-IER-MAGOP-PEJ-ESS-0003.dwg

SISTEMA DE COORDENADAS ETRS89.TM29. SUPERFICIE VINCULADA AL PROYECTO (ESTE)		
PUNTO	X	Y
P01	733.832,76	4.336.283,72
P02	733.828,64	4.336.304,65
P03	733.816,39	4.336.322,86
P04	733.802,48	4.336.339,74
P05	733.796,52	4.336.352,32
P06	733.792,96	4.336.370,33
P07	733.792,46	4.336.385,84
P08	733.798,96	4.336.408,84
P09	733.793,96	4.336.429,85
P10	733.780,44	4.336.454,35
P11	733.777,70	4.336.472,82
P12	733.773,70	4.336.488,32
P13	733.772,20	4.336.509,33
P14	733.778,20	4.336.517,83
P15	733.783,20	4.336.528,83
P16	733.784,97	4.336.556,02
P17	733.785,47	4.336.593,03
P18	733.784,78	4.336.637,90
P19	733.827,44	4.336.644,00
P20	733.872,36	4.336.648,40
P21	733.900,04	4.336.652,38
P22	733.956,37	4.336.659,07
P23	733.974,96	4.336.660,89
P24	734.007,09	4.336.560,04
P25	734.007,31	4.336.559,63
P26	734.041,56	4.336.496,76
P27	734.054,10	4.336.483,91
P28	734.055,42	4.336.482,56
P29	734.060,38	4.336.477,47
P30	734.397,56	4.336.225,88
P31	734.426,91	4.336.203,98
P32	734.437,41	4.336.196,15
P33	734.443,37	4.336.191,70
P34	734.449,24	4.336.187,32
P35	734.450,84	4.336.186,12
P36	734.441,91	4.336.176,57
P37	734.437,54	4.336.168,02
P38	734.426,28	4.336.149,24
P39	734.424,99	4.336.136,77
P40	734.419,98	4.336.125,40
P41	734.404,96	4.336.115,79
P42	734.391,20	4.336.109,11
P43	734.381,60	4.336.096,59
P44	734.375,35	4.336.087,82

SISTEMA DE COORDENADAS ETRS89.TM29. SUPERFICIE VINCULADA AL PROYECTO (ESTE)		
PUNTO	X	Y
P45	734.372,43	4.336.079,89
P46	734.370,34	4.336.069,03
P47	734.364,92	4.336.058,60
P48	734.360,11	4.336.047,31
P49	734.355,94	4.336.036,46
P50	734.350,31	4.336.027,27
P51	734.345,89	4.336.020,63
P52	734.339,84	4.336.016,46
P53	734.332,13	4.336.012,28
P54	734.321,91	4.336.008,53
P55	734.315,44	4.336.004,35
P56	734.310,23	4.335.998,92
P57	734.307,31	4.335.995,17
P58	734.306,54	4.335.987,09
P59	734.302,99	4.335.980,20
P60	734.294,86	4.335.974,15
P61	734.282,55	4.335.969,14
P62	734.272,75	4.335.967,05
P63	734.265,66	4.335.962,67
P64	734.250,01	4.335.943,19
P65	734.240,84	4.335.936,51
P66	734.227,28	4.335.931,29
P67	734.218,13	4.335.920,34
P68	734.211,25	4.335.908,23
P69	734.201,86	4.335.893,83
P70	734.195,33	4.335.887,16
P71	734.185,52	4.335.875,89
P72	734.177,87	4.335.858,14
P73	734.177,68	4.335.856,82
P74	734.176,41	4.335.848,12
P75	734.168,70	4.335.838,52
P76	734.165,45	4.335.834,38
P77	734.164,11	4.335.832,68
P78	734.154,99	4.335.822,55
P79	734.141,01	4.335.812,32
P80	734.131,00	4.335.804,18
P81	734.121,56	4.335.795,29
P82	734.115,30	4.335.781,30
P83	734.108,42	4.335.766,48
P84	734.101,96	4.335.751,50
P85	734.094,66	4.335.739,81
P86	734.088,40	4.335.736,47
P87	734.077,55	4.335.732,92
P88	734.068,17	4.335.728,54

SISTEMA DE COORDENADAS ETRS89.TM29. SUPERFICIE VINCULADA AL PROYECTO (ESTE)		
PUNTO	X	Y
P89	734.052,55	4.335.714,97
P90	734.038,79	4.335.705,16
P91	734.027,94	4.335.702,65
P92	734.017,30	4.335.703,28
P93	733.993,98	4.335.692,35
P94	733.977,51	4.335.682,33
P95	733.966,87	4.335.674,29
P96	733.949,77	4.335.657,18
P97	733.935,58	4.335.637,14
P98	733.915,14	4.335.628,79
P99	733.914,26	4.335.635,62
P100	733.904,87	4.335.654,41
P101	733.891,54	4.335.675,50
P102	733.885,80	4.335.686,25
P103	733.880,05	4.335.697,00
P104	733.875,08	4.335.702,43
P105	733.875,70	4.335.707,86
P106	733.869,46	4.335.723,73
P107	733.863,83	4.335.743,56
P108	733.854,84	4.335.750,89
P109	733.848,17	4.335.751,52
P110	733.842,74	4.335.756,32
P111	733.839,82	4.335.770,72
P112	733.841,91	4.335.778,45
P113	733.845,45	4.335.786,17
P114	733.848,13	4.335.798,08
P115	733.848,76	4.335.806,43
P116	733.853,13	4.335.812,82
P117	733.853,34	4.335.816,37
P118	733.846,46	4.335.825,34
P119	733.846,46	4.335.834,53
P120	733.842,71	4.335.846,64
P121	733.837,98	4.335.857,29
P122	733.835,27	4.335.870,23
P123	733.832,14	4.335.887,56
P124	733.836,32	4.335.892,28
P125	733.844,81	4.335.904,16
P126	733.851,06	4.335.919,19
P127	733.853,02	4.335.938,64
P128	733.846,35	4.335.953,10
P129	733.844,87	4.335.962,74
P130	733.854,13	4.335.973,12
P131	733.865,99	4.335.983,51
P132	733.872,55	4.335.993,07

SISTEMA DE COORDENADAS ETRS89.TM29. SUPERFICIE VINCULADA AL PROYECTO (ESTE)		
PUNTO	X	Y
P133	733.875,47	4.336.004,97
P134	733.876,72	4.336.022,30
P135	733.872,48	4.336.038,41
P136	733.867,47	4.336.053,23
P137	733.864,97	4.336.065,13
P138	733.865,45	4.336.073,94
P139	733.867,33	4.336.095,86
P140	733.870,26	4.336.108,06
P141	733.871,51	4.336.120,38
P142	733.870,26	4.336.132,28
P143	733.862,34	4.336.148,35
P144	733.852,77	4.336.168,79
P145	733.847,35	4.336.182,36
P146	733.844,85	4.336.190,92
P147	733.837,51	4.336.210,04
P148	733.836,05	4.336.224,86
P149	733.833,10	4.336.243,14
P150	733.832,48	4.336.268,40

REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	REALIZADO	REVISADO	APROBADO
01	11/02/26	PRIMERA EMISIÓN	MVR	JMCM	ORB

TITULAR Y PROMOTOR: frv

INGENIERÍA: Magtel INNOVATION & TECHNOLOGY

AUTOR DEL PROYECTO:
Óscar Reyes Blanco
Graduado Ing. Électrica Nº Col.: 12.188

TÍTULO DEL PROYECTO:
PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO DE HIBRIDACIÓN DE LA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA ''IERÓN'' MEDIANTE LA INSTALACIÓN DE 11MW DE BATERÍAS EN EL T.M. DE MONTÁNCHEZ (CÁCERES)

FECHA: FEBRERO 2026

ESCALA: s/e m
FORMATO UNE A-3 UNIDADES

PLANO: IMPLANTACIÓN
SUPERFICIE VINCULADA A PSFV IERÓN (ISLA ESTE)
SISTEMA DE COORDENADAS

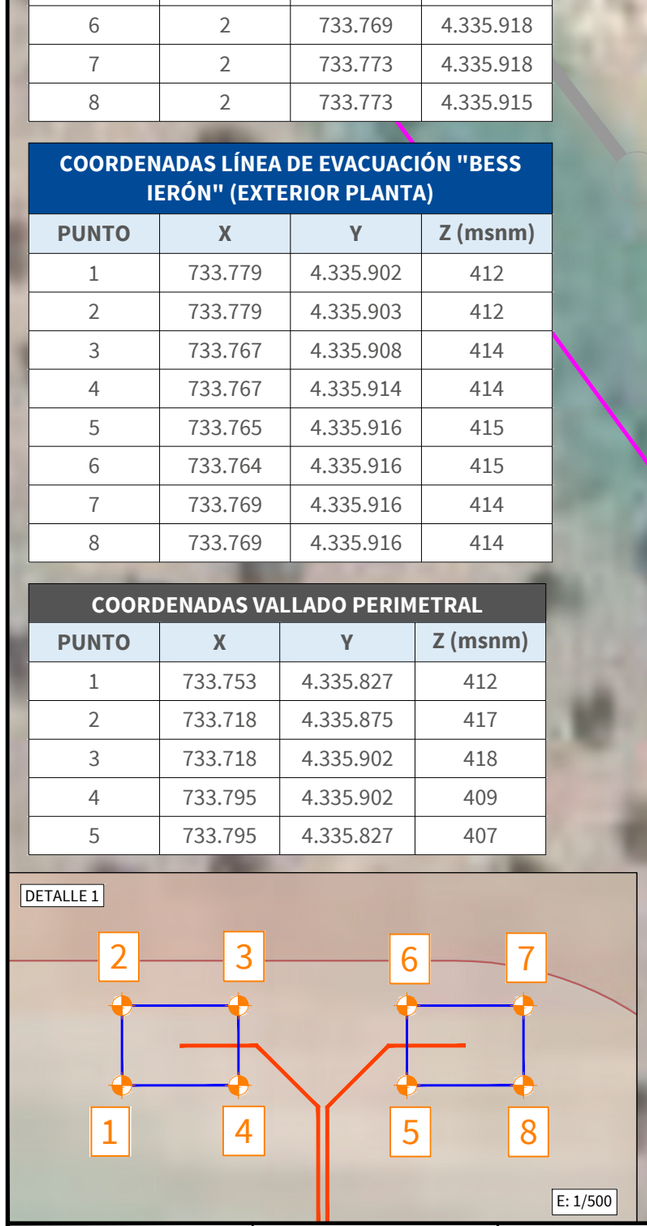
NÚMERO DE PLANO: ESS-03

FICHERO DIGITAL: BES-IER-MAGOP-PEJ-ESS-0003.dwg

COORDENADAS CÁMARAS DE EMPALME (EXTERIOR PLANTA)			
PUNTO	Cámara	X	Y
1	1	733.760	4.335.915
2	1	733.760	4.335.918
3	1	733.764	4.335.918
4	1	733.764	4.335.915
5	2	733.769	4.335.915
6	2	733.769	4.335.918
7	2	733.773	4.335.918
8	2	733.773	4.335.915

COORDENADAS LÍNEA DE EVACUACIÓN "BESS IERÓN" (EXTERIOR PLANTA)			
PUNTO	X	Y	Z (msnm)
1	733.779	4.335.902	412
2	733.779	4.335.903	412
3	733.767	4.335.908	414
4	733.767	4.335.914	414
5	733.765	4.335.916	415
6	733.764	4.335.916	415
7	733.769	4.335.916	414
8	733.769	4.335.916	414

COORDENADAS VALLADO PERIMETRAL			
PUNTO	X	Y	Z (msnm)
1	733.753	4.335.827	412
2	733.718	4.335.875	417
3	733.718	4.335.902	418
4	733.795	4.335.902	409
5	733.795	4.335.827	407



EDIFICIO CENTRO DE SECCIONAMIENTO PSFV EXISTENTE*

LÍNEA SOTERRADA DE EVACUACIÓN 30 kV

SUPERFICIE VALLADO PERIMETRAL 4.932,66 m²

VALLADO PSFV EXISTENTE *

BESS IERÓN

LEYENDA
- Vallado BESS
- Superficie vinculada a PSVF
- Puerta de acceso BESS
- Cámaras de empalme
- Vial nuevo exterior a BESS

Nota (*): No es ámbito de este proyecto

REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	REALIZADO	REVISADO	APROBADO
01	11/02/26	PRIMERA EMISIÓN	MVR	JMCM	ORB

TITULAR Y PROMOTOR: frv

INGENIERÍA: Magtel INNOVATION & TECHNOLOGY

AUTOR DEL PROYECTO: Óscar Reyes Blanco, Graduado Ing. Electrica Nº Col.: 12.188

TÍTULO DEL PROYECTO: PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO DE HIBRIDACIÓN DE LA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA ''IERÓN'' MEDIANTE LA INSTALACIÓN DE 11MW DE BATERÍAS EN EL T.M. DE MONTÁNCHEZ (CÁCERES)

FECHA: FEBRERO 2026

ESCALA: 1 : 600 m — FORMATO UNE A-3 — UNIDADES

PLANO: IMPLANTACIÓN

NÚMERO DE PLANO: ESS-03

FICHERO DIGITAL: BES-IER-MAGOP-PEJ-ESS-0003.dwg

HOJA: 8 de 11

EDIFICIO CENTRO DE SECCIONAMIENTO
PSFV EXISTENTE*

CABLEADO DE COMUNICACIONES

1

2

3

4

5

6

SUPERFICIE VALLADO PERIMETRAL
4.932,66 m^2

VALLADO PSFV EXISTENTE *

BESS IERÓN

COORDENADAS LÍNEA DE COMUNICACIONES "BESS IERÓN" (EXTERIOR PLANTA)

PUNTO	X	Y	Z (msnm)
1	733.779	4.335.902	412
2	733.779	4.335.903	412
3	733.767	4.335.908	414
4	733.685	4.335.908	419
5	733.684	4.335.908	419
6	733.684	4.335.909	419

LEYENDA

- Vallado BESS
- Superficie vinculada a PSVF
- Puerta de acceso BESS
- Vial nuevo exterior a BESS

Nota (*): No es ámbito de este proyecto

REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	REALIZADO	REVISADO	APROBADO
01	11/02/26	PRIMERA EMISIÓN	MVR	JMCM	ORB

TITULAR Y PROMOTOR: frv

INGENIERÍA: Magtel INNOVATION & TECHNOLOGY

AUTOR DEL PROYECTO:
Óscar Reyes Blanco
Graduado Ing. Electrica Nº Col.: 12.188

TÍTULO DEL PROYECTO:
PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO DE HIBRIDACIÓN DE LA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA ''IERÓN'' MEDIANTE LA INSTALACIÓN DE 11MW DE BATERÍAS EN EL T.M. DE MONTÁNCHEZ (CÁCERES)

FECHA: FEBRERO 2026

ESCALA: 1 : 600 | FORMATO UNE A-3

UNIDADES: m

PLANO: IMPLANTACIÓN

NÚMERO DE PLANO: ESS-03

FICHERO DIGITAL: BES-IER-MAGOP-PEJ-ESS-0003.dwg



COORDENADAS PARCELA 1,5 Has			
PUNTO	X	Y	Z (msnm)
1	733.800	4.335.747	404
2	733.652	4.335.940	420
3	733.652	4.335.942	420
4	733.803	4.335.942	409
5	733.802	4.335.747	403

REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	REALIZADO	REVISADO	APROBADO
01	11/02/26	PRIMERA EMISIÓN	MVR	JMCM	ORB

TITULAR Y PROMOTOR: frv

INGENIERÍA: Magtel INNOVATION & TECHNOLOGY

AUTOR DEL PROYECTO:
Óscar Reyes Blanco
Graduado Ing. Electrica Nº Col.: 12.188

TÍTULO DEL PROYECTO:
PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO DE HIBRIDACIÓN DE LA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA ''IERÓN'' MEDIANTE LA INSTALACIÓN DE 11MW DE BATERÍAS EN EL T.M. DE MONTÁNCHEZ (CÁCERES)

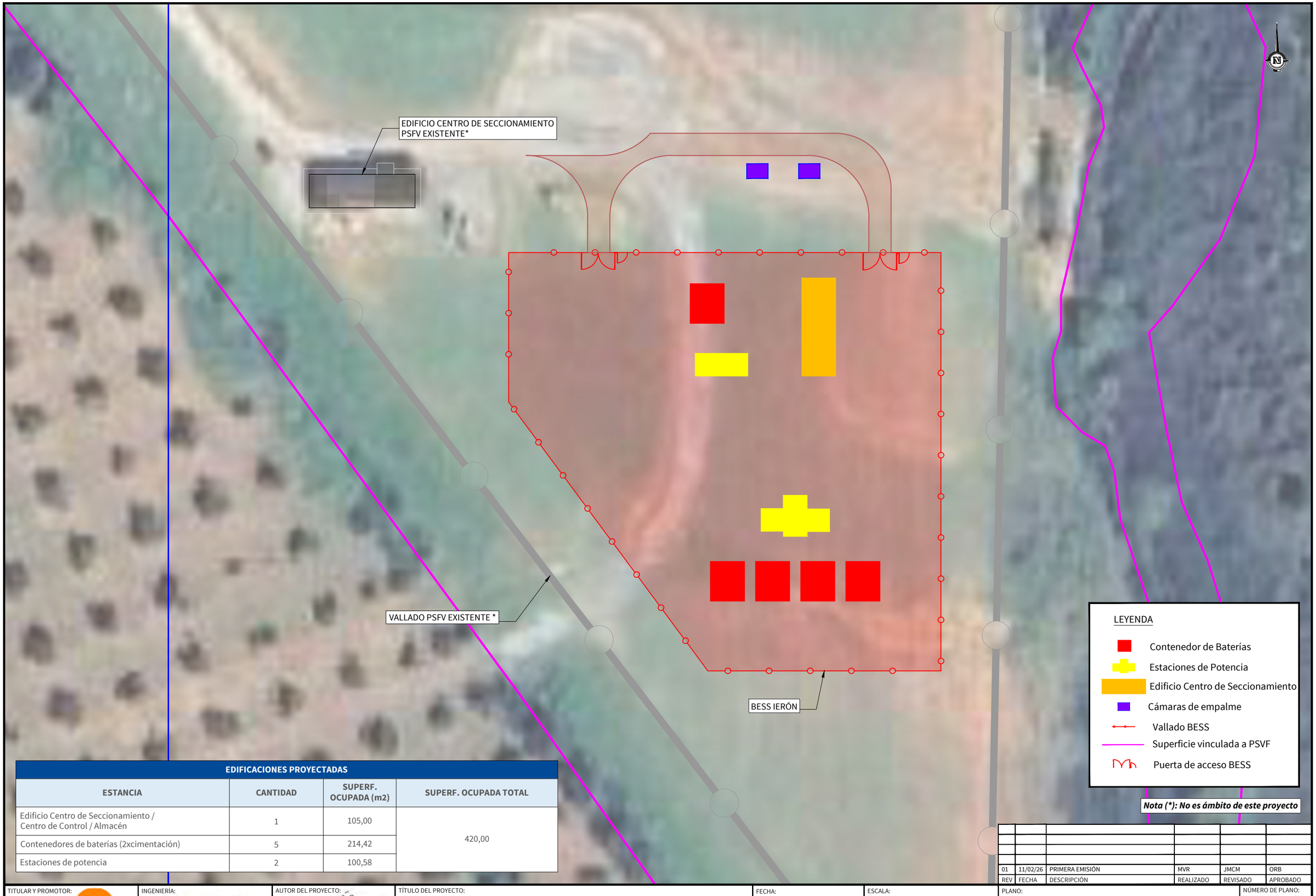
FECHA: FEBRERO 2026

ESCALA: 1 : 800 m
FORMATO UNE A-3 UNIDADES

PLANO: IMPLANTACIÓN SUPERFICIE VINCULADA AL PROYECTO

NÚMERO DE PLANO: ESS-03

FICHERO DIGITAL: BES-IER-MAGOP-PEJ-ESS-0003.dwg



EDIFICACIONES PROYECTADAS

ESTANCIA	CANTIDAD	SUPERF. OCUPADA (m2)	SUPERF. OCUPADA TOTAL
Edificio Centro de Seccionamiento / Centro de Control / Almacén	1	105,00	420,00
Contenedores de baterías (2xcimentación)	5	214,42	
Estaciones de potencia	2	100,58	

Nota (*): No es ámbito de este proyecto

REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	REALIZADO	REVISADO	APROBADO
01	11/02/26	PRIMERA EMISIÓN	MVR	JMCM	ORB

TITULAR Y PROMOTOR: frv

INGENIERÍA: Magtel INNOVATION & TECHNOLOGY

AUTOR DEL PROYECTO:
Óscar Reyes Blanco
Graduado Ing. Electrica Nº Col.: 12.188

TÍTULO DEL PROYECTO:
PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO DE HIBRIDACIÓN DE LA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA ''IERÓN'' MEDIANTE LA INSTALACIÓN DE 11MW DE BATERÍAS EN EL T.M. DE MONTÁNCHEZ (CÁCERES)

FECHA: FEBRERO 2026

ESCALA: 1 : 800 m
FORMATO UNE A-3 UNIDADES

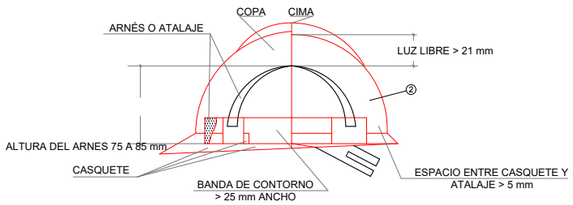
PLANO: IMPLANTACIÓN
SUPERFICIES EDIFICACIONES PROYECTADAS

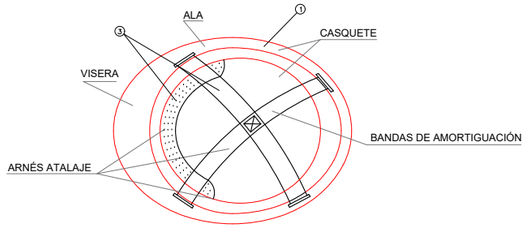
NÚMERO DE PLANO: ESS-03

FICHERO DIGITAL: BES-IER-MAGOP-PEJ-ESS-0003.dwg

PROTECCIONES INDIVIDUALES

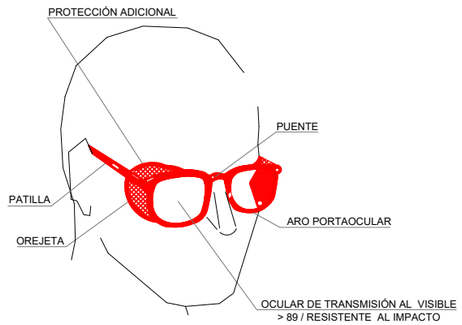
CASCO DE SEGURIDAD NO METÁLICO



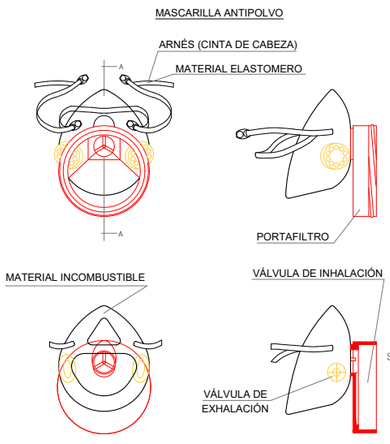


1. MATERIAL INCOMBUSTIBLE, RESISTENTE A GRASAS, SALES Y AGUA
2. CLASE N AISLANTE A 1000 V CLASE E-AT AISLANTE A 25000 V
3. MATERIAL NO RÍGIDO HIDRÓFUGO, FÁCIL LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN

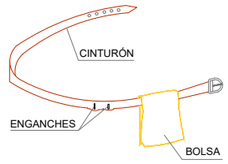
GAFAS DE MONTURA TIPO UNIVERSAL CONTRA IMPACTOS



MASCARILLA ANTIPOLVO



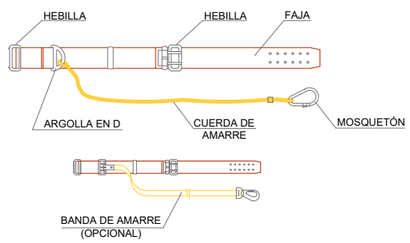
CINTURON PORTAHERRAMIENTAS



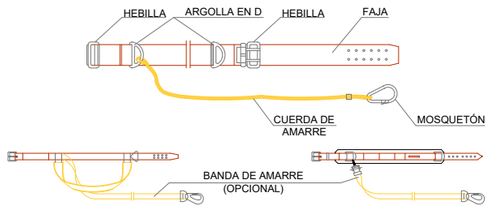
PERMITE TENER LAS MANOS LIBRES, MAS SEGURIDAD AL MOVERSE EVITA CAIDAS DE HERRAMIENTAS NO EXIME DEL CINTURON DE SEGURIDAD CUANDO ESTE ES NECESARIO

CINTURÓN DE SEGURIDAD DE SUJECIÓN CLASE "A"

TIPO 1

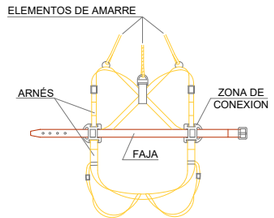


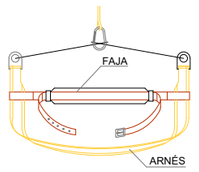
TIPO 2

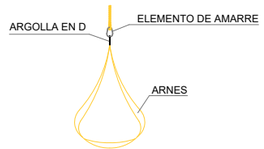


CINTURÓN DE SEGURIDAD DE SUSPENSIÓN CLASE "B"

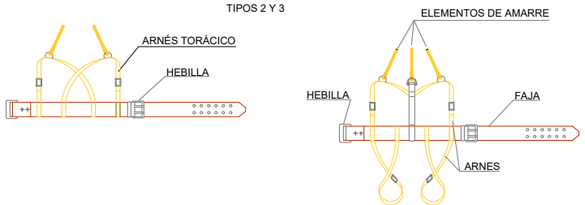
TIPO 1





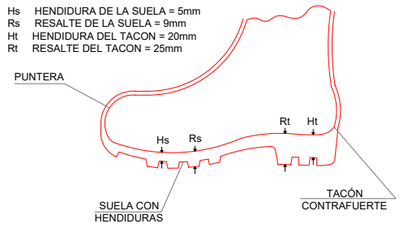


TIPOS 2 Y 3

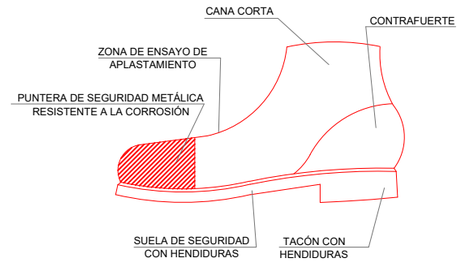


BOTA IMPERMEABLE AL AGUA Y A LA HUMEDAD

Hs HENDIDURA DE LA SUELA = 5mm
Rs RESALTE DE LA SUELA = 9mm
Ht HENDIDURA DEL TACON = 20mm
Rt RESALTE DEL TACON = 25mm



BOTA DE SEGURIDAD CLASE III



Según R.D. 773/1997, R.D. 1407/1992,
R.D. 159/1995 y R.D. 1627/1997

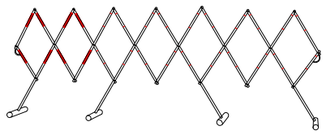
01	11/02/26	PRIMERA EMISIÓN	CGH	JMCM	ORB
REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	REALIZADO	REVISADO	APROBADO

TITULAR Y PROMOTOR: frv	INGENIERÍA: Magtel INNOVATION TECHNOLOGY	AUTOR DEL PROYECTO: Óscar Reyes Blanco Graduado Ing. Electrica Nº Col.: 12.188	TÍTULO DEL PROYECTO: PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO DE HIBRIDACIÓN DE LA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "IERÓN" MEDIANTE LA INSTALACIÓN DE 11MW DE BATERÍAS EN EL T.M. DE MONTÁNCHEZ (CÁCERES)	FECHA: FEBRERO 2026

ESCALA: S / E	m	PLANO: EQUIPOS INDIVIDUALES	NÚMERO DE PLANO: ESS_04
FORMATO UNE A-3	UNIDADES	FICHERO DIGITAL: BES-IER-MAGOP-PEJ-ESS-0004.dwg	HOJA: 1 de 1

REGLAS DE ORO PARA TRABAJOS CON CORTE DE TENSIÓN EN A.T.

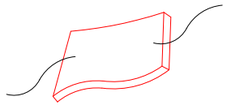
EQUIPOS PRECISOS



VALLA EXTENSIBLE



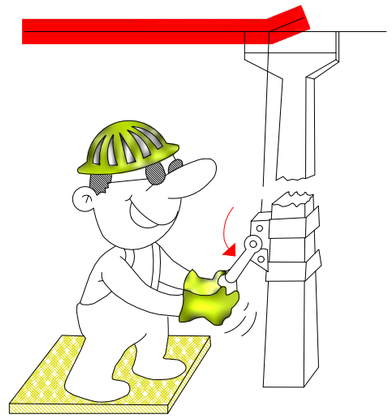
GUANTES



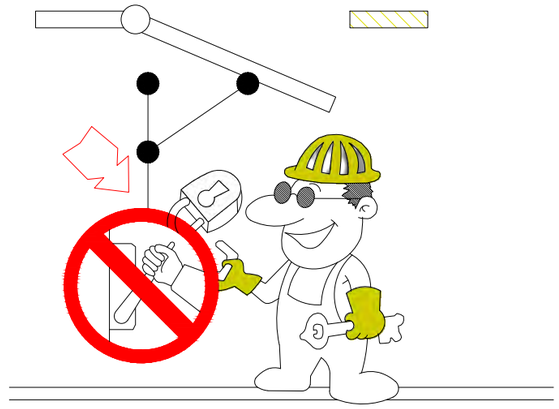
MANTA AISLANTE



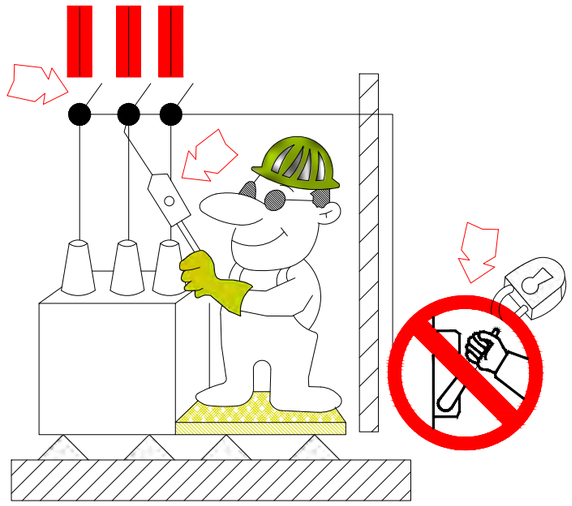
REGLA Nº1. DESCONECTAR



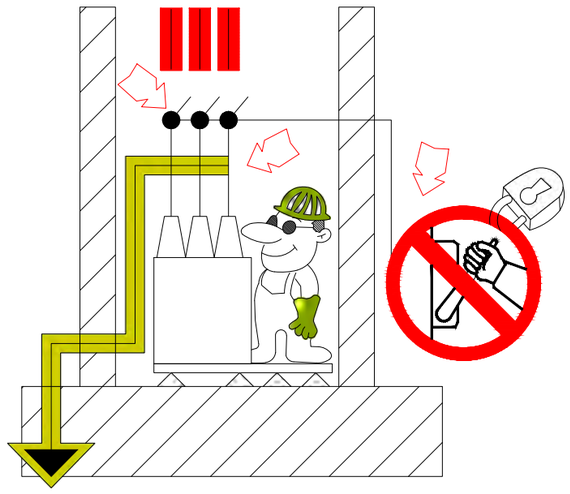
REGLA Nº2. PREVENIR CUALQUIER POSIBLE REALIMENTACIÓN



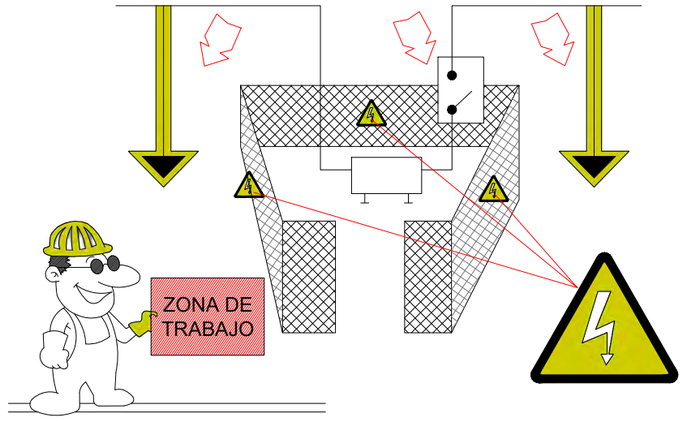
REGLA Nº3. VERIFICAR LA AUSENCIA DE TENSIÓN



REGLA Nº4. PONER A TIERRA Y EN CORTOCIRCUITO



REGLA Nº5. PROTEGER FRENTE A ELEMENTOS EN TENSIÓN Y SEÑALIZAR LA ZONA



REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	REALIZADO	REVISADO	APROBADO
01	11/02/26	PRIMERA EMISIÓN	CGH	JMCM	ORB

TITULAR Y PROMOTOR: frv

INGENIERÍA: Magtel INNOVATION & TECHNOLOGY

AUTOR DEL PROYECTO:
Óscar Reyes Blanco
Graduado Ing. Electrica Nº Col.: 12.188

TÍTULO DEL PROYECTO:
PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO DE HIBRIDACIÓN DE LA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "IERÓN" MEDIANTE LA INSTALACIÓN DE 11MW DE BATERÍAS EN EL T.M. DE MONTÁNCHEZ (CÁCERES)

FECHA: FEBRERO 2026

ESCALA: S / E — UNIDADES: m

FORMATO UNE A-3

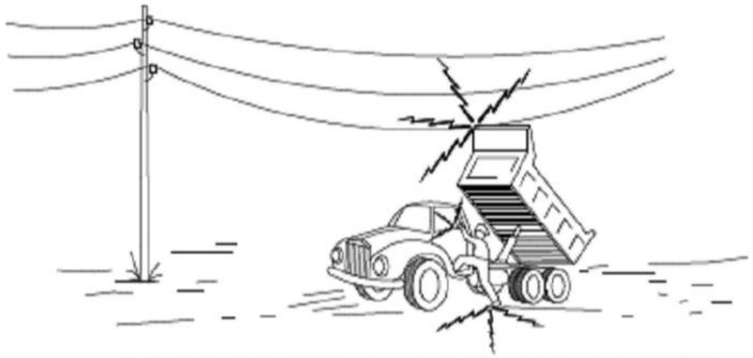
PLANO: REGLAS DE ORO PARA EL TRABAJO EN A.T.

NÚMERO DE PLANO: ESS_05

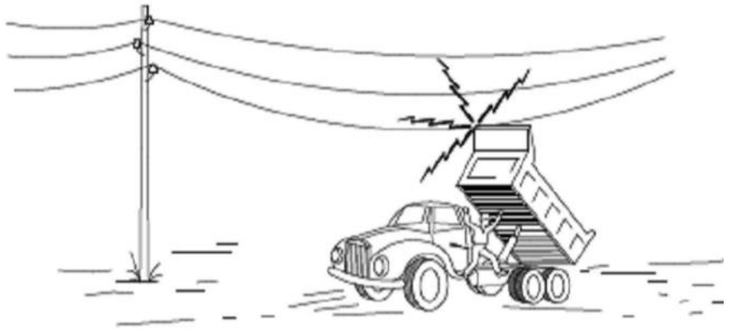
FICHERO DIGITAL: BES-IER-MAGOP-PEJ-ESS-0004.dwg

HOJA: 1 de 1

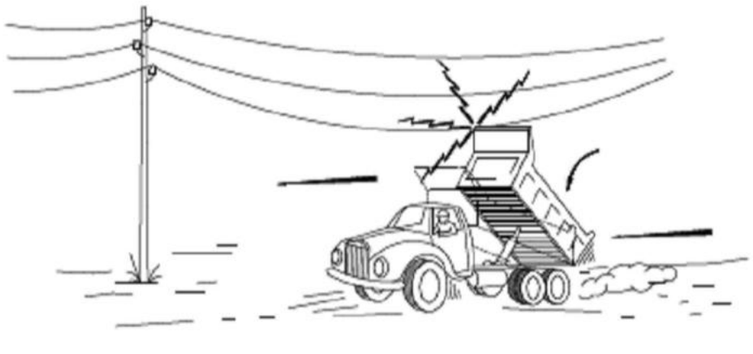
ATENCION AL BASCULANTE



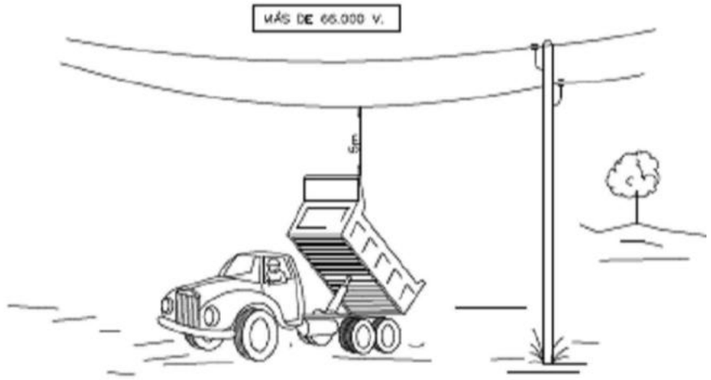
1— EN NINGUN CASO DESCIENDA. GUARDARA LA CALMA INCLUSO SI LOS NEUMATICOS COMIENZAN A ARDER. SE QUEDARA EN SU PUESTO DE MANDO O EN LA CABINA, DEBIDO A QUE ALLI ESTA LIBRE DEL RIESGO DE ELECTROCUCION.



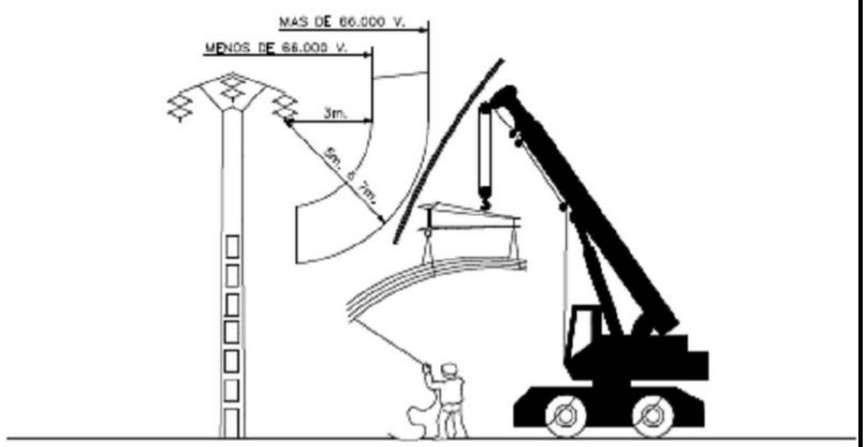
3.— SI ES IMPOSIBLE SEPARAR LA MAQUINA Y EN CASO DE ABSOLUTA NECESIDAD EL CONDUCTOR O MAQUINISTA NO DESCENDERA UTILIZANDO LOS MEDIOS HABITUALES, SI NO QUE SALTARA LO MAS LEJOS POSIBLE DE LA MAQUINA EVITANDO TOCARLA.



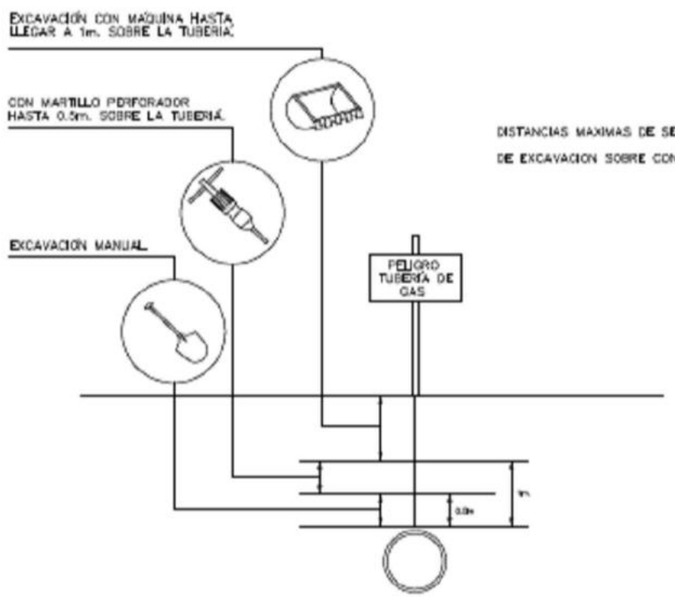
2— SI CONTACTO, NO ABANDONE LA CABINA, INTENTE EN PRIMER LUGAR BAJARLO Y ALEJARSE, HASTA QUE SE ENCUENTRE A UNA DISTANCIA SEGURA



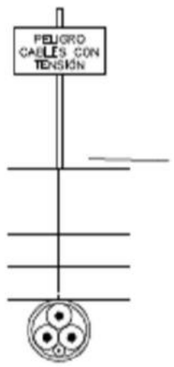
EMPLAZAMIENTO EN OBRA DE UNA GRUA CON RIESGO DE CONTACTO CON UNA LINEA ELECTRICA DE ALTA TENSION Y ACCESO A LA OBRA.



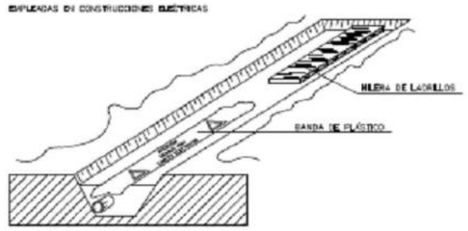
SE DELIMITARA EFICAZMENTE LA ZONA DE TRABAJO DE LA ZONA DE PELIGRO
R.D. 614/2001

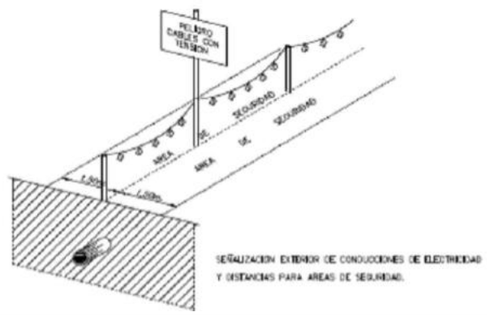


DISTANCIAS MAXIMAS DE SEGURIDAD RECOMENDABLES EN TRABAJOS DE EXCAVACION SOBRE CONDUCCIONES DE GAS Y ELECTRICIDAD.



FORMAS MAS USUALES DE SEÑALIZACION INTERIOR Y PROTECCION EMPLEADAS EN CONSTRUCCIONES ELECTRICAS





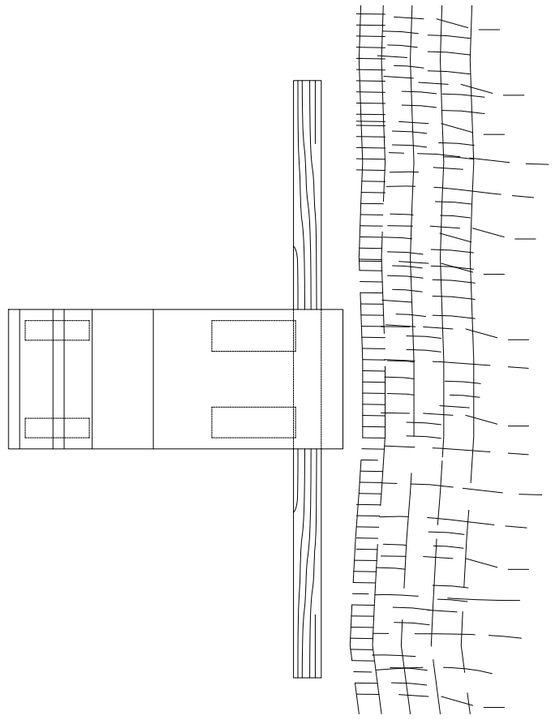
SEÑALIZACION EXTERIOR DE CONDUCCIONES DE ELECTRICIDAD Y DISTANCIAS PARA AREAS DE SEGURIDAD.

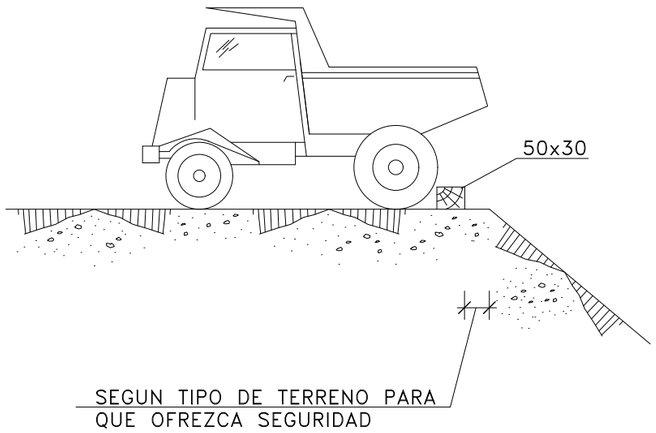
REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	REALIZADO	REVISADO	APROBADO
01	11/02/26	PRIMERA EMISIÓN	CGH	JMCM	ORB

TITULAR Y PROMOTOR: frv	INGENIERÍA: Magtel INNOVATION & TECHNOLOGY	AUTOR DEL PROYECTO: Óscar Reyes Blanco Graduado Ing. Electrica Nº Col.: 12.188	TÍTULO DEL PROYECTO: PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO DE HIBRIDACIÓN DE LA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "IERÓN" MEDIANTE LA INSTALACIÓN DE 11MW DE BATERÍAS EN EL T.M. DE MONTÁNCHEZ (CÁCERES)	FECHA: FEBRERO 2026	ESCALA: S / E m FORMATO UNE A-3 UNIDADES

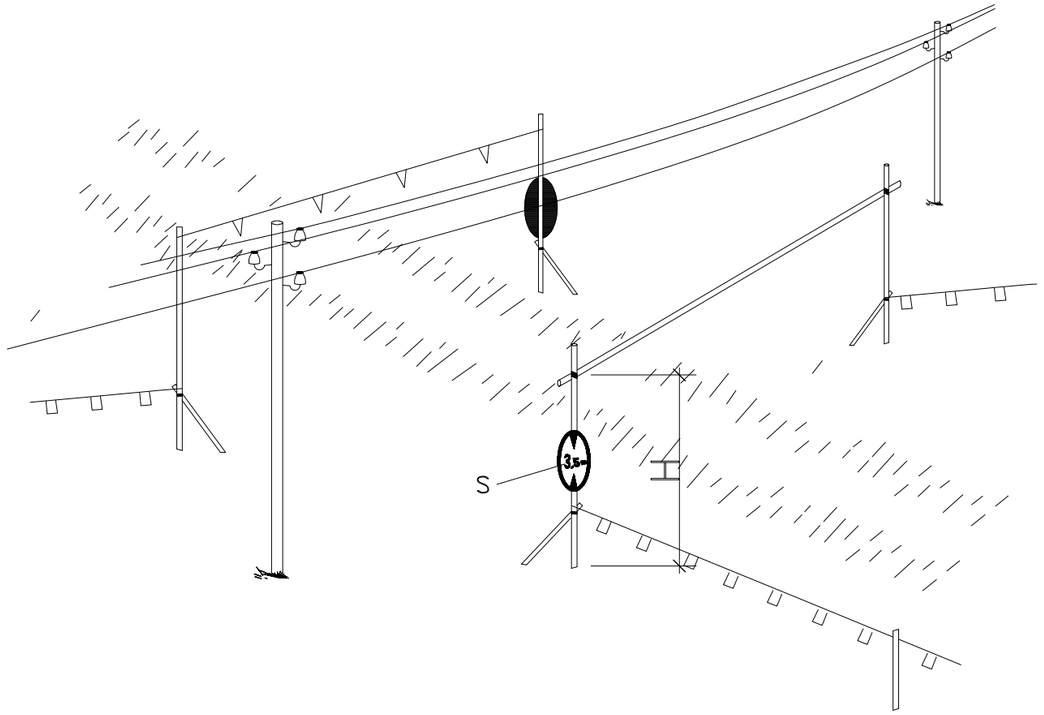
PLANO: RIESGO ELÉCTRICO	NÚMERO DE PLANO: ESS_06		
FICHERO DIGITAL: BES-IER-MAGOP-PEJ-ESS-0004.dwg	HOJA: 1 de 1		

TOPE DE RETROCESO DE VERTIDO DE TIERRAS





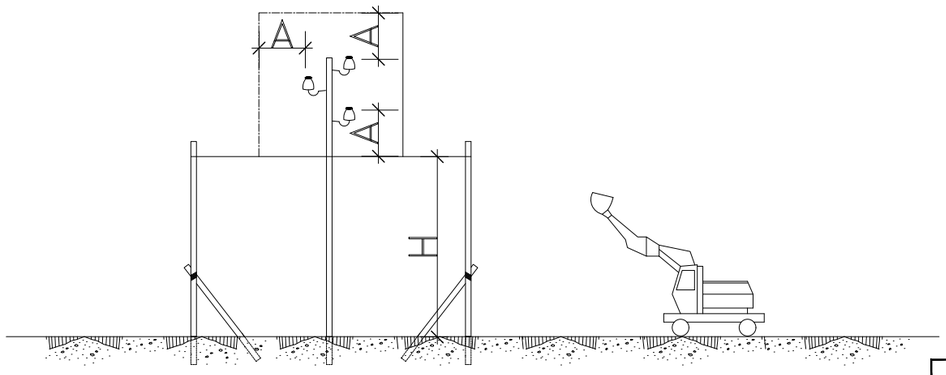
PORTICO DE BALIZAMIENTO DE LINEAS ELECTRICAS AEREAS



H = PASO LIBRE

S = SEÑAL DE ALTURA MAXIMA

DETALLE 2



REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	REALIZADO	REVISADO	APROBADO
01	11/02/26	PRIMERA EMISIÓN	CGH	JMCM	ORB

TITULAR Y PROMOTOR: frv	INGENIERÍA: Magtel INNOVATION & TECHNOLOGY	AUTOR DEL PROYECTO: Óscar Reyes Blanco Graduado Ing. Electrica Nº Col.: 12.188	TÍTULO DEL PROYECTO: PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO DE HIBRIDACIÓN DE LA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "IERÓN" MEDIANTE LA INSTALACIÓN DE 11MW DE BATERÍAS EN EL T.M. DE MONTÁNCHEZ (CÁCERES)	FECHA: FEBRERO 2026	ESCALA: S / E m FORMATO UNE A-3 UNIDADES

PLANO: SEGURIDAD EN LÍNEAS DE ALTA TENSIÓN	NÚMERO DE PLANO: ESS_07	
FICHERO DIGITAL: BES-IER-MAGOP-PEJ-ESS-0004.dwg	HOJA: 1 de 1	

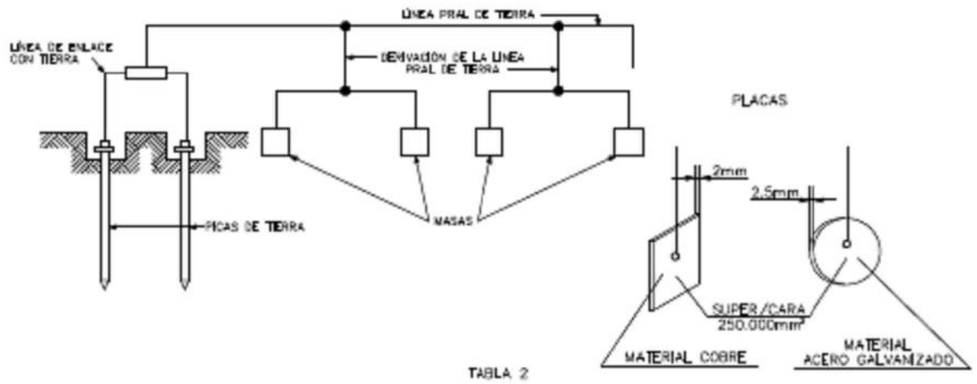
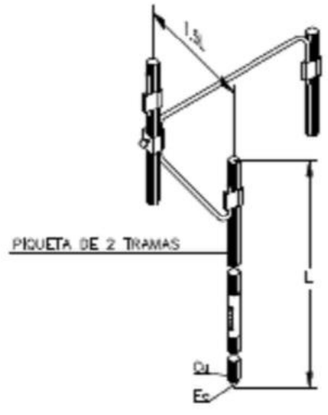


TABLA 2

NATURALEZA DE TERRENO	RESISTIVIDAD EN OHM-M
TERRENOS PANTANOSOS	DE ALGUNAS UNIDADES A 30
LIMO	20 A 100
HUMUS	10 A 150
TURBA HUMEDA	5 A 100
ARCILLA PLASTICA	50
MARGAS Y ARCILLAS COMPACTAS	100 A 200
MARGAS DEL JURASICO	30 A 40
ARENA ARCILLOSA	50 A 500
ARENA SILICEA	200 A 3000
SUELO PEDREGOSO CUBIERTO DE CESPED	300 A 500
SUELO PEDREGOSO DESNUDO	1500 A 3000
CALIZAS BLANDAS	100 A 300
CALIZAS COMPACTAS	1000 A 5000
CALIZAS AGRIETADAS	500 A 1000
PIZARRAS	50 A 300
ROCAS DE MICA Y CUARZO	800
GRANITOS Y GRES PROCEDENTES DE ALTERACION	1500 A 10000
GRANITOS Y GRES MUY ALTERADOS	100 A 600



ELECTRODOS EN PARALELO

CUANDO EL SUBSUELO NO PUEDE SER PENETRADO O PRESENTA UNA RESISTIVIDAD SUPERIOR A LA SUPERFICIAL, SE PUEDE DISMINUIR LA RESISTENCIA CLAVANDO DOS O MAS PICAS EN PARALELO.

—2 PICAS DE TIERRA REDUCEN LA RESISTENCIA AL 60% DE LA OBTENIDA CON UNA SOLA.
—3 PICAS DE TIERRA REDUCEN LA RESISTENCIA AL 45% DE LA OBTENIDA CON UNA SOLA.
—4 PICAS DE TIERRA REDUCEN LA RESISTENCIA AL 33% DE LA OBTENIDA CON UNA SOLA.

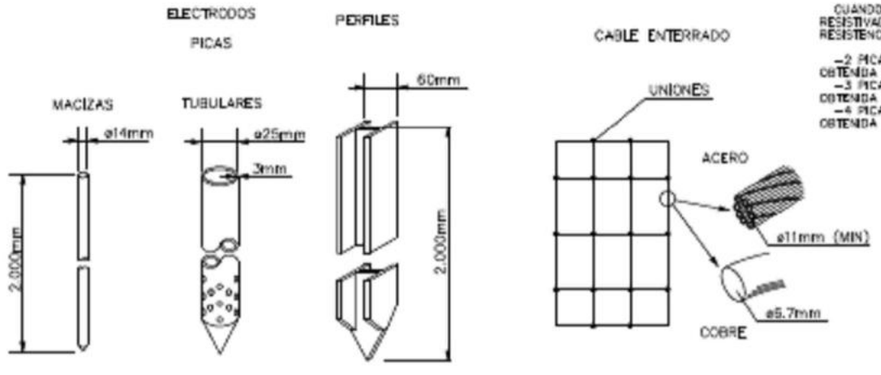
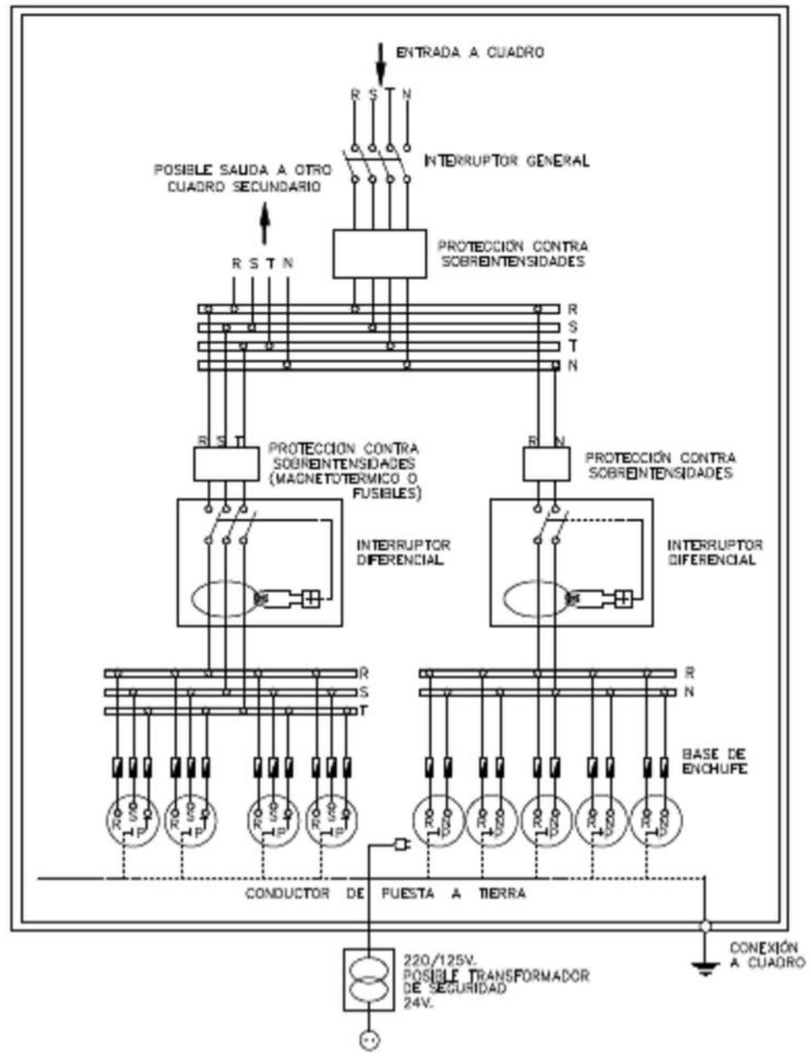


TABLA 1

ELECTRODO	RESISTENCIA DE TIERRA, EN OHM
PLACA ENTERRADA	$R=0,8\frac{Q}{P}$
PICA VERTICAL	$R=\frac{Q}{L}$
CONDUCTOR ENTERRADO HORIZONTALMENTE	$R=\frac{2Q}{L}$
Q, RESISTIVIDAD DEL TERRENO (OHM-M) P, PERIMETRO DE LA PLACA (m) L, LONGITUD DE LA PICA O DEL CONDUCTOR (m)	

LA RESISTENCIA DE TIERRA DEBE SER DE TAL VALOR QUE LA CORRIENTE DE FUGA NO PUEDA DAR LUGAR A

CUADRO DE ALIMENTACIÓN A OBRA
ESQUEMA DE INSTALACIÓN



NOTA.— LA SENSIBILIDAD DEL RELE DIFERENCIAL ESTARA RELACIONADA CON EL VALOR DE LA TOMA DE TIERRA, NO PUDIENDO SER INFERIOR A 300mA (1 <300mA)

GRUPO ELECTROGENO

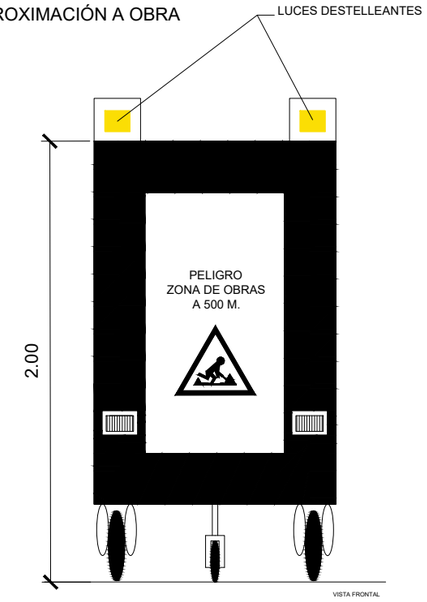


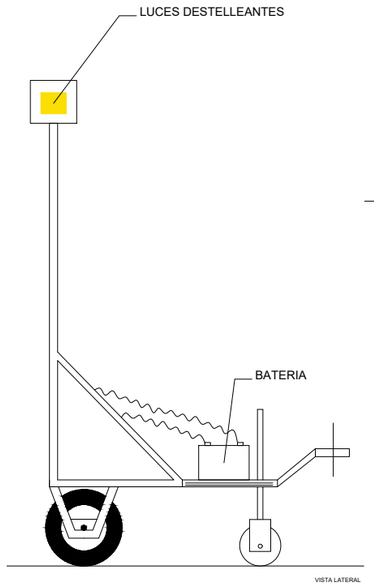
REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	REALIZADO	REVISADO	APROBADO
01	11/02/26	PRIMERA EMISIÓN	CGH	JMCM	ORB

TITULAR Y PROMOTOR: frv	INGENIERÍA: Magtel INNOVATION & TECHNOLOGY	AUTOR DEL PROYECTO: Óscar Reyes Blanco Graduado Ing. Electrica Nº Col.: 12.188	TÍTULO DEL PROYECTO: PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO DE HIBRIDACIÓN DE LA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "IERÓN" MEDIANTE LA INSTALACIÓN DE 11MW DE BATERÍAS EN EL T.M. DE MONTÁNCHEZ (CÁCERES)	FECHA: FEBRERO 2026	ESCALA: S / E — m FORMATO UNE A-3 — UNIDADES

PLANO: PUESTA A TIERRA	NÚMERO DE PLANO: ESS_08	
FICHERO DIGITAL: BES-IER-MAGOP-PEJ-ESS-0004.dwg	HOJA: 1 de 1	

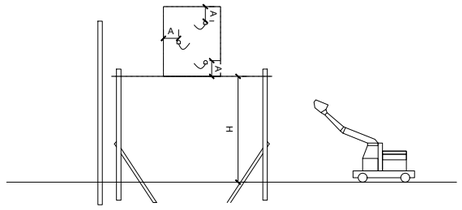
SEÑAL MÓVIL DE APROXIMACIÓN A OBRA





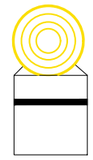
H = PASO LIBRE

A = SEÑAL DE ALTURA MÁXIMA

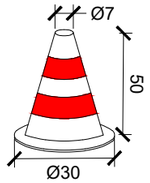




CINTA BALIZAMIENTO



LAMPARA AUTONOMA
FIJA-INTERMITENTE



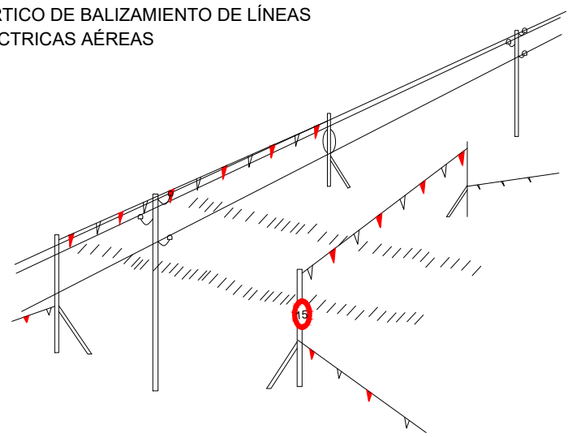
CONO BALIZAMIENTO

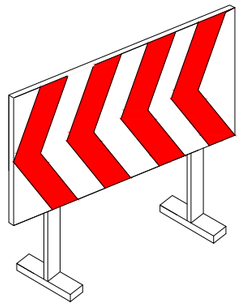


CORDON BALIZAMIENTO

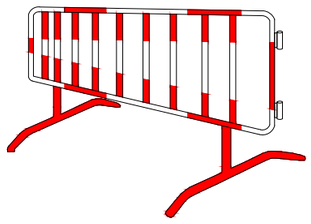
BALIZAMIENTO DE GÁLIBO DE OBRA

PÓRTICO DE BALIZAMIENTO DE LÍNEAS ELÉCTRICAS AÉREAS

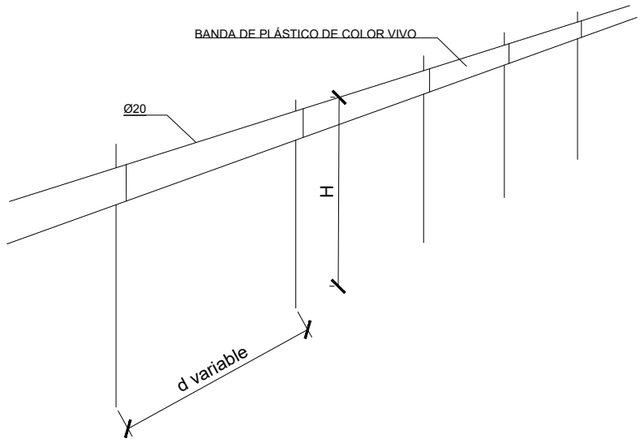


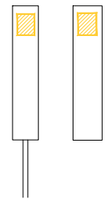


VALLAS DESVIO TRÁFICO



BANDAS DE BALIZAMIENTO DE GÁLIBO DE OBRA

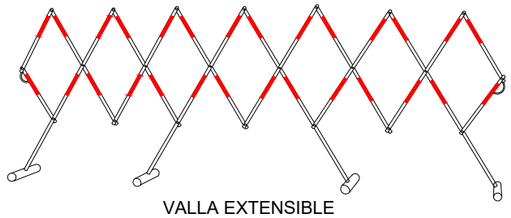




HITOS DE PVC



VALLA DE OBRA MODELO



VALLA EXTENSIBLE

SEGÚN R.D. 485/1997

REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	REALIZADO	REVISADO	APROBADO
01	11/02/26	PRIMERA EMISIÓN	CGH	JMCM	ORB

TITULAR Y PROMOTOR: frv	INGENIERÍA: Magtel INNOVATION & TECHNOLOGY	AUTOR DEL PROYECTO: Óscar Reyes Blanco Graduado Ing. Electrica Nº Col.: 12.188	TÍTULO DEL PROYECTO: PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO DE HIBRIDACIÓN DE LA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "IERÓN" MEDIANTE LA INSTALACIÓN DE 11MW DE BATERÍAS EN EL T.M. DE MONTÁNCHEZ (CÁCERES)	FECHA: FEBRERO 2026

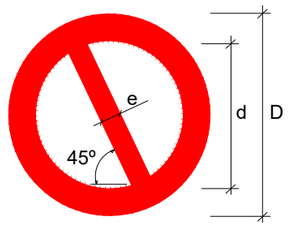
ESCALA: S / E	m	PLANO: SEÑALIZACIÓN DE BALIZAMIENTO	NÚMERO DE PLANO: ESS_09
FORMATO UNE A-3	UNIDADES	FICHERO DIGITAL: BES-IER-MAGOP-PEJ-ESS-0004.dwg	HOJA: 1 de 1

SEÑALES DE PROHIBICIÓN

SEGÚN R.D. 485/1997 DE 14 ABRIL SOBRE DISPOSICIONES MÍNIMAS EN MATERIA DE SEÑALIZACIÓN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO

FORMA, DIMENSIONES Y COLOR DE SEÑALES DE PROHIBICIÓN.

GRÁFICA



DIMENSIONES (En mm)

D	d	e
594	420	44
420	297	31
297	210	17
210	148	16
148	105	11
105	74	8

CARACTERISTICAS GENERALES

- COLOR DE FONDO: BLANCO
- BORDE Y BANDA TRANSVERSAL: ROJO
- SÍMBOLO O TEXTO: NEGRO
- SEGÚN COORDENADAS CROMÁTICAS EN NORMAS UNE 1-115 Y UNE 48-103

PROHIBIDO TRABAJAR SIN DESCONECTAR LA CORRIENTE

GRÁFICA	CONTENIDO GRÁFICO
	CONECTOR

PROHIBIDO EL PASO EN GENERAL

GRÁFICA	CONTENIDO GRÁFICO
	BARRA BLANCA EN HORIZONTAL

PROHIBIDO FUMAR

GRÁFICA	CONTENIDO GRÁFICO
	CIGARRILLO ENCENDIDO

PROHIBIDO ARROJAR MATERIALES

GRÁFICA	CONTENIDO GRÁFICO
	PERSONA ARROJANDO MATERIAL

PROHIBIDO HACER FUEGO

GRÁFICA	CONTENIDO GRÁFICO
	CERILLA ENCENDIDA

PROHIBIDO APAGAR FUEGO CON AGUA

GRÁFICA	CONTENIDO GRÁFICO
	AGUA VERTIDA SOBRE FUEGO

PROHIBIDO CONECTAR

GRÁFICA	CONTENIDO GRÁFICO
	BRAZO EMPUÑANDO CONECTOR

PROHIBIDO EL PASO A PEATONES

GRÁFICA	CONTENIDO GRÁFICO
	PERSONA CAMINANDO

PROHIBIDO EL PASO A CARRETILLAS

GRÁFICA	CONTENIDO GRÁFICO
	

PROHIBIDO TRABAJAR SIN PRENDAS ESPECIALES

GRÁFICA	CONTENIDO GRÁFICO
	BRAZO Y RODAMIENTOS

REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	REALIZADO	REVISADO	APROBADO
01	11/02/26	PRIMERA EMISIÓN	CGH	JMCM	ORB

TITULAR Y PROMOTOR: frv	INGENIERÍA: Magtel INNOVATION & TECHNOLOGY	AUTOR DEL PROYECTO: Óscar Reyes Blanco, Graduado Ing. Electrica Nº Col.: 12.188	TÍTULO DEL PROYECTO: PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO DE HIBRIDACIÓN DE LA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "IERÓN" MEDIANTE LA INSTALACIÓN DE 11MW DE BATERÍAS EN EL T.M. DE MONTÁNCHEZ (CÁCERES)	FECHA: FEBRERO 2026	ESCALA: S / E m; FORMATO UNE A-3; UNIDADES

PLANO: SEÑALIZACIÓN DE PROHIBICIÓN

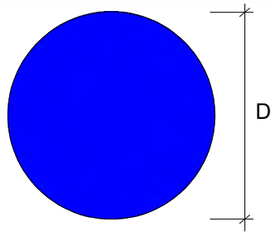
NÚMERO DE PLANO: ESS_10

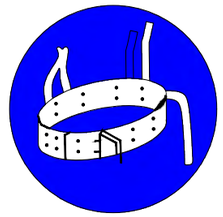
FICHERO DIGITAL: BES-IER-MAGOP-PEJ-ESS-0004.dwg

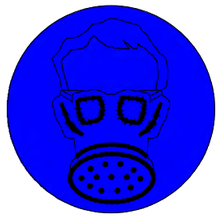
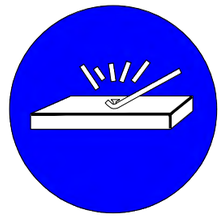
HOJA: 1 de 1

SEÑALES DE OBLIGACIÓN

SEGÚN R.D. 485/1997 DE 14 ABRIL SOBRE DISPOSICIONES MÍNIMAS EN MATERIA DE SEÑALIZACIÓN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO

FORMA, DIMENSIONES Y COLOR DE SEÑALES DE OBLIGACIÓN			PROTECCIÓN OBLIGATORIA DE LOS PIES	
GRÁFICA	DIMENSIONES " D " (En mm)	CARACTERISTICAS GENERALES	GRÁFICA	CONTENIDO GRÁFICO
	• 594 • 420 • 297 • 210 • 148 • 105	• COLOR DE FONDO: AZUL • SÍMBOLO O TEXTO: BLANCO • SEGÚN COORDENADAS CROMÁTICAS EN NORMAS UNE 1-115 Y UNE 48-103		CALZADO DE SEGURIDAD.

OBLIGACIÓN EN GENERAL		PROTECCIÓN OBLIGATORIA DE LA VISTA		USO OBLIGATORIO CINTURÓN DE SEGURIDAD	
GRÁFICA	CONTENIDO GRÁFICO	GRÁFICA	CONTENIDO GRÁFICO	GRÁFICA	CONTENIDO GRÁFICO
	SIGNO DE ADMIRACIÓN.		CABEZA PROVISTA DE GAFAS PROTECTORAS.		CINTURÓN DE SEGURIDAD.

PROTECCIÓN OBLIGATORIA DE LAS VIAS RESPIRATORIAS		PROTECCIÓN OBLIGATORIA DE LA CABEZA		ELIMINACIÓN OBLIGATORIA DE PUNTAS	
GRÁFICA	CONTENIDO GRÁFICO	GRÁFICA	CONTENIDO GRÁFICO	GRÁFICA	CONTENIDO GRÁFICO
	CABEZA PROVISTA DE UN APARATO RESPIRATORIO.		CABEZA PROVISTA DE CASCO.		TABLÓN DEL QUE SE EXTRAE UNA PUNTA.

PROTECCIÓN OBLIGATORIA DEL OIDO		PROTECCIÓN OBLIGATORIA DE LAS MANOS		USO DE GAFAS O PANTALLAS	
GRÁFICA	CONTENIDO GRÁFICO	GRÁFICA	CONTENIDO GRÁFICO	GRÁFICA	CONTENIDO GRÁFICO
	CABEZA PROVISTA DE CASCOS AURICULARES.		GUANTES DE PROTECCIÓN.		GAFAS Y PANTALLA.

REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	REALIZADO	REVISADO	APROBADO
01	11/02/26	PRIMERA EMISIÓN	CGH	JMCM	ORB

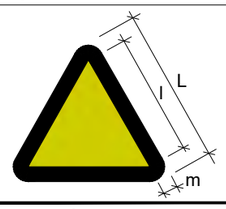
TITULAR Y PROMOTOR:	INGENIERÍA:	AUTOR DEL PROYECTO:	TÍTULO DEL PROYECTO:	FECHA:	ESCALA:	PLANO:	NÚMERO DE PLANO:
frv	Magtel INNOVATION & TECHNOLOGY	Óscar Reyes Blanco Graduado Ing. Electrica Nº Col.: 12.188	PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO DE HIBRIDACIÓN DE LA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "IERÓN" MEDIANTE LA INSTALACIÓN DE 11MW DE BATERÍAS EN EL T.M. DE MONTÁNCHEZ (CÁCERES)	FEBRERO 2026	S / E FORMATO UNE A-3 — m UNIDADES	SEÑALIZACIÓN DE OBLIGACIÓN	ESS_11

FICHERO DIGITAL: BES-IER-MAGOP-PEJ-ESS-0004.dwg — HOJA: 1 de 1

SEÑALES DE PELIGRO

SEGÚN R.D. 485/1997 DE 14 ABRIL SOBRE DISPOSICIONES MÍNIMAS EN MATERIA DE SEÑALIZACIÓN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO

FORMA, DIMENSIONES Y COLOR DE SEÑALES DE ADVERTENCIA DE PELIGRO

GRÁFICA	DIMENSIONES (En mm)	CARACTERISTICAS GENERALES
	L / l / m 594 / 492 / 30 420 / 348 / 21 297 / 246 / 15 210 / 174 / 11 148 / 121 / 8 105 / 87 / 5	• COLOR DE FONDO: AMARILLO • SÍMBOLO O TEXTO: NEGRO • BORDE: NEGRO EN FORMA DE TRIÁNGULO • SEGÚN COORDENADAS CROMÁTICAS EN NORMAS UNE 1-115 Y UNE 48-103

PRECAUCIÓN	
GRÁFICA	CONTENIDO GRÁFICO
	SIGNO DE EXCLAMACIÓN

PRECAUCIÓN PELIGRO DE INCENDIO	
GRÁFICA	CONTENIDO GRÁFICO
	LLAMA

PRECAUCIÓN PELIGRO POR CAIDAS AL MISMO NIVEL	
GRÁFICA	CONTENIDO GRÁFICO
	CAIDA AL MISMO NIVEL

PRECAUCIÓN PELIGRO DE EXPLOSION	
GRÁFICA	CONTENIDO GRÁFICO
	BOMBA EXPLOSIVA

PRECAUCIÓN PELIGRO DE CORROSION	
GRÁFICA	CONTENIDO GRÁFICO
	LIQUIDO QUE CAE GOTA A GOTA SOBRE UNA BARRA Y SOBRE UNA MANO

PRECAUCIÓN PELIGRO POR CAIDA DE OBJETOS	
GRÁFICA	CONTENIDO GRÁFICO
	OBJETOS CAYENDO

PRECAUCIÓN PELIGRO DE INTOXICACIÓN	
GRÁFICA	CONTENIDO GRÁFICO
	CALAVERA Y TIBIAS CRUZADAS

PRECAUCIÓN PELIGRO DE SACUDIDA ELECTRICA	
GRÁFICA	CONTENIDO GRÁFICO
	FLECHA QUEBRADA (SIMBOLO N 5036 DE LA PUBLICACIÓN 417B DE LA CEI)(=UNE 20-557/1)

PRECAUCIÓN PELIGRO POR CAIDAS A DISTINTO NIVEL	
GRÁFICA	CONTENIDO GRÁFICO
	CAIDA A DISTINTO NIVEL

PRECAUCIÓN PELIGRO POR DESPRENDIMIENTO	
GRÁFICA	CONTENIDO GRÁFICO
	DESPRENDIMIENTO EN TALUD

PRECAUCIÓN PELIGRO POR MAQUINARIA PESADA EN MOVIMIENTO	
GRÁFICA	CONTENIDO GRÁFICO
	MÁQUINA EXCAVADORA

PRECAUCIÓN PELIGRO POR CARGAS SUSPENDIDAS	
GRÁFICA	CONTENIDO GRÁFICO
	CARGA SUSPENDIDA

REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	REALIZADO	REVISADO	APROBADO
01	11/02/26	PRIMERA EMISIÓN	CGH	JMCM	ORB

TITULAR Y PROMOTOR: frv	INGENIERÍA: Magtel INNOVATION & TECHNOLOGY	AUTOR DEL PROYECTO: Óscar Reyes Blanco Graduado Ing. Electrica Nº Col.: 12.188	TÍTULO DEL PROYECTO: PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO DE HIBRIDACIÓN DE LA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "IERÓN" MEDIANTE LA INSTALACIÓN DE 11MW DE BATERÍAS EN EL T.M. DE MONTÁNCHEZ (CÁCERES)	FECHA: FEBRERO 2026	ESCALA: S / E — FORMATO UNE A-3 — UNIDADES: m

PLANO:	NÚMERO DE PLANO:
SEÑALIZACIÓN DE PELIGRO	ESS_12
FICHERO DIGITAL: BES-IER-MAGOP-PEJ-ESS-0004.dwg	HOJA: 1 de 1

SEÑALES DE INFORMACIÓN RELATIVAS A LAS CONDICIONES DE SEGURIDAD.



COLOR DE FONDO: VERDE (*)
SIMBOLO O TEXTO: BLANCO (*)

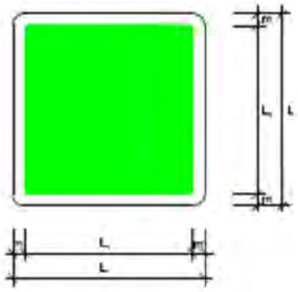
(*): SEGUN COORDENADAS CROMATICAS EN NORMAS UNE 1-115 Y UNE 48-103

SEÑAL	(1)	(1)	(2)	(3)
Nº	8-4-1	8-4-2	8-4-3	8-4-4
REFERENCIA	PRIMEROS AUXILIOS	INDICACION GENERAL DE DIRECCION HACIA...	LOCALIZACION DE PRIMEROS AUXILIOS	DIRECCION HACIA PRIMEROS AUXILIOS
CONTENIDO GRAFICO	CRUZ GRIEGA	FLECHA DE DIRECCION	CRUZ GRIEGA Y FLECHA DE LOCALIZACION	CRUZ GRIEGA Y FLECHA DE DIRECCION

NOTAS:

(1) SEÑAL RECOGIDA EN LA NORMA UNE 1-115-85 CON EJEMPLO GRAFICO
(2) SEÑAL RECOGIDA EN LA NORMA UNE 1-115-85 SIN EJEMPLO GRAFICO POR NO HABER SIDO AUN ADOPTADA INTERNACIONALMENTE
(3) SEÑAL NO RECOGIDA EN LA NORMA UNE 1-115-85

SEÑALES DE SALVAMENTO, VIAS DE EVACUACION Y EQUIPOS DE ESTINCION.



COLOR DE FONDO: VERDE
SIMBOLO O TEXTO: BLANCO
REBORDE: BLANCO

SEÑAL	(3)	(3)	(3)	(3)	(3)
Nº	8-4-5	8-4-6	8-4-7	8-4-8	8-4-9
REFERENCIA	EXTINTOR	TELEFONO A UTILIZAR EN CASO DE URGENCIA	BOCA DE INCENDIOS	PULSADOR DE ALARMA	ESCALERA DE INCENDIOS
CONTENIDO GRAFICO	EXTINTOR	TELEFONO	MANGUERA	PULSADOR	ESCALERA

DIMENSIONES EN mm.		
L	L	m
594	534	36
420	378	21
297	267	15
210	189	11
148	132	8
105	95	5

(3) SEÑAL NO RECOGIDA EN LA NORMA UNE 1-115-85

CODIGO DE SEÑALES DE MANIOBRAS

A.- GESTOS GENERALES

SIGNIFICADO	DESCRIPCION	ILUSTRACION
COMIENZO ATENCION. TOMA DE MANDO	LOS DOS BRAZOS EXTENDIDOS DE FORMA HORIZONTAL. LAS PALMAS DE LAS MANOS HACIA ADELANTE.	
ALTO. INTERRUPCION. FIN DE MOVIMIENTO	EL BRAZO DERECHO EXTENDIDO HACIA ARRIBA, LA PALMA DE LA MANO DERECHA HACIA ADELANTE.	
FIN DE LAS OPERACIONES	LAS DOS MANOS JUNTAS A LA ALTURA DEL PECHO.	

B.- MOVIMIENTOS VERTICALES

SIGNIFICADO	DESCRIPCION	ILUSTRACION
IZAR.	BRAZO DERECHO EXTENDIDO HACIA ARRIBA, LA PALMA DE LA MANO DERECHA HACIA ADELANTE DESCRIBIENDO LENTAMENTE UN CIRCULO	
BAJAR.	BRAZO DERECHO EXTENDIDO HACIA ABAJO, LA PALMA DE LA MANO DERECHA HACIA EL INTERIOR DESCRIBIENDO LENTAMENTE UN CIRCULO	
DISTANCIA VERTICAL	LAS MANOS INDICAN LA DISTANCIA	

C.- MOVIMIENTOS HORIZONTALES

SIGNIFICADO	DESCRIPCION	ILUSTRACION
AVANZAR.	LOS DOS BRAZOS DOBLADOS LAS PALMAS DE LAS MANOS HACIA EL INTERIOR.LOS ANTEBRAZOS SE MUEVEN LENTAMENTE HACIA EL CUERPO	
RETROCEDER.	LOS DOS BRAZOS DOBLADOS LAS PALMAS DE LAS MANOS HACIA EL EXTERIOR,LOS ANTEBRAZOS SE MUEVEN LENTAMENTE ALEJANDOSE DEL CUERPO	
HACIA LA DERECHA CON RESPECTO AL ENCARGADO DE LAS SEÑALES	EL BRAZO DERECHO EXTENDIDO MAS O MENOS EN HORIZONTAL LA PALMA DE LA MANO DERECHA HACIA ABAJO. HACE PEQUEÑOS MOVIMIENTOS LENTOS INDICANDO LA DIRECCION.	
HACIA LA IZQUIERDA CON RESPECTO AL ENCARGADO DE LAS SEÑALES	EL BRAZO IZQUIERDO EXTENDIDO MAS O MENOS EN HORIZONTAL LA PALMA DE LA MANO IZQUIERDA HACIA ABAJO. HACE PEQUEÑOS MOVIMIENTOS LENTOS INDICANDO LA DIRECCION.	
DISTANCIA HORIZONTAL	LAS MANOS INDICAN LA DISTANCIA	

D.- PELIGRO

PELIGRO ALTO O PARADA DE EMERGENCIA.	LOS DOS BRAZOS EXTENDIDOS HACIA ARRIBA, LAS PALMAS DE LAS MANOS HACIA ADELANTE.	
RAPIDO O LENTO	LOS GESTOS CODIFICADOS REFERIDOS A LOS MOVIMIENTOS SE HACEN RAPIDA O LENTAMENTE RESPECTIVAMENTE.	

REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	REALIZADO	REVISADO	APROBADO
01	11/02/26	PRIMERA EMISIÓN	CGH	JMCM	ORB

TITULAR Y PROMOTOR: frv	INGENIERÍA: Magtel INNOVATION & TECHNOLOGY	AUTOR DEL PROYECTO: Óscar Reyes Blanco Graduado Ing. Electrica Nº Col.: 12.188	TÍTULO DEL PROYECTO: PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO DE HIBRIDACIÓN DE LA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "IERÓN" MEDIANTE LA INSTALACIÓN DE 11MW DE BATERÍAS EN EL T.M. DE MONTÁNCHEZ (CÁCERES)	FECHA: FEBRERO 2026	ESCALA: S / E m FORMATO UNE A-3 UNIDADES

PLANO: SEÑALIZACIÓN DE INFORMACIÓN	NÚMERO DE PLANO: ESS_13.1	
FICHERO DIGITAL: BES-IER-MAGOP-PEJ-ESS-0004.dwg	HOJA: 1 de 2	

CODIGO DE SEÑALES DE MANIOBRAS PARA MANEJO DE GRÚAS

SEÑALES ACÚSTICAS O LUMINOSAS DE CONTESTACIÓN	
COMPRENDIDO Obedezco	Una señal breve
REPITA Solicito órdenes	Dos señales breves
CUIDADO Peligro inminente	Señales largas o una contínua
EN MARCHA LIBRE Aparato desplazándose	Señales cortas

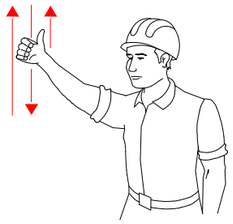
CODIGO DE SEÑALES DE MANIOBRAS

SI SE QUIERE QUE NO HAYA CONFUSIONES PELIGROSAS CUANDO EL MAQUINISTA O ENGANCHADOR CAMBIEN DE UNA MAQUINA A OTRA Y CON MAYOR RAZÓN DE UN TALLER A OTRO.
ES NECESARIO QUE TODO EL MUNDO HABLE EL MISMO IDIOMA Y MANDE CON LAS MISMAS SEÑALES.
NADA MEJOR PARA ELLO QUE SEGUIR LOS MOVIMIENTOS QUE PARA CADA OPERACIÓN SE INSERTAN A CONTINUACIÓN.

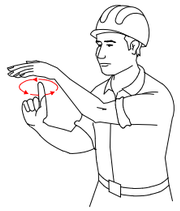
1
LEVANTAR LA CARGA



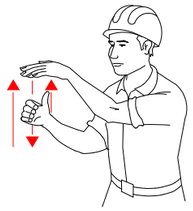
2
LEVANTAR EL AGUILÓN O PLUMA



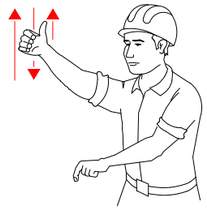
3
LEVANTAR LA CARGA LENTAMENTE



4
LEVANTAR EL AGUILÓN O PLUMA LENTAMENTE



5
LEVANTAR EL AGUILÓN O PLUMA Y BAJAR LA CARGA



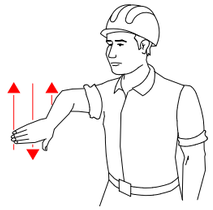
6
BAJAR LA CARGA



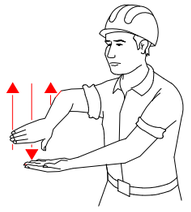
7
BAJAR LA CARGA LENTAMENTE



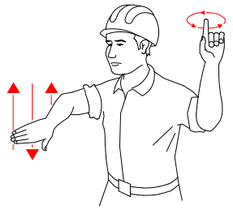
8
BAJAR EL AGUILÓN O PLUMA



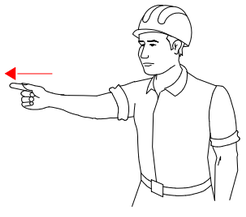
9
BAJAR EL AGUILÓN O PLUMA LENTAMENTE



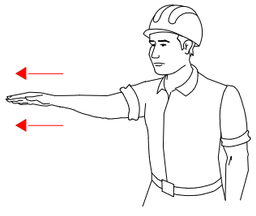
10
BAJAR EL AGUILÓN O PLUMA Y LEVANTAR LA CARGA



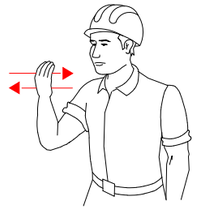
11
GIRAR EL AGUILÓN EN LA DIRECCION INDICADA POR EL DEDO



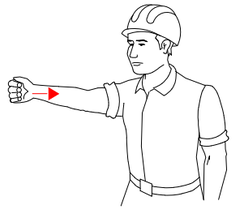
12
SACAR PLUMA



13
AVANZAR EN LA DIRECCIÓN INDICADA POR EL SEÑALISTA



14
METER PLUMA



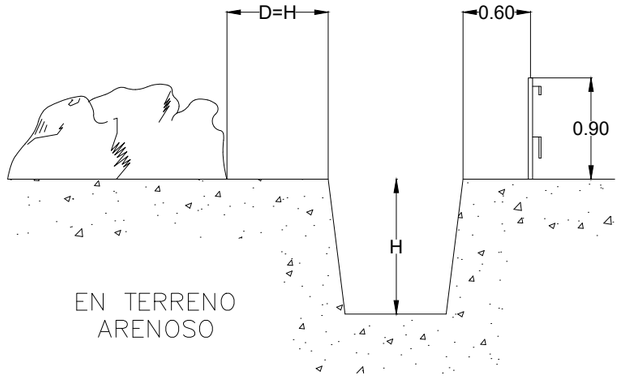
15
PARAR

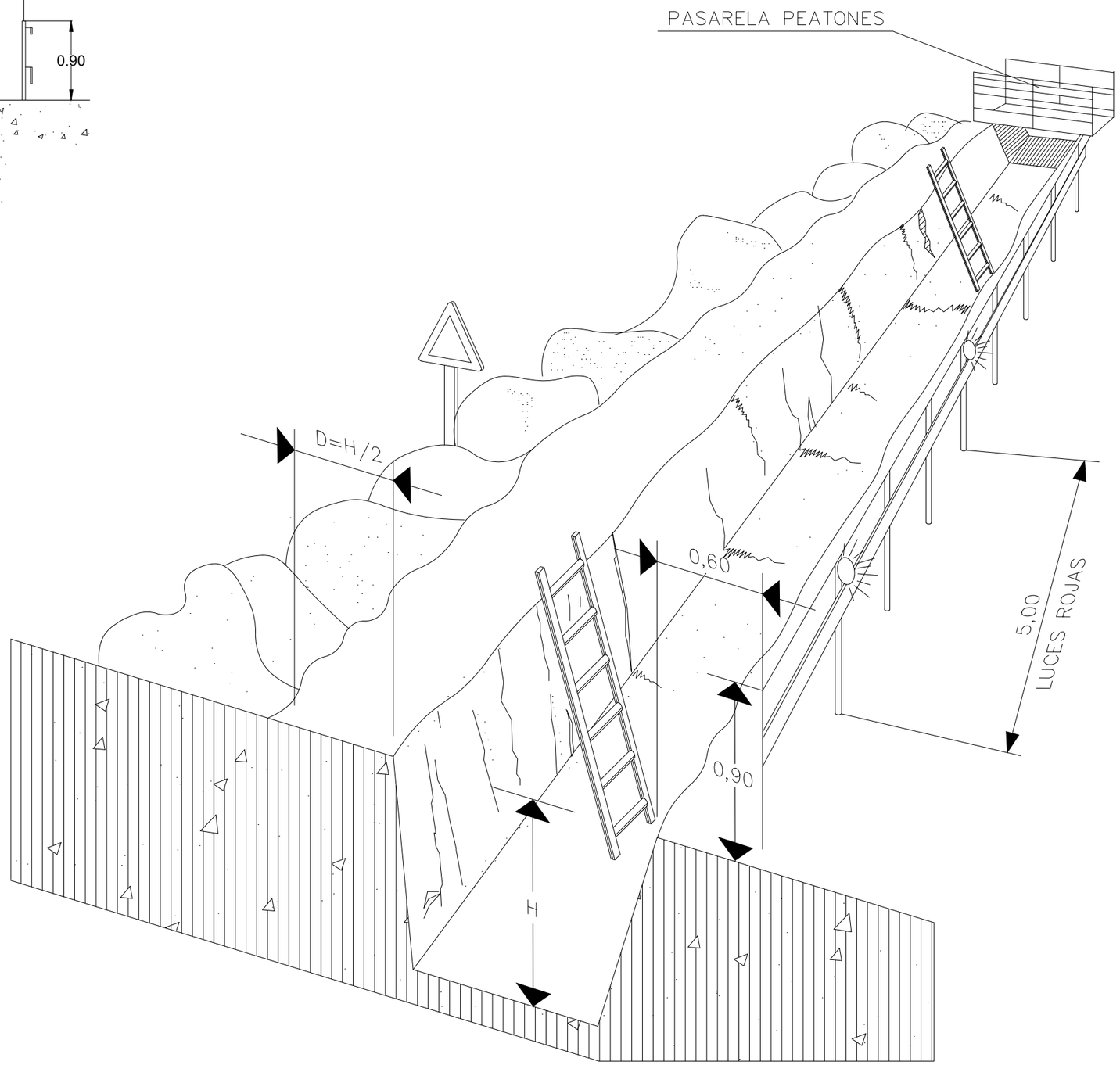


REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	REALIZADO	REVISADO	APROBADO
01	11/02/26	PRIMERA EMISIÓN	CGH	JMCM	ORB

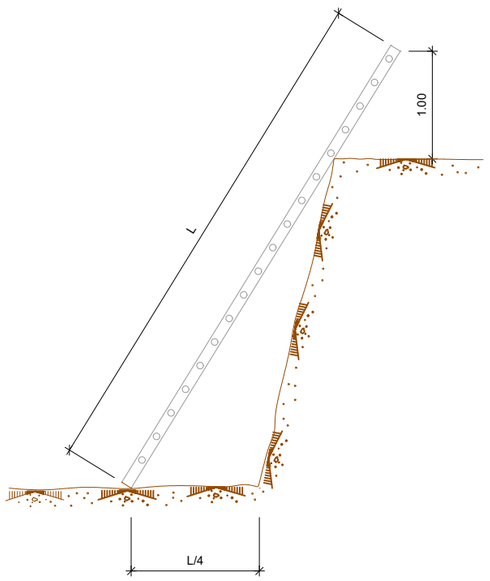
TITULAR Y PROMOTOR: frv	INGENIERÍA: Magtel INNOVATION & TECHNOLOGY	AUTOR DEL PROYECTO: Óscar Reyes Blanco Graduado Ing. Electrica Nº Col.: 12.188	TÍTULO DEL PROYECTO: PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO DE HIBRIDACIÓN DE LA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "IERÓN" MEDIANTE LA INSTALACIÓN DE 11MW DE BATERÍAS EN EL T.M. DE MONTÁNCHEZ (CÁCERES)	FECHA: FEBRERO 2026

ESCALA: S / E	m	PLANO: SEÑALIZACIÓN DE INFORMACIÓN	NÚMERO DE PLANO: ESS_13.2
FORMATO UNE A-3	UNIDADES	FICHERO DIGITAL: BES-IER-MAGOP-PEJ-ESS-0004.dwg	HOJA: 2 de 2





ESCALERAS DE MANO



PROTECCION EN ZANJAS

REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	REALIZADO	REVISADO	APROBADO
01	11/02/26	PRIMERA EMISIÓN	CGH	JMCM	ORB

TITULAR Y PROMOTOR: frv

INGENIERÍA: Magtel INNOVATION & TECHNOLOGY

AUTOR DEL PROYECTO:
Óscar Reyes Blanco
Graduado Ing. Electrica Nº Col.: 12.188

TÍTULO DEL PROYECTO:
PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO DE HIBRIDACIÓN DE LA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "IERÓN" MEDIANTE LA INSTALACIÓN DE 11MW DE BATERÍAS EN EL T.M. DE MONTÁNCHEZ (CÁCERES)

FECHA: FEBRERO 2026

ESCALA: S / E
FORMATO UNE A-3

UNIDADES: m

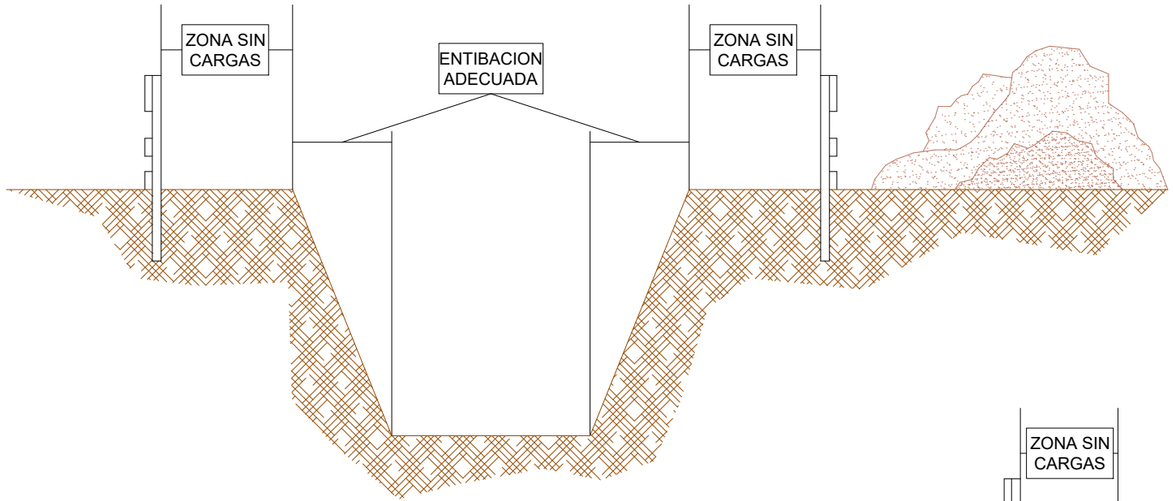
PLANO: SEGURIDAD EN ZANJAS

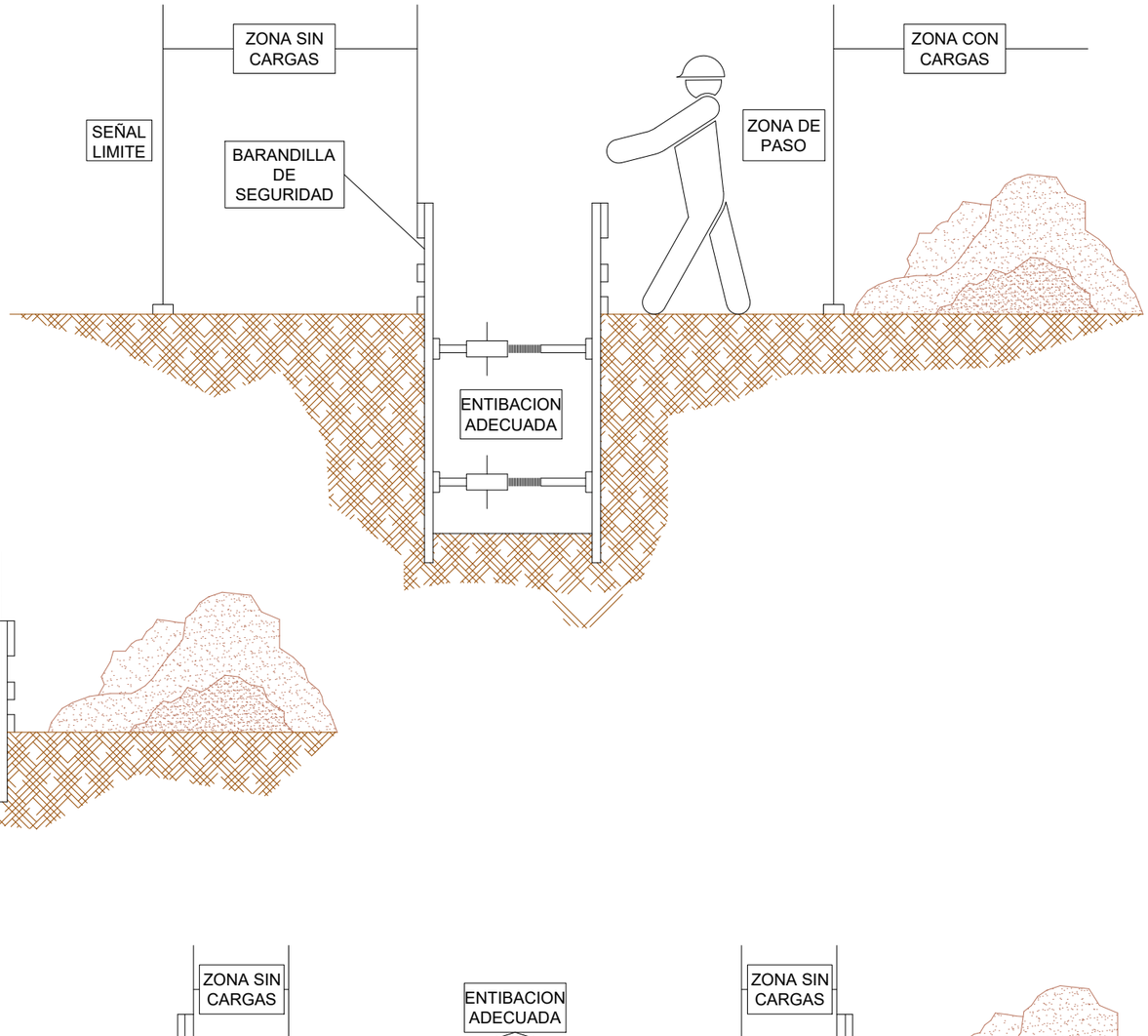
NÚMERO DE PLANO: ESS_14

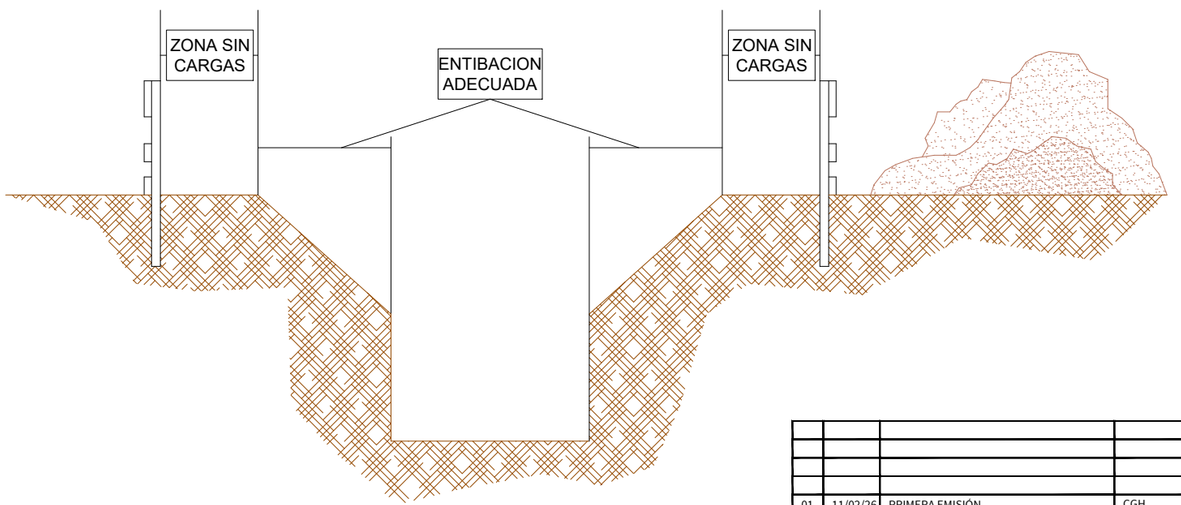
FICHERO DIGITAL: BES-IER-MAGOP-PEJ-ESS-0004.dwg

HOJA: 1 de 1

PROTECCIONES DE ACCESO Y DELIMITACIÓN ZONAS EN ZANJAS





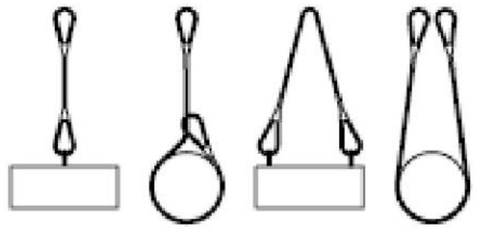


01	11/02/26	PRIMERA EMISIÓN	CGH	JMCM	ORB
REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	REALIZADO	REVISADO	APROBADO

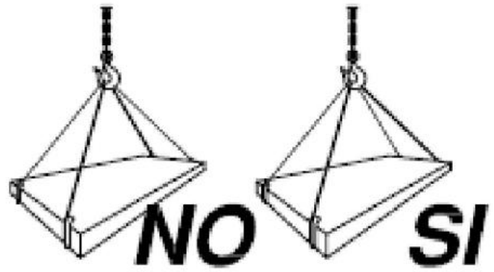
TITULAR Y PROMOTOR: frv	INGENIERÍA: Magtel INNOVATION & TECHNOLOGY	AUTOR DEL PROYECTO: Óscar Reyes Blanco Graduado Ing. Electrica Nº Col.: 12.188	TÍTULO DEL PROYECTO: PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO DE HIBRIDACIÓN DE LA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "IERÓN" MEDIANTE LA INSTALACIÓN DE 11MW DE BATERÍAS EN EL T.M. DE MONTÁNCHEZ (CÁCERES)	FECHA: FEBRERO 2026	ESCALA: S / E m FORMATO UNE A-3 UNIDADES

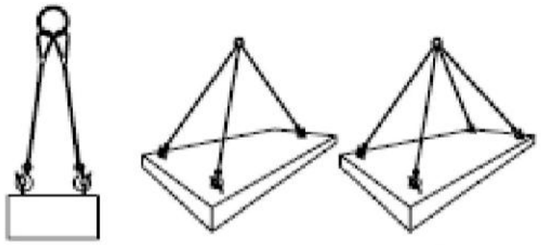
PLANO: PROTECCION EN ZONA DE ZANJAS	NÚMERO DE PLANO: ESS_15	
FICHERO DIGITAL: BES-IER-MAGOP-PEJ-ESS-0004.dwg	HOJA: 1 de 1	

FORMAS QUE PUEDEN SER UTILIZADAS EN ESLINGAS Y ESTROBOS:

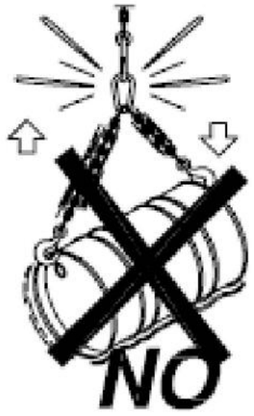


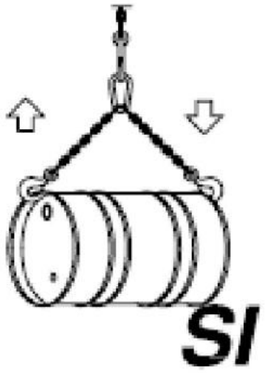
NUNCA SE DEBEN CRUZAR LAS ESLINGAS, SI SE MONTA UNA SOBRE OTRA, PUEDE PRODUCIRSE LA ROTURA DE LA ESLINGA QUE QUEDA APRISIONADA.

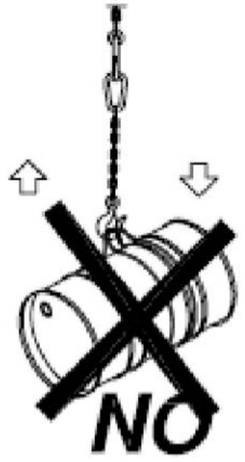


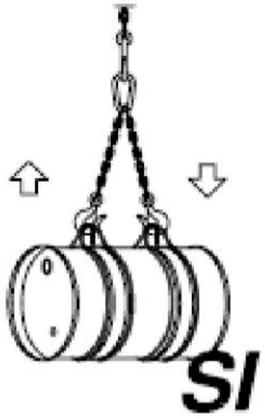


CARGAS HORIZONTALES
(PRECAUCIONES A TENER EN CUENTA
PARA ESTIBARLAS BIEN SUJETAS)







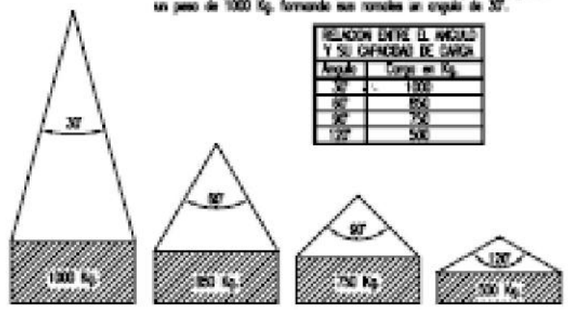


GRUAS TORRE
(PRECAUCIONES A TENER EN CUENTA
EN EL CASO DE CARGAS)

ANGULO DE LOS RAMALES EN LAS ESLINGAS PARA EL MANEJO DE MATERIALES CON LA MISMA ESLINGA.

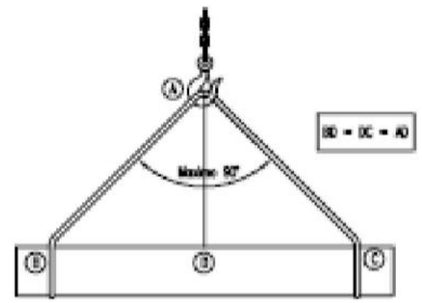
Cuadro de ejemplo, suponiendo que una eslinga sea capaz de soportar un peso de 1000 Kg, formando sus ramales un ángulo de 30°.

RELACION ENTRE EL ANGULO Y SU CAPACIDAD DE CARGA	
Angulo	Carga en Kg
30°	1000
60°	850
90°	700
120°	500

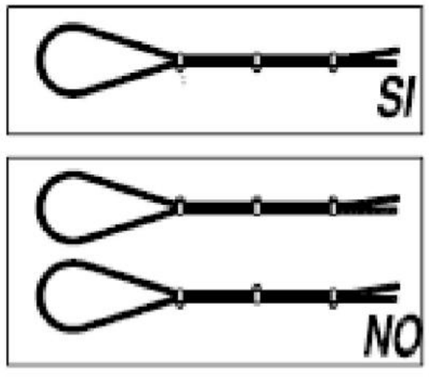


La carga maxima que puede soportar una eslinga depende, fundamentalmente, del angulo formado por los ramales de la misma. A mayor angulo, menor será la capacidad de carga de la eslinga.

NUNCA SE DEBE HACER TRABAJAR UNA ESLINGA CON UN ANGULO MAYOR DE 90°.
Y LA CARGA SIEMPRE BIEN CENTRADA.



Forma correcta de constitucion de una Eslin :

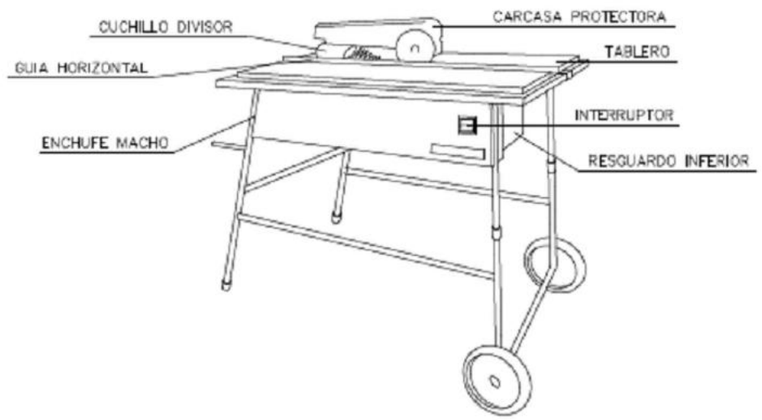


COLOCACION DE GRAPAS EN LAS GAZAS
(Metodo de instalacion de las grapas)

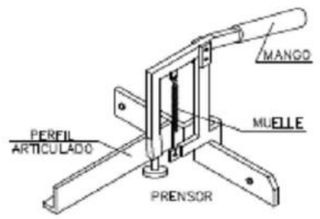


REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	REALIZADO	REVISADO	APROBADO
01	11/02/26	PRIMERA EMISIÓN	CGH	JMCM	ORB

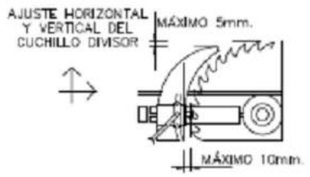
TITULAR Y PROMOTOR: frv	INGENIERÍA: Magtel INNOVATION & TECHNOLOGY	AUTOR DEL PROYECTO: Óscar Reyes Blanco Graduado Ing. Electrica Nº Col.: 12.188	TÍTULO DEL PROYECTO: PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO DE HIBRIDACIÓN DE LA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "IERÓN" MEDIANTE LA INSTALACIÓN DE 11MW DE BATERÍAS EN EL T.M. DE MONTÁNCHEZ (CÁCERES)	FECHA: FEBRERO 2026	ESCALA: S / E — FORMATO UNE A-3 / m — UNIDADES
PLANO: SUSTENTACIÓN DE CARGAS	NÚMERO DE PLANO: ESS_16	FICHERO DIGITAL: BES-IER-MAGOP-PEJ-ESS-0004.dwg	HOJA: 1 de 1		

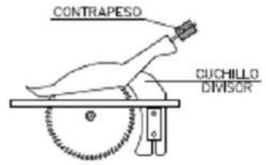


DISPOSITIVO FABRICACIÓN DE CUÑAS

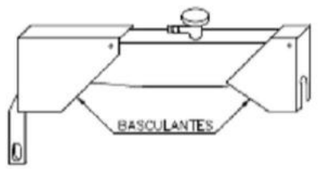


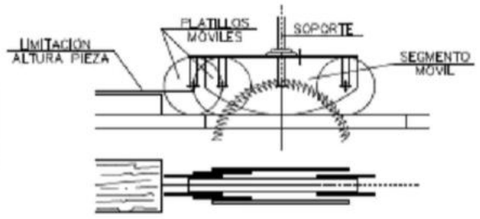
CUCHILLO DIVISOR

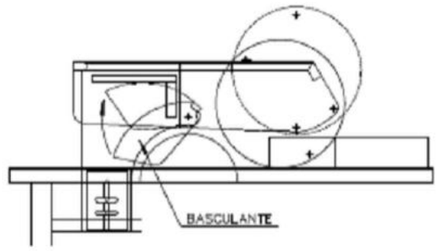




CARCASAS PROTECTORAS



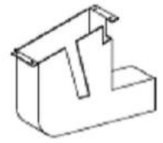




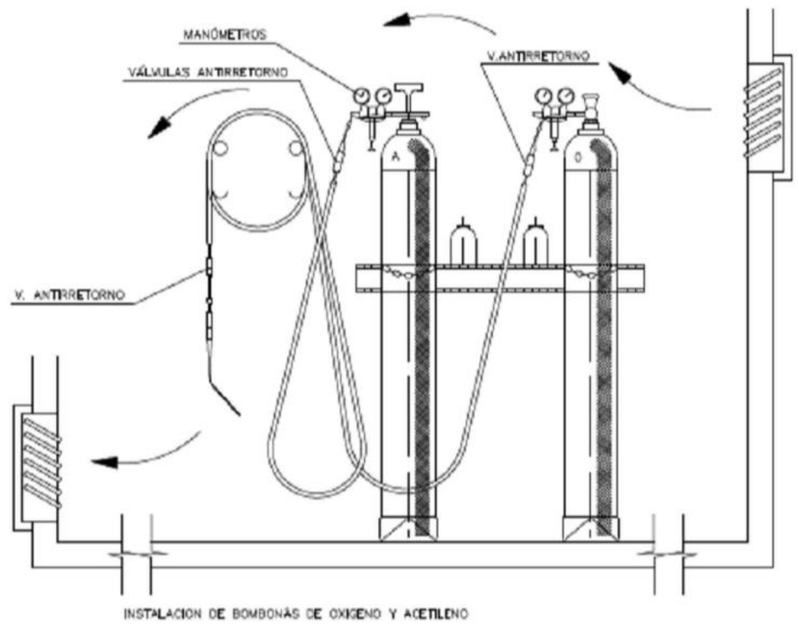
CARENADO INFERIOR



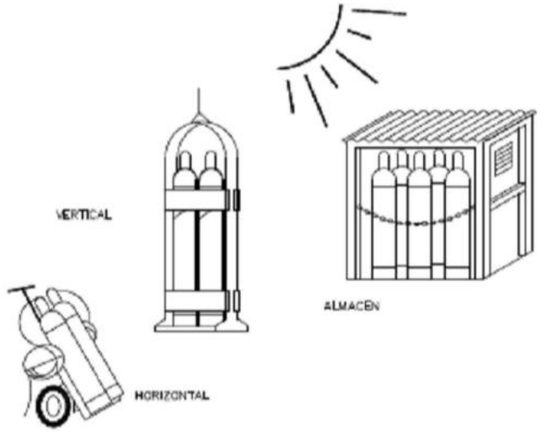
RESGUARDO INFERIOR



GRUPO OXICORTE CON DOBLE VÁLVULA ANTIRRETORNO



INSTALACION DE BOMBONAS DE OXIGENO Y ACETILENO

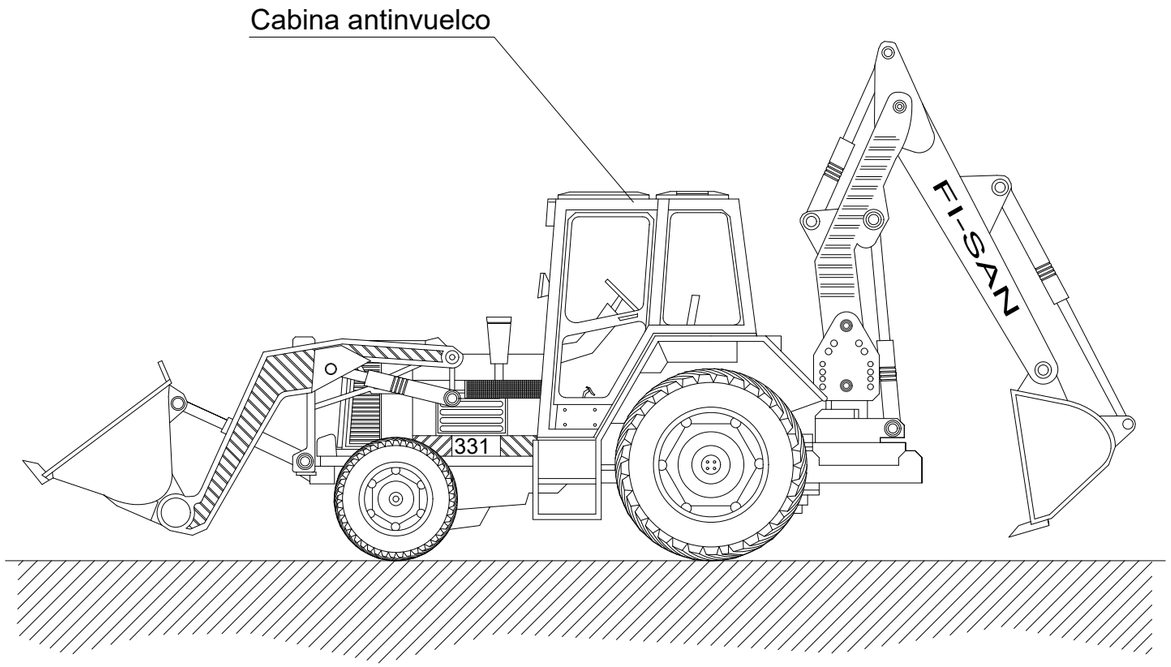


REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	REALIZADO	REVISADO	APROBADO
01	11/02/26	PRIMERA EMISIÓN	CGH	JMCM	ORB

TITULAR Y PROMOTOR: frv	INGENIERÍA: Magtel INNOVATION & TECHNOLOGY	AUTOR DEL PROYECTO: Óscar Reyes Blanco Graduado Ing. Electrica Nº Col.: 12.188	TÍTULO DEL PROYECTO: PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO DE HIBRIDACIÓN DE LA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "IERÓN" MEDIANTE LA INSTALACIÓN DE 11MW DE BATERÍAS EN EL T.M. DE MONTÁNCHEZ (CÁCERES)	FECHA: FEBRERO 2026	ESCALA: S / E m FORMATO UNE A-3 UNIDADES

PLANO: SIERRA CIRCULAR Y BOMBONAS	NÚMERO DE PLANO: ESS_17	
FICHERO DIGITAL: BES-IER-MAGOP-PEJ-ESS-0004.dwg	HOJA: 1 de 1	

ELEMENTOS AUXILIARES Y MAQUINARIA
(Pala mixta)



NORMAS BASICAS DE SEGURIDAD Y PROTECCIONES COLECTIVAS :

- Los caminos de circulación interna de la obra, se cuidarán para evitar blandones y embarramientos excesivos que mermen la seguridad de la circulación de la maquinaria.

- No se admitirán en esta obra máquinas que no vengan 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 izada y sin apoyar en el suelo.

- La cuchara durante los transportes de tierras, permanecerá lo más baja posible para poder desplazarse con la máxima estabilidad.

- Los ascensos o descensos en carga de la máquina se efectuarán siempre utilizando marchas cortas.

- La circulación sobre terrenos desiguales se efectuará a velocidad lenta.

- Se prohibirá transportar personas en el interior de la cuchara.

- Se prohibirá izar 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 al ida.

- Las máquinas a utilizar en esta obra, estarán dotadas de luces y bocina de retroceso.

- 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 acotará a una distancia igual a la del alcance máximo del brazo excavador, el entorno de la máquina. Se prohibe 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 introducción 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 alcance del brazo de la retro.

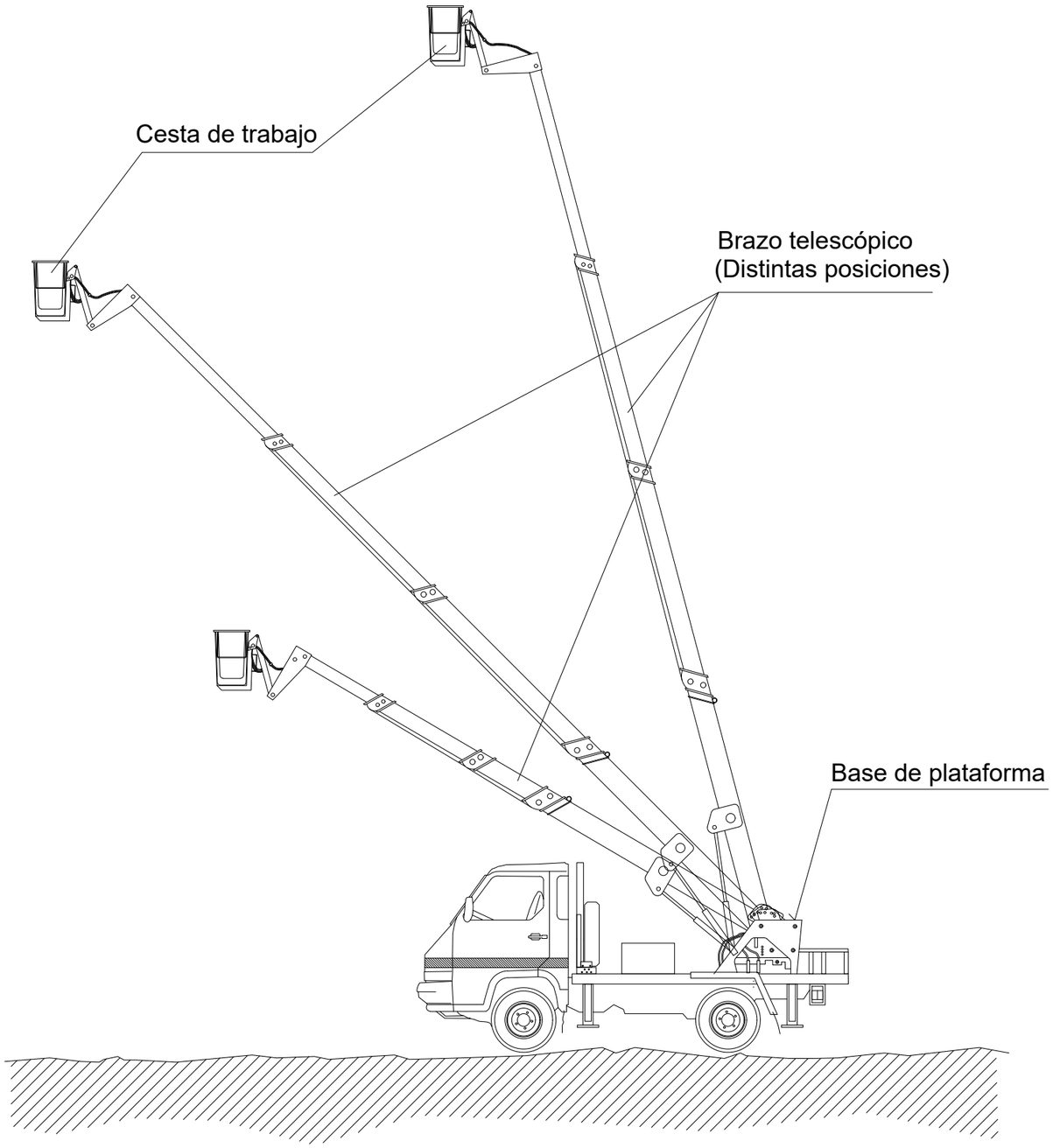
- A los maquinistas de estas máquinas se les comunicará por escrito la siguiente normativa preventiva, antes del inicio de los trabajos.

REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	REALIZADO	REVISADO	APROBADO
01	11/02/26	PRIMERA EMISIÓN	CGH	JMCM	ORB

TITULAR Y PROMOTOR: frv	INGENIERÍA: Magtel INNOVATION & TECHNOLOGY	AUTOR DEL PROYECTO: Óscar Reyes Blanco Graduado Ing. Electrica Nº Col.: 12.188	TÍTULO DEL PROYECTO: PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO DE HIBRIDACIÓN DE LA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "IERÓN" MEDIANTE LA INSTALACIÓN DE 11MW DE BATERÍAS EN EL T.M. DE MONTÁNCHEZ (CÁCERES)	FECHA: FEBRERO 2026	ESCALA: S / E — m FORMATO UNE A-3 — UNIDADES

PLANO: PALA MIXTA	NÚMERO DE PLANO: ESS_18	
FICHERO DIGITAL: BES-IER-MAGOP-PEJ-ESS-0004.dwg	HOJA: 1 de 1	

ELEMENTOS AUXILIARES Y MAQUINARIA
(Plataforma telescópica elevadora sobre camión)



NORMAS BÁSICAS DE SEGURIDAD Y PROTECCIONES COLECTIVAS :

- Las maniobras en la grúa serán dirigidas por un especialista.
- Se prohibirá sobrepasar la carga máxima admisible.
- Se prohibirá la permanencia de operarios bajo las cargas en suspensión.
- El conductor tendrá el certificado de capacitación correspondiente.
- La plataforma telescópica tendrá al día el libro de mantenimiento.
- No se trabajará en ningún caso con vientos superiores a los 50 Km./h.

Medidas preventivas a seguir por el conductor.

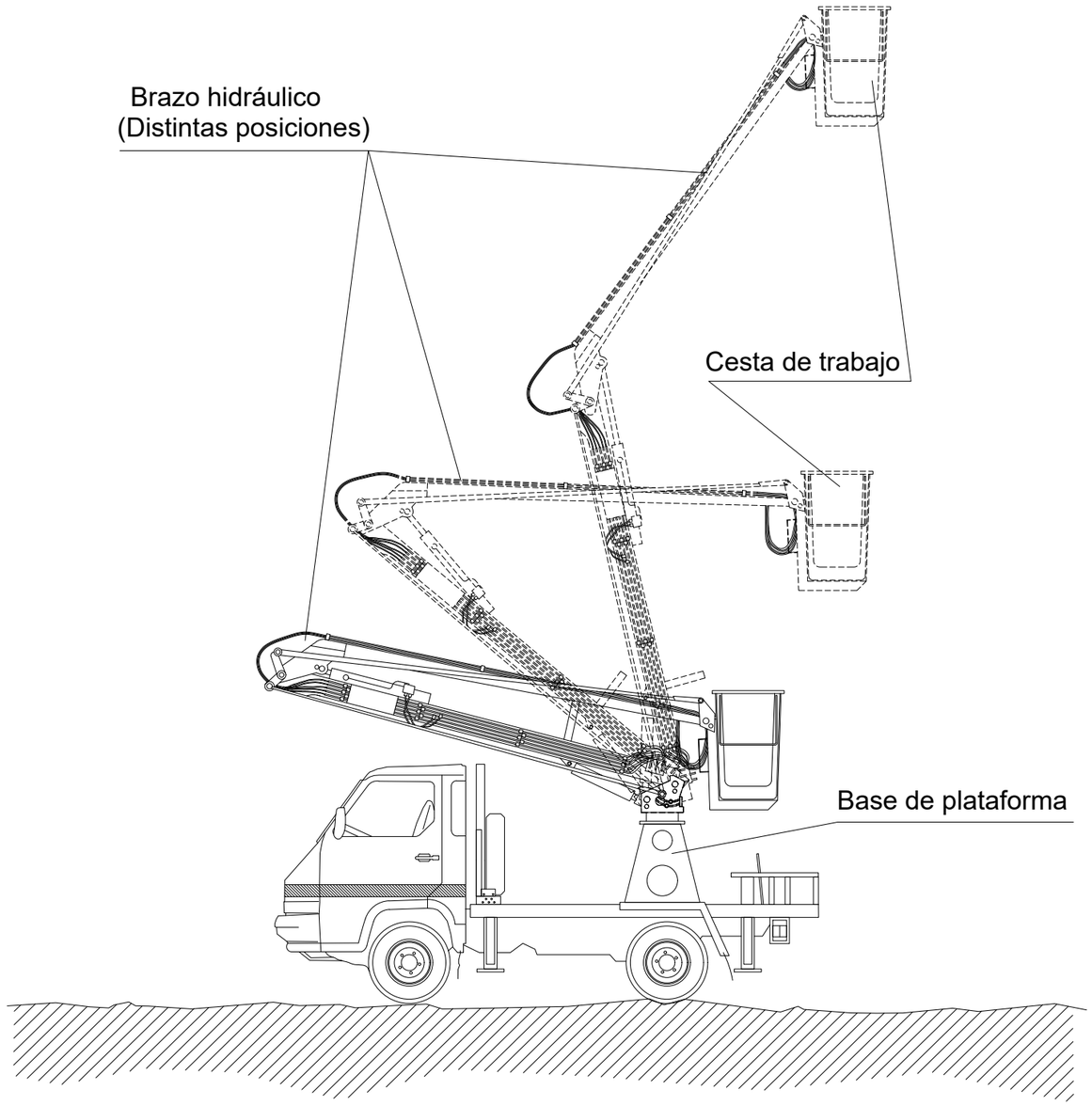
- El encargado de seguridad o el encargado de obra, entregará por escrito el siguiente listado de medidas preventivas al conductor del camión grúa. De esta entrega quedará constancia con la firma del conductor al pié de este escrito.
- Se mantendrá el vehículo alejado de terrenos inseguros.
- Se evitará pasar el brazo de la grúa por encima del personal.
- No se tirará marcha atrás sin la ayuda de un señalizador, detrás pueden haber operarios.
- Si se entra en contacto con una línea eléctrica, pedir auxilio con la bocina y esperar a recibir instrucciones, no tocar ninguna parte metálica del camión.
- No se intentará abandonar la cabina, aunque el contacto haya acabado, y no permitir de ninguna manera que nadie toque el camión, ya que puede estar cargado de electricidad.
- Antes de desplazarse asegurarse de la inmovilización del brazo de la grúa.
- No se permitirá que nadie suba encima de la carga o se cuelgue del gancho de la grúa.
- Limpiar el barro de los zapatos antes de subir a la cabina, ya que le pueden resbalar los pedales de maniobra.
- Mantener en todo momento la vista en la carga. Si se ha de mirar a algún otro lugar parar la maniobra.
- No se intentará sobrepasar la carga máxima de la grúa.
- No se abandonará la máquina con una carga suspendida.
- No se permitirá que hayan operarios bajo las cargas suspendidas, pueden tener accidentes.
- Se respetará en todo momento las indicaciones adheridas a la máquina, y hacer que las respeten el resto de personal.
- Se evitará el contacto con el brazo telescópico en servicio, se pueden sufrir atrapamientos.
- No se permitirá que el resto de personal suba a la cabina de la grúa y maneje los mandos, ya que pueden provocar accidentes.
- Se utilizará siempre los elementos de seguridad indicados.

REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	REALIZADO	REVISADO	APROBADO
01	11/02/26	PRIMERA EMISIÓN	CGH	JMCM	ORB

TITULAR Y PROMOTOR: frv	INGENIERÍA: Magtel INNOVATION & TECHNOLOGY	AUTOR DEL PROYECTO: Óscar Reyes Blanco, Graduado Ing. Electrica Nº Col.: 12.188	TÍTULO DEL PROYECTO: PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO DE HIBRIDACIÓN DE LA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "IERÓN" MEDIANTE LA INSTALACIÓN DE 11MW DE BATERÍAS EN EL T.M. DE MONTÁNCHEZ (CÁCERES)	FECHA: FEBRERO 2026	ESCALA: S / E — FORMATO UNE A-3 — UNIDADES m

PLANO: PLATAFORMA TELESCÓPICA	NÚMERO DE PLANO: ESS_19	
FICHERO DIGITAL: BES-IER-MAGOP-PEJ-ESS-0004.dwg	HOJA: 1 de 1	

ELEMENTOS AUXILIARES Y MAQUINARIA
(Plataforma hidráulica elevadora sobre camión)



NORMAS BÁSICAS DE SEGURIDAD Y PROTECCIONES COLECTIVAS :

- Las maniobras en la grúa serán dirigidas por un especialista.
- Se prohibirá sobrepasar la carga máxima admisible.
- Se prohibirá la permanencia de operarios bajo las cargas en suspensión.
- El conductor tendrá el certificado de capacitación correspondiente.
- La plataforma hidráulica tendrá al día el libro de mantenimiento.
- No se trabajará en ningún caso con vientos superiores a los 50 Km./h.

Medidas preventivas a seguir por el conductor.

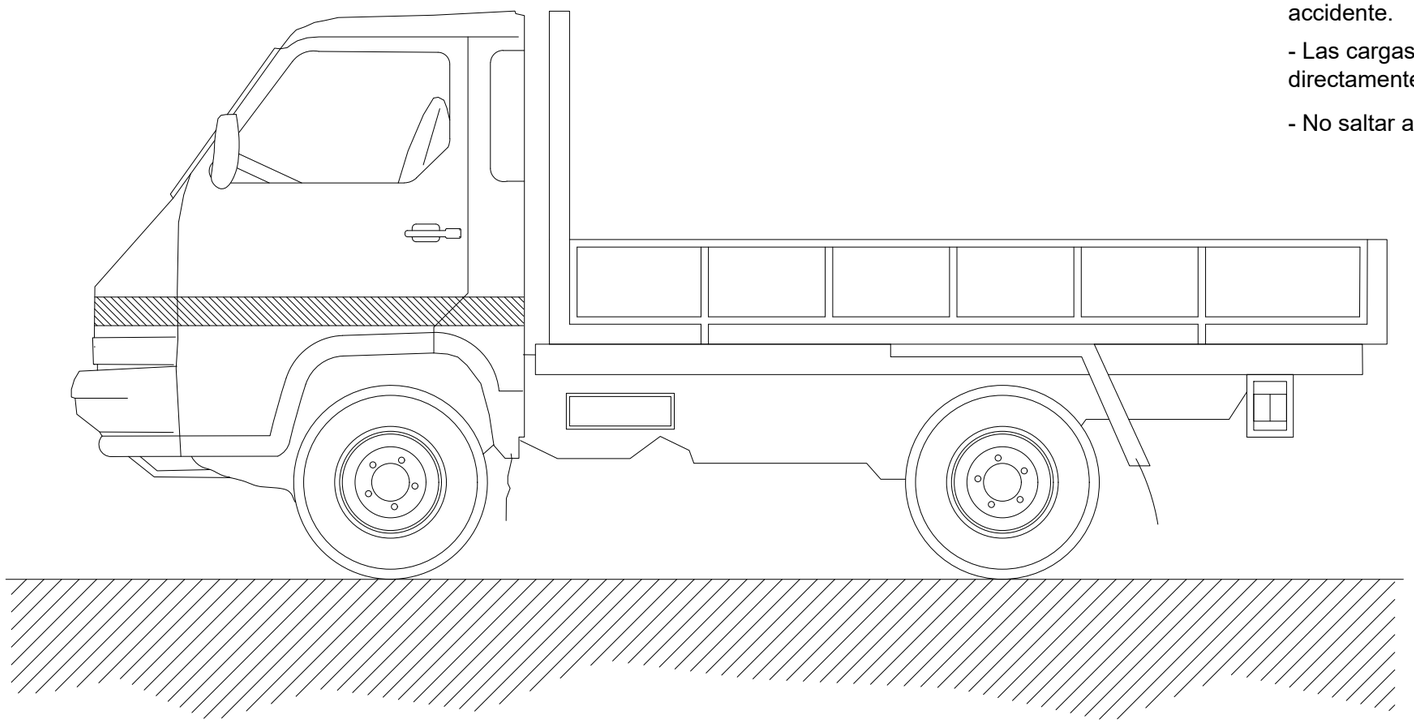
- El encargado de seguridad o el encargado de obra, entregará por escrito el siguiente listado de medidas preventivas al conductor del camión grúa. De esta entrega quedará constancia con la firma del conductor al pié de este escrito.
- Se mantendrá el vehículo alejado de terrenos inseguros.
- Se evitará pasar el brazo de la grúa por encima del personal.
- No se tirará marcha atrás sin la ayuda de un señalizador, detrás pueden haber operarios.
- Si se entra en contacto con una línea eléctrica, pedir auxilio con la bocina y esperar a recibir instrucciones, no tocar ninguna parte metálica del camión.
- No se intentará abandonar la cabina, aunque el contacto haya acabado, y no permitir de ninguna manera que nadie toque el camión, ya que puede estar cargado de electricidad.
- Antes de desplazarse asegurarse de la inmovilización del brazo de la grúa.
- Limpiar el barro de los zapatos antes de subir a la cabina, ya que le pueden resbalar los pedales de maniobra.
- No se intentará sobrepasar la carga máxima de la grúa.
- No se abandonará la máquina con una carga suspendida.
- No se permitirá que hayan operarios bajo las cargas suspendidas, pueden tener accidentes.
- Se respetará en todo momento las indicaciones adheridas a la máquina, y hacer que las respeten el resto de personal.
- Se evitará el contacto con el brazo hidráulico en servicio, se pueden sufrir atrapamientos.
- No se permitirá que el resto de personal suba a la cabina de la grúa y maneje los mandos, ya que pueden provocar accidentes.
- No se permitirá que se utilicen cables o soportes en mal estado, es muy peligroso.
- Se asegurará que todos los ganchos tengan pestillo de seguridad.
- Se utilizará siempre los elementos de seguridad indicados.

REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	REALIZADO	REVISADO	APROBADO
01	11/02/26	PRIMERA EMISIÓN	CGH	JMCM	ORB

TITULAR Y PROMOTOR: frv	INGENIERÍA: Magtel INNOVATION & TECHNOLOGY	AUTOR DEL PROYECTO: Óscar Reyes Blanco Graduado Ing. Electrica Nº Col.: 12.188	TÍTULO DEL PROYECTO: PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO DE HIBRIDACIÓN DE LA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "IERÓN" MEDIANTE LA INSTALACIÓN DE 11MW DE BATERÍAS EN EL T.M. DE MONTÁNCHEZ (CÁCERES)	FECHA: FEBRERO 2026	ESCALA: S / E m FORMATO UNE A-3 UNIDADES

PLANO:	NÚMERO DE PLANO:
PLATAFORMA HIDRÁULICA	ESS_20
FICHERO DIGITAL: BES-IER-MAGOP-PEJ-ESS-0004.dwg	HOJA: 1 de 1

ELEMENTOS AUXILIARES Y MAQUINARIA
(Camión de carga)



NORMAS BÁSICAS DE SEGURIDAD Y PROTECCIONES COLECTIVAS :

- Todos los camiones que realicen labores de transporte en esta obra estarán en perfectas condiciones de mantenimiento y conservación.
- Antes de iniciar las labores de carga y descarga estará el freno de mano puesto y las ruedas estarán inmovilizadas con cuñas.
- El izado y descenso de la caja se realizará con escalera metálica sujeta al camión.
- Si hace falta, las maniobras de carga y descarga serán dirigidas por el encargado de seguridad.
- La carga se tapará con una lona para evitar desprendimientos.
- Las cargas se repartirán uniformemente por la caja, y si es necesario se atarán.

MEDIDAS PREVENTIVAS a seguir en los trabajos de carga y descarga.

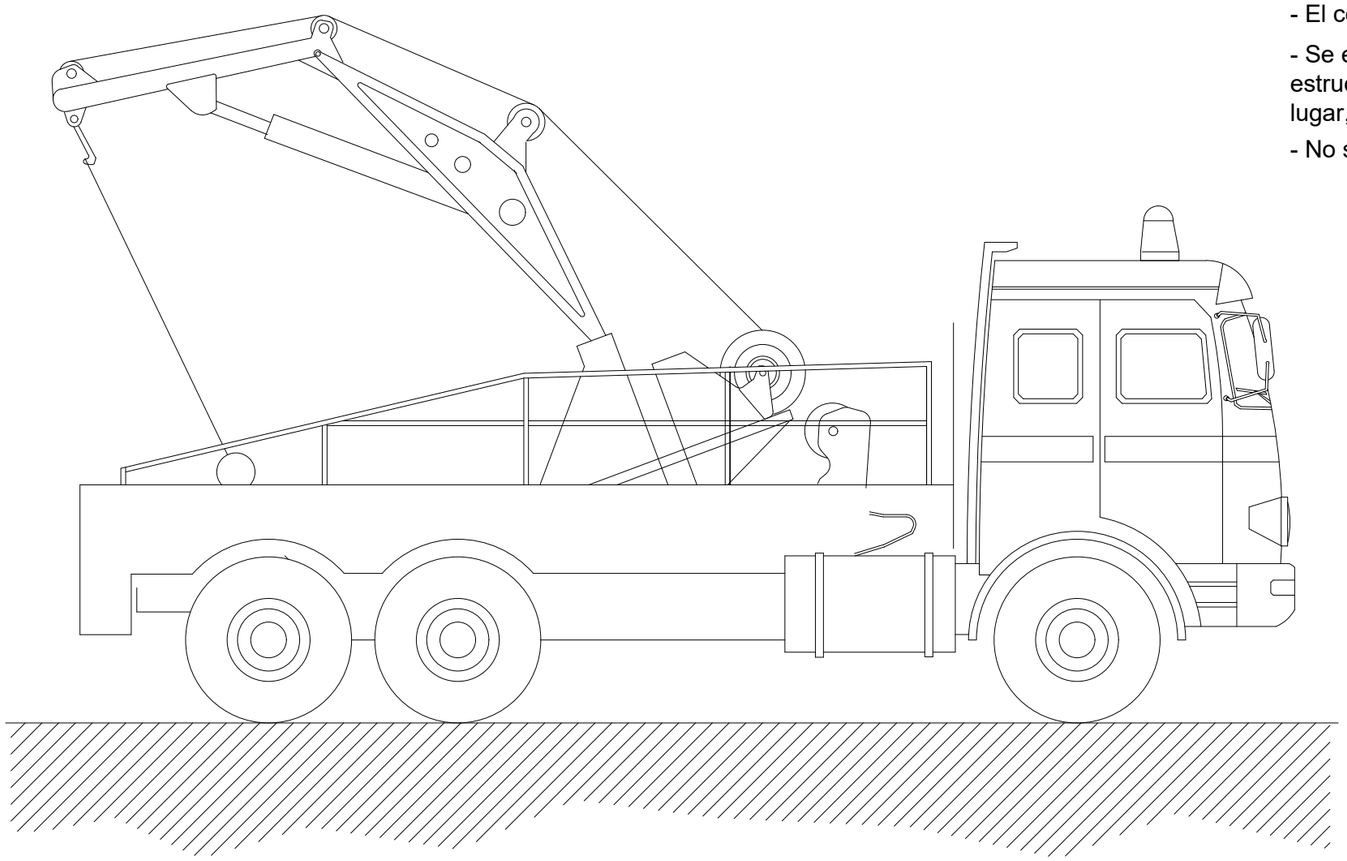
- El encargado de seguridad o el encargado de obra, entregará por escrito el siguiente listado de medidas preventivas al Jefe de la cuadrilla de carga y descarga. De esta entrega quedará constancia con la firma del Jefe de cuadrilla al pié de este escrito.
- Pedir guantes de trabajo antes de hacer trabajos de carga y descarga, se evitarán lesiones molestas en las manos.
- Usar siempre botas de seguridad, se evitarán golpes en los pies.
- Subir a la caja del camión con una escalera.
- Seguir siempre las indicaciones del Jefe del equipo, es un experto que vigila que no hayan accidente.
- Las cargas suspendidas se han de conducir con cuerdas y no tocarlas nunca directamente con las manos.
- No saltar a tierra desde la caja, peligro de fractura de los talones.

REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	REALIZADO	REVISADO	APROBADO
01	11/02/26	PRIMERA EMISIÓN	CGH	JMCM	ORB

TITULAR Y PROMOTOR: frv	INGENIERÍA: Magtel INNOVATION & TECHNOLOGY	AUTOR DEL PROYECTO: Óscar Reyes Blanco Graduado Ing. Electrica Nº Col.: 12.188	TÍTULO DEL PROYECTO: PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO DE HIBRIDACIÓN DE LA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "IERÓN" MEDIANTE LA INSTALACIÓN DE 11MW DE BATERÍAS EN EL T.M. DE MONTÁNCHEZ (CÁCERES)	FECHA: FEBRERO 2026	ESCALA: S / E m FORMATO UNE A-3 UNIDADES

PLANO: CAMIÓN DE CARGA	NÚMERO DE PLANO: ESS_21	
FICHERO DIGITAL: BES-IER-MAGOP-PEJ-ESS-0004.dwg	HOJA: 1 de 1	

ELEMENTOS AUXILIARES Y MAQUINARIA
(Camión grúa de carga-descarga)



NORMAS BÁSICAS DE SEGURIDAD Y PROTECCIONES COLECTIVAS :

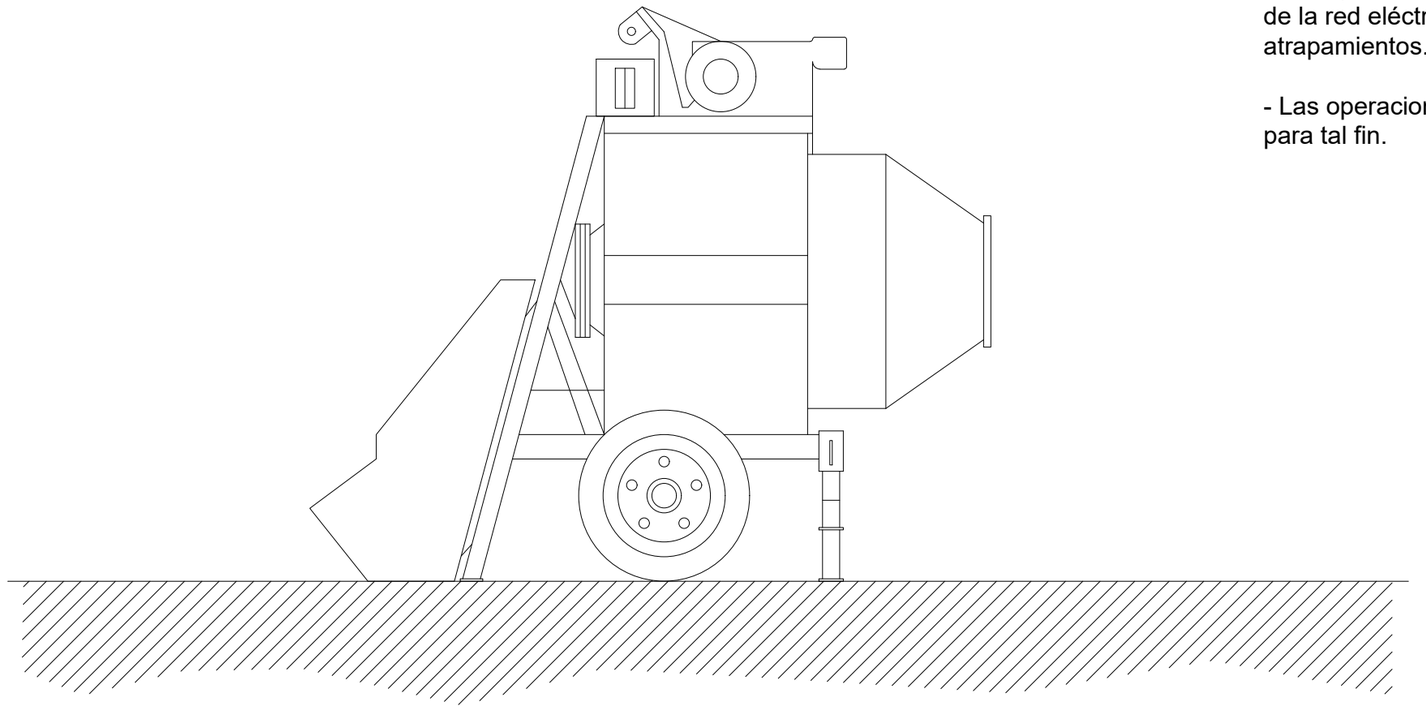
- Las maniobras en la grúa serán dirigidas por un especialista.
- Los ganchos de la grúa tendrán cerradura de seguridad.
- Se prohibirá sobrepasar la carga máxima admisible.
- El gruista tendrá en todo momento la carga suspendida a la vista. Si eso no es posible las maniobras serán dirigidas por un especialista.
- Las rampas de circulación no superarán en ningún caso una inclinación superior al 20 %.
- Se prohibirá estacionar el camión a menos de 2 metros del borde superior de los taludes
- Se prohibirá arrastrar cargas con el camión.
- Se prohibirá la permanencia de personas a distancias inferiores a los 5 metros del camión.
- Se prohibirá la permanencia de operarios bajo las cargas en suspensión.
- El conductor tendrá el certificado de capacitación correspondiente.
- Se extremarán las precauciones durante las maniobras de suspensión de objetos estructurales para su colocación en obra, ya que habrán operarios trabajando en el lugar, y un pequeño movimiento inesperado puede provocar graves accidentes.
- No se trabajará en ningún caso con vientos superiores a los 50 Km./h.

REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	REALIZADO	REVISADO	APROBADO
01	11/02/26	PRIMERA EMISIÓN	CGH	JMCM	ORB

TITULAR Y PROMOTOR: frv	INGENIERÍA: Magtel INNOVATION & TECHNOLOGY	AUTOR DEL PROYECTO: Óscar Reyes Blanco Graduado Ing. Electrica Nº Col.: 12.188	TÍTULO DEL PROYECTO: PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO DE HIBRIDACIÓN DE LA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "IERÓN" MEDIANTE LA INSTALACIÓN DE 11MW DE BATERÍAS EN EL T.M. DE MONTÁNCHEZ (CÁCERES)	FECHA: FEBRERO 2026

ESCALA: S / E	m	PLANO: CAMIÓN DE CARGA Y DESCARGA	NÚMERO DE PLANO: ESS_22
FORMATO UNE A-3	UNIDADES	FICHERO DIGITAL: BES-IER-MAGOP-PEJ-ESS-0004.dwg	HOJA: 1 de 1

ELEMENTOS AUXILIARES Y MAQUINARIA
(Hormigonera)



NORMAS BÁSICAS DE SEGURIDAD Y PROTECCIONES COLECTIVAS :

- Las hormigoneras se ubicarán en los lugares reseñados para tal efecto en los "planos de organización de obra".

- Las hormigoneras a utilizar en esta obra, tendrán protegidos mediante una carcasa metálica los órganos de transmisión de correas, corona y engranajes, para evitar los riesgos de atrapamiento.

- Las carcasas y demás partes metálicas de las hormigoneras estarán conectadas a tierra.

- La botonera de mandos eléctricos de la hormigonera lo será de accionamiento estanco, en prevención del riesgo eléctrico.

- Las operaciones de limpieza directa-manual, se efectuarán previa desconexión de la red eléctrica de la hormigonera, para previsión del riesgo eléctrico y de atrapamientos.

- Las operaciones de mantenimiento estarán realizadas por personal especializado para tal fin.

REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	REALIZADO	REVISADO	APROBADO
01	11/02/26	PRIMERA EMISIÓN	CGH	JMCM	ORB

TITULAR Y PROMOTOR: frv	INGENIERÍA: Magtel INNOVATION & TECHNOLOGY	AUTOR DEL PROYECTO: Óscar Reyes Blanco Graduado Ing. Electrica Nº Col.: 12.188	TÍTULO DEL PROYECTO: PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO DE HIBRIDACIÓN DE LA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "IERÓN" MEDIANTE LA INSTALACIÓN DE 11MW DE BATERÍAS EN EL T.M. DE MONTÁNCHEZ (CÁCERES)	FECHA: FEBRERO 2026	ESCALA: S / E m FORMATO UNE A-3 UNIDADES

PLANO: HORMIGONERA DE OBRA	NÚMERO DE PLANO: ESS_23	
FICHERO DIGITAL: BES-IER-MAGOP-PEJ-ESS-0004.dwg	HOJA: 1 de 1	

ELEMENTOS AUXILIARES Y MAQUINARIA
(Camión hormigonera)

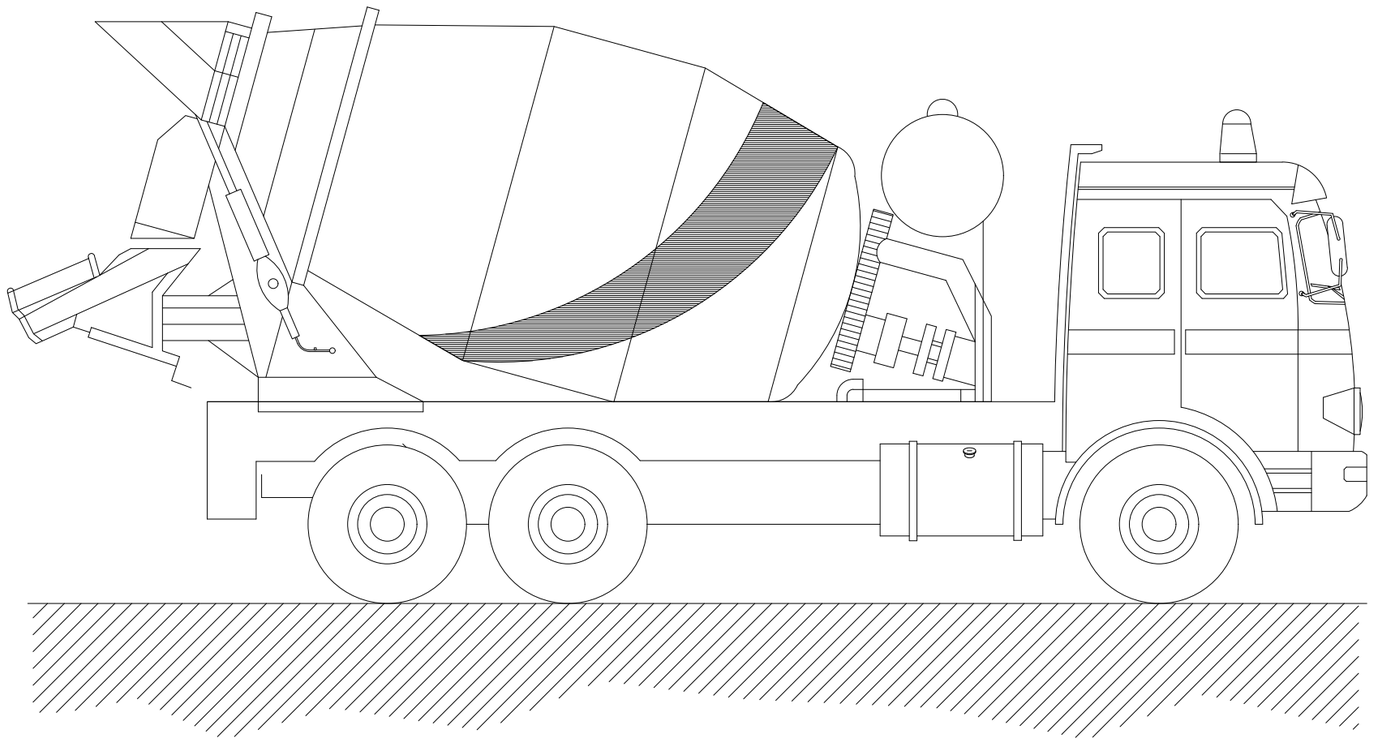
NORMAS BÁSICAS DE SEGURIDAD Y PROTECCIONES COLECTIVAS :

- Las rampas de acceso tendrán una pendiente no superior al 20 %.

- El depósito y canaletas se limpiarán en un lugar al aire libre lejos de las obras principales.

- El camión se situará en el lugar de vaciado dirigido por el encargado de obra o persona en quien delegue.

- Los camiones de hormigón no se podrán acercar a menos de 2 metros del borde superior de los taludes.

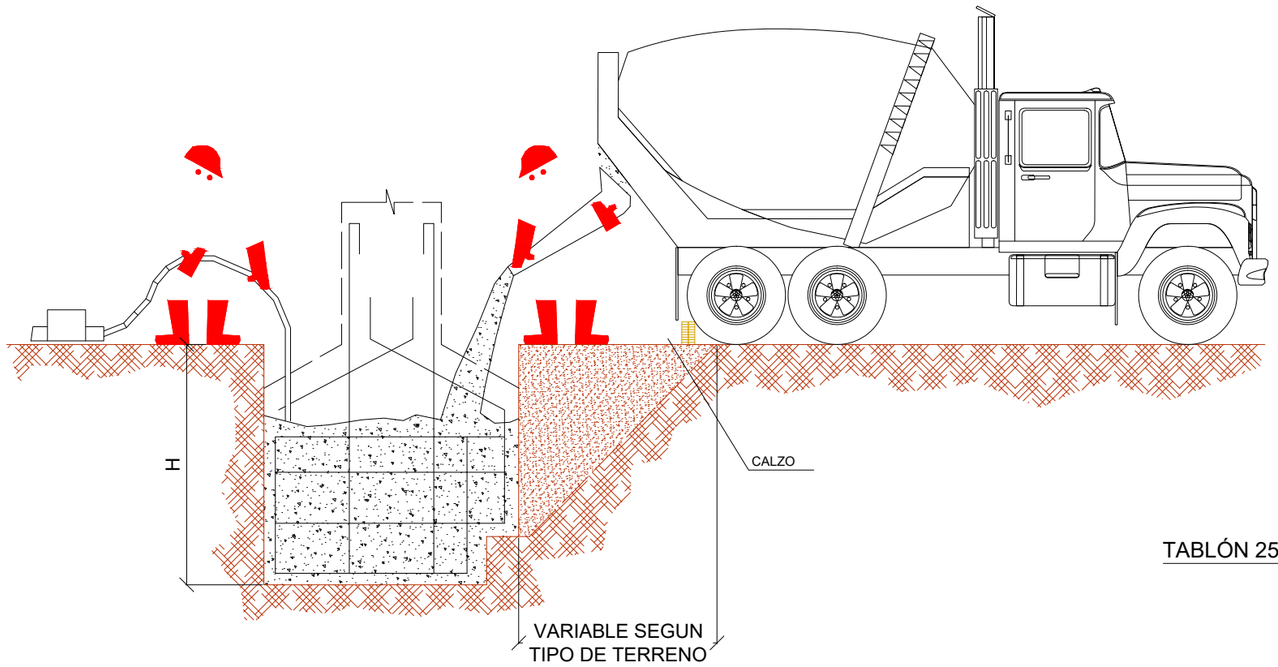


REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	REALIZADO	REVISADO	APROBADO
01	11/02/26	PRIMERA EMISIÓN	CGH	JMCM	ORB

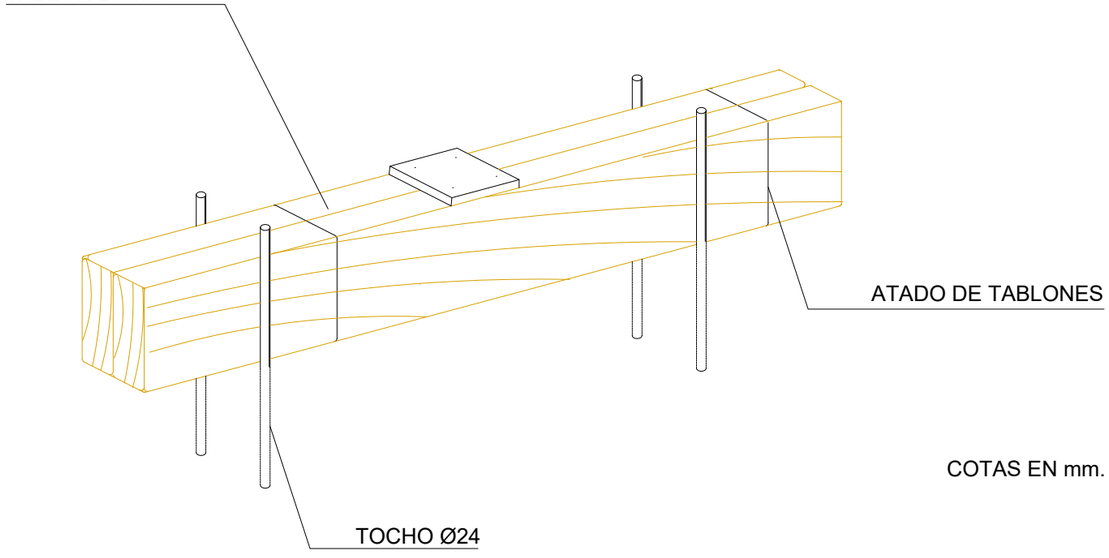
TITULAR Y PROMOTOR: frv	INGENIERÍA: Magtel INNOVATION & TECHNOLOGY	AUTOR DEL PROYECTO: Óscar Reyes Blanco Graduado Ing. Electrica Nº Col.: 12.188	TÍTULO DEL PROYECTO: PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO DE HIBRIDACIÓN DE LA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "IERÓN" MEDIANTE LA INSTALACIÓN DE 11MW DE BATERÍAS EN EL T.M. DE MONTÁNCHEZ (CÁCERES)	FECHA: FEBRERO 2026	ESCALA: S / E m FORMATO UNE A-3 UNIDADES

PLANO: CAMIÓN HORMIGONERA	NÚMERO DE PLANO: ESS_24.1	
FICHERO DIGITAL: BES-IER-MAGOP-PEJ-ESS-0004.dwg	HOJA: 1 de 2	

HORMIGONADO POR VERTIDO DIRECTO EN ZANJAS O CIMIENTOS



DETALLE DE CALZO



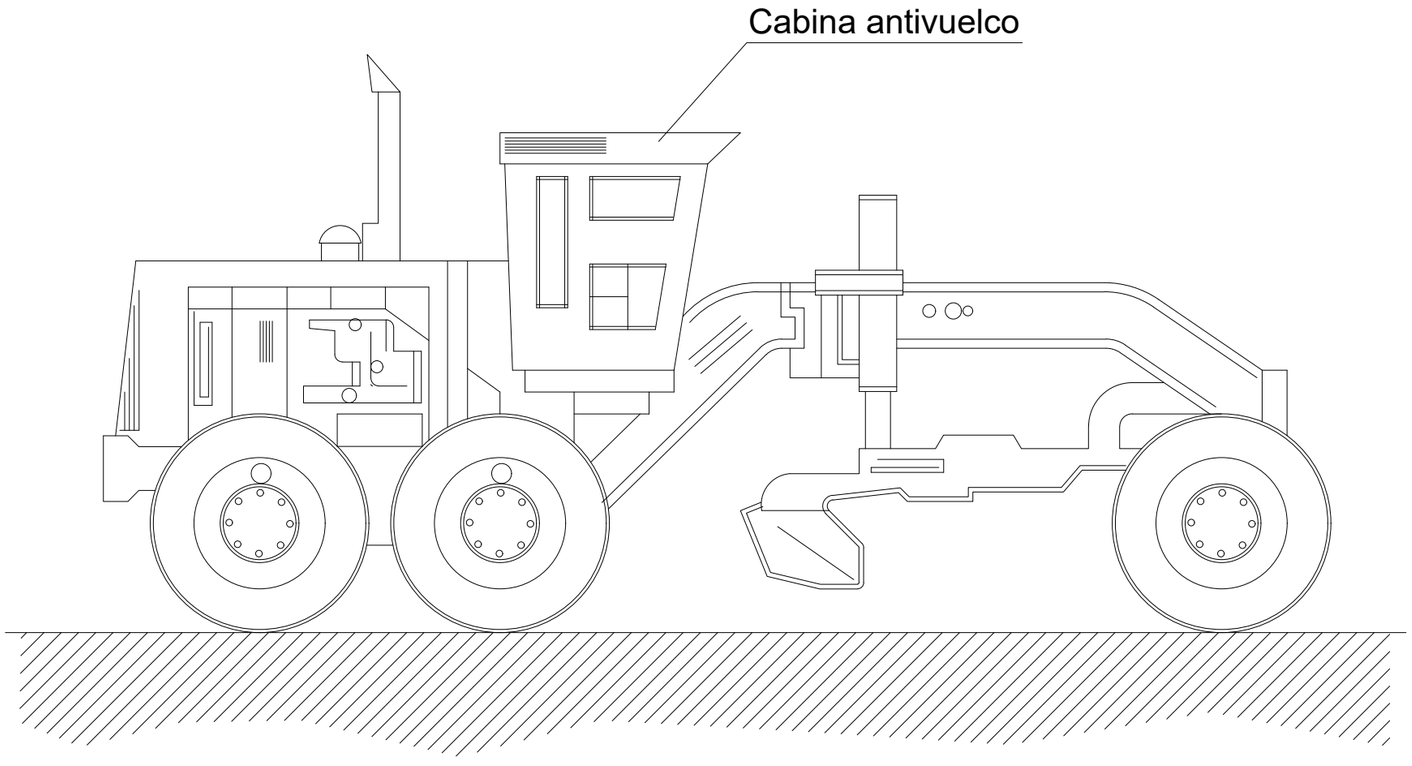
COTAS EN mm.

REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	REALIZADO	REVISADO	APROBADO
01	11/02/26	PRIMERA EMISIÓN	CGH	JMCM	ORB

TITULAR Y PROMOTOR: frv	INGENIERÍA: Magtel INNOVATION & TECHNOLOGY	AUTOR DEL PROYECTO: Óscar Reyes Blanco Graduado Ing. Electrica Nº Col.: 12.188	TÍTULO DEL PROYECTO: PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO DE HIBRIDACIÓN DE LA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "IERÓN" MEDIANTE LA INSTALACIÓN DE 11MW DE BATERÍAS EN EL T.M. DE MONTÁNCHEZ (CÁCERES)	FECHA: FEBRERO 2026	ESCALA: S / E m FORMATO UNE A-3 UNIDADES

PLANO: CAMIÓN HORMIGONERA	NÚMERO DE PLANO: ESS_24.2	
FICHERO DIGITAL: BES-IER-MAGOP-PEJ-ESS-0004.dwg	HOJA: 2 de 2	

ELEMENTOS AUXILIARES Y MAQUINARIA
(Motoniveladora)



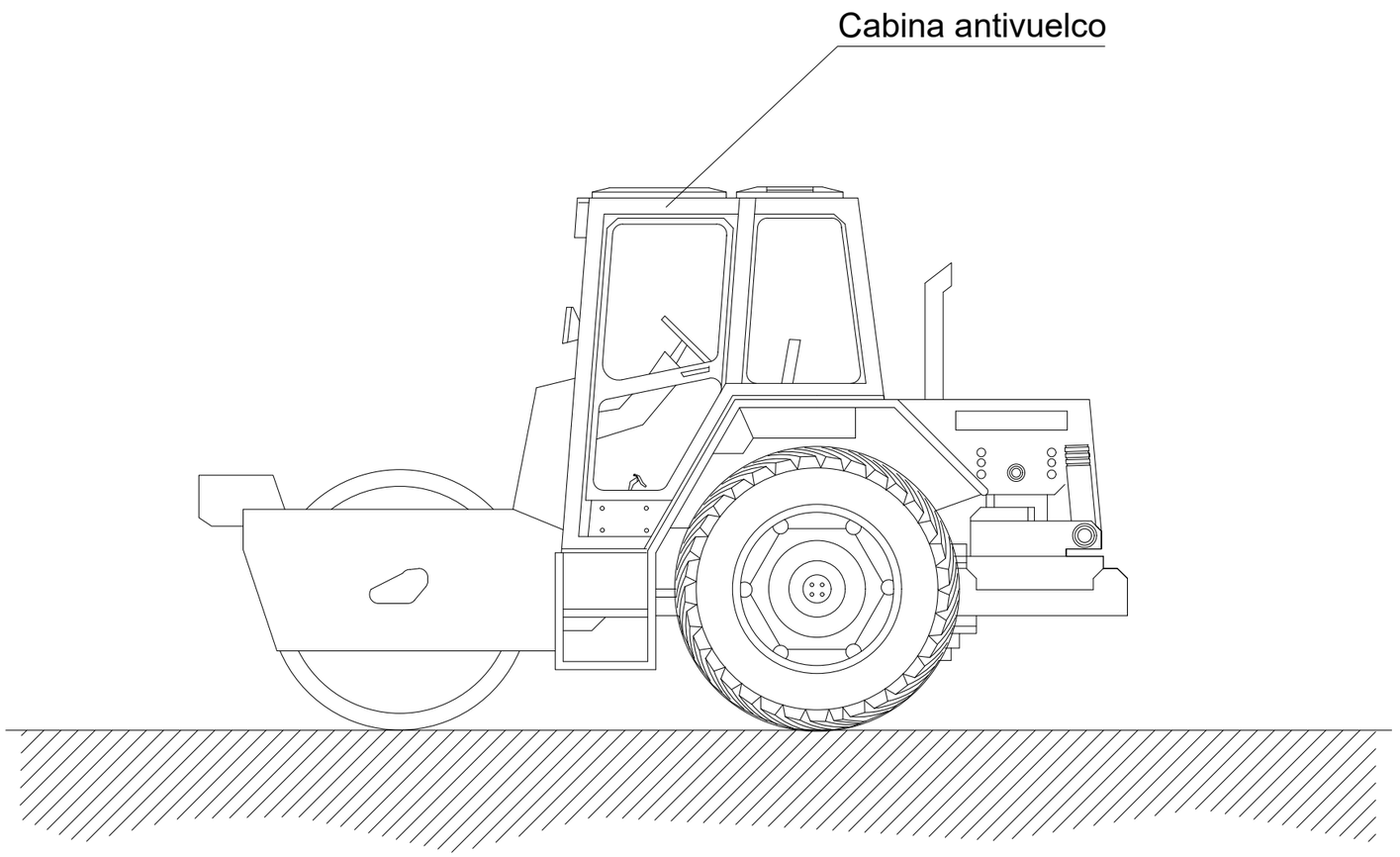
NORMAS BÁSICAS DE SEGURIDAD Y PROTECCIONES COLECTIVAS :

- Estarán dotadas de faros de marcha hacia adelante y de retroceso, retrovisores en ambos lados, pórtico de seguridad antivuelco y antiimpactos y un extintor.
- Serán inspeccionadas diariamente controlando el buen funcionamiento del motor, sistemas hidráulicos, frenos, dirección, luces, bocina retroceso, transmisiones, cadenas y neumáticos.
- Se prohibirá trabajar o permanecer dentro del radio de acción de la motoniveladora, para evitar los riesgos por atropello.
- Se prohibirá en esta obra, el transporte de personas sobre las motoniveladoras, para evitar los riesgos de caídas o de atropellos.
- Se prohibirán las labores de mantenimiento o reparación de maquinaria con el motor en marcha, en prevención de riesgos innecesarios.
- Se instalarán topes de seguridad de fin de recorrido, ante la coronación de los cortes de taludes o terraplenes, a los que debe aproximarse la motoniveladora, para evitar los riesgos por caída de la máquina.
- Se señalizarán los caminos de circulación interna mediante cuerda de banderolas y señales normalizadas de tráfico.
- Se prohibirá en esta obra la realización de replanteos o de mediciones en las zonas donde están operando las motoniveladoras. Antes de proceder a las tareas enunciadas, será preciso parar la maquinaria, o alejarla a otros tajos.
- Se prohibirá el acopio de tierras a menos de 2 m. del borde de la excavación.

REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	REALIZADO	REVISADO	APROBADO
01	11/02/26	PRIMERA EMISIÓN	CGH	JMCM	ORB

TITULAR Y PROMOTOR: frv	INGENIERÍA: Magtel INNOVATION & TECHNOLOGY	AUTOR DEL PROYECTO: Óscar Reyes Blanco Graduado Ing. Electrica Nº Col.: 12.188	TÍTULO DEL PROYECTO: PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO DE HIBRIDACIÓN DE LA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "IERÓN" MEDIANTE LA INSTALACIÓN DE 11MW DE BATERÍAS EN EL T.M. DE MONTÁNCHEZ (CÁCERES)	FECHA: FEBRERO 2026	ESCALA: S / E — FORMATO UNE A-3 — UNIDADES: m
PLANO: MOTONIVELADORA	NÚMERO DE PLANO: ESS_25	FICHERO DIGITAL: BES-IER-MAGOP-PEJ-ESS-0004.dwg	HOJA: 1 de 1		

ELEMENTOS AUXILIARES Y MAQUINARIA
(Compactadora)



NORMAS BÁSICAS DE SEGURIDAD Y PROTECCIONES COLECTIVAS :

- Estarán dotadas de faros de marcha hacia adelante y de retroceso, retrovisores en ambos lados, pórtico de seguridad antivuelco y antiimpactos y un extintor.

- Serán inspeccionadas diariamente controlando el buen funcionamiento del motor, sistemas hidráulicos, frenos, dirección, luces, bocina retroceso, transmisiones, cadenas y neumáticos.

- Se prohibirá trabajar o permanecer dentro del radio de acción de la compactadora de ruedas, para evitar los riesgos por atropello.

- Se prohibirá en esta obra, el transporte de personas sobre la compactadora de ruedas, para evitar los riesgos de caídas o de atropellos.

- Se prohibirán las labores de mantenimiento o reparación de maquinaria con el motor en marcha, en prevención de riesgos innecesarios.

- Se señalizarán los caminos de circulación interna mediante cuerda de banderolas y señales normalizadas de tráfico.

REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	REALIZADO	REVISADO	APROBADO
01	11/02/26	PRIMERA EMISIÓN	CGH	JMCM	ORB

TITULAR Y PROMOTOR: frv

INGENIERÍA: Magtel INNOVATION & TECHNOLOGY

AUTOR DEL PROYECTO:
Óscar Reyes Blanco
Graduado Ing. Electrica Nº Col.: 12.188

TÍTULO DEL PROYECTO:
PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO DE HIBRIDACIÓN DE LA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "IERÓN" MEDIANTE LA INSTALACIÓN DE 11MW DE BATERÍAS EN EL T.M. DE MONTÁNCHEZ (CÁCERES)

FECHA: FEBRERO 2026

ESCALA: S / E

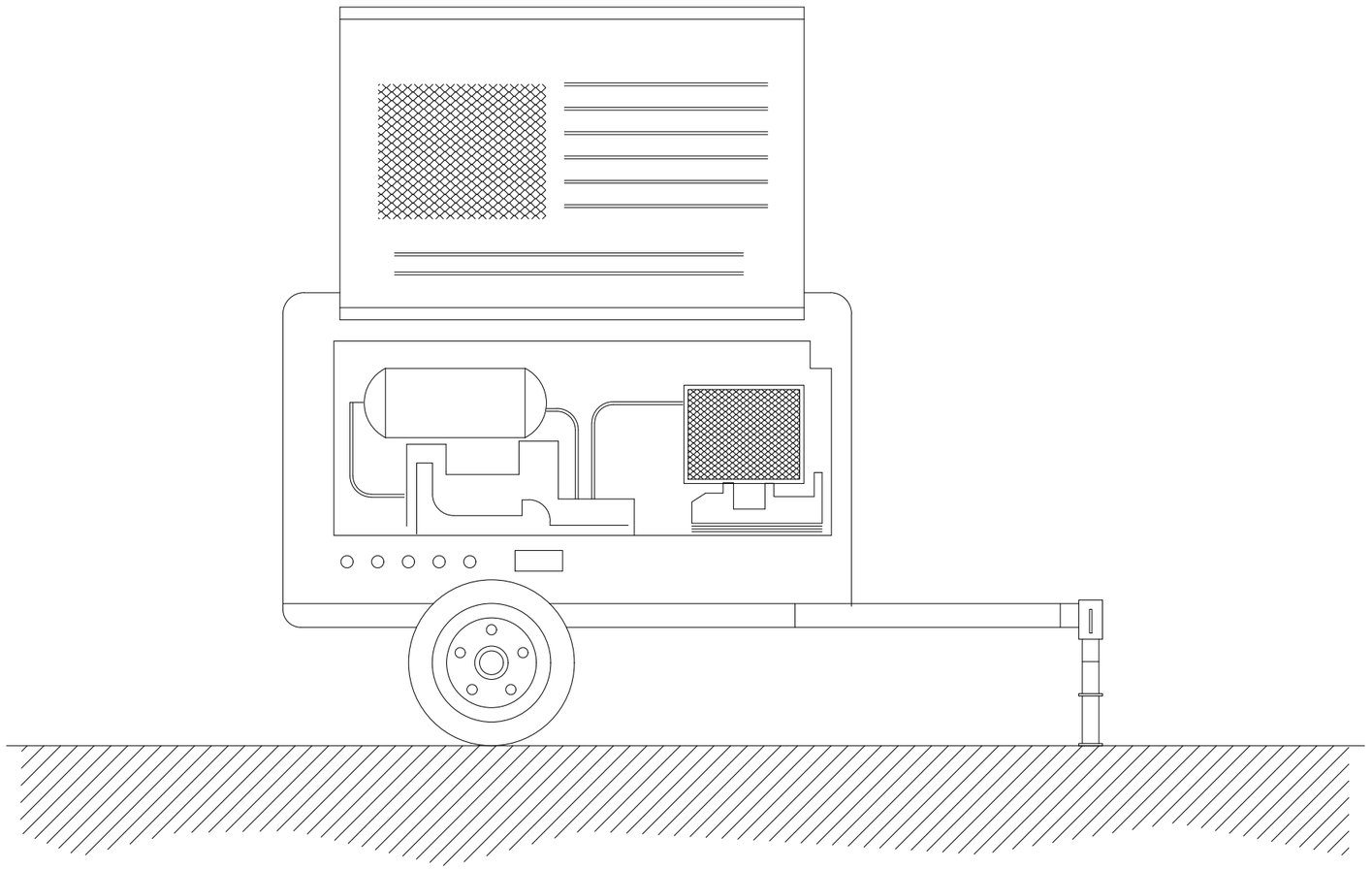
FORMATO UNE A-3 | UNIDADES: m

PLANO: COMPACTADORA

NÚMERO DE PLANO: ESS_26

FICHERO DIGITAL: BES-IER-MAGOP-PEJ-ESS-0004.dwg

ELEMENTOS AUXILIARES Y MAQUINARIA
(Compresor)



NORMAS BÁSICAS DE SEGURIDAD Y PROTECCIONES COLECTIVAS :

- El compresor no se colocará ni se arrastrará a menos de 2 metros del borde superior de los taludes.
- El transporte por suspensión se realizará con 2 cables y con cuatro puntos de anclaje.
- El compresor se quedará en el lugar previsto, firmemente sujetado de manera que no se pueda desplazar por sí solo.
- Mientras funcione, las carcasas estarán en todo momento en posición de cerrado.
- A menos de 4 metros de distancia será obligatorio el uso de protectores auditivos.
- Si es posible, los compresores se situaran a una distancia mínima de 15 metros del lugar de trabajo.
- El combustible se pondrá con la máquina parada.
- Las mangueras de presión estarán en todo momento en perfecto estado. El encargado de seguridad o el encargado de obra vigilará el estado de las mangueras y se preocupará de su sustitución.
- Los mecanismos de conexión se harán con los rácores correspondientes, nunca con alambres.

REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	REALIZADO	REVISADO	APROBADO
01	11/02/26	PRIMERA EMISIÓN	CGH	JMCM	ORB

TITULAR Y PROMOTOR: frv	INGENIERÍA: Magtel INNOVATION & TECHNOLOGY	AUTOR DEL PROYECTO: Óscar Reyes Blanco Graduado Ing. Electrica Nº Col.: 12.188	TÍTULO DEL PROYECTO: PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO DE HIBRIDACIÓN DE LA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "IERÓN" MEDIANTE LA INSTALACIÓN DE 11MW DE BATERÍAS EN EL T.M. DE MONTÁNCHEZ (CÁCERES)	FECHA: FEBRERO 2026	ESCALA: S / E m FORMATO UNE A-3 UNIDADES

PLANO: COMPRESOR	NÚMERO DE PLANO: ESS_27	
FICHERO DIGITAL: BES-IER-MAGOP-PEJ-ESS-0004.dwg	HOJA: 1 de 1	

ELEMENTOS AUXILIARES Y MAQUINARIA
(Grupo Electrógeno)

NORMAS BÁSICAS DE SEGURIDAD Y PROTECCIONES COLECTIVAS :

- En el momento de la contratación del grupo electrógeno, se pedirá información de los sistemas de protección de que está dotado para contactos eléctricos

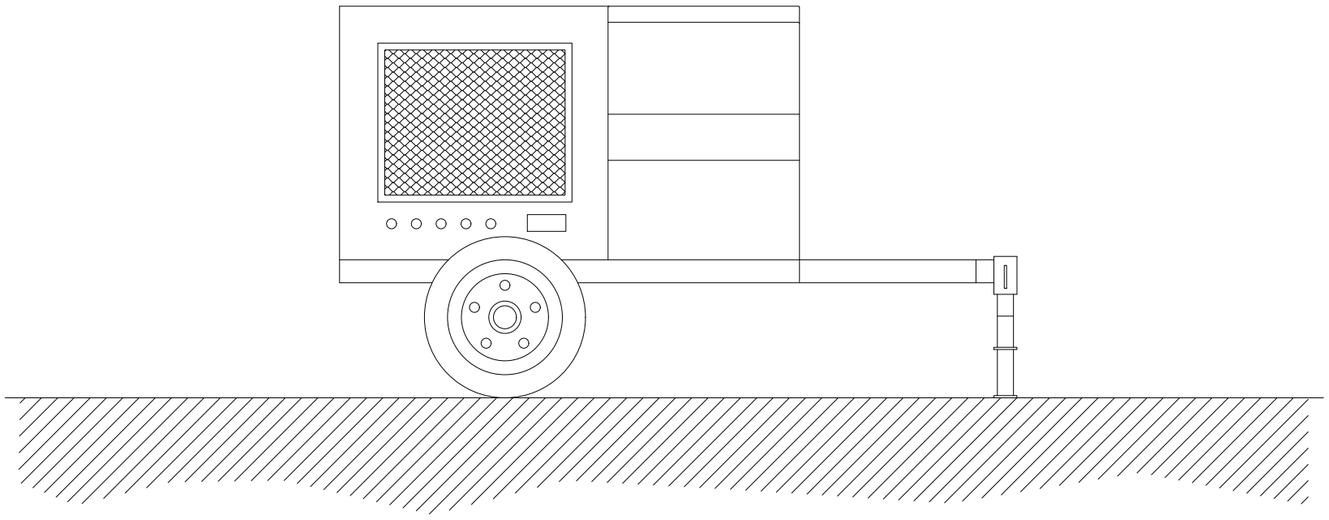
- Si el grupo no lleva incorporado ningún elemento de protección se conectará a un cuadro auxiliar de obra, dotado con un diferencial de 300 mA para el circuito de fuerza y otro de 30 mA para el circuito de alumbrado, poniendo a tierra, tanto al neutro del grupo como al cuadro.

- Tanto la puesta en obra del grupo, como sus conexiones a cuadros principales o auxiliares, deberá efectuarse con personal especializado.

- Otros riesgos adicionales son el ruido ambiental, la emanación de gases tóxicos por el escape del motor y atrapamientos en operaciones de mantenimiento.

- El ruido se podrá reducir situando el grupo lo más alejado posible de las zonas de trabajo.

- Referente al riesgo de intoxicación su ubicación nunca debe ser en sótanos o compartimentos cerrados o mal ventilados.

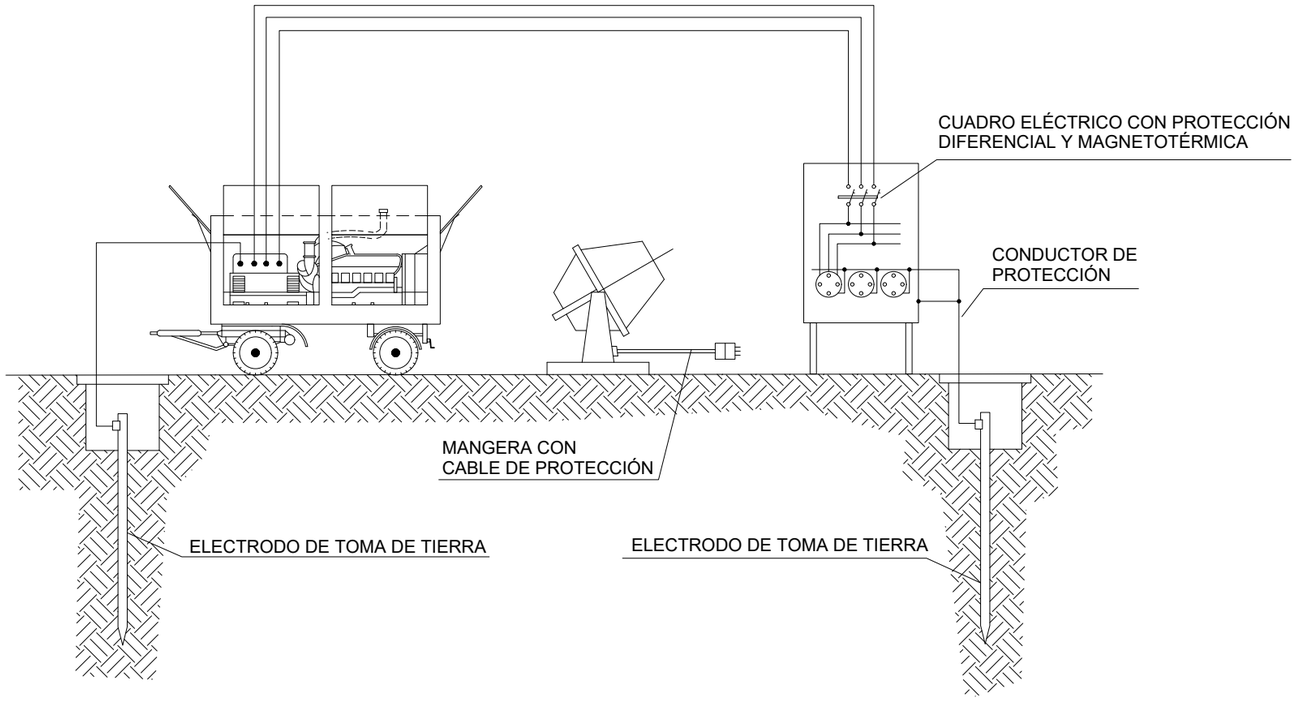


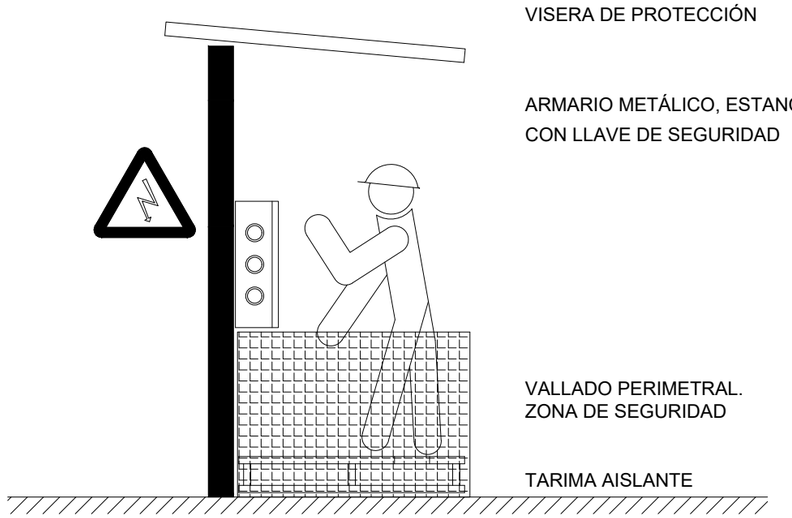
REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	REALIZADO	REVISADO	APROBADO
01	11/02/26	PRIMERA EMISIÓN	CGH	JMCM	ORB

TITULAR Y PROMOTOR: frv	INGENIERÍA: Magtel INNOVATION & TECHNOLOGY	AUTOR DEL PROYECTO: Óscar Reyes Blanco Graduado Ing. Electrica Nº Col.: 12.188	TÍTULO DEL PROYECTO: PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO DE HIBRIDACIÓN DE LA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "IERÓN" MEDIANTE LA INSTALACIÓN DE 11MW DE BATERÍAS EN EL T.M. DE MONTÁNCHEZ (CÁCERES)	FECHA: FEBRERO 2026	ESCALA: S / E m FORMATO UNE A-3 UNIDADES

PLANO: GRUPO ELECTRÓGENO	NÚMERO DE PLANO: ESS_28.1	
FICHERO DIGITAL: BES-IER-MAGOP-PEJ-ESS-0004.dwg	HOJA: 1 de 2	

INSTALACIÓN DE GRUPOS ELECTRÓGENOS



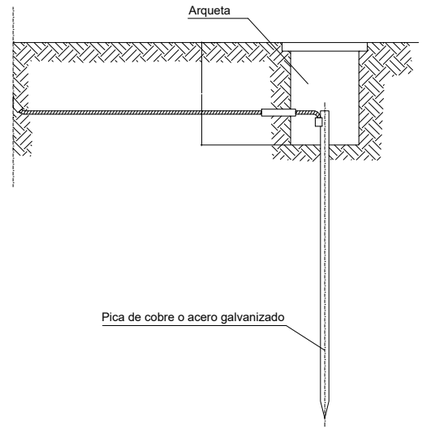


ACCESO A CUADRO ELÉCTRICO DESDE UNA TARIMA DE MADERA

DETALLE DE ARQUETA O REGISTRO DE LA TOMA DE TIERRA

Las picas de acero galvanizado serán como mínimo de 25 mm de diámetro.
Las picas de cobre seran como mínimo de 14 mm de diámetro.
Si se colocan perfiles de acero galvanizado, estos tendran como mínimo 60 mm de lado.
Los cables de unión entre electrodos o entre electrodos y el cuadro eléctrico de obra, no tendrán una sección inferior a 16 mm2.
Los conductores de protección estaran incluidos en la manguera que alimenta las maquinas a proteger y se distinguirá por el color de su aislamiento, es decir amarillo/verde.
La sección del conductor de protección será como mínimo la indicada en la siguiente tabla, para un conductor del mismo metal que el de los conductores activos y que esté ubicado en el mismo cable o canalización que estos últimos.
Si el conductor de protección no estuviera ubicado en el mismo cable que los conductores activos, la sección mínima obtenida en la tabla deberá ser como mínimo 4 mm2.

Sección de los conductores de fase de la instalación S (mm2)	Sección mínima de los conductores de protección Sp (mm2)
S ≤ 16	S
16 < S ≤ 35	16
S > 35	S/2



REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	REALIZADO	REVISADO	APROBADO
01	11/02/26	PRIMERA EMISIÓN	CGH	JMCM	ORB

TITULAR Y PROMOTOR: frv	INGENIERÍA: Magtel INNOVATION & TECHNOLOGY	AUTOR DEL PROYECTO: Óscar Reyes Blanco Graduado Ing. Electrica Nº Col.: 12.188	TÍTULO DEL PROYECTO: PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO DE HIBRIDACIÓN DE LA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "IERÓN" MEDIANTE LA INSTALACIÓN DE 11MW DE BATERÍAS EN EL T.M. DE MONTÁNCHEZ (CÁCERES)	FECHA: FEBRERO 2026	ESCALA: S / E m FORMATO UNE A-3 UNIDADES

PLANO: GRUPO ELECTRÓGENO	NÚMERO DE PLANO: ESS_28.2	
FICHERO DIGITAL: BES-IER-MAGOP-PEJ-ESS-0004.dwg	HOJA: 2 de 2	

ELEMENTOS AUXILIARES Y MAQUINARIA
(Retroexcavadora)

NORMAS BÁSICAS DE SEGURIDAD Y PROTECCIONES COLECTIVAS :

- Los caminos de circulación interna de la obra, se cuidarán para evitar blandones y embarramientos excesivos que mermen la seguridad de la circulación de la maquinaria.

- No se admitirán en esta obra máquinas que no vengan 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 izada y sin apoyar en el suelo.

- La cuchara durante los transportes de tierras, permanecerá lo más baja posible para poder desplazarse con la máxima estabilidad.

- Los ascensos o descensos en carga de la máquina se efectuarán siempre utilizando marchas cortas.

- La circulación sobre terrenos desiguales se efectuará a velocidad lenta.

- Se prohibirá transportar personas en el interior de la cuchara.

- Se prohibirá izar 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 al ida.

- Las máquinas a utilizar en esta obra, estarán dotadas de luces y bocina de retroceso.

- Se prohibirá arrancar el motor sin antes cerciorarse de que no hay nadie en el área de operación de la pala.

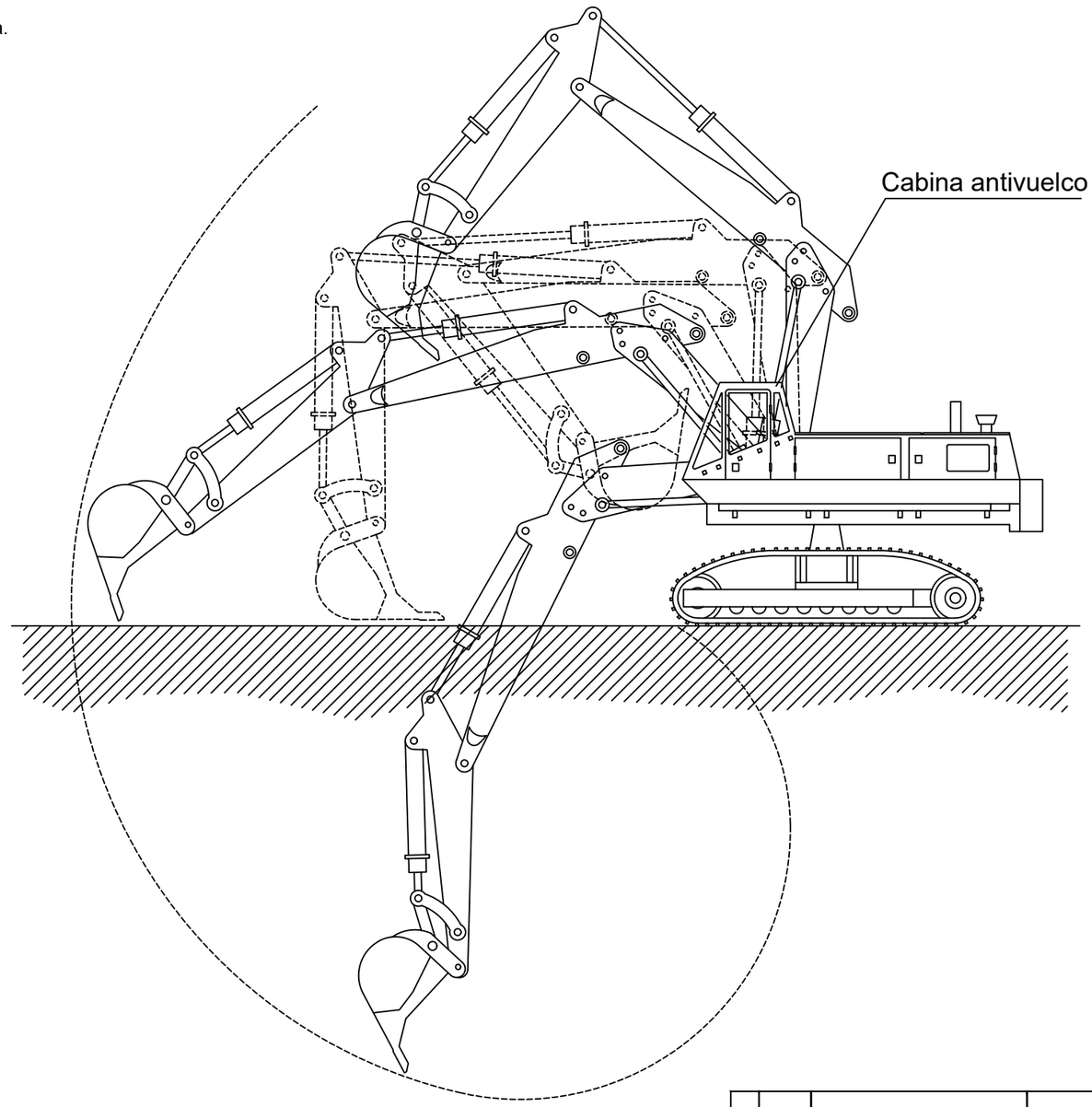
- Los conductores se cerciorarán de que no existe peligro para los trabajadores que se encuentren en el interior de pozos o zanjas próximos al lugar de excavación.

- Se acotará a una distancia igual a la del alcance máximo del brazo excavador, el entorno de la máquina. Sé prohibe 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 introducción 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 alcance del brazo de la retro.

- A los maquinistas de estas máquinas se les comunicará por escrito la siguiente normativa preventiva, antes del inicio de los trabajos.



REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	REALIZADO	REVISADO	APROBADO
01	11/02/26	PRIMERA EMISIÓN	CGH	JMCM	ORB

TITULAR Y PROMOTOR: frv	INGENIERÍA: Magtel INNOVATION TECHNOLOGY	AUTOR DEL PROYECTO: Óscar Reyes Blanco, Graduado Ing. Electrica Nº Col.: 12.188	TÍTULO DEL PROYECTO: PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO DE HIBRIDACIÓN DE LA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "IERÓN" MEDIANTE LA INSTALACIÓN DE 11MW DE BATERÍAS EN EL T.M. DE MONTÁNCHEZ (CÁCERES)	FECHA: FEBRERO 2026	ESCALA: S / E — FORMATO UNE A-3 — UNIDADES: m

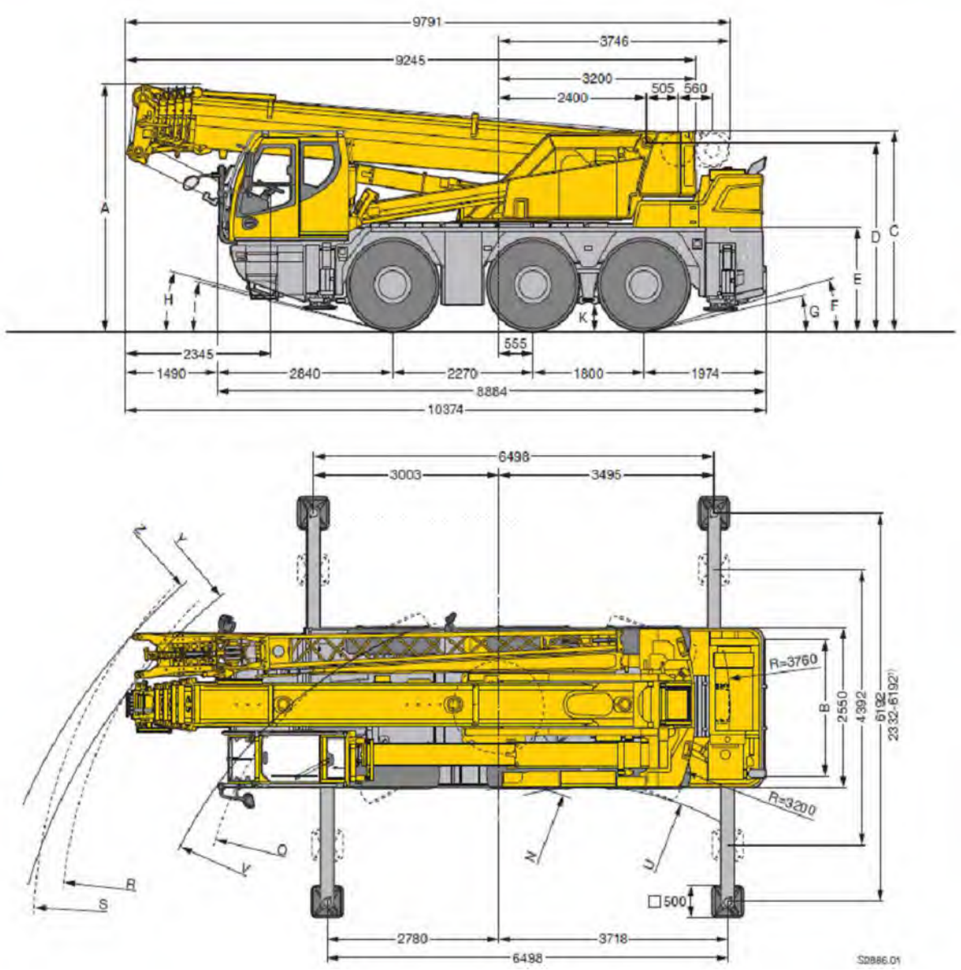
PLANO:	NÚMERO DE PLANO:
RETROEXCAVADORA	ESS_29
FICHERO DIGITAL: BES-IER-MAGOP-PEJ-ESS-0004.dwg	HOJA: 1 de 1

ELEMENTOS AUXILIARES Y MAQUINARIA
(Grua Movil Telescopica)

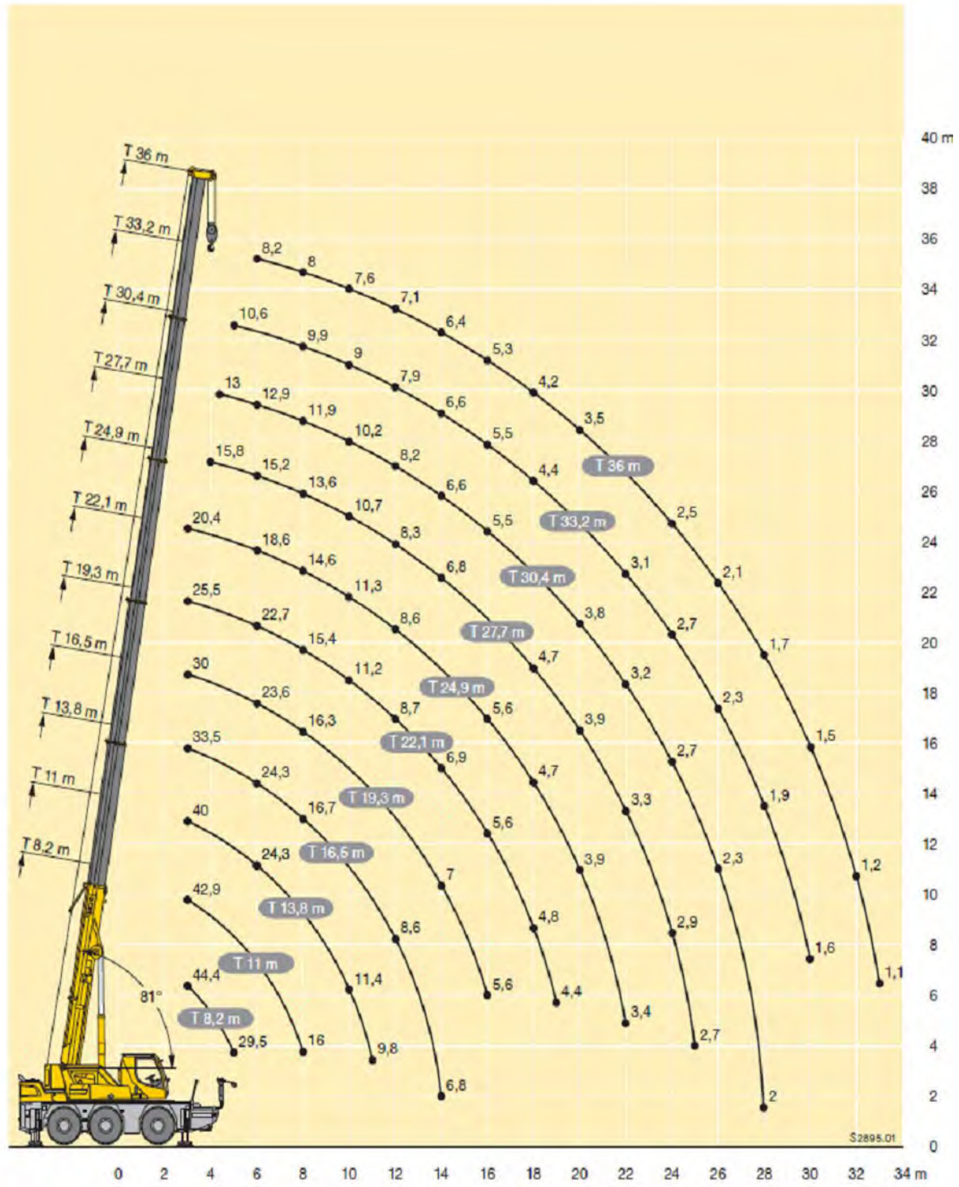
MEDIDAS PREVENTIVAS GRÚA AUXILIAR

- Evitar el paso de cargas sobre personas o vehículos, acotando la zona de radio de acción de la grúa o, en caso de ser esto inevitable, emitiendo señales de aviso previamente establecidas y conocidas por el personal.
- No operar con la grúa cuando la oscuridad, la niebla u otras restricciones a la visibilidad hagan que la operación resulte peligrosa.
- Seguir las indicaciones del fabricante en cuanto a la velocidad del viento permitida para operar con la grúa.
- Verificar que la carga está amarrada y sujeta al gancho.
- Nunca abandonar la grúa con una carga suspendida.
- Nunca manejar la grúa desde otra posición que no sea el asiento del conductor.
- Evitar oscilaciones pendulares.
- El movimiento de la carga se realizará de forma armoniosa, sin movimientos bruscos y evitando giros rápidos.
- Nunca tire de lado con la pluma (tiro oblicuo).
- Fijar las piezas sueltas de manera que no puedan caer al suelo.
- No superar la carga máxima de la grúa ni la extensión máxima de la pluma en función de dicha carga.
- Durante el izado de la carga se evitará que el gancho alcance la mínima distancia admisible por el fin de carrera con objeto de no originar un desgaste prematuro de los contactos.
- Las maniobras deberán comenzar muy lentamente, para tensar los cables antes de comenzar la elevación.
- Se aconseja el uso de cuerda/cable guía.
- Solo se recurrirá a la elevación de una carga con dos grúas en los casos imprescindibles y siempre con un director de maniobra de probada capacidad.
- Evitar paradas bruscas durante el descenso
- Al terminar la maniobra, se reunirán todos los útiles de izado, se limpiarán y se depositarán en su lugar correspondiente.

A L Z A D O L A T E R A L Y PLANTA DESPLEGADA



A L Z A D O L A T E R A L D E S P L E G A D O

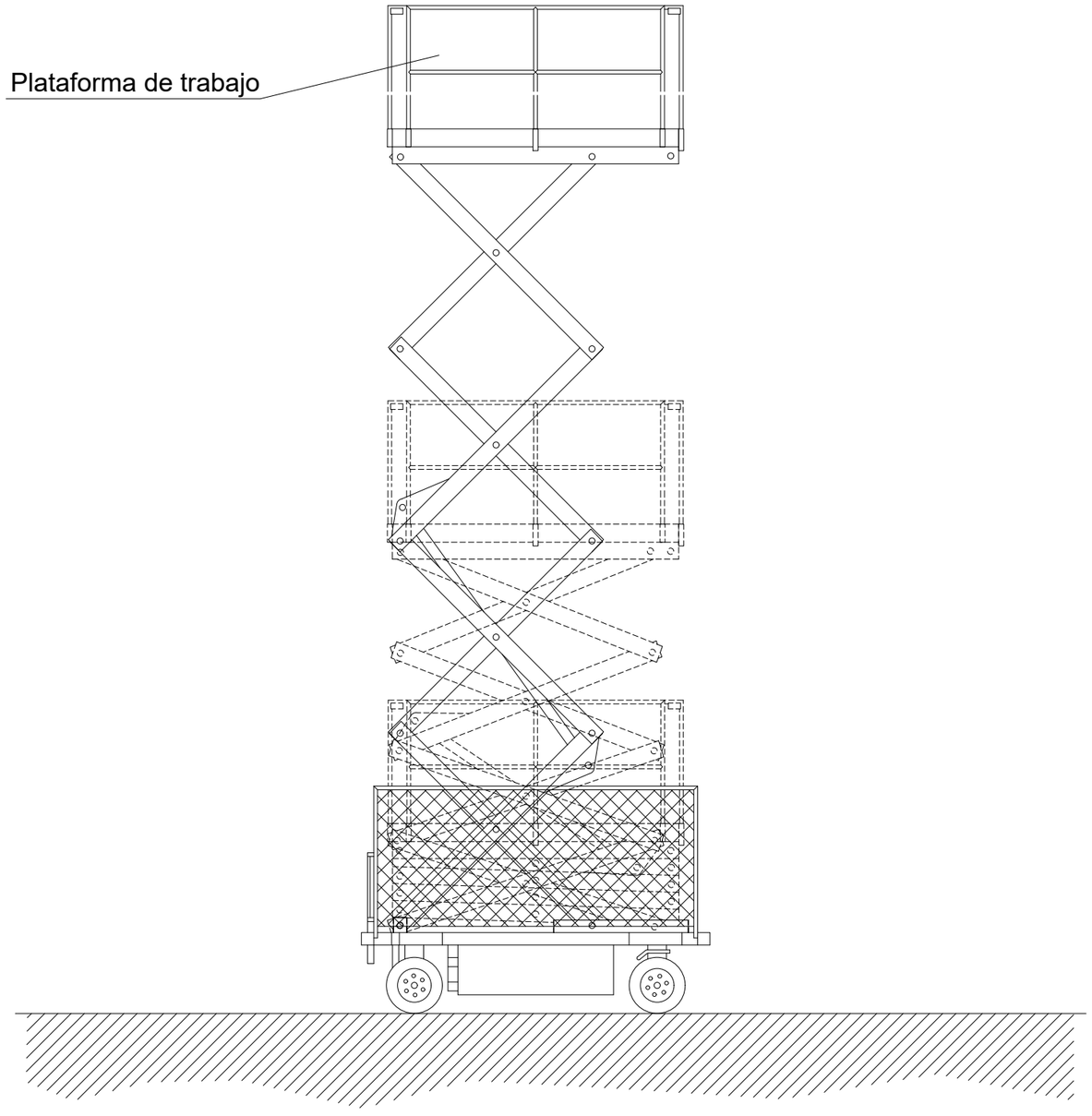


REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	REALIZADO	REVISADO	APROBADO
01	11/02/26	PRIMERA EMISIÓN	CGH	JMCM	ORB

TITULAR Y PROMOTOR: frv	INGENIERÍA: Magtel INNOVATION & TECHNOLOGY	AUTOR DEL PROYECTO: Óscar Reyes Blanco Graduado Ing. Electrica Nº Col.: 12.188	TÍTULO DEL PROYECTO: PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO DE HIBRIDACIÓN DE LA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "IERÓN" MEDIANTE LA INSTALACIÓN DE 11MW DE BATERÍAS EN EL T.M. DE MONTÁNCHEZ (CÁCERES)	FECHA: FEBRERO 2026	ESCALA: S / E m FORMATO UNE A-3 UNIDADES

PLANO: GRÚA TELESCÓPICA	NÚMERO DE PLANO: ESS_30	
FICHERO DIGITAL: BES-IER-MAGOP-PEJ-ESS-0004.dwg	HOJA: 1 de 1	

ELEMENTOS AUXILIARES Y MAQUINARIA
(Plataforma elevadora móvil de tijera)



NORMAS BÁSICAS DE SEGURIDAD Y PROTECCIONES COLECTIVAS :

- Se prohibirá sobrepasar la carga máxima admisible.

- El conductor tendrá el certificado de capacitación correspondiente.

- La manipuladora telescópica tendrá al dia el libro de mantenimiento.

- No se trabajará en ningún caso con vientos superiores a los 50 Km./h.

Medidas preventivas a seguir por el conductor.

- El encargado de seguridad o el encargado de obra, entregará por escrito el siguiente listado de medidas preventivas al conductor del camión grúa. De esta entrega quedará constancia con la firma del conductor al pié de este escrito.

- Se mantendrá el vehículo alejado de terrenos inseguros.

- No se tirará marcha atrás sin la ayuda de un señalizador, detrás pueden haber operarios.

- Si se entra en contacto con una línea eléctrica, pedir auxilio con la bocina y esperar a recibir instrucciones, no tocar ninguna parte metálica del camión.

- Antes de desplazarse asegurarse de la inmovilización del brazo de la plataforma.

- No se intentará sobrepasar la carga máxima de la plataforma.

- Se respetará en todo momento las indicaciones adheridas a la máquina, y hacer que las respeten el resto de personal.

- Se evitará el contacto con el brazo telescópico en servicio, se pueden sufrir atrapamientos.

- No se permitirá que el resto de personal manipule los mandos, ya que pueden provocar accidentes.

- No se permitirá que se utilicen cables o soportes en mal estado, es muy peligroso.

- Se asegurará que todos los ganchos tengan pestillo de seguridad.

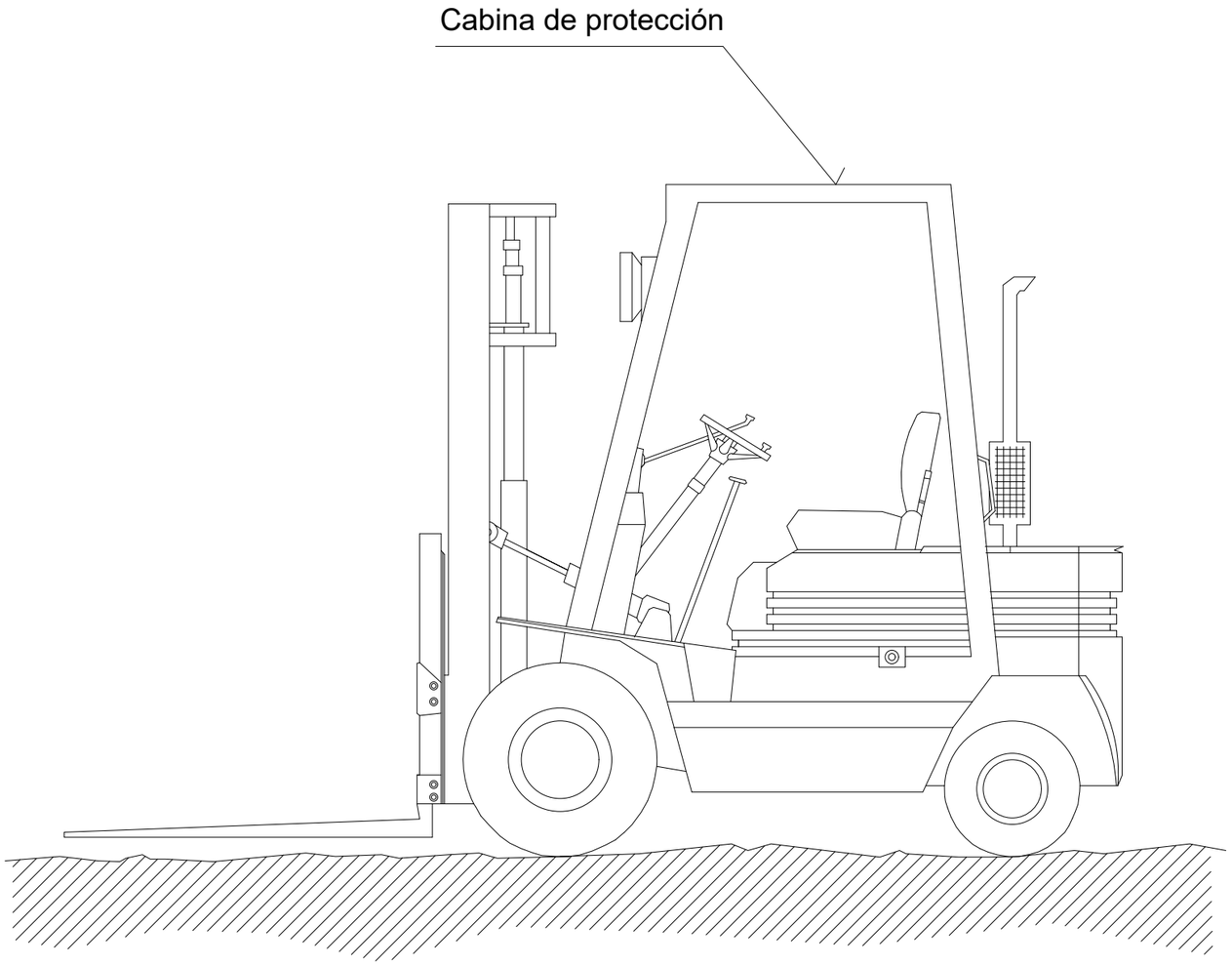
- Se utilizará siempre los elementos de seguridad indicados.

REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	REALIZADO	REVISADO	APROBADO
01	11/02/26	PRIMERA EMISIÓN	CGH	JMCM	ORB

TITULAR Y PROMOTOR: frv	INGENIERÍA: Magtel INNOVATION & TECHNOLOGY	AUTOR DEL PROYECTO: Óscar Reyes Blanco Graduado Ing. Electrica Nº Col.: 12.188	TÍTULO DEL PROYECTO: PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO DE HIBRIDACIÓN DE LA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "IERÓN" MEDIANTE LA INSTALACIÓN DE 11MW DE BATERÍAS EN EL T.M. DE MONTÁNCHEZ (CÁCERES)	FECHA: FEBRERO 2026	ESCALA: S / E — FORMATO UNE A-3 — m — UNIDADES

PLANO: PLATAFORMA DE TIJERA	NÚMERO DE PLANO: ESS_31	
FICHERO DIGITAL: BES-IER-MAGOP-PEJ-ESS-0004.dwg	HOJA: 1 de 1	

ELEMENTOS AUXILIARES Y MAQUINARIA
(Carretilla elevadora de transporte)



NORMAS BÁSICAS DE SEGURIDAD Y PROTECCIONES COLECTIVAS :

Diariamente, antes de empezar el trabajo, se inspeccionará el buen estado de:

- Motor
- Sistemas hidráulicos.
- Frenos.
- Dirección.
- Luces.
- Avisadores acústicos.
- Neumáticos.
- Se prohibirá cargarlos por encima de su carga máxima.

Medidas preventivas a seguir por el conductor.

El encargado de seguridad o el encargado de obra, entregará por escrito el siguiente listado de medidas preventivas al conductor. De este entrega quedará constancia con la firma del conductor al pié de este escrito.

- No subir a la máquina utilizando las llantas, ruedas u otros salientes.
- No hacer "ajustes" con el motor en marcha, se pueden quedar atrapados.
- No permitir que personas no autorizadas suban o conduzcan el camión.
- No guardar carburante ni trapos engrasados en la carretilla elevadora, se puede prender fuego.
- Si se ha de manipular el sistema eléctrico, desconectar la maquina y sacar la llave de contacto.
- Vigilar constantemente la presión de los neumáticos.
- Tomar toda clase de precauciones al maniobrar con la carretilla elevadora.

REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	REALIZADO	REVISADO	APROBADO
01	11/02/26	PRIMERA EMISIÓN	CGH	JMCM	ORB

TITULAR Y PROMOTOR: frv	INGENIERÍA: Magtel INNOVATION & TECHNOLOGY	AUTOR DEL PROYECTO: Óscar Reyes Blanco, Graduado Ing. Eléctrica Nº Col.: 12.188	TÍTULO DEL PROYECTO: PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO DE HIBRIDACIÓN DE LA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "IERÓN" MEDIANTE LA INSTALACIÓN DE 11MW DE BATERÍAS EN EL T.M. DE MONTÁNCHEZ (CÁCERES)	FECHA: FEBRERO 2026	ESCALA: S / E m; FORMATO UNE A-3; UNIDADES

PLANO: CARRETILLA ELEVADORA	NÚMERO DE PLANO: ESS_32	
FICHERO DIGITAL: BES-IER-MAGOP-PEJ-ESS-0004.dwg	HOJA: 1 de 1	