COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

PROYECTO:

INSTALACIÓN DE ALMACENAMIENTO "BESS OLIVERA I y III"

T. M. ZARAGOZA

(ZARAGOZA)

Documento:

PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO

Titular:

ENERLAND

Autor:

ENERLAND

ENERO 2026

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

ÍNDICE GENERAL

DOCUMENTO I MEMORIA

ANEXO I: DIMENSIONAMIENTO DE LAS BATERIAS

ANEXO II: CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS DE LÍNEAS DE MT/BT

ANEXO III: RED DE TIERRAS

ANEXO IV: ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS

ANEXO V: FICHAS TÉCNICAS DE EQUIPOS

ANEXO VI: ESTUDIO DE CAMPOS MAGNÉTICO

ANEXO VII: DECLARACIÓN RESPONSABLE

DOCUMENTO II: PLANOS

DOCUMENTO III: PRESUPUESTO

DOCUMENTO IV: PLIEGO DE CONDICIONES

DOCUMENTO V: ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD LABORAL

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

DOCUMENTO I

MEMORIA

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja
con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

CONTROL DE REVISIONES

EDICIÓN Nº:	FECHA:	MOTIVO REVISIÓN
00	08/01/2026	Edición inicial

	NOMBRE	FIRMA	FECHA
REALIZADO	MPL	MPL	08/01/2026
REVISADO	VRG	VRG	12/01/2026
APROBADO	INC	INC	12/01/2026

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

CONTENIDO

1. **INTRODUCCIÓN** **1**

2. **PROPONENTE Y PROMOTOR** **2**

3. **ANTECEDENTES** **3**

4. **OBJETO** **5**
   4.1. DEFINICIÓN DE POTENCIA INSTALADA DEL PROYECTO 7

5. **ALCANCE** **11**

6. **NORMATIVA LEGAL APLICABLE** **13**

7. **DESCRIPCIÓN DEL BESS** **17**
   7.1. EMPLAZAMIENTO DE LAS INSTALACIONES 17
   7.2. ADECUACIÓN DEL PROYECTO AL PLANTEAMIENTO URBANÍSTICO 18
   7.3. RESUMEN DE LA INSTALACIÓN 19
   7.4. DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES 22
   7.5. INFRAESTRUCTURA DE ALMACENAMIENTO 23
   7.6. TWIN SKID COMPACT Y MV SKID COMPACT 27
      7.6.1. POWER SYSTEM CONVERSION (PCS) 28
      7.6.2. Transformador 29
      7.6.3. Celdas de MT 30
   7.7. ENERGY MANAGEMENT SYSTEM (EMS) 31
   7.8. ISLA DE POTENCIA 32
   7.9. FUNCIONAMIENTO DE LOS EQUIPOS DE ALMACENAJE 33
   7.10. CABLEADO 33
      7.10.1. CABLEADO EN CORRIENTE CONTINUA (CC) 33
      7.10.2. CABLEADO EN CORRIENTE ALTERNA (CA) EN BAJA TENSIÓN 34
      7.10.3. CABLEADO EN CORIENTE ALTERNA (CA) EN MEDIA TENSIÓN 34
   7.11. SISTEMA DE REFRIGERACIÓN DE LA PLANTA DE BATERIAS 34
      7.11.1. TRANSFORMADOR DE REGRIGERACIÓN 34
      7.11.2. CABLEADO EN CORRIENTE ALTERNA (CA) EN BAJA TENSIÓN 35
      7.11.3. CABLEADO EN CORIENTE ALTERNA (CA) EN MEDIA TENSIÓN 35

8. **LÍNEA DE EVACUACIÓN/CARGA EN MEDIA TENSIÓN** **36**
   8.1. CARACTERÍSTICAS DE LA LÍNEA DE EVACUACIÓN EN 30 kV 36
      8.1.1. CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LA LÍNEA 36
      8.1.2. CARACTERÍSTICAS DEL CABLE SUBTERRÁNEO 38
      8.1.3. PARÁMETROS DE INSTALACIÓN 39
      8.1.4. TERMINALES 39
      8.1.5. CABLE DE COMUNICACIONES 39

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

8.1.6. PUESTA A TIERRA DE LAS PANTALLAS 40
8.1.7. PROTECCIONES 40

9. **SISTEMA DE MEDIDA Y PUNTO FRONTERA 42**

10. **OBRA CIVIL 43**
10.1. DESCRIPCIÓN 43
10.2. VIAL DE ACCESO 43
10.3. VIALES INTERIORES 44
10.4. RED DE TIERRA SUBTERRÁNEA 44
10.5. CANALIZACIONES 44
10.5.1. CANALIZACIONES DE BT CC DE LAS BATERÍAS A LOS PCS 45
10.5.2. CANALIZACIONES DE BT CA PARA LOS SERVICIOS AUXILIARES 45
10.5.3. CANALIZACIONES DE MT CA PARA LOS SERVICIOS AUXILIARES 45
10.5.4. CANALIZACIONES DE MT PARA EVACUACIÓN 46
10.6. CIMENTACIONES 46
10.6.1. ESS 46
10.6.2. ESTRUCTURAS TWIN SKID COMPACT Y MV SKID COMPACT 47
10.7. SISTEMA DE DENAJES DE AGUAS 47
10.7.1. CUNETAS 47
10.7.2. TUBOS DE DRENAJE 47
10.7.3. TUBOS COLECTORES 47
10.7.4. ZANJAS DE INFILTRACIÓN 48
10.7.5. CRITERIOS GENERALES DE DISEÑO 48
10.8. CIERRE DEL RECINTO 48
10.9. INSTALACIONES COMPLEMENTARIAS 48
10.9.1. ALUMBRADO 48
10.9.2. SISTEMA ANTI-INTRUSIÓN 49
10.9.3. PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS 49
10.10. INSTALACIÓN EXTERIOR 50
10.11. EDIFICIO/CONTENEDORES 50

11. **RELACIÓN DE BIENES Y DERECHOS AFECTADOS 51**

12. **DESCRIPCIÓN DE LOS SERVICIOS EXITENTES Y AFECCIONES A TERCEROS 52**

13. **PLAZO DE EJECUCIÓN 53**

14. **CONCLUSIONES 54**

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Esquema Previo al Desarrollo de la Instalación de Almacenamiento "BESS OLIVERA I y III". 6
Figura 2. Esquema Posterior al Desarrollo de la Instalación de Almacenamiento "BESS OLIVERA I y III". 6
Figura 3. Emplazamiento de las instalaciones. 17
Figura 4. Plan General de Ordenación Urbana. 18
Figura 5. Certificado catastral de la parcela. 19
Figura 6. Equipo de baterías (EES Container). 24
Figura 7. Módulo ESS. 25
Figura 8. Caja HV. 26
Figura 9. Panel de control. 26
Figura 10. Twin Skid Compact. 28
Figura 11. MV Skid Compact. 28
Figura 12. PCS Power Electronics modelo PCSK FP4010K. 29

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Potencia instalada del proyecto. 10
Tabla 1. Coordenadas del centro geométrico de la explanación. 17
Tabla 2. Coordenadas del vallado perimetral de la instalación. 18
Tabla 3. Características principales de la instalación. 21
Tabla 4. Características celdas de línea. 30
Tabla 5. Características celdas de protección de transformador. 30
Tabla 6. Características del transformador de refrigeración. 35
Tabla 7. Características de la línea subterránea de 30 kV TRAMO 1. 36
Tabla 8. Características de la línea subterránea de 30 kV TRAMO 2. 37
Tabla 9. Características de la línea subterránea de 30 kV TRAMO 3. 37
Tabla 10. Características generales del cable de MT. 38
Tabla 11. Relación de Bienes y Derechos Afectados. 51
Tabla 12. Relación de organismos afectados. 52

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

1. INTRODUCCIÓN

Los Sistemas de Almacenamiento de Energía en Baterías, en adelante BESS (Battery Energy Storage System), son una de las tecnologías esenciales que pueden ayudar de manera significativa en la integración de energías renovables y el fomento de la electrificación de la economía.

Los sistemas BESS son sistemas que tienen la capacidad de conservar la energía a través de sus baterías y utilizarla posteriormente. Estos sistemas ayudan a que las instalaciones eléctricas que sean más estables y eficientes.

Permiten acumular energía en momentos de baja demanda o cuando la generación es alta para luego liberarla durante períodos de alta demanda o interrupciones en el suministro.

Además, ayudan a equilibrar la carga en la red eléctrica, mitigando picos de demanda y proporcionando una fuente de energía inmediata.

Los sistemas BESS son una pieza muy importante para la transición energética. Cumplen una doble función: optimizan la red eléctrica y potencian las energías renovables.

Pueden ser clave a la hora de reducir costes operativos y emitir menos emisiones.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

2. PROPONENTE Y PROMOTOR

ENERLAND GENERACIÓN SOLAR 14, S.L.

C.I.F.: B-99549164

Plataforma Logística PLAZA, Calle Bílbilis, 18 NAVE A04

50197, Zaragoza – Zaragoza

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

3. ANTECEDENTES

ENERLAND GENERACIÓN SOLAR 14, S.L., en adelante ENERLAND, es una sociedad dedicada entre otras actividades, a la promoción, construcción y operación de plantas de generación eléctrica mediante el aprovechamiento de energías renovables.

El presente documento se redacta con el fin último de realizar la hibridación del "Parque Fotovoltaico OLIVERA I y III" de 10,125 MW (objeto de otro proyecto) y el "Parque Eólico OLIVERA I y III" de 10 MW (objeto de otro proyecto), con una nueva instalación de almacenamiento de energía "BESS OLIVERA I y III" de 22,568 MW, objeto del presente proyecto. Compartiendo las tres tecnologías un mismo punto de interconexión a la red de 9,3 MW.

Como antecedentes de la hibridación de la planta fotovoltaica, del parque eólico, y de la planta de almacenamiento, explicaremos a modo de resumen los siguientes hitos:

- Con fecha del 25 de junio de 2020, se obtuvieron los Permisos de Acceso y Conexión por parte de la primera de las tecnologías de la hibridación, la solar: "Parque Fotovoltaico OLIVERA I y III".
- Con fecha del 14 de diciembre de 2020, se obtuvo la Admisión a Trámite (1 Hito Administrativo) del **"Parque Fotovoltaico OLIVERA I y III"** y su infraestructura de evacuación proyecto denominado "Línea de Media Tensión 30/10 kV PFV OLIVERA I y III", con los siguientes números de expediente:
  - **Servicio Provincial:** G-Z-2021-077
  - **Dirección General de Energía y Minas:** IP-PC-0140/2021
- Con fecha del 16 de noviembre de 2022, se obtuvo la resolución favorable del Instituto Aragonés de Gestión Ambiental. Expediente: **INAGA/500806/01/2022/03085**.
- Con fecha del 29 de junio de 2023, se obtuvieron las Autorizaciones Administrativas Previa y de Construcción (2 y 3 Hito Administrativo) del "Parque Fotovoltaico OLIVERA I y III" y su infraestructura de evacuación "Proyecto Línea de Media Tensión 30/10 kV PFV OLIVERA I y III".
- Debido a la imposibilidad de llegar a acuerdos con todos los propietarios afectados, con fecha 15 de diciembre de 2023 se solicita la Declaración de Utilidad Pública para el proyecto "Proyecto línea de Media Tensión 30/10 kV PFV OLIVERA I y III", con número de expediente en el Servicio Provincial de Zaragoza: **G-Z-2021-077**.
- Con fecha del 23 de agosto de 2024, se obtuvo la Actualización de los Permisos de Acceso y Conexión de la segunda de las tecnologías de la hibridación, la eólica: Parque Fotovoltaico + Parque Eólico Olivera I y III.
- Con fecha 21 de octubre de 2024 se publica en el BOA la Declaración de Utilidad Pública del proyecto "Proyecto línea de Media Tensión 30/10 kV PFV OLIVERA I y III".

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº: VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

- Con fecha del 05 de febrero de 2025, se obtuvo la Admisión a Trámite (1 Hito Administrativo) del "**Parque Eólico OLIVERA I y III"**, con los siguientes números de expediente:
    - **Servicio Provincial:** G-Z-2025-005
    - **Dirección General de Energía y Minas:** IP-PC-0240/2024
- Debido a ciertas alegaciones, con fecha del 16 de octubre de 2025 se decide modificar el trazado de la línea de evacuación del proyecto "Línea de Media Tensión 30/10 kV PFV OLIVERA I y III".
- Con fecha del 06 de noviembre de 2025, se obtuvo la admisión a trámite de la Autorización Administrativa Previa y de Construcción del Proyecto de Ejecución de modificación de la instalación OLIVERA I y III por parte de la DGEM con número de expediente: **IP-PC-0127/2025**.
- Con fecha del 19 de diciembre de 2025, se obtuvo la Actualización de los Permisos de Acceso y Conexión de la tercera de las tecnologías de la hibridación, el almacenamiento: Parque Fotovoltaico + Parque Eólico + Instalación de Almacenamiento OLIVERA I y III.
- Por último, en paralelo a la tramitación del presente proyecto ante la Dirección General de Energía y Minas de Aragón, se presenta el proyecto "**Actualizaciones Asociadas a la Instalación de Almacenamiento BESS OLIVERA I y III**". En él se definen y justifican las principales características del Centro de Seccionamiento BESS OLIVERA I y III, así como de su infraestructura de evacuación hasta la arqueta de conexión de Media Tensión (MT) perteneciente a la "Línea de Media Tensión 30/10 kV PFV OLIVERA I y III", objeto de otro proyecto.

  Asimismo, dicho proyecto describe las modificaciones necesarias a realizar en los tramos finales de las líneas de evacuación de los parques fotovoltaico y eólico OLIVERA I y III, que adaptarán su trazado para verter la energía al nuevo Centro de Seccionamiento BESS OLIVERA I y III, garantizando la continuidad de la conexión tras la incorporación de la instalación de almacenamiento "BESS OLIVERA I y III".

El presente proyecto quiere llevarse a cabo con el fin de aprovechar el recurso eólico y fotovoltaico de forma mucho más eficiente a partir de la hibridación de ambas tecnologías con una nueva planta de almacenamiento, desde el criterio de máximo respeto al entorno y medio ambiente natural.

El sistema de hibridación que se proyecta pretende aprovechar la energía generada por ambas tecnologías renovables, eólica y fotovoltaica, compartiendo el mismo punto de conexión a red y aprovechando la misma infraestructura de evacuación. No se descarta que en un futuro la instalación de almacenamiento también tome la energía directamente de la red para sus ciclos de carga y descarga. Con este sistema, se conseguirá aportar estabilidad a la red y optimizar la integración de energías renovables, mejorando la gestión de la energía mediante almacenamiento.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

4. **OBJETO**

El objeto del presente Proyecto de Ejecución es establecer y justificar las características principales de la instalación de almacenamiento energético "BESS OLIVERA I y III" de 22,568 MW / 45,135 MWh (2 horas de almacenamiento) y su infraestructura de evacuación asociada hasta el punto de evacuación ubicado en el "CS BESS OLIVERA I y III", objeto de otro proyecto, a 30 kV.

La finalidad será exponer ante los organismos competentes que la planta de almacenamiento proyectada reúne las condiciones y garantías exigidas por la reglamentación aplicable y surta efecto para la obtención de la Autorización Administrativa Previa y Autorización Administrativa de Construcción.

Esta planta de almacenamiento de energía se situará próxima al "CS BESS OLIVERA I y III", objeto de otro proyecto, en el Término Municipal de Zaragoza, en la provincia de Zaragoza.

El objetivo final de este proyecto es la acumulación de energía eléctrica generada en la Hibridación de la Planta Fotovoltaica "OLIVERA I y III", con AAC; y en el Parque Eólico "OLIVERA I y III", admitido a trámite, mediante la planta de almacenamiento "BESS OLIVERA I y III" para el vertido a la red.

A fecha de elaboración del presente documento, aún no se ha obtenido capacidad de demanda de energía en la subestación de conexión de E-Distribución. En caso de que finalmente se conceda dicha capacidad para la carga del módulo de almacenamiento, este proyecto no sufrirá modificaciones a nivel técnico.

La planta de almacenamiento "BESS OLIVERA I y III" evacuará su energía mediante una línea subterránea de media tensión en 30 kV hasta el "Centro de Seccionamiento BESS OLIVERA I y III". Desde ahí se evacuará la energía mediante una línea de 30kV, pasando por una caja de empalme, hasta el "Centro de Transformación 30/10 kV", donde se transformará la tensión a 10 kV, para posteriormente evacuar la energía mediante una línea subterránea de 10 kV en la "SET Olivera" 45/10 kV propiedad de E-Distribución.

A continuación, se presenta un esquema de la conexión y evacuación de los proyectos de la hibridación OLIVERA I y III con carácter previo al desarrollo del proyecto de la instalación de almacenamiento "BESS OLIVERA I y III", así como un esquema correspondiente al escenario posterior.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº: VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

Esquema de conexión **PREVIA** al desarrollo de la instalación de almacenamiento "BESS OLIVERA I y III", con los números de visado correspondientes al proyecto "PFV Olivera I y III" **VIZA234216**, y al proyecto "PE Olivera I y III" **VD00261-25A**:

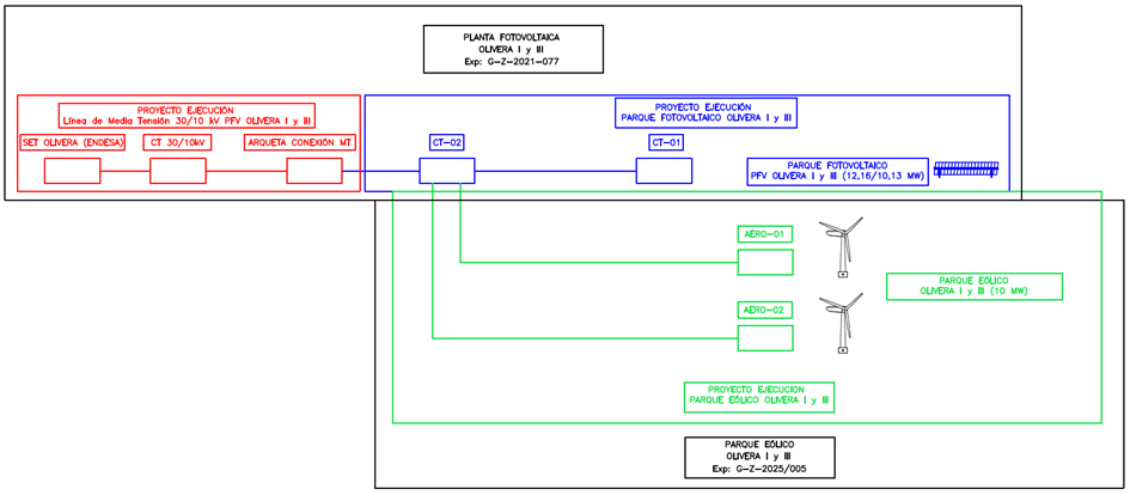


Figura 1. Esquema Previo al Desarrollo de la Instalación de Almacenamiento "BESS OLIVERA I y III".

Esquema de conexión y evacuación **POSTERIOR** al desarrollo de la instalación de almacenamiento "BESS OLIVERA I y III". Como se muestra en el esquema, el Centro de Seccionamiento BESS OLIVERA I y III y las modificaciones necesarias en los tramos finales de las líneas de evacuación del "Parque Fotovoltaico OLIVERA I y III" y del "Parque Eólico OLIVERA I y III" quedan definidas en el nuevo proyecto "Actualizaciones Asociadas a la Instalación de Almacenamiento BESS OLIVERA I y III":

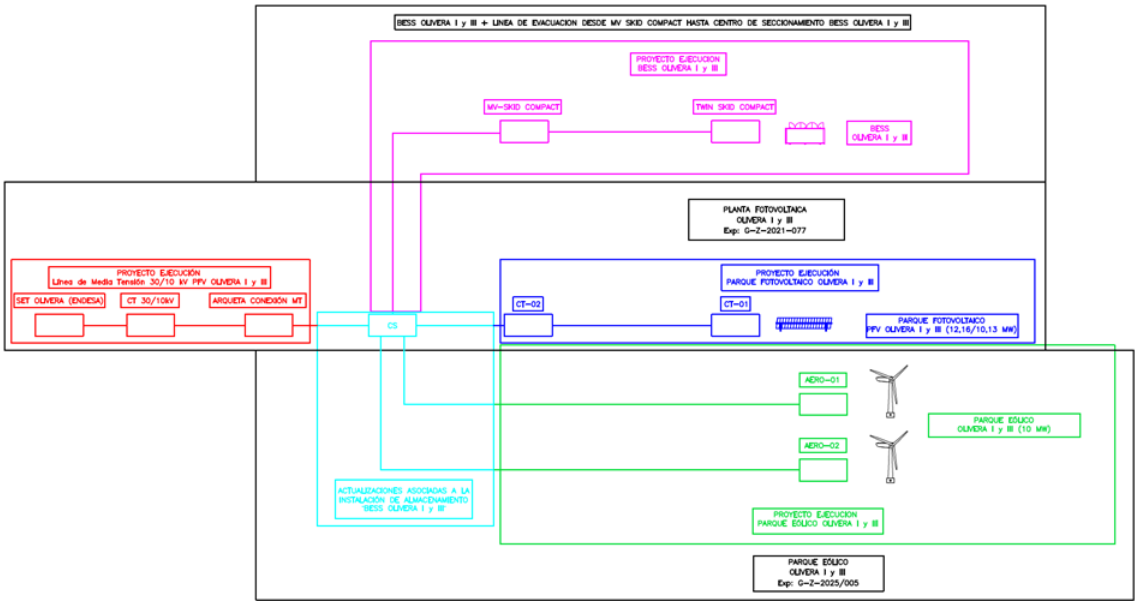


Figura 2. Esquema Posterior al Desarrollo de la Instalación de Almacenamiento "BESS OLIVERA I y III".

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº: VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

El sistema de baterías de almacenamiento de energía, objeto de este proyecto, no modifica en modo alguno la capacidad de generación del PFV "OLIVERA I y III", ni del PE "OLIVERA I y III", por lo que no modifica la potencia máxima de salida ya autorizada, sino que debe entenderse como un conjunto de equipos complementarios y funcionales a la Planta Fotovoltaica y al Parque Eólico OLIVERA I y III, objetos de otros proyectos, para permitir la ejecución de algunos servicios importantes para el sistema eléctrico al que están conectadas dichas plantas.

La evacuación de la energía generada por la hibridación de las tres tecnologías, fotovoltaica, eólica y, la del objeto de este proyecto, de almacenamiento, se realiza mediante el centro de seccionamiento "CS BESS OLIVERA I y III", a 30 kV hasta la Subestación eléctrica transformadora "SET OLIVERA 45/10kV" propiedad de E-Distribución. Este centro de seccionamiento permitirá que se lleve a cabo la mencionada evacuación del conjunto del sistema hasta el punto de conexión con la red de distribución de la compañía eléctrica Endesa Distribución Eléctrica en la subestación SET OLIVERA.

4.1. DEFINICIÓN DE POTENCIA INSTALADA DEL PROYECTO

Según lo indicado en el **Real Decreto 997/2025, de 5 de noviembre**, tenemos las siguientes definiciones:

Artículo 5. *Definición de potencia instalada a efectos de autorización administrativa.*

1. *Con carácter general, la potencia instalada de un módulo de generación de electricidad será la potencia activa máxima que puede alcanzar dicho módulo y vendrá determinada por la menor de las potencias instaladas del grupo motor, turbina, alternador, panel fotovoltaico, transformador, inversor o convertidor instalados en serie que integren el módulo. La potencia instalada de cada uno de los elementos antes señalados será la máxima de las especificadas en las placas de características.*
   Cuando el módulo esté configurado por varios motores o varias turbinas o varios alternadores o varios paneles fotovoltaicos o varios transformadores o varios inversores o varios convertidores conectados en paralelo, deberán sumarse las potencias especificadas en las placas de características de aquellos elementos que se encuentren en paralelo. Una vez sumadas se aplicará la definición del párrafo anterior. En el caso de que las potencias no se indiquen en potencia activa se aplicará un factor de potencia igual a la unidad, y en todo caso, para determinar la potencia activa máxima de un transformador se aplicará un factor de potencia igual a la unidad.

2. *En el caso de paneles fotovoltaicos bifaciales, la potencia instalada del panel será 1,15 veces la potencia de la cara frontal medida en condiciones estándar.*

3. *La potencia instalada de un módulo de almacenamiento electroquímico será la menor de entre las siguientes:*

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO: VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

a. La suma de las potencias activas máximas unitarias de las celdas de las baterías que configuran dicho módulo.

b. La potencia activa máxima del inversor o, en su caso, la suma de las potencias activas máximas de los inversores que configuran dicho módulo.

c. La potencia activa máxima del transformador o, en su caso, la suma de las potencias activas máximas de los transformadores que configuran dicho módulo si estos se encontrasen conectados en paralelo. Para determinar la potencia activa máxima de un transformador se aplicará un factor de potencia igual a la unidad.

4. La potencia instalada de una instalación será la menor entre:

a. La suma de la potencia instalada de cada uno de los módulos de generación de electricidad y de los módulos de almacenamiento electroquímico que la componen. Cuando uno o varios de los módulos de generación de electricidad y/o uno o varios de los módulos de almacenamiento electroquímico que integren la instalación se conecten a través de un mismo inversor o conjunto de inversores comunes, la potencia instalada de dicho conjunto de módulos será la menor de las siguientes:

1) La suma de la potencia instalada de dichos módulos conectados al mismo inversor o conjunto de inversores comunes.

2) La suma de la potencia instalada de sus inversores comunes.

Del mismo modo, cuando uno o varios de los módulos de generación de electricidad y/o uno o varios de los módulos de almacenamiento electroquímico que integren la instalación se conecten a la red a través de un mismo transformador de potencia o del mismo conjunto de transformadores de potencia, la potencia instalada de dicho conjunto de módulos será la menor de las siguientes:

1) La suma de la potencia instalada de dichos módulos.

2) La suma de la potencia instalada de sus inversores comunes.

3) La potencia activa máxima del transformador de potencia. Para determinar la potencia activa máxima de un transformador se aplicará un factor de potencia igual a la unidad.

b. La potencia activa máxima del transformador común de la instalación, o, en su caso, la suma de las potencias activas máximas del conjunto de transformadores comunes conectados en paralelo. Se entenderá que un transformador es común de la instalación o, en su caso, que varios transformadores conectados en paralelo son comunes de la misma cuando la evacuación de la energía eléctrica generada por la instalación se realiza a través de dicho transformador o conjunto de transformadores en paralelo. Para determinar la potencia activa máxima de un transformador se aplicará un factor de potencia igual a la unidad.

5. La potencia máxima de un inversor o de un convertidor será la máxima potencia activa que este es capaz de producir en régimen permanente. No se tendrán en cuenta a estos

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO: VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

efectos las limitaciones de potencia activa que puedan aplicarse al inversor o convertidor mediante firmware u otros sistemas de control programables/modulables.
En todo caso, cuando aplicando lo anterior resulten distintos valores de potencia máxima del inversor o convertidor en función del rango o valor de temperatura a la que este opere, se tomará como potencia máxima el valor del mismo a 40 °C, salvo que las especificaciones del fabricante no proporcionen valores de potencia máxima a esa temperatura, en cuyo caso se tomará como potencia máxima el valor que resulte conocido a la temperatura inmediatamente inferior a la anteriormente señalada.
No obstante, en los casos en los que la limitación de potencia activa haya sido realizada por el fabricante del inversor, convertidor o aerogenerador y se disponga de un documento firmado por este que acredite dicha limitación identificando el inversor, convertidor o aerogenerador con el modelo, fabricante y proyecto asignado o número de serie, la potencia máxima del inversor, convertidor o aerogenerador será la que figure en dicho documento"

En la instalación de almacenamiento BESS OLIVERA I y III, objeto de este proyecto, encontramos los siguientes elementos instalados:

- Nueve (9) contenedores que incluyen las cabinas de baterías de almacenamiento con una capacidad instalada de 5.015 kWh, con una capacidad de carga/descarga de 2h, siendo la potencia unitaria de la misma de 2.507,5 kW, y por tanto un total de potencia de la instalación de 22.567,5 kW y una capacidad de 45.135 kWh.
- Un (1) TWIN Skid Compact formado por:
  - Dos (2) PCS de 4,010 MW de potencia nominal.
  - Un (1) centro de transformación, que incluye los dispositivos necesarios para la conversión de baja tensión a media tensión, dotados cada uno de un (1) transformador de potencia máxima de 8020 kVA con relación de transformación 30 kV /630 V.
- Un (1) MV Skid Compact formado cada uno por:
  - Un (1) PCS de 4,010 MW de potencia nominal.
  - Un (1) centro de transformación, que incluye los dispositivos necesarios para la conversión de baja tensión a media tensión, dotados cada uno de un (1) transformador de potencia máxima de 4010 kVA con relación de transformación 30 kV /630 V.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº: VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

Teniendo en cuenta estas definiciones, se pueden observar las potencias de la instalación de hibridación objeto de este proyecto en la siguiente tabla resumen:

INSTALACIÓN	POTENCIA PICO (MW)	POTENCIA INSTALADA (MW)	POTENCIA POI (MW)
PFV OLIVERA I y III	12,159	10,125	9,3
PE OLIVERA I y III	-	10,000	9,3
BESS OLIVERA I y III	-	12,030	9,3
HIBRIDACIÓN OLIVERA I y III (PFV + PE + BESS)	-	**32,155**	9,3

Tabla 1. Potencia instalada del proyecto.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº: VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

5. ALCANCE

El alcance del proyecto vendrá dado por la instalación de contenedores de baterías almacenamiento/vertido, la transformación de la corriente de continua (CC) en alterna (CA), la elevación de la tensión hasta niveles de 30 kV y la línea subterránea en esta tensión que enlazará la Planta de almacenamiento con el Centro de Seccionamiento BESS OLIVERA I y III, objeto de otro proyecto, a 30 kV.

Son objeto del presente Proyecto los siguientes elementos principales correspondientes a los distintos bloques del "BESS OLIVERA I y III":

INFRAESTRUCTURA DE ALMACENAMIENTO

- Power Conversion System (PCS).
- Baterías de almacenamiento (ESS).
- Conexión con el sistema de MT

INFRAESTRUCTURA DE CONVERSIÓN A MT

- Transformadores de MT.
- Celdas de distribución (RMU).
- Conexión con el sistema de LV (baterías).
- EMS.

OBRA CIVIL

- Vial de acceso a los equipos del sistema de baterías.
- Explanación para implantación de los contenedores, PCS y centros de transformación.
- Zanjas para el cableado de baja y media tensión del Sistema de Baterías.
- Cimentaciones para el sistema de baterías y PCS.
- Vallado externo.

INFRAESTRUCTURA ELÉCTRICA BESS

- Aparamenta de Media Tensión (Incluidas en Twin Skin Compact).
- Conexión entre los distintos equipos de baterías entre sí y con los equipos externos (SET).
- Sistema de servicios auxiliares.
- Sistema de control y comunicaciones
- Red de tierras y seguridad perimetral.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº: VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

COMPONENTES DE RESPALDO DE RED

Algunos equipos necesitan grupo diesel en caso de requerida black start. Se conecta directamente a través de un ATS a cuadro de BT. Podemos considerar, aunque sea en descripción el grupo diesel, de unas 100kVA.

Todas las obras que aquí se definen, se proyectan adaptándose a los Reglamentos Técnicos vigentes y demás normas reguladoras de este tipo de instalaciones, en particular al 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, y al 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.

Con la presente documentación se pretende describir las características básicas a las que habrán de ajustarse las instalaciones eléctricas descritas, siempre de acuerdo con lo que señalan los vigentes reglamentos que se refieren a este tipo de instalaciones.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº: VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

6. NORMATIVA LEGAL APLICABLE

Para la elaboración del presente proyecto se han tenido en cuenta los reglamentos, normas e instrucciones técnicas siguientes en su edición vigente:

INSTALACIONES ELÉCTRICAS

- Real Decreto 48/2020, de 31 de marzo, por el que se regulan los procedimientos de autorización administrativa de las instalaciones de producción, transporte y distribución de energía eléctrica
- RD 413/2014 de 6 junio. (regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos)
- 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.
- Orden ITC/2794/2007, de 27 septiembre, por la que se revisan las tarifas eléctricas a partir del 1 de octubre de 2007.
- Real Decreto 2019/1997, de 26 de diciembre, por el que se organiza y regula el mercado de producción de energía eléctrica.
- Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23.
- Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09.
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Complementarias, aprobado por R.D. 842/2002, de 2 de agosto.
- Ley 54/1997, de 27 de diciembre, del sector eléctrico.
- Ley 17/2007, de 4 de julio, por la que se modifica la Ley 54/1997, de 27 de noviembre, del Sector Eléctrico, para adaptarla a lo dispuesto en la Directiva 2003/54/CE, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 26 de junio de 2003, sobre normas comunes para el mercado interior de la electricidad.
- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.
- Real Decreto - Ley 6/2009, de 30 de abril, por la que se adoptan determinadas medidas en el Sector Energético y se aprueba el Bono Social.
- Instrucciones y Normas Técnicas de la compañía distribuidora de electricidad de la zona.
- MT 2.03.20 “Normas particulares para instalaciones de alta tensión (hasta 30kV) y baja tensión”.
- MT 2.00.03 Normativa particular para instalaciones de clientes en AT
- MT 2.80.12 Especificaciones particulares para las instalaciones de enlace.
- Ministerio de Industria y Energía. Orden de 5 de septiembre de 1985 por la que se establecen normas administrativas y técnicas para el funcionamiento y conexión a

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº: VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

las redes eléctricas de centrales hidroeléctricas de hasta 5.000 kVA y centrales de Autogeneración eléctrica.

- Real Decreto 198/2010 de 26 de febrero, por el que se adaptan determinadas disposiciones relativas al sector eléctrico a lo dispuesto en la Ley 25/2009, de modificación de diversas leyes para su adaptación a la ley de libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio.
- Real Decreto 1110/2007 de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Unificado de Puntos de Medida en el Sistema Eléctrico.
- Real Decreto 15/2018, del 5 de octubre, de medidas urgentes para la transición energética y la protección de los consumidores
- Real Decreto 1544/2011 sobre tarifas de acceso a productores, en régimen ordinario y especial.
- Real Decreto-Ley 2/2013 de 1 de febrero de medidas urgentes en el sistema eléctrico y en el sector financiero
- Ley 24/2013 de 26 de diciembre del Sector Eléctrico
- Orden TEC/1281/2019, de 19 de diciembre, por la que se aprueban las instrucciones técnicas complementarias al Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.
- R.D. 1066/2001, de 28 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento que establece condiciones de protección del dominio público radioeléctrico, restricciones a las emisiones radioeléctricas y medidas de protección sanitaria frente a emisiones radioeléctricas. (exceptuando los Capítulos II, IV, V y el anexo I derogados por el Real Decreto 123/2017).
- Real Decreto 123/2017, de 24 de febrero, por el que se aprueba el Reglamento sobre el uso del dominio público radioeléctrico.
- R. D. 1367/2007, de 19 de octubre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas.
- Real Decreto 436/2004 de 12 de marzo, por el que se establecen la metodología para la actualización y sistematización del régimen jurídico y económico de la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial, en los capítulos y artículos no derogados por el R.D. 661/2007.
- 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.
- Normas y Recomendaciones de la Compañía Suministradora en general.
- Ley 17/2007, Adaptación del SECTOR ELÉCTRICO a la Directiva 2003/54/CE (26/06/2003). “Normas comunes para el mercado interior de la electricidad”.
- IEEE Guide for Safety in AC Substation Grounding.
- Normativa IEC que sea de aplicación.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

OBRA CIVIL Y ESTRUCTURAS

- R.D. 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- PG 3-4/88 y sus revisiones del Ministerio de Fomento.
- Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural.
- Real Decreto 256/2016, de 10 de junio, por el que se aprueba la instrucción para la recepción de cementos (RC-16).
- Ley 38/1999 de 5 de noviembre, de Ordenación de la Edificación.
- Normas Tecnológicas de la Edificación que sean de aplicación.

VARIOS

- O.C. 300/89 P y P, de 20 de marzo, sobre "Señalizaciones de Obras" y consideraciones sobre "Limpieza y Terminación de las obras".
- Real Decreto 164/2025, de 4 de marzo, por el que se aprueba el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales.
- Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de residuos de construcción y demolición
- Ley 31/1995 de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Ley 54/2003, de 24 de marzo, por la que se reforma el marco normativo de la prevención de riesgos laborables.
- Nota de servicio 2/2016. Instrucciones para la emisión de los informes preceptivos y vinculantes relativos a solicitudes de autorización de transportes especiales a los que hace referencia el artículo 108.3 del reglamento general de carreteras.

NORMATIVA AMBIENTAL

- Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental.
- Ley 6/2010, de 24 de marzo, de modificación del texto refundido de la Ley de Evaluación de Impacto Ambiental de proyectos, aprobado por el Real Decreto Legislativo 1/2008, de 11 de enero.
- Real Decreto 1432/2008, de 29 de agosto, por el que se establecen medidas para la protección de la avifauna contra la colisión y electrocución en líneas eléctricas de alta tensión.
- Ley 6/2010, de 24 de marzo, de modificación del texto refundido de la Ley de Evaluación de Impacto Ambiental de proyectos, aprobado por el Real Decreto Legislativo 1/2008, de 11 de enero.

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

Salvo que se trate de prescripciones cuyo cumplimiento esté obligado por la vigente legislación, en caso de discrepancia entre el contenido de los documentos mencionados, se aplicará el

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº: VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

criterio correspondiente al que tenga fecha de aprobación posterior. Con idéntica salvedad, será de aplicación preferente, respecto de los anteriores documentos, lo expresado en el Pliego de Condiciones Técnicas Particulares.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja
con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº: VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

7. DESCRIPCIÓN DEL BESS

7.1. EMPLAZAMIENTO DE LAS INSTALACIONES

El Sistema de Almacenamiento Energético está ubicado dentro del vallado de la planta fotovoltaica PFV OLIVERA I y III, en el término municipal de Zaragoza y más concretamente en la parcela catastral Nº02 del polígono Nº72.



Figura 3. Emplazamiento de las instalaciones.

Cabe destacar, que el vial de acceso es un vial ya existente al PFV OLIVERA I y III y que será compartido por la planta de almacenamiento "BESS OLIVERA I y III".

A continuación, se muestran las coordenadas UTM del centro geométrico de la explanación para la planta de almacenamiento energético:

COORDENADAS UTM PLANTA (HUSO 30 - ETRS89)	
X_{UTM}	Y_{UTM}
684.768	4.604.454

Tabla 2. Coordenadas del centro geométrico de la explanación.

La planta del recinto donde se alojarán los equipos de baterías dispondrá de una plataforma con una superficie total de 2.346 m^2 y un vallado exterior a su alrededor de 199 m.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº: VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

Las coordenadas UTM del vallado perimetral se muestran a continuación:

VÉRTICE	COORDENADAS VALLADO BESS (HUSO 30 - ETRS89)	
	X_{UTM}	Y_{UTM}
V-1	684.732	4.604.448
V-2	684.756	4.604.475
V-3	684.799	4.604.479
V-4	684.798	4.604.449
V-5	684.785	4.604.446
V-6	684.762	4.604.420

Tabla 3. Coordenadas del vallado perimetral de la instalación.

7.2. ADECUACIÓN DEL PROYECTO AL PLANTEAMIENTO URBANÍSTICO

El sistema de baterías de almacenamiento de energía "BESS OLIVERA I y III" se ubica dentro del término municipal de Zaragoza. Este municipio cuenta con plan general de ordenación urbana (P.G.O.U.), así como unas normas subsidiarias vigentes desde el año 2001 (refundido 2024).

El análisis previo de las áreas seleccionadas para la construcción de la instalación indica, según indica el Plan General de Ordenación Urbana de Zaragoza del 2024, que se encuentran en un suelo clasificado como Suelo Estepario (SNU E).

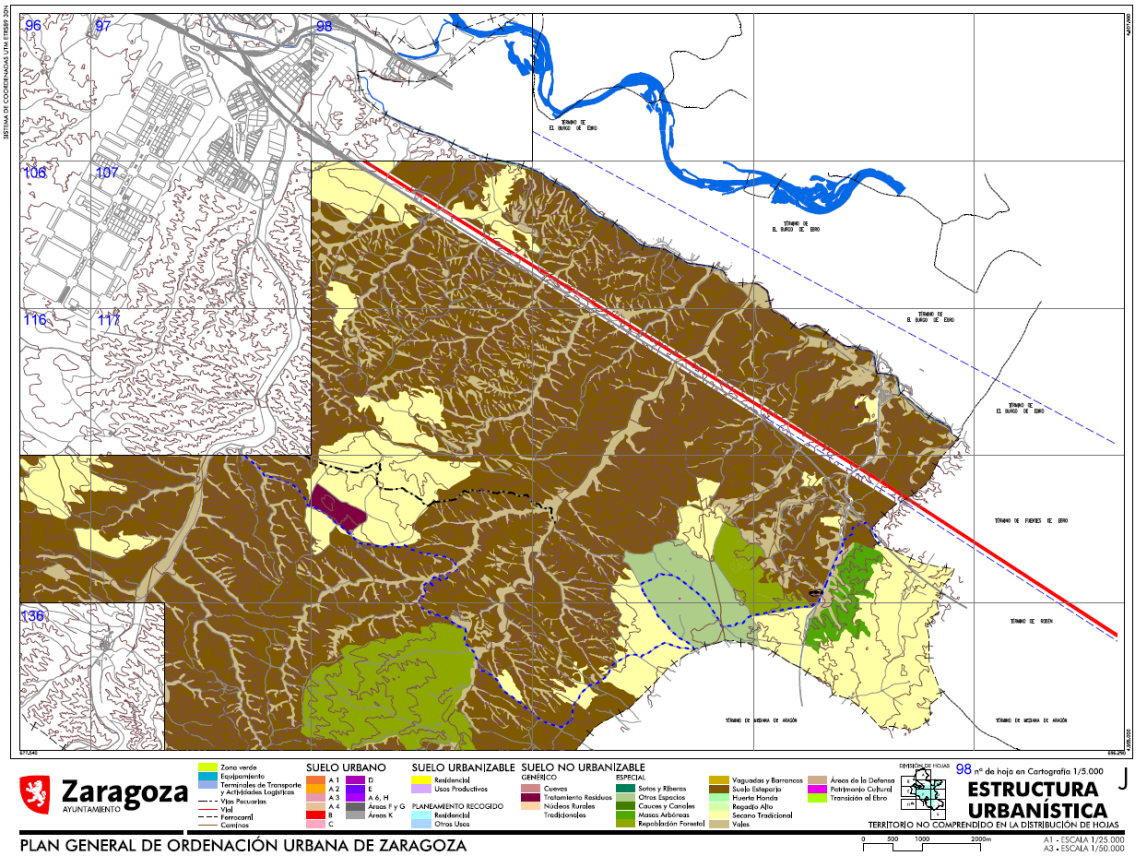
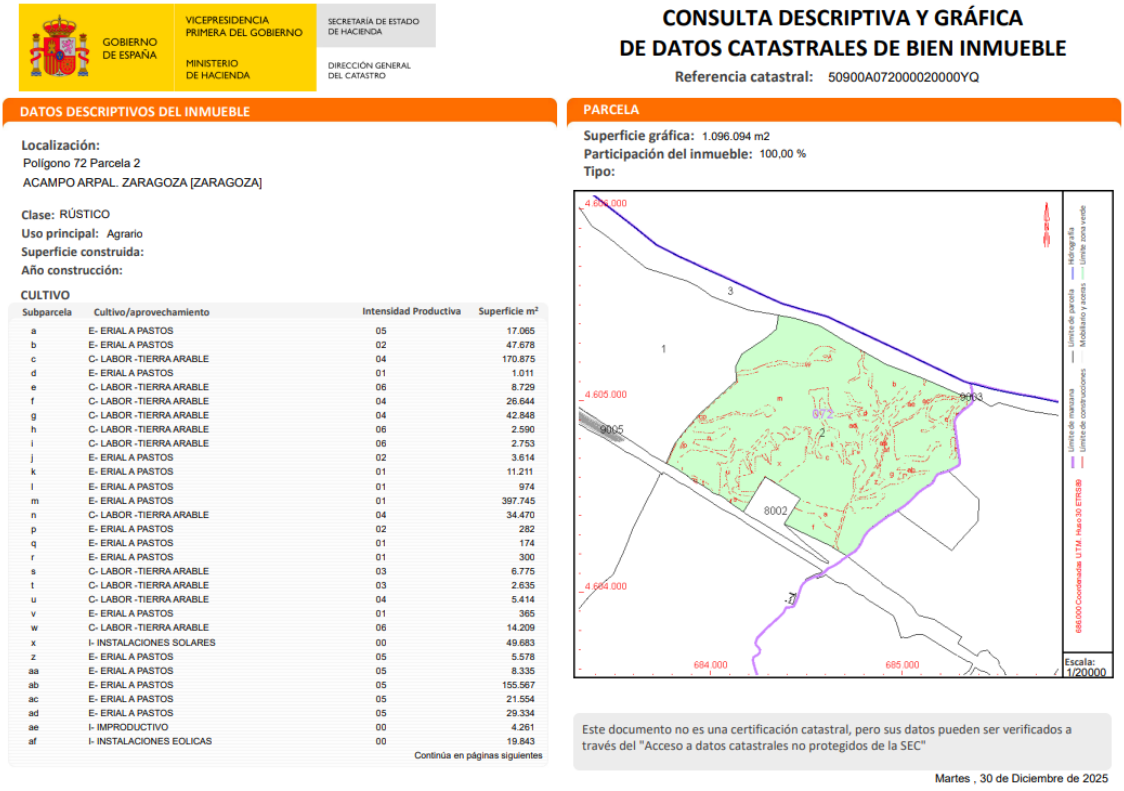


Figura 4. Plan General de Ordenación Urbana.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

A continuación, se muestra el certificado catastral de la parcela sobre la que se sitúa el punto medio de la instalación es el siguiente:



GOBIERNO DE ESPAÑA — VICEPRESIDENCIA PRIMERA DEL GOBIERNO — MINISTERIO DE HACIENDA — SECRETARÍA DE ESTADO DE HACIENDA — DIRECCIÓN GENERAL DEL CATASTRO

CONSULTA DESCRIPTIVA Y GRÁFICA DE DATOS CATASTRALES DE BIEN INMUEBLE

Referencia catastral: 50900A072000020000YQ

DATOS DESCRIPTIVOS DEL INMUEBLE

Localización:
Polígono 72 Parcela 2
ACAMPO ARPAL. ZARAGOZA [ZARAGOZA]

Clase: RÚSTICO
Uso principal: Agrario
Superficie construida:
Año construcción:

CULTIVO

Subparcela	Cultivo/aprovechamiento	Intensidad Productiva	Superficie m²
a	E- ERIAL A PASTOS	05	17.065
b	E- ERIAL A PASTOS	02	47.678
c	C- LABOR -TIERRA ARABLE	04	170.875
d	E- ERIAL A PASTOS	01	1.011
e	C- LABOR -TIERRA ARABLE	06	8.729
f	C- LABOR -TIERRA ARABLE	04	26.644
g	C- LABOR -TIERRA ARABLE	04	42.848
h	C- LABOR -TIERRA ARABLE	06	2.590
i	C- LABOR -TIERRA ARABLE	06	2.753
j	E- ERIAL A PASTOS	02	3.614
k	E- ERIAL A PASTOS	01	11.211
l	E- ERIAL A PASTOS	01	974
m	E- ERIAL A PASTOS	01	397.745
n	C- LABOR -TIERRA ARABLE	04	34.470
p	E- ERIAL A PASTOS	02	282
q	E- ERIAL A PASTOS	01	174
r	E- ERIAL A PASTOS	01	300
s	C- LABOR -TIERRA ARABLE	03	6.775
t	C- LABOR -TIERRA ARABLE	03	2.635
u	C- LABOR -TIERRA ARABLE	04	5.414
v	E- ERIAL A PASTOS	01	365
w	C- LABOR -TIERRA ARABLE	06	14.209
x	I- INSTALACIONES SOLARES	00	49.683
z	E- ERIAL A PASTOS	05	5.578
aa	E- ERIAL A PASTOS	05	8.335
ab	E- ERIAL A PASTOS	05	155.567
ac	E- ERIAL A PASTOS	05	21.554
ad	E- ERIAL A PASTOS	05	29.334
ae	I- IMPRODUCTIVO	00	4.261
af	I- INSTALACIONES EOLICAS	00	19.843

Continúa en páginas siguientes

PARCELA

Superficie gráfica: 1.096.094 m2
Participación del inmueble: 100,00 %
Tipo:

Este documento no es una certificación catastral, pero sus datos pueden ser verificados a través del "Acceso a datos catastrales no protegidos de la SEC"

Martes , 30 de Diciembre de 2025

Figura 5. Certificado catastral de la parcela.

7.3. RESUMEN DE LA INSTALACIÓN

La instalación consiste en un sistema de almacenamiento integrado principalmente por un conjunto de baterías, sus PCS correspondientes y los centros de transformación que elevan la tensión a los 30 kV.

Las baterías tendrán una capacidad de almacenamiento de 45,135 MWh (2h), mientras que los PCS tendrán una potencia de 4,010 MW (3 x 4,010 MW = 12,030 MW).

El PPC maestro controlará que la potencias en el POI (Punto de Interconexión) nunca exceda la capacidad de acceso otorgada de 9,3 MW o la que en cada momento pueda consignar el CECRE (Centro de Control de Energías Renovables de REE).

De la instalación de almacenamiento se evacuará la energía mediante una línea subterránea en 30 kV hasta el “CS BESS OLIVERA I y III”, objeto de otro proyecto.

La eficiencia creciente de este tipo de sistemas y su flexibilidad está impulsando al mercado a su instalación para mejorar la gestionabilidad de un sistema eléctrico con creciente proporción de energía generada con fuentes de energías renovables.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO: VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

Almacenar energía cuando existe mayor producción e inyectarla en la red en momentos de mayor demanda es una de las aplicaciones que más beneficiarían al sistema, especialmente a futuro, cuando la penetración de renovables vaya en aumento.

Con base a lo anterior, se presentan las características más importantes de la planta de almacenamiento de baterías "BESS OLIVERA I y III", su infraestructura de evacuación hasta el "CS BESS OLIVERA I y III", objeto de otro proyecto.

Cabe destacar que los equipos seleccionados podrán ser modificados por equipos similares aprovechando las ventajas tecnológicas existentes en el mercado una vez el proyecto esté listo para iniciar construcción.

Estas características se muestran en mayor detalle en la sección dedicada a cada elemento en el *Anexo 5 Fichas Técnicas.*

A continuación, se muestra una tabla con las principales características de los equipos que conforman la Instalación de Almacenamiento "BESS OLIVERA I y III".

INSTALACIÓN ALMACENAMIENTO "BESS OLIVERA I y III"	
PROMOTOR	ENERLAND GENERACIÓN SOLAR 14, S.L.
EMPLAZAMIENTO (CENTRO GEOMETRICO DEL RECINTO)	X=684.768 Y=4.604.454 ETRS 89 HUSO 30
CAPACIDAD INSTALADA	45,135 MWh
POTENCIA NOMINAL INSTALADA DE BATERÍAS	22,568 MW
POTENCIA NOMINAL DE PCS	12,030 MW
BATERIAS	
FABRICANTE Y MODELO	BLOCK 5.016MWh US (HITHIUM)
TIPO DE BATERIA	Litio Ferrofosfato (LFP)
VOLTAJE DC	1.331,2 V
VOLTAJE AC	400 V
RANGO DE VOLTAJE	1.040 V - 1.500 V
CAPACIDAD	5,015 MWh
NUMERO DE EQUIPOS	9
CAPACIDAD TOTAL INSTALADA	45,135 MWh (9x5,015 MWh)
PCS	
FABRICANTE Y MODELO	FP4010K (POWER ELECTRONICS)
POTENCIA @40°C SALIDA CA	4.010 KW
POTENCIA @50°C SALIDA CA	3.720 KW
CORRIENTE MÁXIMA DE SALIDA CA (A) @40°C	3.674 A
VOLTAJE DC	891 V-1500 V
VOLTAJE AC	630 V

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº: VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

NÚMERO DE PCS	3
POTENCIA TOTAL DE LOS PCS DE LA PLANTA	12,030 MW
TRANSFORMADORES	
MV SKID COMPACT	
FABRICANTE Y MODELO	MV SKID COMPACT 4010K kVAs (POWER ELECTRONICS)
POTENCIA NOMINAL	4010 kVAs @ 40ºC
RELACIÓN TRANSFORMACIÓN	30 KV / 630 V
NÚMERO TRANSFORMADORES	1
TWIN SKID COMPACT	
FABRICANTE Y MODELO	TWIN SKID COMPACT 8020K kVAs (POWER ELECTRONICS)
POTENCIA NOMINAL	8020 kVAs @ 40ºC
RELACIÓN TRANSFORMACIÓN	30 KV / 630 V
NÚMERO TRANSFORMADORES	1
CABLEADO BT	
CABLEADO CC (BT)	AL-XZ1 de aluminio 2x(1x95mm^2)
LÍNEA DE EVACUACIÓN MT (30 kV)	
ORIGEN-DESTINO	**TWIN SKID COMPACT 1 – MV SKID COMPACT 1**
TIPO DE LÍNEA	Subterránea
CABLEADO CA (MT)	Al XLPE RHZ1 18/30 kV 3x(1x240mm^2 Al)
NIVEL DE TENSIÓN	30kV
LONGITUD LÍNEA	16 m
ORIGEN-DESTINO	**MV SKID COMPACT 1 – CS BESS OLIVERA I y III**
TIPO DE LÍNEA	Subterránea
CABLEADO CA (MT)	Al XLPE RHZ1 18/30 kV 3x(1x240mm^2 Al)
NIVEL DE TENSIÓ7	30kV
LONGITUD LÍNEA	36 m
ORIGEN-DESTINO	**CS BESS OLIVERA I y III – TWIN SKID COMPACT 1**
TIPO DE LÍNEA	Subterránea (conexión en anillo)
CABLEADO CA (MT)	Al XLPE RHZ1 18/30 kV 3x(1x240mm^2 Al)
NIVEL DE TENSIÓN	30kV
LONGITUD LÍNEA	48 m
LINEA SSAA MT (30kV)	
ORIGEN-DESTINO	**TRAFO REFRIGERACIÓN – CELDA SSAA EN CS BESS OLIVERA I y III**
TIPO DE LÍNEA	Subterránea
CABLEADO CA (MT)	Al XLPE RHZ1 18/30 kV 3x(1x95mm^2 Al)
NIVEL DE TENSIÓN	30kV
LONGITUD LÍNEA	65 m

Tabla 4. Características principales de la instalación.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº: VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

7.4. DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES

Tal y como se ha mencionado anteriormente se proyecta la instalación de un sistema de almacenamiento energético con capacidad de 45,135 MWh instalados en el municipio de Zaragoza.

La conexión con la red de distribución se realizará conectando previamente la instalación de almacenamiento al CS BESS OLIVERA I y III, objeto de otro proyecto, situado en el mismo término municipal, mediante una línea de evacuación soterrada en 30 kV de 36 metros.

Los equipos eléctricos indicados a continuación, así como las principales características de los mismos, se encuentran detallados en el esquema unifilar y el plano de planta de la instalación, ambos incluidos en el Documento 2 Planos del presente proyecto.

El sistema de baterías de almacenamiento de energía de 22,568 MW/45,135 MWh (2h) que se pretende instalar y conectar al sistema de 30 kV del CS BESS OLIVERA I y III está formado por:

- Sistema de Baterías (ESS)
- Equipos para la conversión de CC en CA. (PCS)
- Transformadores BT/MT. (Twin Skid Compact)
- Equipos de maniobra y protección.
- Sistema de refrigeración y Servicios Auxiliares.
- Sistema de Control.

Estos elementos se encuentran distribuidos de la siguiente forma:

- Nueve (9) Contenedores que incluyen la cabina de baterías de almacenamiento con capacidad instalada de 45,135 MWh.
- 1 MV Skid Compact formado por:
    - 1 PCS de 4,010 MW de potencia nominal.
    - 1 centro de transformación, que incluye los dispositivos necesarios para la conversión de baja tensión a media tensión, dotado de un (1) transformador de potencia máxima de 4.010 kVA con relación de transformación 630 V/30 kV.
- 1 TWIN Skid Compact formado por:
    - 2 PCS de 4,010 MW de potencia nominal.
    - 1 centro de transformación, que incluye los dispositivos necesarios para la conversión de baja tensión a media tensión, dotado de un (1) transformador de potencia máxima de 8.020 kVA con relación de transformación 630 V/30 kV.

La refrigeración y servicios auxiliares se alimentan en BT cada uno de los contenedores de Baterías, a través de un transformador MT/BT conectado en el lado de MT a la celda de

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº: VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

protección del CS BESS OLIVERA I y III, objeto de otro proyecto. El transformador de 400 kVA tiene relación de transformación 30.000/400 V y un grupo de conexión Dyn.

La potencia mínima técnica de la planta se corresponde con la potencia de los servicios auxiliares y se estima en 39 kW / contenedor de baterías.

Los equipos de la planta de almacenamiento serán de tipo container de forma que todos los equipos que conforman cada tipo de módulo se alojan en contenedores de dimensiones estandarizadas, equipados con todos los sistemas de protección y acondicionamiento reglamentarios.

Todos los equipos dispondrán de todos los sistemas de acondicionamiento (sistemas de iluminación, anti-intrusión, detección de incendios, sistema anti-incendios, ventilación normal y forzada, aire acondicionado, puesta a tierra, etc.) perfectamente dimensionados para garantizar las mejores condiciones ambientales y el correcto funcionamiento de cada uno de ellos.

Los equipos presentarán una estructura de acero independiente. Las dimensiones dependen del proveedor de las mismas. Siempre se debe cumplir la distancia entre superficies eléctricas y entre contenedores, según la normativa aplicable e indicaciones del fabricante.

Los equipos serán herméticos para evitar la entrada de agua o aire y capaces de resistir altas temperaturas e incluso llama directa. Por otra parte, dispondrán las puertas para permitir el acceso a los paneles y equipos internos para facilitar el mantenimiento.

Los materiales de construcción de los equipos (paredes, puertas, techo, suelo) serán resistentes al fuego y certificados como tal.

En los siguientes capítulos se describen las principales características del sistema, las cuales estarán sujetas a ligeras modificaciones en función del fabricante finalmente seleccionado.

7.5. INFRAESTRUCTURA DE ALMACENAMIENTO

Cada uno de los equipos que componen la infraestructura de almacenamiento se describen en los siguientes apartados.

Las baterías son dispositivos de corriente continua, de modo que el PCS bidireccional controla las baterías para cargarlas/descargarlas cuando sea necesario rectificando/invirtiendo la corriente para adaptarla a la señal de corriente alterna de la red a la que está conectada a través del transformador que eleva la tensión al valor requerido.

El sistema de almacenamiento de energía presenta, entre otros, los siguientes beneficios respecto al sistema eléctrico al que se interconecta:

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO: VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

- Respuesta ante cambios de frecuencia y/o tensión de la red
- Ayuda de integración de renovables en el sistema eléctrico
- Gestión de desvíos
- Desplazamiento de la curva de producción
- Aporte de potencia
- Mejora de la seguridad de suministro eléctrico

La tecnología de almacenamiento energético será de naturaleza electroquímica, siendo la unidad básica de almacenamiento la celda de Ion de Litio.

La estructura general de una infraestructura de almacenamiento de energía (BESS) de este tipo consiste en una serie de unidades de almacenamiento más pequeñas, en adelante, "unidades de almacenamiento" (ESS), conectadas en paralelo entre sí, y físicamente alojadas en armarios tipo rack. Cada ESS (también conocidas como Strings) estará compuesta, a su vez, por una serie de módulos normalizados conectados en serie que determinarán el voltaje nominal del módulo BESS. Estos módulos que forman cada ESS están a su vez constituidos por un conjunto de celdas de Ion de Litio que se combinan en configuraciones serie y paralelo para obtener los parámetros eléctricos del sistema de almacenamiento deseados.

Se instalarán baterías de almacenamiento integradas en un módulo compacto modelo ESS BLOCK-5015, del fabricante HITHIUM.

El equipo de baterías de almacenamiento está compuesto de un módulo de conexión para cableado AC y DC con otros equipos del BESS.

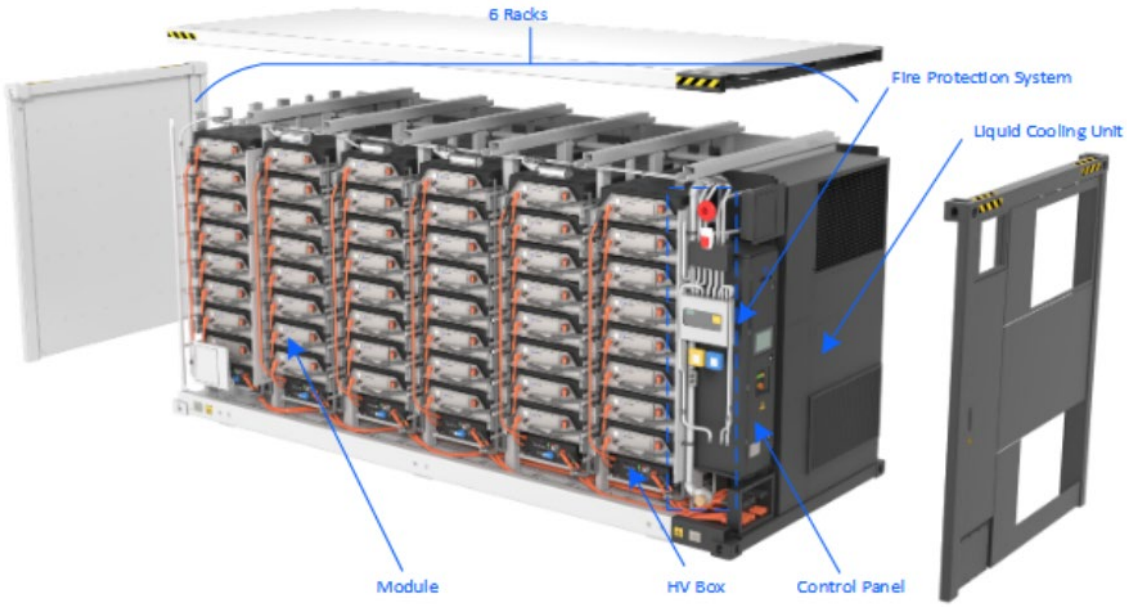


Figura 6. Equipo de baterías (EES Container).

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº: VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

El módulo ESS está compuesto principalmente por 104 celdas, barras colectoras de alta tensión (HV busbars), un dispositivo de ventilación, un fusible, un MSD, una placa de enfriamiento por líquido y una placa de medición de voltaje y temperatura (V-T).

Está configurado en una disposición 2P52S, formando un sistema de 166.4V / 628Ah, con una capacidad energética total de 104.5 kWh.

El módulo ESS se caracteriza por su:

- Alta densidad energética
- Amplio rango de temperatura operativa
- Larga vida útil
- Peso ligero
- Alto nivel de seguridad

Además, cuenta con un diseño modular que facilita su transporte, instalación y mantenimiento, como se muestra a continuación.

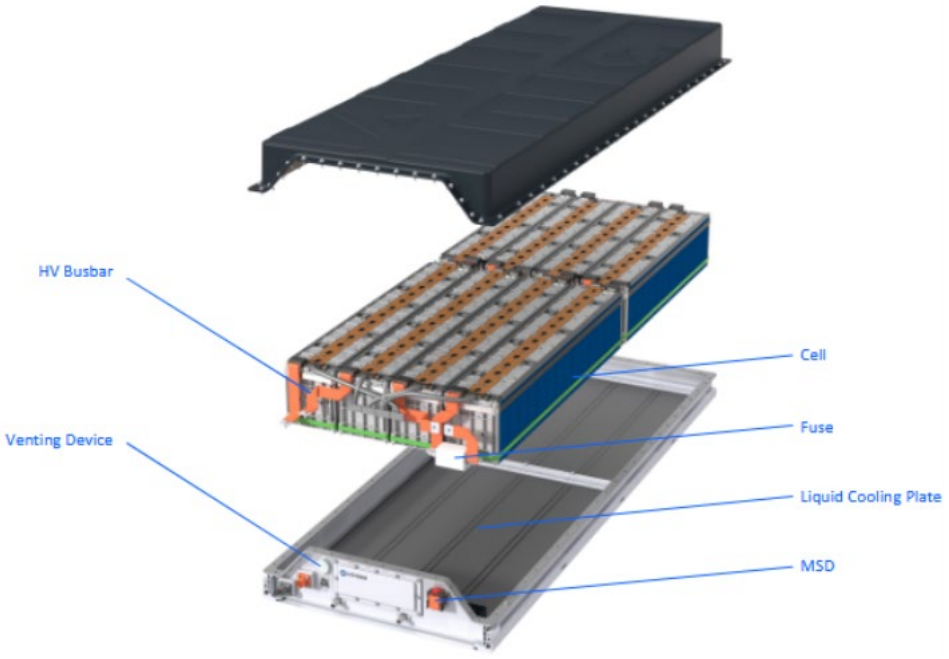


Figura 7. Módulo ESS.

La caja de alta tensión (HV) se encuentra en la parte inferior del rack e incluye la CBMU y las unidades eléctricas del circuito de alta tensión, que se encargan de gestionar y controlar cada rack.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº: VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

Está compuesta principalmente por:

- Conectores de alta tensión (HV)
- Interfaces de baja tensión (LV)
- Un seccionador

Como se muestra a continuación.

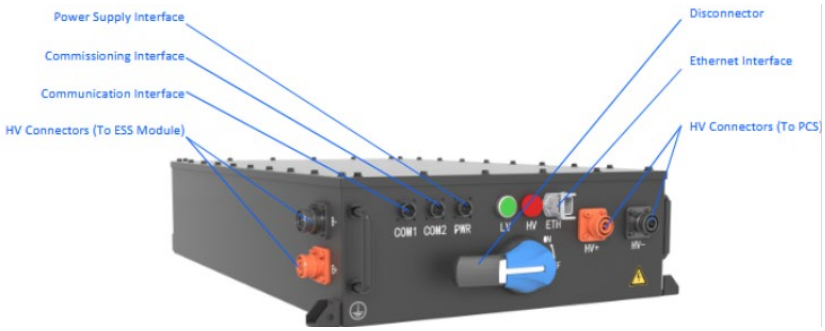


Figura 8. Caja HV.

El panel de control está integrado dentro del contenedor ESS. Este panel cumple funciones como el suministro de energía auxiliar, la comunicación principal y el control del sistema de alarma contra incendios.

Está compuesto principalmente por:

- Medidor de energía
- UPS y batería de UPS
- SBMU

Como se muestra a continuación.

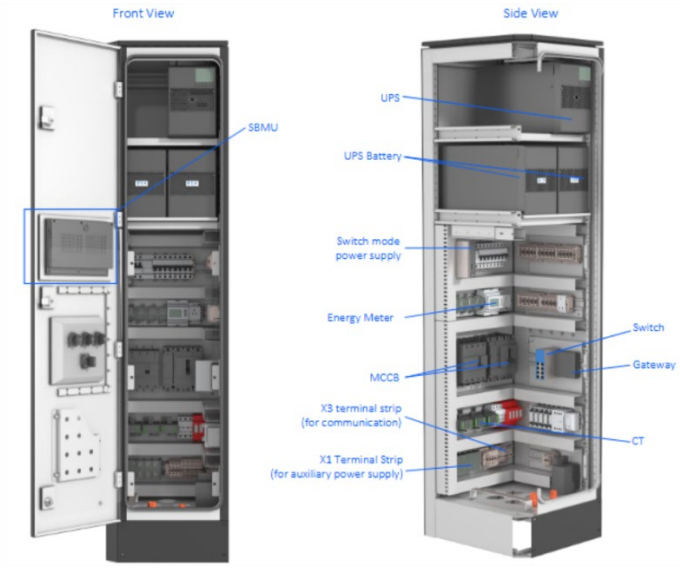


Figura 9. Panel de control.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº: VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

Cada ESS está formado por:

- Seis (6) rack de baterías, constituido, cada uno de ellos, por módulos de 8 celdas de baterías conectadas en serie. (8 x 6 x 104,5kWh = 5015KWh).
- Un (1) sistema de control para las baterías.
- Un (1) cuadro de alimentación de servicios auxiliares y distribución del container.
- Un (1) sistema de climatización.
- Un (1) sistema de detección y extinción de incendios.
- Un (1) sistema de detección de intrusiones.
- Iluminación normal y de emergencia.
- Puesta a tierra.

En el ***Anexo 5 Fichas Técnicas*** pueden consultarse las características más detalladas.

7.6. TWIN SKID COMPACT Y MV SKID COMPACT

El Twin Skid Compact es una solución prefabricada diseñada para plantas de almacenamiento a gran escala. Se trata de una estructuración compacta, construida típicamente en acero galvanizado de alta resistencia, que integra todos los componentes de media tensión junto con dos PCS (HEMK o PCSK), formando una instalación todo-en-uno lista para conectar. La configuración “plug & play” simplifica notablemente la conexión, reduciendo tiempos y recursos durante el montaje.

Basado en las especificaciones técnicas oficiales, estos son los elementos estructurales y funcionales principales:

- PCS: Dos unidades de PCS PCSK FP4010K, montadas sobre la estructura, que convierten la corriente continua (DC) de los paneles solares o baterías en corriente alterna (AC) para su integración a la red.
- Equipo de Media Tensión (MV) Integrado: Incluye transformadores, seccionadores, interruptores y equipos de protección. Todo esto está integrado en un chasis compacto de acero galvanizado, listo para conectar a la red.
- Conexiones Plug & Play de Alta y Baja Tensión: Conexiones preconfiguradas que simplifican enormemente la instalación y el cableado tanto en media tensión (MV) como en baja tensión (LV).
- Sistemas de Protección y Monitoreo Integrados: Relés de protección, monitoreo de transformador (presión, temperatura, nivel dieléctrico, gasificación).
- Configuración de doble alimentador (2L) con interruptores de circuito y capacidad de cortocircuito de hasta 16 kA por 1 s, opcionalmente hasta 25 kA.
- Sistemas Auxiliares (Opcionales): UPS (1 kVA / 1 kW, aproximadamente 12 minutos de respaldo), Sistema de supresión de incendios y Armario auxiliar de baja tensión para servicios (opcional si no se integra en el PCS).

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº: VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

- Diseño Estructural Compacto y Robusto: Estructura exterior en acero galvanizado de alta resistencia, diseñada para instalaciones al aire libre, optimizada para reducir el espacio y facilitar el transporte e instalación.

A continuación, se muestra una imagen del mismo.

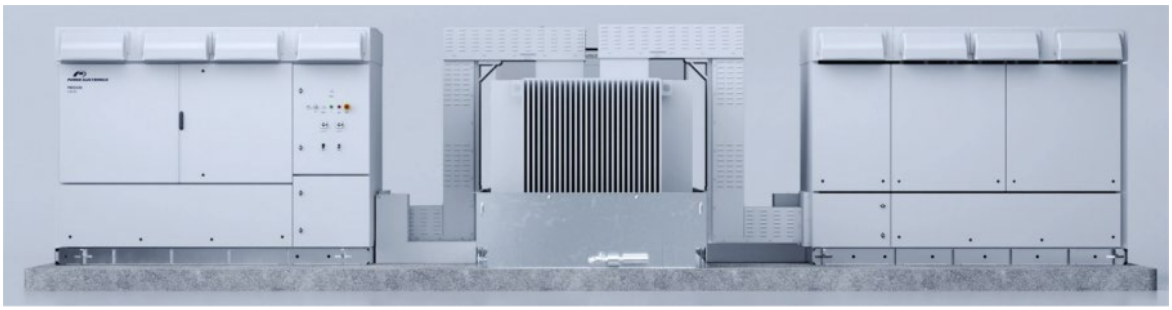


Figura 10. Twin Skid Compact.

Por su parte, el MV Skid Compact es un producto similar, pero incluye una única unidad de PCS PCSK FP4010K en vez de las dos unidades del Twin Skid Compact.

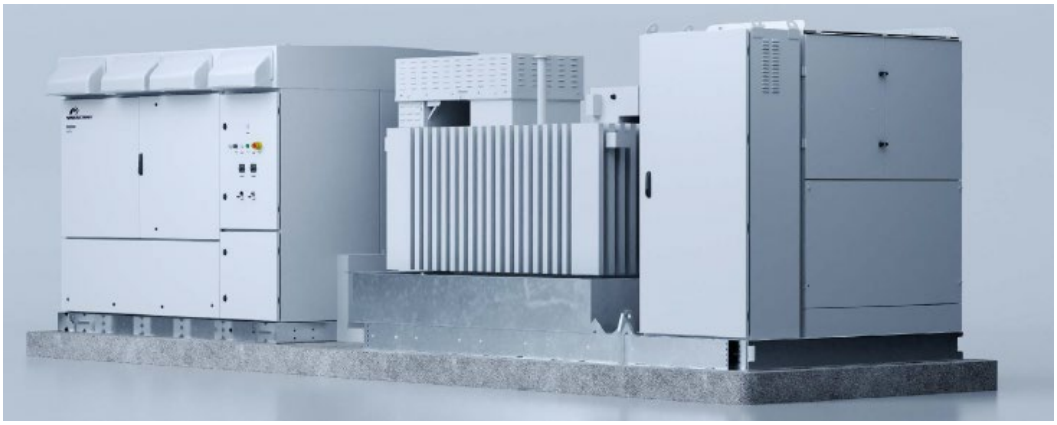


Figura 11. MV Skid Compact.

7.6.1. POWER SYSTEM CONVERSION (PCS)

Como ya se ha mencionado el anterior punto, cada Twin Skid Compact tendrá 2 PCS y cada MV Skid Compact 1 PCS. En la planta de Almacenamiento “BESS OLIVERA I y III”, se instalará un Twin Skid y un MV Skid Compact, es decir tendremos 3 PCS modelo PCSK FP4010K.

El PCS será el equipo encargado de convertir la corriente continua en corriente alterna cuando las baterías estén en proceso de descarga o la corriente alterna en corriente continua cuando las baterías se encuentren en proceso de carga.

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

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº: VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

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

Se instalarán 3 PCS del fabricante Power Electronics modelo PCSK FP4010K o similar para la conversión de energía bidireccional DC-AC del sistema de almacenamiento de baterías. Los PCS trabajarán rectificando/invirtiendo la señal para cargar o descargar el sistema, según el modo de operación.



Figura 12. PCS Power Electronics modelo PCSK FP4010K.

En el ***Anexo 5 Fichas Técnicas*** pueden consultarse las características más detalladas.

7.6.2. TRANSFORMADOR

La planta de almacenamiento contará con un transformador de 8020 kVA para el Twin Skid Compact y un transformador de 4010 kVA para el MV Skid Compact. Ambos con un devanado BT al que se conectarán los compartimentos de baja tensión con un nivel de tensión de salida igual a 630V, donde se conectan con los PCS.

El transformador de potencia es el equipo estático encargado de adaptar la energía eléctrica de salida de los equipos PCS a los niveles de tensión de la red de media tensión a la que se conecta la infraestructura cuando las baterías estén en proceso de descarga, o adaptar la energía eléctrica de nivel de 30 kV a un nivel de tensión que se encuentre dentro del rango de trabajo de los PCS cuando las baterías se encuentren en proceso de carga.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO: VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

El transformador será de tipo trifásico de dos devanados (uno de 30 kV y uno de baja tensión). El devanado de baja tensión tendrá una configuración en estrella, con el neutro accesible, mientras que el arrollamiento de 30 kV se conectará en triángulo.

Al devanado de BT del transformador se conectará el compartimento de baja tensión mientras que al devanado de media tensión se conectarán las celdas de distribución.

En el ***Anexo 5 Fichas Técnicas*** pueden consultarse las características más detalladas.

7.6.3. CELDAS DE MT

La configuración de cada TWIN SKID COMPACT y cada MV SKID COMPACT será

- Dos (2) posición de línea.
- Una (1) posición de protección del transformador de TWIN SKID COMPACT o MV SKID COMPACT.

CARACTERÍSTICAS CELDA DE LÍNEA	
Tensión Asignada	36 kV
Tensión de Servicio	30 kV
Tensión soportada asignada de corta duración a frecuencia industrial	70 kV
Tensión soportada asignada de impulso tipo rayo	170 kV
Valor de cresta de la corriente admisible asignada	50 kA
Corriente admisible asignada de corta duración	20 kA
Tipo de Aislamiento	SF_6
Corriente asignada en servicio continuo del embarrado	630 A
Frecuencia asignada	50 Hz

Tabla 5. Características celdas de línea.

CARACTERÍSTICAS CELDA DE PROTECCIÓN DE TRANSFORMADOR	
Tensión Asignada	36 kV
Tensión de Servicio	30 kV
Tensión soportada asignada de corta duración a frecuencia industrial	70 kV
Tensión soportada asignada de impulso tipo rayo	170 kV
Valor de cresta de la corriente admisible asignada	50 kA
Corriente admisible asignada de corta duración	20 kA
Número de operaciones en cortocircuito	20
Tipo de Aislamiento	SF_6
Frecuencia asignada	50 Hz

Tabla 6. Características celdas de protección de transformador.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO: VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

7.7. ENERGY MANAGEMENT SYSTEM (EMS)

El ENERGY MANAGEMENT SYSTEM (EMS) es un sistema de control avanzado utilizado para gestionar y monitorizar las operaciones de una planta de baterías.

Su propósito principal es supervisar de manera integral todos los componentes y procesos de la instalación, asegurando un funcionamiento eficiente y seguro.

Este dispositivo forma parte de la infraestructura de automatización y es clave para la optimización del rendimiento de la planta.

Entre sus funciones más destacadas se incluyen:

- **Monitorización en tiempo real:** Permite visualizar constantemente los datos operativos, como el estado de los equipos, niveles de energía, y otros parámetros críticos.
- **Control de sistemas:** Regula diversos aspectos del funcionamiento de la planta, como la temperatura, la carga de las baterías, la distribución de energía, y otros parámetros operativos para maximizar la eficiencia.
- **Gestión de alarmas:** Detecta cualquier irregularidad en la planta y emite alertas en tiempo real para que el personal pueda actuar rápidamente y evitar posibles fallos.
- **Conectividad remota:** Ofrece la capacidad de supervisar y controlar el sistema desde ubicaciones remotas, lo que permite una gestión más flexible y eficiente.

El EMS se instala generalmente en un lugar central dentro de la planta que permita la monitorización y control de todos los sistemas y equipos involucrados en la operación, como las baterías, PCS, sistemas de distribución de energía, etc.

En el caso que nos ocupa, se instalará en uno de los Skid Compact, ya que es un lugar centralizado, accesible para el personal de mantenimiento y protegido para evitar daños por factores externos.

El dispositivo debe ser conectado a la red eléctrica de la planta y a los sistemas que controlará. También estará conectado a los distintos elementos de la planta mediante cable de comunicaciones (cable Ethernet o cable de 8KP de FO).

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº: VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

7.8. ISLA DE POTENCIA

El proyecto estará compuesto por 2 Islas de Potencia formada por un conjunto Batería-PCS-Transformador.

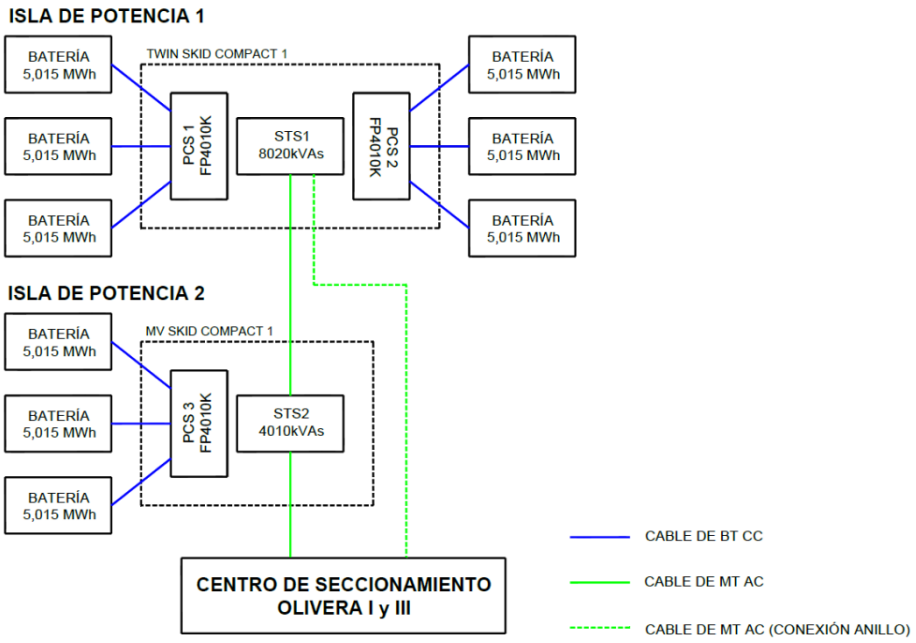
La isla de potencia 1 del BESS contará con:

- 6 contenedores de Baterías ESS BLOCK 5015, del fabricante HITHIUM.
- 1 Twin Skid Compact del fabricante Power Electronics que estará formado por:
  - 2 PCS PCSK FP4010K, del fabricante Power Electronics, conectado al transformador de potencia BT/MT
  - 1 Transfromador de potencia 8020 kVAs
  - 2 celdas de línea
  - 1 celda de Protección de Transformador

La isla de potencia 2 del BESS contará con:

- 3 contenedores de Baterías ESS BLOCK 5015, del fabricante HITHIUM.
- 1 MV Skid Compact del fabricante Power Electronics que estará formado por:
  - 1 PCS PCSK FP4010K, del fabricante Power Electronics, conectado al transformador de potencia BT/MT
  - 1 Transfromador de potencia 4010 kVAs
  - 2 celdas de línea
  - 1 celda de Protección de Transformador

A continuación, se muestra una imagen de configuración de la Planta:



Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº: VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

7.9. FUNCIONAMIENTO DE LOS EQUIPOS DE ALMACENAJE

El principio básico de funcionamiento de esta instalación consiste en conectar el sistema de almacenamiento electroquímico o Batery Energy Storage System (“BESS”) a la red a través de la cabina de media tensión desde una celda de línea en 30 kV con el Centro de Seccionamiento BESS OLIVERA I y III, objeto de otro proyecto.

En un primer momento la energía llegará al Twin Skid Compact y al MV Skid Compact, en cuyo interior habrá conectadas un sistema de celdas, con celdas de entrada, salida y transformador, todo ello en el nivel de tensión de 30 kV.

La energía al nivel de tensión de 30 kV que llega a la unidad transformadora, se transforma por medio de un Transformador con un devanado secundario al nivel de tensión de 630 V.

Una vez en esta tensión, la energía del devanado secundario del transformador se lleva a los PCS que serán los encargados de transformar la energía desde Corriente Alterna (C.A.) a Corriente Continua (C.C.).

Una vez se tiene la energía en forma de Corriente Continua, de la unidad del PCS se lleva finalmente ésta a las Baterías en el que se encuentran las baterías de Ion de Litio que almacenarán dicha energía.

Para poder verter a la red la energía acumulada por estos equipos, y realizar el proceso inverso al descrito anteriormente, será necesario que cuando el interruptor de la cabina del transformador este abierto se abra el de las cabinas de unión al sistema de almacenaje objeto del proyecto.

7.10. CABLEADO

7.10.1. CABLEADO EN CORRIENTE CONTINUA (CC)

El cableado de baja tensión conectará el panel de CC de cada contenedor de baterías (ESS) con los PCS. La distribución de las zanjas y canalizaciones por donde discurrirán los cables en CC se detalla en el plano “Zanjas y Canalizaciones”.

Para poder almacenar/verter la energía almacenada en las baterías en un tiempo de 4 h, cada 3 baterías (ESS) necesitará 1 PCS. El diseño de los cables en CC se realiza para una caída de tensión máxima del 1,5% desde las baterías hasta el PCS con una tensión de referencia de 1040 Vdc de las baterías.

La instalación del cableado de CC, mediante cables unipolares, se realizará bajo tubo en canalización directamente enterrada tal y como se detalla en el plano “Zanjas y canalizaciones”.

En el documento “Anexo Cálculos MT/BT” se detalla las condiciones de instalación, la longitud y la sección de todos los tramos de cableado de CC de la planta.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO: VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

7.10.2. CABLEADO EN CORRIENTE ALTERNA (CA) EN BAJA TENSIÓN

El cable de baja tensión en corriente alterna para evacuación de la energía desde los PCS hasta el Centro de Transformación de la Planta de Almacenamiento "BESS OLIVERA I y III" está integrado en el equipo Twin Skid Compact y MV Skid Compact, por lo que no será necesario calcularlo.

7.10.3. CABLEADO EN CORIENTE ALTERNA (CA) EN MEDIA TENSIÓN

La línea de Media Tensión une los centros de Transformación Twin Skid Compact y MV Skid Compact, y, posteriormente, con el CS BESS OLIVERA I y III, objeto de otro proyecto.

La instalación del cableado de MT se realizará en canalización directamente enterrada tal y como se detalla en el plano "Zanjas y canalizaciones".

En los documentos "Anexo Cálculos MT/BT" y "Anexo Cálculos Eléctricos Nuevo Edificio BESS" se detallan las condiciones de instalación, la longitud y la sección de todos los tramos de cableado en MT de la planta.

7.11. SISTEMA DE REFRIGERACIÓN DE LA PLANTA DE BATERIAS

El transformador de refrigeración es un transformador de distribución que se utiliza para suministrar energía y refrigerar los equipos de baterías (ESS).

Obtiene energía del Centro de Seccionamiento BSS OLIVERA I y III, objeto de otro proyecto, ya que se encuentra conectado en el lado de MT a la celda de protección ubicada en el CS.

En el lado de BT se conectan a un cuadro de distribución de doce salidas, que a su vez se conectarán con cada salida con cada contenedore de baterías.

La potencia mínima técnica de la planta se corresponde con la potencia de los servicios auxiliares y se estima en 39 kW / contenedor de baterías.

7.11.1. TRANSFORMADOR DE REGRIGERACIÓN

El transformador de refrigeración se utiliza para suministrar energía a 400V en AC a los diferentes elementos de las ESS directamente desde un cuadro de BT y dispone de una salida 30.000V en AC para conectar éste con la celda de protección ubicada en el CS BESS OLIVERA I y III, objeto de otro proyecto.

La potencia necesaria para el transformador de refrigeración de la planta de baterías BESS OLIVERA I y III supone suministrar energía suficiente para un consumo total de 351 kW. Por ello, se instalará 1 transformador de 400 kVA, con tensiones nominales 30.000/400 V y grupo vectorial Dyn, de instalación exterior próximo a los contenedores de Baterías.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº: VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

El transformador será de intemperie de aceite mineral. Quedarán conectados, a un lado con la Celda de protección de la SET (MT) y al otro lado con los cuadros de distribución de BT.

A continuación, se presenta un cuadro con las principales características del transformador de refrigeración:

CARACTERÍSTICAS TRANSFORMADOR DE TENSIÓN DE REFRIGERACIÓN	
Potencia AC	400 kVA@420 Vac / 30.000Vac
Tensión Primaria	30.000 Vac
Tensión Secundaria (en vacío)	420 Vac
Refrigeración	ONAN-KNAN
Dimensiones	1330x880x1788 mm
Pérdidas en vacío	445 W
Pérdidas en carga	3575 W
Frecuencia	50 Hz
Tipo de Transformador	Aceite Mineral
Grupo de conexión	Dyn

Tabla 7. Características del transformador de refrigeración.

7.11.2. CABLEADO EN CORRIENTE ALTERNA (CA) EN BAJA TENSIÓN

El cable de baja tensión en corriente alterna para alimentación de las baterías (ESS) a partir de las salidas del cuadro de BT que están conectados al transformador de refrigeración, se realizará mediante un cable tripolar con neutro a 400 V en AC.

La instalación del cableado de refrigeración de BT en AC, se realizará en canalización directamente enterrada tal y como se detalla en el plano *"Zanjas y canalizaciones"*.

En el documento *"Anexo Cálculos MT/BT"* se detallan las condiciones de instalación, la longitud y la sección de todos los tramos de cableado de CA en BT para la alimentación de los servicios auxiliares de refrigeración de la planta de almacenamiento BESS OLIVERA I y III.

7.11.3. CABLEADO EN CORIENTE ALTERNA (CA) EN MEDIA TENSIÓN

El cable de Media Tensión en corriente alterna se conectará a la celda de protección, ubicada en el Centro de Seccionamiento BESS OLIVERA I y III, objeto de otro proyecto.

La instalación del cableado de servicios auxiliares de MT en AC, se realizará en canalización directamente enterrada tal y como se detalla en el plano *"Zanjas y canalizaciones"*.

En el documento *"Anexo Cálculos MT/BT"* se detalla las condiciones de instalación, la longitud y la sección de todos los tramos de cableado de CA en MT para la alimentación de servicios auxiliares de la planta BESS OLIVERA I y III.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

8. LÍNEA DE EVACUACIÓN/CARGA EN MEDIA TENSIÓN

La línea de evacuación y/o carga de la planta de almacenamiento energética BESS OLIVERA I y III conectará la planta con el CS BESS OLIVERA I y III, objeto de otro proyecto. Discurrirá dentro del término municipal de Zaragoza.

La línea de MT tiene un tramo que unirá la Isla de Potencia 1 con la Isla de Potencia 2, y un tramo posterior que unirá la Isla de Potencia 2 con el CS BESS OLIVERA I y III.

8.1. CARACTERÍSTICAS DE LA LÍNEA DE EVACUACIÓN EN 30 KV

8.1.1. CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LA LÍNEA

El trazado irá directamente enterrado salvo en los tramos de cruzamiento con caminos municipales y/o viales interiores de la planta, en los cuales se realizará bajo tubo con prisma de hormigón. La zanja se realizará a cielo abierto siempre que el organismo competente conceda permiso. La longitud de todos los tramos de la línea, teniendo en cuenta la conexión en anillo, es de unos 100 metros y la tensión nominal es de 30 kV. El detalle de las diversas secciones de zanjas se muestra en el plano *"Zanjas y canalizaciones"*.

Las características generales de la línea son:

CARACTERÍSTICAS LÍNEA SUBTERRÁNEA DE TENSIÓN 30KV	
TRAMO 1	
Origen	TWIN SKID COMPACT 1
Final	MV SKID COMPACT 1
Longitud	16 m
Nº Circuitos	3
Sección del conductor	240 mm^2
Nº Conductores por fase	1
Conductores por tubo (si aplica)	3
Diámetro del tubo (si aplica)	200 mm
Conexión de pantallas	A tierra en ambos extremos (Solid Bonding)
Tensión Nominal	30kV
Tensión más elevada de red	36kV
Aislamiento del cable	18/30 kV
Frecuencia	50 Hz

Tabla 8. Características de la línea subterránea de 30 kV TRAMO 1.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO: VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

CARACTERÍSTICAS LÍNEA SUBTERRÁNEA DE TENSIÓN 30KV	
TRAMO 2	
Origen	MV SKID COMPACT
Final	CS BESS OLIVERA I y III
Longitud	36 m
Nº Circuitos	3
Sección del conductor	240 mm^2
Nº Conductores por fase	1
Conductores por tubo (si aplica)	3
Diámetro del tubo (si aplica)	200 mm
Conexión de pantallas	A tierra en ambos extremos (Solid Bonding)
Tensión Nominal	30kV
Tensión más elevada de red	36kV
Aislamiento del cable	18/30 kV
Frecuencia	50 Hz

Tabla 9. Características de la línea subterránea de 30 kV TRAMO 2.

CARACTERÍSTICAS LÍNEA SUBTERRÁNEA DE TENSIÓN 30KV	
TRAMO 3	
Origen	CS BESS OLIVERA I y III
Final	TWIN SKID COMPACT
Longitud	48 m
Nº Circuitos	3
Sección del conductor	240 mm^2
Nº Conductores por fase	1
Conductores por tubo (si aplica)	3
Diámetro del tubo (si aplica)	200 mm
Conexión de pantallas	A tierra en ambos extremos (Solid Bonding)
Tensión Nominal	30kV
Tensión más elevada de red	36kV
Aislamiento del cable	18/30 kV
Frecuencia	50 Hz

Tabla 10. Características de la línea subterránea de 30 kV TRAMO 3.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO: VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

8.1.2. CARACTERÍSTICAS DEL CABLE SUBTERRÁNEO

Se resumen las características generales del cable de MT:

CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL CABLE DE MT	
TRAMO 1	
Aislamiento del cable	18/30 kV
Material de Aislamiento	XLPE
Material Conductor	Aluminio
Sección del conductor	240 mm^2
Nº Conductores por fase	1
Resistencia a 90ºC	0,161 Ω/km
Reactancia	0,116 Ω/km
Diámetro del conductor	44,3 mm
Peso	1.990 kg/km
Radio mínimo de curvatura	665 mm
TRAMO 2	
Aislamiento del cable	18/30 kV
Material de Aislamiento	XLPE
Material Conductor	Aluminio
Sección del conductor	240 mm^2
Nº Conductores por fase	1
Resistencia a 90ºC	0,161 Ω/km
Reactancia	0,116 Ω/km
Diámetro del conductor	44,3 mm
Peso	1.990 kg/km
Radio mínimo de curvatura	665 mm
TRAMO 3	
Aislamiento del cable	18/30 kV
Material de Aislamiento	XLPE
Material Conductor	Aluminio
Sección del conductor	240 mm^2
Nº Conductores por fase	1
Resistencia a 90ºC	0,161 Ω/km
Reactancia	0,116 Ω/km
Diámetro del conductor	44,3 mm
Peso	1.990 kg/km
Radio mínimo de curvatura	665 mm

Tabla 11. Características generales del cable de MT.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

8.1.3. PARÁMETROS DE INSTALACIÓN

Cabe destacar que, la obra civil de la zanja de 3 ternas constará de 2 ternas para la evacuación de BESS OLIVERA I y III, conectada en anillo, y 1 terna para la alimentación del transformador de refrigeración.

Los cables se instalarán a lo largo de su recorrido mediante una zanja directamente enterrada, siendo las características las siguientes:

La profundidad hasta la parte superior del cable más profundo será de 1,20 metros, viéndose modificada según los requisitos del apartado 5 de la ITC-LAT 06 del Real Decreto 223/2008. Las características del terreno de implantación empleadas en los cálculos del presente proyecto han sido: resistividad térmica de 1,5 K·m/W y 25°C de temperatura del terreno.

La zanja ha de ser de la anchura suficiente para permitir el trabajo de un hombre, salvo que el tendido del cable se haga por medios mecánicos. Los laterales de la zanja han de ser compactos y no deben desprender piedras o tierra. La zanja se protegerá con estribas u otros medios para asegurar su estabilidad, conforme a la normativa de riesgos laborales.

Para proteger el cable frente a excavaciones hechas por terceros, los cables deberán tener una protección mecánica que en las condiciones de instalación soporte un impacto puntual de una energía de 20 J y que cubra la proyección en planta de los cables, así como una cinta de señalización que advierta la existencia del cable eléctrico de AT. Se admitirá también la colocación de placas con doble misión de protección mecánica y de señalización.

Las dimensiones de las diferentes canalizaciones se detallan en el plano *"Zanjas y canalizaciones"*.

8.1.4. TERMINALES

La conexión del cable con las celdas de 30 kV del centro de transformación situados en los extremos terminales del cable se realizará mediante conectores tipo enchufables rectos, del tipo Pfisterer o similar tamaño 3 de 36 kV hasta 240 mm2 de sección de conductor.

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

8.1.5. CABLE DE COMUNICACIONES

Las Baterías (ESS) se comunicarán con el EMS y a su vez éste con el armario de comunicaciones de la SET.

Como cable de comunicaciones subterráneo se empleará un cable de fibra óptica multimodo.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº: VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

El cable de comunicaciones irá instalado a lo largo de todo su recorrido en el interior de un tubo de PVC o PEAD de 63 mm de diámetro. Le sección de la zanja se muestra con detalle en el plano *"Zanjas y canalizaciones"*.

8.1.6. PUESTA A TIERRA DE LAS PANTALLAS

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

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

Con la utilización de este sistema de puesta a tierra no se disponen medidas para evitar la circulación de corrientes por las pantallas en régimen permanente, pero la corriente circulante es suficientemente pequeña para no resultar en pérdidas o sobrecalentamientos relevantes.

Se instalarán los cables al tresbolillo y lo más juntos posibles para que se reduzca la tensión inducida en la pantalla y, por tanto, la corriente de circulación. Como principales ventajas de este sistema de puesta a tierra de pantallas destacan:

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

8.1.7. PROTECCIONES

8.1.7.1. PROTECCIONES CONTRA SOBREINTENSIDADES

Las líneas deberán estar debidamente protegidas contra los efectos peligrosos, térmicos y dinámicos que puedan originar las sobreintensidades susceptibles de producirse en la instalación, cuando éstas puedan dar lugar a averías y daños en las citadas instalaciones. Las salidas de línea deberán estar protegidas, cuando proceda, contra sobrecargas. Para ello se colocarán cortacircuitos fusibles o interruptores automáticos, con emplazamiento en el inicio de las líneas. Los dispositivos de protección utilizados no deberán producir, durante su actuación, proyecciones peligrosas de materiales ni explosiones que puedan ocasionar daños a personas o cosas.

8.1.7.2. PROTECCIONES CONTRA CORTOCIRUCITOS

La protección contra cortocircuito por medio de fusibles o interruptores automáticos se establecerá de forma que la falta sea despejada en un tiempo tal que la temperatura alcanzada por el conductor durante el cortocircuito no exceda de la máxima admisible asignada en

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº: VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

cortocircuito. Las intensidades máximas admisibles de cortocircuito en los conductores y pantallas, correspondientes a tiempos de desconexión comprendidos entre 0,1 y 3 segundos, serán las indicadas en el capítulo 6 de la ITC-LAT06. Podrán admitirse intensidades de cortocircuito mayores a las estipuladas, y a estos efectos el fabricante del cable deberá aportar la documentación justificativa correspondiente.

8.1.7.3. PROTECCIONES CONTRA SOBRECARGAS

Se controlará la carga en el origen de la línea o del cable mediante el empleo de aparatos de medida, mediciones periódicas o bien por estimaciones estadísticas a partir de las cargas conectadas al mismo, con objeto de asegurar que la temperatura del cable no supere la máxima admisible en servicio permanente.

8.1.7.4. PROTECCIONES CONTRA SOBRETENSIONES

Los cables deberán protegerse contra las sobretensiones peligrosas, tanto de origen interno como de origen atmosférico. Para ello se utilizarán pararrayos de resistencia variable o pararrayos de óxidos metálicos, cuyas características estarán en función de las probables intensidades de corriente a tierra que puedan preverse en caso de sobretensión o se observará el cumplimiento de las reglas de coordinación de aislamiento correspondientes. En lo referente a protecciones contra sobretensiones serán de consideración igualmente las especificaciones establecidas por las Normas UNE-EN 60071-1, UNE-EN 60071-2 y UNEEN 60099-5.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO: VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

9. SISTEMA DE MEDIDA Y PUNTO FRONTERA

Conforme al Reglamento Unificado de Puntos de medida, se instalará un sistema de medida tipo 1 en el CS. El punto de medida estará lo más próximo posible al elemento de protección general de la instalación y al mismo nivel de tensión.

En dicho centro se incluirán elementos de medida principal, donde se realizará la medida neta de la energía generada mediante un contador bidireccional, además de la entrega de la telemedida en tiempo real, conforme a lo indicado en los Procedimientos Operativos del Operador del Sistema Eléctrico. La disposición de los elementos de medida no es objeto de este proyecto.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO: VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

10. OBRA CIVIL

Cabe destacar que, la obra civil del vial de acceso a la planta de almacenamiento BESS OLIVERA I y III, objeto de este proyecto, es un vial que será ejecutado previamente para el acceso a la planta fotovoltaica FV OLIVERA I y III, objeto de otro proyecto.

De este modo, no ha sido necesaria la realización de la valoración de la obra civil puesto que será un vial existente en el momento de la ejecución de la instalación de almacenamiento.

10.1. DESCRIPCIÓN

El sistema de baterías de almacenamiento de energía se aloja en un recinto vallado en el que habrá que desarrollar diversas obras civiles, para que pueda cumplir las funciones previstas, entre las que destacan las siguientes:

- Explanación y nivelación del terreno.
- Ejecución y/o acondicionamiento de acceso.
- Realización de las zanjas para las redes de MT, redes de BT, control, comunicaciones y tierras.
- Cimentación de los equipos que componen el sistema de baterías (contenedores).
- Cimentación de los PCS y Centros de Transformación.
- Sistema de drenaje de recogida de aguas pluviales.
- Realización del vallado perimetral.
- Extendido de capa de gravilla de remate (20 cm).

En el caso de la instalación de almacenamiento BESS OLIVERA I y III, esta se encuentra situada dentro del vallado de la planta fotovoltaica FV OLIVERA I y III. Debido a esto, no serán necesarias las obras civiles de desbroce y acondicionamiento del terreno, así como la explanación y nivelación del mismo puesto que ya se realizaron dichas obras para la construcción de la planta fotovoltaica.

10.2. VIAL DE ACCESO

El acceso al sistema de baterías de almacenamiento de energía se realiza desde el vial que se representa en los planos anexos.

Las principales características de este acceso son:

- Anchura útil: mínimo 4,00 m (La explanada estará compactada > 97% P.M.).
- Pendiente inferior al 10%.
- Altura libre que permita el paso de un vehículo de 3,50 m, de altura, con un margen de seguridad de 0,20 m.
- Firme: 30 cm de espesor de zahorra artificial

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº: VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

Para minimizar el impacto ambiental el vial se ejecutará sin asfalto y se revegetarán los taludes de terraplén, en caso de ser necesario, mediante técnicas de hidrosiembra.

10.3. VIALES INTERIORES

Los viales en el interior tendrán 4,0 m de ancho de calzada como mínimo y un firme de 15 cm de espesor de zahorra artificial.

10.4. RED DE TIERRA SUBTERRÁNEA

La instalación constará de una malla de retícula cuadrada, para la puesta a tierra, formada por conductores de cobre y picas, enterrados a una profundidad mínima de 0,8 metros, en zanjas rellenas de tierra vegetal para facilitar la disipación de la corriente.

La sección a emplear, atendiendo a la conservación de los conductores a la máxima corriente de falta, así como a la distribución de potenciales, será de 50 mm^2 en cobre.

Las uniones de la malla de los conductores y de las derivaciones de las tomas de tierra se realizarán mediante soldaduras aluminotérmicas de alto punto de fusión tipo Cadweld, incluidas las necesarias para la instalación de la nueva celda de línea.

Las conexiones previstas se fijarán a la estructura y carcasas del aparellaje mediante tornillos y grapas especiales de aleación de cobre, que permitan no superar la temperatura de 200 ºC en las uniones y que aseguren su continuidad.

Según especificación de la ITC-RAT 13, a esta malla se conectarán las tierras de protección (herrajes metálicos, armaduras, puertas, bastidores, etc.) con el fin de aumentar la seguridad del personal que transite por la subestación y las de servicio, como son los neutros de los transformadores de potencia, los neutros de los transformadores de tensión e intensidad, los de las reactancias o resistencias, y las puestas a tierra de las protecciones contra sobretensiones.

En aplicación del reglamento de alta tensión, una vez efectuada la instalación de puesta a tierra se medirán las tensiones de paso y de contacto, asegurándose de que los valores obtenidos están dentro de los márgenes que garantizan la seguridad de las personas.

10.5. CANALIZACIONES

Las zanjas serán ejecutadas por parte del contratista de obra civil y tendrán por objeto alojar las líneas subterráneas Media y Baja tensión, los cables de control y la red de tierras que interconectan los distintos contenedores entre sí y con los equipos externos ubicados en el edificio de control del Centro de Seccionamiento BESS OLIVERA I y III, objeto de otro proyecto.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO: VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

10.5.1. CANALIZACIONES DE BT CC DE LAS BATERÍAS A LOS PCS

El cable de corriente continua desde los módulos de baterías hasta los PCS irá bajo una zanja entubada directamente enterrada. El cable irá a una profundidad de 1,2 m como máximo. En su interior de cada tubo se alojarán los cables de corriente continua, de comunicaciones y tierra, tendidos en tubos de PVC de diámetro 160 y 63 mm de diámetro respectivamente, embebidos en una capa de arena tamizada de 0,40 m de espesor máximo.

La zanja se rellenará con materiales seleccionados procedentes de la excavación debidamente compactados. A 20 cm de profundidad se colocará una cinta de polietileno para señalización con la indicación “Canalización Eléctrica”.

Le sección de la zanja se muestra con detalle en el plano *“Zanjas y canalizaciones”*.

10.5.2. CANALIZACIONES DE BT CA PARA LOS SERVICIOS AUXILIARES

Son las canalizaciones que unen las salidas de los cuadros de BT conectados al transformador de refrigeración con cada ESS.

La profundidad del cable será de 0,7 m, y dependiendo del número de circuitos irá variando el ancho de la zanja. Como en el resto de canalizaciones los cables estarán embebidos en una capa de arena tamizada de 0,30 m de espesor.

La zanja se rellenará con materiales seleccionados procedentes de la excavación debidamente compactados. A 20 cm de profundidad se colocará una cinta de polietileno para señalización con la indicación “Canalización Eléctrica”.

Le sección de la zanja se muestra con detalle en el plano *“Zanjas y canalizaciones”*.

10.5.3. CANALIZACIONES DE MT CA PARA LOS SERVICIOS AUXILIARES

Son las canalizaciones que unen la salida en MT del transformador de refrigeración con la celda que conecta ubicada en el CS BESS OLIVERA I y III, objeto de otro proyecto.

Cabe destacar que, la obra civil de la zanja de 3 ternas constará de 2 ternas para la evacuación de BESS OLIVERA I y III, conectada en anillo, y 1 terna para la alimentación del transformador de refrigeración.

En el fondo de la zanja se extenderá una capa de 10 cm de arena tamizada, sobre ésta se tenderán los cables de potencia para ser recubiertos posteriormente con una capa de 20 cm de arena tamizada.

La zanja se rellenará con materiales seleccionados procedentes de la excavación debidamente compactados.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº: VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

A 50 cm de profundidad se colocará una cinta de polietileno para señalización con la indicación "Canalización Eléctrica de Alta Tensión".

El cable de tierras y los cables de comunicaciones irán próximos a los cables de Media Tensión.

Le sección de la zanja se muestra con detalle en el plano *"Zanjas y canalizaciones"*.

10.5.4. CANALIZACIONES DE MT PARA EVACUACIÓN

Son las canalizaciones que unen la salida en MT de los centros de transformación entre sí (Twin Skid Compact y MV Skid Compact) y con el Centro de Seccionamiento BESS OLIVERA I y III, objeto de otro proyecto.

Cabe destacar que, la obra civil de la zanja de 3 ternas constará de 2 ternas para la evacuación de BESS OLIVERA I y III, conectada en anillo, y 1 terna para la alimentación del transformador de refrigeración.

En el fondo de la zanja se extenderá una capa de 10 cm de arena tamizada, sobre ésta se tenderán los cables de potencia para ser recubiertos posteriormente con una capa de 20 cm de arena tamizada.

La zanja se rellenará con materiales seleccionados procedentes de la excavación debidamente compactados.

A 50 cm de profundidad se colocará una cinta de polietileno para señalización con la indicación "Canalización Eléctrica de Alta Tensión".

El cable de tierras se colocará en el fondo de la zanja en todos los casos. Los cables de comunicaciones y los de control irán próximos a los cables de Media Tensión.

Le sección de la zanja se muestra con detalle en el plano *"Zanjas y canalizaciones"*.

10.6. CIMENTACIONES

10.6.1. ESS

El armario de baterías se instala sobre una losa de hormigón, cuyas dimensiones según el fabricante son de 6258 x 2815 x 300 mm, el tamaño de la cimentación debe cumplir los requisitos de la capacidad portante del suelo que soporta la estructura.

La profundidad de la cimentación debe alcanzar el estrato portante con la suficiente capacidad portante, la capacidad portante debe determinarse con referencia al informe del estudio geológico. La superficie del suelo debe ser sólida y plana, sin riesgo de hundimiento o deslizamiento.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº: VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

Cabe destacar que esta cimentación no es válida para construcción. El diseño de la cimentación debe ser realizado por personas cualificadas que consideren plenamente las condiciones reales del sitio, tales como el Informe Geotécnico, el Informe Topográfico, la Evaluación del Riesgo de Inundación, y cualquier otra información necesaria específica del lugar del proyecto.

El detalle de la cimentación del contenedor de Baterías se muestra en el plano *"Contenedor de Baterías ESS"*.

10.6.2. ESTRUCTURAS TWIN SKID COMPACT Y MV SKID COMPACT

Se instalarán sobre una losa de hormigón de 30 cm de espesor, que abarca toda la superficie ocupada por los equipos, dejando un margen libre de 30 cm de superficie. La cimentación debe cumplir los requisitos de la capacidad portante del suelo que soporta la estructura.

La profundidad de la cimentación debe alcanzar el estrato portante con la suficiente capacidad portante, la capacidad portante debe determinarse con referencia al informe del estudio geológico. La superficie del suelo debe ser sólida y plana, sin riesgo de hundimiento o deslizamiento.

El detalle de la cimentación se muestra en los planos correspondientes.

10.7. SISTEMA DE DENAJES DE AGUAS

Para el correcto funcionamiento del sistema de drenajes de agua es esencial considerar una serie de elementos para garantizar una gestión efectiva y minimizar riesgos. Los componentes clave incluyen:

10.7.1. CUNETAS

Las cunetas son canales revestidos o no revestidos a lo largo de los bordes de carreteras o áreas pavimentadas para recoger y transportar aguas pluviales. Deben diseñarse con la capacidad adecuada para manejar las tasas de escorrentía previstas.

10.7.2. TUBOS DE DRENAJE

Los tubos de drenaje se utilizan para canalizar el agua de escorrentía desde áreas pavimentadas o zonas de interés hacia puntos de salida controlados. Deben seleccionarse según el caudal esperado y las características del suelo.

10.7.3. TUBOS COLECTORES

Los tubos colectores recopilan el agua de varios puntos de drenaje y la transportan hacia un punto de salida principal. Su diseño debe considerar la convergencia de caudales y garantizar la capacidad adecuada.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO: VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

10.7.4. ZANJAS DE INFILTRACIÓN

Las zanjas de infiltración permiten que el agua se filtre en el suelo, contribuyendo a la recarga del acuífero y reduciendo la escorrentía superficial. Deben dimensionarse teniendo en cuenta el tipo de suelo y el objetivo de recarga.

10.7.5. CRITERIOS GENERALES DE DISEÑO

Para elementos de captación y conducción, se recomienda utilizar un periodo de retorno de diseño que refleje las condiciones climáticas extremas esperadas. Este periodo puede variar, pero comúnmente se elige en función de eventos de alta intensidad y baja frecuencia, como el de 10 o 25 años.

10.8. CIERRE DEL RECINTO

Todo el recinto de la zona de almacenamiento estará protegido por un cierre de malla metálica para evitar el acceso a la misma de personas ajenas al servicio. En los planos correspondientes puede apreciarse la disposición adoptada.

La altura del cierre será como mínimo de 2,2 m de acuerdo a lo especificado en el punto 3.1 de la ITC-RAT 15, del Reglamento de Instalaciones Eléctricas de Alta Tensión y sus fundamentos técnicos.

10.9. INSTALACIONES COMPLEMENTARIAS

10.9.1. ALUMBRADO

Para disminuir la contaminación lumínica de la zona, que pueda perjudicar a especies que habitan en la misma, se ha decidido instalar únicamente alumbrado de emergencia.

El alumbrado de emergencia tiene por objeto asegurar la iluminación mínima en puertas, vías de acceso y salidas de las instalaciones, para poder proceder a la perfecta evacuación del personal.

La fuente de este tipo de alumbrado son equipos autónomos automáticos, con batería propia y conectados a la red mediante circuitos independientes (máximo 12 equipos por circuito). Se pondrán en funcionamiento cuando la tensión falle o baje hasta un 70% o menos de su valor nominal. Su tiempo de funcionamiento será, como mínimo de 1 hora y, una vez restablecida la tensión, dejará de funcionar.

Para calcular la cantidad de aparatos de emergencia necesarios y por ser ésta un tipo de instalación sobre la que no se exige, por Normativa, un nivel de iluminación concreto se asegurará que se obtenga un nivel de iluminación mínimo de 1 Lúmen/m2.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº: VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

Se utilizarán pantallas fluorescentes estancas, de 100 Lúmenes, para lámparas fluorescentes 8 W y una hora de autonomía, IP42, Clase II.

10.9.2. SISTEMA ANTI-INTRUSIÓN

La instalación estará dotada de un sistema de seguridad para la detección de intrusos con las funcionalidades que se detallan a continuación:

- Detectar una intrusión al edificio de personas no autorizadas.
- Comunicar las incidencias programadas a la Central Receptora de Alarmas, vía teléfono.
- Ser activado/desactivado localmente por personal autorizado, con código secreto personal.
- Auto-supervisión del sistema, con alarma de avería, activación del zumbador de la consola y la transmisión de la anomalía a la Central Receptora de Alarmas.
- Capacidad de respuesta hasta 4 h después de fallo de la alimentación C.A.
- Posibilidad de temporizar la duración de la alarma acústica entre 5 y 60 minutos.
- Posibilidad de comprobación manual de la operación de la sirena.
- Disponer de función pre-alarma, programable por entrada, con aviso en zumbador de la consola.

Los equipos que componen los sistemas de seguridad electrónica para la detección de intrusos son los siguientes:

- Central de alarmas: Será la encargada de gestionar y controlar los equipos detectores y de almacenar y/o transmitir las señales generadas en consecuencia.
- Consola de mando y programación: Se instalará en el contenedor o cubo de servicios auxiliares. A través de la misma podrá programarse la Central de Alarmas.
- Sirena acústica con lanzadestellos: Se instalará en la zona visible, en la parte alta del contenedor o cubo de servicios auxiliares.
- Conductores: El cable a utilizar será del tipo manguera apantallado de 2 x 0,75 + 6 x 0,22 mm2. Su tendido se realizará por canaleta o tubo de PVC autoextinguible y por bandejas.

10.9.3. PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

El sistema de protección contra incendios está compuesto principalmente por el panel de control de alarmas contra incendios (FACP), detector de calor, detector de humo, sirena/luz estroboscópica, detector de gas combustible, botón de parada de emergencia del sistema de protección contra incendios, botón de liberación manual y sistema de ventilación.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº: VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

10.10. INSTALACIÓN EXTERIOR

En aplicación de las prescripciones de la ITC-RAT 15 se utilizarán materiales que prevengan y eviten la aparición de fuego y su propagación a otros puntos de la instalación a la exterior.

La superficie de la instalación estará recubierta de una capa de grava a la que se tratará con herbicidas para evitar el crecimiento de hierbas que supongan al secarse riesgo de incendio.

10.11. EDIFICIO/CONTENEDORES

Se aplicarán las prescripciones de la ITC-RAT-14 para prevención de incendios en el edificio de la instalación. De acuerdo con ITC-RAT-14 no es necesaria la instalación de un equipo fijo de extinción de incendios.

Se situarán extintores de eficacia 89B. El emplazamiento de los extintores permitirá que sean fácilmente visibles y accesibles, estarán situados preferentemente próximos a los puntos donde se estime una mayor probabilidad de iniciarse un incendio, a ser posible próximos a las salidas de evacuación, y se cumplirá que el recorrido máximo horizontal, desde cualquier punto del sector de incendio hasta un extintor no supere los 15 m.

De acuerdo con el Real Decreto 164/2025, de 4 de marzo, condiciones de protección contra incendios en los edificios industriales, no se requiere de otros suministros hídricos, puesto que no es preceptiva la instalación de hidrantes, columna seca, BIE’s o rociadores.

De acuerdo con el Apartado 3.1. del Anexo III, no se requerirá en ningún sector detectores automáticos de incendios. Adicionalmente, la alarma se podrá disparar mediante pulsadores manuales localizados en puntos estratégicos a fin de que en caso de encontrarse personal en la instalación pueda dispararla con antelación a la actuación del sistema de detección automática, en caso de provocarse un conato de incendio.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

11. RELACIÓN DE BIENES Y DERECHOS AFECTADOS

Las afecciones a propietarios motivadas por la construcción del módulo de almacenamiento de energía mediante baterías "BESS OLIVERA I y III" pueden consultarse en la siguiente tabla:

RELACIÓN DE BIENES Y DERECHOS AFECTADOS										
DATOS PARCELA						EXPLANACIÓN BESS	ZANJA			ACCESO
Ref. Catastral	Polígono	Parcela	Término Municipal	Provincia	Superficie parcela (m²)	Ocupación permanente (m²)	Afección lineal (m)	Ocupación permanente anchura 0,6 m (m²)	Ocupación temporal anchura 1,2 m (m²)	Ocupación permanente (m²)
50900A07200002	072	00002	(900) ZARAGOZA	(50) ZARAGOZA	1.096.094	2346,19	22,92	13,75	27,51	55,93
				TOTAL	**1.096.094**	**2.346,19**	**22,92**	**13,75**	**27,51**	**55,93**

Tabla 12. Relación de Bienes y Derechos Afectados.

La obra civil del vial de acceso a la planta de almacenamiento BESS OLIVERA I y III, es un vial que será ejecutado previamente para el acceso a la planta fotovoltaica OLIVERA I y III, objeto de otro proyecto.

De este modo, no ha sido necesaria la realización de la valoración de la obra civil puesto que será un vial existente en el momento de la ejecución de la instalación de almacenamiento.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

12. DESCRIPCIÓN DE LOS SERVICIOS EXITENTES Y AFECCIONES A TERCEROS

El módulo de almacenamiento de energía mediante baterías BESS OLIVERA I y III ubicado en el término municipal de Zaragoza, afecta a los siguientes organismos:

ORGANISMOS AFECTADOS	AFECCIÓN
AYUNTAMIENTO DE ZARAGOZA	Plataforma de Planta de baterías Red subterránea de Media y Baja Tensión.
EDP RENOVABLES ESPAÑA	Cruce de la línea de evacuación de media tensión (MT) del proyecto con la línea de conexión al aerogenerador titularidad de EDP Renovables.

Tabla 13. Relación de organismos afectados.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

13. **PLAZO DE EJECUCIÓN**

Se detalla a continuación el plan de obra estimado para cada una de las tareas principales que conforman la ejecución de la instalación eléctrica proyectada, considerando obtenidas todas las autorizaciones y/o aprobaciones de organismos oficiales y afecciones particulares necesarias para la legalización de la instalación.

		MES																
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1.0	**INSTALACIÓN DE ALMACENAMIENTO**																		
1.1	Replanteo de obra																		
1.2	Transporte de materiales y equipos																		
1.2	Encofrado y obras de hormigonado																		
1.3	Cerramiento, relleno de zanjas y reposición de material																		
1.4	Montaje electromecanico																		
1.5	Tendido y conexionado de conductores																		
1.6	Tendido y conexionado de conductor subterráneo																		
1.7	Pruebas y ensayos																		
2.0	**Verificación e inspección inicial**																		
3.0	**Documentación final y Dirección de Obra**																		
4.0	**Vigilancia Ambiental**																		
5.0	**Seguridad y Salud**																		

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

14. **CONCLUSIONES**

Con lo expuesto anteriormente en la presente memoria, anexos, el presupuesto, los planos y demás documentos adjuntos, se considera suficientemente descritos los elementos constitutivos y las actuaciones constructivas derivadas de la Instalación de almacenamiento BESS OLIVERA I y III.

Zaragoza, enero de 2026
El Ingeniero Industrial al servicio de
ENERLAND GENERACIÓN SOLAR 14, S.L.



Ignacio Navarro Chinorias
Colegiado Nº 3947 del C.O.I.I.A.R

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

ANEXO I

DIMENSIONAMIENTO DE LAS BATERÍAS

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja
con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

CONTENIDO

1. DISEÑO DEL SISTEMA DE ALMACENAMIENTO DE BATERIAS 2
1.1. SISTEMA INTELIGENTE DE ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA (ESS) 2
1.2. TWIN SKID COMPACT Y MV SKIN COMPACT 2
1.3. SISTEMA INTELIGENTE DE CONVERSIÓN DE POTENCIA (PCS) 3
1.4. ESTACIÓN TRANSFORMADORA 3
1.4.1. TRANSFORMADORES 3
1.4.2. CELDAS DE MEDIA TENSIÓN 4

2. CONCLUSIONES 5

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

1. DISEÑO DEL SISTEMA DE ALMACENAMIENTO DE BATERIAS

Los Sistemas de Almacenamiento de Energía en Baterías, en adelante BESS, (Battery Energy Storage System) son una de las tecnologías esenciales que pueden ayudar de manera significativa en la integración de energías renovables y el fomento de la electrificación de la economía.

Los sistemas BESS son sistemas que tienen la capacidad de conservar la energía a través de sus baterías y utilizarla posteriormente. Estos sistemas ayudan a que las instalaciones eléctricas que sean más estables y eficientes.

Permiten acumular energía en momentos de baja demanda o cuando la generación es alta para luego liberarla durante períodos de alta demanda o interrupciones en el suministro.

Además, ayudan a equilibrar la carga en la red eléctrica, mitigando picos de demanda y proporcionando una fuente de energía inmediata.

Los sistemas BESS son una pieza muy importante para la transición energética. Cumplen una doble función: optimizan la red eléctrica y potencian las energías renovables.

Pueden ser clave a la hora de reducir costes operativos y emitir menos emisiones.

1.1. SISTEMA INTELIGENTE DE ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA (ESS)

Se requiere una solución técnica que garantice una potencia en el punto de entrega de Energía (POI) de alrededor de 10 MW para consumir/generar con una duración estimada de 4 horas a comienzo de vida útil.

La capacidad de almacenamiento requerida es de 45,135 MWh para los ciclos de 4h. Las ESS son de 5,015 MWh.

$$\text{Nº } unidades\ ESS\ (cont.baterias) = \frac{Energia\ de\ Almacenamiento}{Capacidad\ del\ ESS} = \frac{45{,}135}{5{,}015} = 9$$

Se ha decidido instalar 9 unidades.

1.2. TWIN SKID COMPACT Y MV SKIN COMPACT

El Twin Skid Compact es una solución prefabricada diseñada para plantas de almacenamiento a gran escala. Se trata de una estructuración compacta, constituida por dos unidades de PCS PCSK FP4010K, montadas sobre la estructura, que convierten la corriente continua (DC) de los paneles solares o baterías en corriente alterna (AC) para su integración a la red. También incluye integrado las celdas de media tensión y el transformador, todo esto está integrado en un chasis compacto de acero galvanizado, listo para conectar a la red.

Por otro lado, el MV Skid Compact, es una solución similar al Twin Skid Compact, pero en este caso, simplemente se tiene una unidad PCS.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

1.3. SISTEMA INTELIGENTE DE CONVERSIÓN DE POTENCIA (PCS)

Como ya se ha mencionado el anterior punto, cada Twin Skid Compact tendrá 2 PCS y cada MV Skid Compact 1. En la planta de Almacenamiento "BESS OLIVERA I y III", se instalarán un total de 1 Twin Skid Compact y 1 MV Skid Compact, es decir tendremos 3 PCS modelo PCSK FP4010K.

Según la configuración que establece el fabricante, para los 9 contenedores de baterías requerirá de 3 PCS para poder cargar/descargar 45,135 MW durante 4h.

Así pues, con 3 PCS de 4,010 KW cada uno, podremos disponer de una potencia de 12,03MW.

1.4. ESTACIÓN TRANSFORMADORA

En la estación trasformadora se alojarán todos aquellos equipos necesarios para realizar la transformación de la energía acumulada por las baterías en corriente continua a corriente alterna, así como los servicios auxiliares para un correcto funcionamiento de la planta de almacenamiento.

Para nuestra configuración, será necesario instalar 1 Twin Skid Compact y 1 MV Skid Compact de Power Electronics, con transformador de 8020 kVAs para el Twin Skid Compact y 4010 kVAs para el MV Skid Compact, que tendrán la misión de elevar la tensión de salida de los PCS para minimizar las pérdidas, antes de enviar la energía acumulada por las baterías a la celda de distribución primaria en la subestación.

1.4.1. TRANSFORMADORES

Las características del transformador del Twin Skid Compact serán:

- Potencia asignada: 8.100 kVA (40ºC).
- Tensión: 0,63/30 kV.
- ONAN.
- Para instalación en exterior.
- 50 Hz.
- Pérdidas en vacío del 0,1% y del 1% en el cobre.
- Temperatura ambiente entre -25 y 55ºC.
- Protección de temperatura y presión
- Aislamiento galvánico
- Depósito de retención de aceite.
- IEC 60076, IEC 61439-1, IEC 62271-200, IEC 62271-202 y EN 50588.
- Marcado CE, directiva EMC (Electromagnetic Compatibility).

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

Las características del transformador del MV Skid Compact serán:

- Potencia asignada: 4.100 kVA (40ºC).
- Tensión: 0,63/30 kV.
- ONAN.
- Para instalación en exterior.
- 50 Hz.
- Pérdidas en vacío del 0,1% y del 1% en el cobre.
- Temperatura ambiente entre -25 y 55ºC.
- Protección de temperatura y presión
- Aislamiento galvánico
- Depósito de retención de aceite.
- IEC 60076, IEC 61439-1, IEC 62271-200, IEC 62271-202 y EN 50588.
- Marcado CE, directiva EMC (Electromagnetic Compatibility).

1.4.2. CELDAS DE MEDIA TENSIÓN

En el interior del Twin Skid Compact y del MV Skid Compact, se alojarán las celdas de Media Tensión.

El sistema estará formado por un conjunto de celdas modulares de Media Tensión, con aislamiento y corte integral en SF_6, cuyos embarrados se conectarán utilizando los denominados "conjuntos de unión", consiguiendo una unión totalmente apantallada, e insensible a las condiciones externas como polución, salinidad, inundación, entre otras.

Se instalarán los siguientes tipos de celdas:

- Celdas de línea.
- Celdas de protección de transformadores con interruptor automático.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

2. CONCLUSIONES

Con lo en el presente documento se considera suficientemente descritos los procesos de dimensionamiento de las baterías y sus justificaciones técnicas necesarias para la Instalación y construcción del sistema de almacenamiento BESS OLIVERA I y III.

Zaragoza, enero de 2026
El Ingeniero Industrial al servicio de
ENERLAND GENERACIÓN SOLAR 14, S.L.



Ignacio Navarro Chinorias
Colegiado Nº 3947 del C.O.I.I.A.R

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

ANEXO II

CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

LÍNEAS DE MT/BT

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja
con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

CONTENIDO

1. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS EN MEDIA TENSIÓN 2
1.1. OBJETO 2
1.2. CRITERIOS DE CÁLCULO DE SECCIÓN DE CONDUCTORES 2
1.3. CONDICIONES DE LA INSTALACIÓN 3
1.4. CÁLCULO DE LA INTENSIDAD NOMINAL. LÍNEAS DE MEDIA TENSIÓN. 3
1.4.1. LÍNEA SUBTERRÁNEA DE MT EVACUACIÓN / CARGA 3
1.4.2. LÍNEA SUBTERRÁNEA DE MT ALIMENTACIÓN TRANSFORMADOR DE REFRIGERACIÓN .. 6

2. CÁLCULO JUSTIFICATIVO DE LAS LÍNEAS CC EN BAJA TENSIÓN 9
2.1. OBJETO 9
2.2. CONDICIONES DE LA INSTALACIÓN 9
2.3. CRITERIOS DE CÁLCULO DE SECCIÓN DE CONDUCTORES 9
2.4. CÁLCULO DE LA INTENSIDAD NOMINAL LÍNEAS BT EN CC 9

3. CÁLCULO JUSTIFICATIVO DE LAS LÍNEAS CA EN BAJA TENSIÓN 13
3.1. CÁLCULO DE LA INTENSIDAD NOMINAL LÍNEAS BT EN CA 13
3.2. CÁLCULO DE LAS LÍNEAS DE ALIMENTACIÓN DE SSAA 13

4. CONCLUSIONES 17

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

1. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS EN MEDIA TENSIÓN

1.1. OBJETO

El objeto de este apartado es justificar las características técnicas de los conductores empleados en los circuitos de media tensión que enlazarán los centros de transformación (MV SKID COMPACT y TWIN SKID COMPACT) entre sí, así como su posterior conexión con la sala de celdas del centro de seccionamiento "CS BESS OLIVERA I y III", objeto de otro proyecto. Contemplándose, además, la conexión directa entre dicho centro de seccionamiento y el TWIN SKID COMPACT, de modo que la red resultante funcione en configuración de anillo.

De la misma forma se calculará el conductor empleado en el circuito de media tensión que une el transformador de refrigeración ubicado en la planta "BESS OLIVERA I y III" con la celda de SSAA ubicada en el "CS BESS OLIVERA I y III".

1.2. CRITERIOS DE CÁLCULO DE SECCIÓN DE CONDUCTORES

Los cálculos de las secciones de los conductores se realizarán según el triple criterio:

- **Intensidad permanente máxima admisible:** según el tipo de cable utilizado en cada tramo. Donde la intensidad acumulada en cada tramo de línea de media tensión debe ser menor que la intensidad máxima del cable corregida conforme a los diferentes factores de corrección aplicables.
- **Caída de tensión:** donde la caída de tensión acumulada en la línea de media tensión tiene que ser menor que la caída de tensión máxima limitada en un 3%.
- **Intensidad de cortocircuito máxima admisible.** donde la sección elegida para el cableado debe ser mayor que la sección mínima requerida para soportar la corriente de cortocircuito más desfavorable en un tiempo igual al de disparo de las protecciones.

Dado que se trata de una planta de almacenamiento de energía, para el dimensionado de las secciones, se calcularán también las pérdidas de potencia:

- **Pérdidas máximas por efecto de Joule** (RI2) < 0,5%.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

1.3. CONDICIONES DE LA INSTALACIÓN

A continuación, se muestra una tabla con las consideraciones generales que se han tenido en cuenta para el dimensionamiento de las líneas de Media Tensión:

CONDICIONES GENERALES DE DISEÑO DE LA INSTALACIÓN	
Tensión Nominal (kV)	30
Tensión Máxima (kV)	36
Temperatura máxima del conductor (º C)	90
Tipo de Instalación	Enterrada
Temperatura de diseño del suelo (ºC)	25
Profundidad de la instalación (m)	1
Resistividad Térmica del Terreno (k m/W)	1,5

Tabla 1. Condiciones generales de diseño.

1.4. CÁLCULO DE LA INTENSIDAD NOMINAL. LÍNEAS DE MEDIA TENSIÓN.

Los conductores de Media Tensión para la evacuación/carga de las baterías y los conductores para la conexión del transformador de refrigeración, discurrirán por una zanja compartida.

1.4.1. LÍNEA SUBTERRÁNEA DE MT EVACUACIÓN / CARGA

Como se ha desarrollado en la memoria descriptiva, el cableado en media tensión estará formado por una Línea Subterránea de Media Tensión que unirá el TWIN SKID con el MV SKID, y posteriormente este MV SKID con las celdas del "CS BESS OLIVERA I y III". Como se va a realizar una conexión con configuración en anillo, existirá también una Línea Subterránea de Media Tensión que unirá el "CS BESS OLIVERA I y III", objeto de otro proyecto, con el TWIN SKID de la instalación de almacenamiento.

- LSMT: TWIN SKID COMPACT 1 – MV SKID COMPACT 1 – "CS BESS OLIVERA I y III"

La longitud completa de línea teniendo en cuenta las mayoraciones y la disposición en anillo, es de 100m.

Se tendrá en cuenta la longitud medida sobre plano, estimando siempre una longitud mayorada de un 10%, quedando un total de longitud de tramo de línea mayorada más desfavorable de 48m.

Las intensidades permanentes máximas admisibles, para cable directamente enterrado a 25º C, a 1 m de profundidad, con una resistividad térmica del terreno de 1,5 K m/W, serán:

- Cable de 95 mm^2 – Al (XLPE).....205 A
- Cable de 150 mm^2 – Al (XLPE) .....260 A
- Cable de 240 mm^2 – Al (XLPE) .....345 A
- Cable de 400 mm^2 – Al (XLPE) .....445 A
- Cable de 630 mm^2 – Al (XLPE) .....575 A

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

En función del número de circuitos alojados en la zanja, con una separación entre conductores de 200 mm:

- Zanja 1 circuito: 1,00
- Zanja 2 circuito (separados 0,2 m entre sí): 0,82
- Zanja 3 circuito (separados 0,2 m entre sí): 0,73

La intensidad que circulará por el cable que conecta el TWIN SKID COMPACT con el MV SKID COMPACT será:

$$I_{L1} = \frac{S_{ISLA\ POTENCIA\ 1} + S_{ISLA\ POTENCIA\ 2}}{\sqrt{3} \cdot U_S \cdot 0{,}9} = 257{,}24\ \text{AA}$$

La intensidad que circulará por el cable que conecta el MV SKID COMPACT con el "CS BESS OLIVERA I y III", será:

$$I_{L2} = \frac{S_{ISLA\ POTENCIA\ 1} + S_{ISLA\ POTENCIA\ 2}}{\sqrt{3} \cdot U_S \cdot 0{,}9} = 257{,}24\ \text{A}$$

La intensidad que circulará por el cable que conecta el "CS BESS OLIVERA I y III" con el TWIN SKID COMPACT, será:

$$I_{anillo} = \frac{S_{ISLA\ POTENCIA\ 1} + S_{ISLA\ POTENCIA\ 2}}{\sqrt{3} \cdot U_S \cdot 0{,}9} = 257{,}24\ \text{A}$$

Donde:

- S_{BESS} = potencia máxima suministrada por la Isla de Potencia en kVA
- U_S: tensión secundaria en kV.
- I_L: intensidad máxima de cada tramo en A.

Como se puede comprobar la Intensidad que podrá circular por cualquiera de los tres tramos es la misma, ya que la configuración en anillo puede provocar que cualquiera de los tramos se vea en la obligación de evacuar el total de la potencia de la planta de almacenamiento.

La fórmula aplicada para la caída de tensión será:

$$c.d.t\ (\%) = \frac{\sqrt{3} \cdot L \cdot I \cdot R \cdot 100}{U}$$

Donde:

- e% = Caída de tensión en %.
- L = Longitud en km
- R = Resistencia del conductor en Ω/km
- U = Tensión nominal en kV

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

La fórmula aplicada para el grado de utilización del conductor (G.U. (%)):

$$GU(\%) = \frac{I}{Imax} \cdot 100$$

Con lo anteriormente expuesto, se ha confeccionado una tabla de cálculo en la cual se comprueba que la línea colectora cumple con los criterios de cálculo indicados:

ORIGEN	DESTINO	L (m)	P (MW)	I (A)	$Coef_{TOT}$	$I_{max\ adm}$ (A)	S(mm^2)	c.d.t (%)	P (%)	GU (%)
MVSC	CS	36,05	12,03	257,24	0,82	282,90	240	0,96%	0,009%	90,9%
TSC	MVSC	15,72	12,03	257,24	0,82	282,90	240	0,42%	0,004%	90,9%
CS	TSC	48,47	12,03	257,24	0,82	282,90	240	1,29%	0,012%	90,9%

Se considera un factor de corrección en todos los tramos de la línea colectora igual a 0,82. Con la configuración en anillo en esta instalación de almacenamiento nunca coincidirá la evacuación de energía por tres circuitos de una misma zanja de forma simultánea.

En caso de que la energía circule por la línea que une el "CS BESS OLIVERA I y III", directamente con el TWIN SKID COMPACT, será porque se está utilizando la configuración en anillo porque ha habido una falla entre el "CS BESS OLIVERA I y III" y el MV SKID COMPACT.

Podemos concluir que, para la conexión de Media Tensión entre el TWIN SKID COMPACT y el MV SKID COMPACT se proyecta un cable aislado **tipo RH5Z1 18/30kV de aluminio 3x1x240mm²**, para la conexión de Media Tensión entre el MV SKID COMPACT y el "CS BESS OLIVERA I y III", se proyecta un cable aislado **tipo RH5Z1 18/30kV de aluminio 3x1x240mm²** y para la conexión de Media Tensión en anillo entre el "CS BESS OLIVERA I y III" y el TWIN SKID COMPACT se proyecta un cable aislado **tipo RH5Z1 18/30kV de aluminio 3x1x240mm²**, todos ellos en zanjas directamente enterradas.

Atendiendo al criterio de Intensidad de cortocircuito máxima admisible, se comprueba que las secciones elegidas son válidas para la intensidad de cortocircuito máxima calculada.

La intensidad máxima admisible en régimen de cortocircuito, que se determina mediante la expresión:

$$I_{cc} = k \cdot \frac{S}{\sqrt{t}}$$

Donde:

- I_{cc} = Intensidad de cortocircuito admisible en amperios.
- k = Coeficiente de valor 93 para el aluminio y 142 para el cobre.
- S = Sección del conductor en mm^2.
- t = Tiempo estimado de despeje de la falta en segundos.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

Sustituyendo valores en la expresión, considerando las características del conductor equivalente y un tiempo de despeje de 1 segundo es:

$$I_{cc} = 93 \cdot \frac{240}{\sqrt{1}} = 22.320\ A = 22{,}32\ kA > I_{cc}(30\ kV) = 7{,}70\ kA$$

Dado que se ha considerado la Intensidad de falta a tierra la misma que en el "CS BESS OLIVERA I y III" de 7,70 kA, se confirma que los cables seleccionados tienen una sección suficiente.

1.4.2. LÍNEA SUBTERRÁNEA DE MT ALIMENTACIÓN TRANSFORMADOR DE REFRIGERACIÓN

El cableado en Media Tensión que alimenta al transformador de refrigeración estará formado por una Línea Subterránea de Media Tensión que unirá las bornas en Media Tensión del transformador con la celda de SSAA de BESS OLIVERA I y III, ubicada en el "CS BESS OLIVERA I y III", objeto de otro proyecto.

La longitud completa de la línea es de 59m. Se tendrá en cuenta la longitud medida sobre plano, estimando siempre una longitud mayorada un 10%, quedando una longitud de línea mayorada total más desfavorable de 65m.

Las intensidades permanentes máximas admisibles, para cable directamente enterrado a 25º C, a 1 m de profundidad, con una resistividad térmica del terreno de 1,5 K m/W, serán:

- Cable de 95 mm^2 – Al (XLPE).....205 A
- Cable de 150 mm^2 – Al (XLPE) .....260 A
- Cable de 240 mm^2 – Al (XLPE) .....345 A
- Cable de 400 mm^2 – Al (XLPE) .....445 A
- Cable de 630 mm^2 – Al (XLPE) .....575 A

En función del número de circuitos alojados en la zanja, con una separación entre conductores de 200 mm:

- Zanja 1 circuito: 1,00
- Zanja 2 circuito (separados 0,2 m entre sí): 0,82
- Zanja 3 circuito (separados 0,2 m entre sí): 0,73

La intensidad que circulará por el cable que conecta el transformador con la celda será:

$$I_{LSSAA} = \frac{S_{SSAA}}{\sqrt{3} \cdot U_S \cdot 0{,}9} = 8{,}55\ A$$

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

Donde:

- S_{SSAA} = potencia máxima para los SSAA de refrigeración en kVA
- U_S: tensión secundaria en kV.
- I_{LSSAA}: intensidad máxima de cada tramo en A.

La fórmula aplicada para la caída de tensión será:

$$c.d.t.(\%) = \frac{\sqrt{3} \cdot L \cdot I \cdot R \cdot 100}{U}$$

Donde:

- e% = Caída de tensión en %.
- L = Longitud en km
- R = Resistencia del conductor en Ω/km
- U = Tensión nominal en kV

La fórmula aplicada para el grado de utilización del conductor (G.U. (%)):

$$GU(\%) = \frac{I}{Imax} \cdot 100$$

Con lo anteriormente expuesto, se ha confeccionado una tabla de cálculo en la cual se comprueba que la línea colectora, cumple con los criterios de cálculo indicados:

ORIGEN	DESTINO	L (m)	P (kVA)	I (A)	$Coef_{TOT}$	$I_{max\ adm}$ (A)	S (mm^2)	c.d.t. (%)	P (%)	G.U. (%)
Trafo Refrigeración	CS	64,65	400	8,55	0,82	168,10	95	0,14%	0,002%	5,1%

Podemos concluir que, para la conexión de Media Tensión entre el Transformador de Refrigeración y la Celda de Transformador de Refrigeración ubicada en el "CS BESS OLIVERA I y III", se proyecta un cable aislado **tipo RH5Z1 18/30 kV de aluminio 3x1x95mm²** en zanjas directamente enterradas.

Atendiendo al criterio de Intensidad de cortocircuito máxima admisible, se comprueba que las secciones elegidas son válidas para la intensidad de cortocircuito máxima calculada.

La intensidad máxima admisible en régimen de cortocircuito, que se determina mediante la expresión:

$$I_{CC} = \frac{S}{\sqrt{t}}$$

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

Donde:

I_{cc} = Intensidad de cortocircuito admisible en amperios.
k = Coeficiente de valor 93 para el aluminio y 142 para el cobre.
S = Sección del conductor en mm^2.
t = Tiempo estimado de despeje de la falta en segundos.

Sustituyendo valores en la expresión, considerando las características del conductor equivalente y un tiempo de despeje de 1 segundo es:

$$I_{CC} = 93 \cdot \frac{95}{\sqrt{1}} = 8.835\ A = 8{,}835\ kA > I_{CC}(30kV) = 7{,}70\ kA$$

Dado que se ha considerado la Intensidad de falta a tierra la misma que en el “CS BESS OLIVERA I y III”, de 7,70 kA, se confirma que los cables seleccionados tienen una sección suficiente.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

2. CÁLCULO JUSTIFICATIVO DE LAS LÍNEAS CC EN BAJA TENSIÓN

2.1. OBJETO

El objeto de este apartado es el diseño y cálculo de la red de baja tensión en corriente continua para el flujo de la energía consumida/vertida de las baterías de la Planta de Almacenamiento "BESS OLIVERA I y III".

Los cálculos y dimensionamiento incluyen la parte de CC que conecta las baterías con los PCS.

2.2. CONDICIONES DE LA INSTALACIÓN

A continuación, se muestra una tabla con las consideraciones generales que se han tenido en cuenta para el dimensionamiento de las líneas de Baja Tensión CC:

CONDICIONES GENERALES DE DISEÑO DE LA INSTALACIÓN	
Rango de Tensión Nominal (V)	1.040 -1.500
Tipo de Instalación	Enterrada bajo Tubo
Temperatura de diseño del suelo (ºC)	25
Profundidad de la instalación (m)	1
Resistividad Térmica del Terreno (K m/W)	1,5

2.3. CRITERIOS DE CÁLCULO DE SECCIÓN DE CONDUCTORES

La determinación reglamentaria de la sección de un cable consiste en calcular la sección mínima normalizada que satisface simultáneamente las condiciones:

- Criterio de la intensidad máxima admisible y de calentamiento.
- Criterio de la caída de tensión.
- Criterio de cortocircuito

2.4. CÁLCULO DE LA INTENSIDAD NOMINAL LÍNEAS BT EN CC

En este apartado se calcula los cables de Baja Tensión en CC que conectarán cada ESS con el PCS correspondiente en las condiciones más desfavorables para la batería, suponiendo la potencia máxima y el voltaje mínimo. Teniendo en cuenta que cada batería está compuesta por 6 racks obtendremos lo siguiente:

$$Potencia\ Máxima\ ESS = \frac{Energia\ de\ Almacenamiento}{tiempo\ de\ Almacenamiento} = \frac{5015\ \text{kWh}}{4\ \text{h}} = 1.254\ \text{kW}$$

$$Intensidad\ Máxima\ ESS = \frac{Potencia\ Máxima\ ESS}{Votaje\ mínimo\ ESS} = \frac{1.254\ \text{KW}}{1.040\ \text{V}} = 1.205\ \text{A}$$

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

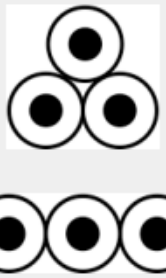
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

Como tenemos 6 racks y cada uno de ellos lleva una salida asociada, la Intensidad máxima que circulará por el cable en cada una de las salidas será de:

$$Intensidad\ Máxima/\ salida\ de\ rack\ de\ la\ ESS = \frac{Intensidad\ Máxima\ ESS}{Nº\ racks} = \frac{1.205\ \text{A}}{6} = 201\ \text{A}$$

Se dimensiona la sección de los cables que unen cada una de las salidas del contenedor de Baterías (ESS) con la entrada del PCS para que **soporten la máxima intensidad en cada terminal que se ha calculado, 201 A**.

En el apartado *3.1 Intensidades máximas permanentes en los conductores de los cables* de *la ITC-BT-07 del Reglamento electrotécnico para baja tensión aprobado por el Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto* aparece la siguiente tabla, donde se indica la intensidad máxima admisible en servicio permanente para cables de aluminio en instalación enterrada:

Sección nominal mm²	Terna de cables unipolares (1) (2)			1 cable tripolar o tetrapolar (3)		
						
	Tipo de aislamiento					
	XLPE	EPR	PVC	XLPE	EPR	PVC
16	97	94	86	90	86	76
25	125	120	110	115	110	98
35	150	145	130	140	135	120
50	180	175	155	165	160	140
70	220	215	190	205	220	170
95	260	255	225	240	235	210
120	295	290	260	275	270	235
150	330	325	290	310	305	265
185	375	365	325	350	345	300
240	430	420	380	405	395	350
300	485	475	430	460	445	395
400	550	540	480	520	500	445
500	615	605	525	–	–	–
630	690	680	600	–	–	–

Las intensidades de la tabla son para unas condiciones de instalación de una profundidad del cable de 1,2 m, una resistividad térmica del terreno de 1 K m/W y una temperatura del terreno de 25ºC.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

A continuación, se muestra un dibujo de la sección tipo de la zanja de BT en CC más desfavorable de la Planta:

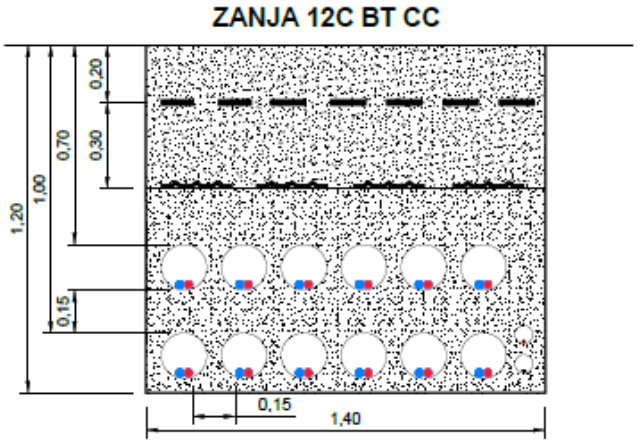


Figura 1. Zanja de BT en CC para 12 cables.

La intensidad máxima admisible de los cables se verá afectada por diferentes coeficientes que son:

- Coeficiente cable corriente continua **(coef $_{CC}$) = 1,225**
- Coeficiente temperatura de terreno **(coef $_{TA}$) = 1**
- Coeficiente Resistividad Térmica del Terreno **(coef $_{T}$) = 1**
- Coeficiente Agrupación y Separación de Cables **(coef $_{AS}$) = 0,57**
- Coeficiente profundidad de Cables **(coef $_{PROF}$) = 0,99**
- Coeficiente Instalación enterrada bajo tubo **(coef $_{TUB}$) = 0,80**

De esta manera la intensidad máxima admisible de los cables se verá reducida por la multiplicación de todos los coeficientes reductores, obteniendo un valor según se muestra en la siguiente fórmula:

$$coef_{total} = 0{,}55$$

Por lo que la sección de cable seleccionada para soportar una intensidad en régimen permanente de 201 A será dos cables (+ y -) de 240 mm^2 Al.

Además, de lo indicado hasta ahora, la sección de los cables de BT se calculará teniendo en cuenta la caída de tensión máxima permitida desde el origen de un circuito hasta el final.

Así, según el documento del IDAE “PCT-C-REV-Julio 2011” correspondiente a “Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones conectadas a Red”, establece que la caída de tensión máxima permitida en BT entre el origen de cualquier circuito y hasta el final del mismo será del 1,5% en corriente continua (CC).

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

La fórmula empleada para el cálculo de la caída de tensión en los cables para corriente continua será la siguiente:

$$cdt\ (V) = 2 \cdot \rho \cdot \frac{L}{S} \cdot I_{mpp}$$

Donde:

- e: Caída de tensión en Voltios.
- L: Longitud del conductor en metros.
- S: Sección del conductor en mm^2.
- I_{mpp}: Intensidad en el punto de máxima potencia.
- ρ: Resistividad real de los conductores en función de la temperatura máxima prevista en servicio del cable, la cual vendrá determinada por la siguiente expresión:

$$\rho = \rho_{20} \cdot (1+\alpha \cdot (T-20))$$

A continuación, se muestra una tabla con las caídas de tensión y las pérdidas de potencia de los cables de CC que conectan las baterías (ESS) con el PCS (bajo las condiciones más restrictivas):

ORIGEN	DESTINO	L (m)	Pérdidas P (W)	S (mm^2)	c.d.t. (V)	c.d.t. (%)
ESS 9	TWIN SKID COMPACT	22	295	240	1,47	0,14%

Podemos concluir que para la conexión entre cada las salidas de los contenedores de baterías con las entradas de los PCS correspondientes se instalarán dos cables aislados **tipo AL-XZ1 1,5/1,5 kV CC (1,8 kV CC) de Aluminio 2x(1x240 mm²),** un cable para el polo positivo y otro para el polo negativo, en zanja bajo tubo enterrado.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

3. CÁLCULO JUSTIFICATIVO DE LAS LÍNEAS CA EN BAJA TENSIÓN

3.1. CÁLCULO DE LA INTENSIDAD NOMINAL LÍNEAS BT EN CA

Cabe destacar que, debido a la configuración de equipos seleccionada, no será necesario calcular el cableado de baja tensión en corriente alterna para el flujo de la energía de los PCS al cuadro de BT del Centro de Transformación, ya que, al instalar el TWIN SKID COMPACT o el MV SKID COMPACT, obtenemos directamente la salida de la potencia en Media Tensión (30 kV).

3.2. CÁLCULO DE LAS LÍNEAS DE ALIMENTACIÓN DE SSAA

Las líneas de baja tensión en corriente alterna que unen cada batería (ESS) con el transformador de Servicios Auxiliares de la planta son para alimentar a los contenedores de baterías. Estas líneas estarán formadas por un cable tripolar con neutro y tierra a 400 V en AC.

La potencia máxima del cable que unirá cada salida del transformador de servicios auxiliares con cada contenedor de baterías (ESS 1 a ESS 9) será 39,2 kVA.

Con esta potencia máxima, suponiendo una Tensión de 400 V_{ac}, un factor de potencia de 0,95 tendremos una intensidad máxima de:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot \cos\theta \cdot V} = 59{,}56\ A$$

Se calcula la sección del cable que une el cuadro del transformador de SSAA con cada una de las baterías (ESS) suponiendo la sección más desfavorable.

En el apartado *3.1 Intensidades máximas permanentes en los conductores de los cables* de *la ITC-BT-07 del Reglamento electrotécnico para baja tensión aprobado por el Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto* aparece la siguiente tabla, donde se indica la intensidad máxima admisible en servicio permanente para cables de aluminio en instalación enterrada:

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

Sección nominal mm²	Terna de cables unipolares (1) (2)			1 cable tripolar o tetrapolar (3)		
	Tipo de aislamiento					
	XLPE	EPR	PVC	XLPE	EPR	PVC
16	97	94	86	90	86	76
25	125	120	110	115	110	98
35	150	145	130	140	135	120
50	180	175	155	165	160	140
70	220	215	190	205	220	170
95	260	255	225	240	235	210
120	295	290	260	275	270	235
150	330	325	290	310	305	265
185	375	365	325	350	345	300
240	430	420	380	405	395	350
300	485	475	430	460	445	395
400	550	540	480	520	500	445
500	615	605	525	–	–	–
630	690	680	600	–	–	–

Las intensidades de la tabla son para unas condiciones de instalación de una profundidad del cable de 0,70 m, una resistividad térmica del terreno de 1 K m/W y una temperatura del terreno de 25ºC.

A continuación, se muestra un dibujo de la sección más desfavorable de la zanja de BT CA 400V para Servicios Auxiliares.:

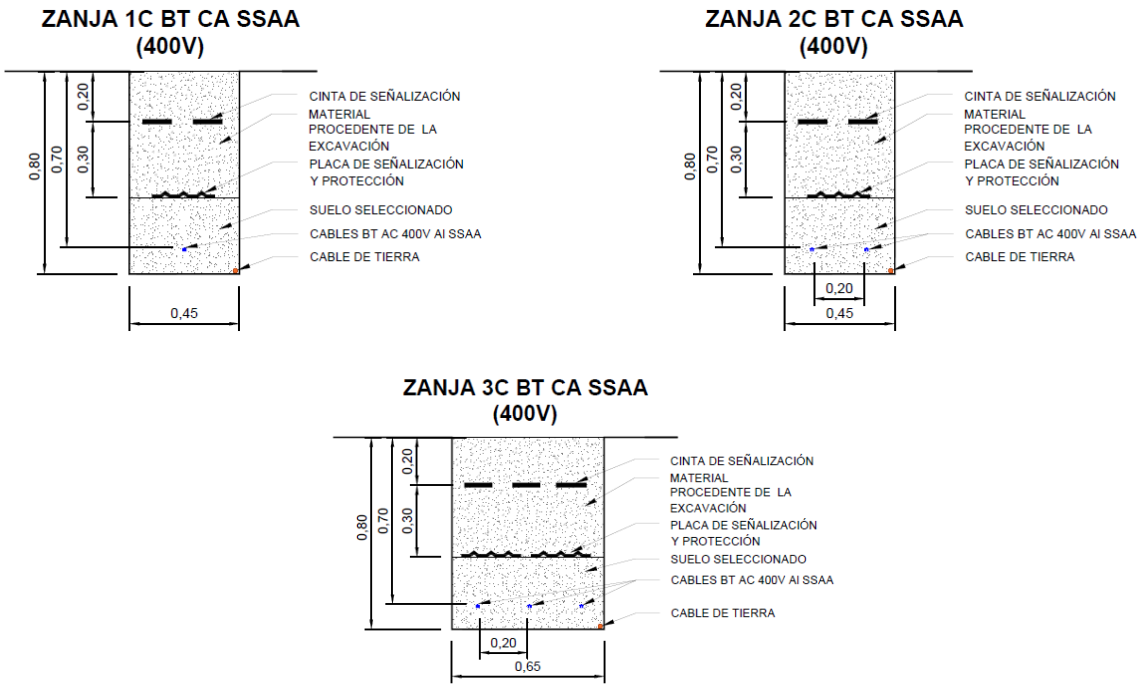


Figura 2. Zanjas de BT en CA.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

La intensidad máxima admisible de los cables se verá afectada por diferentes coeficientes como son:

- Coeficiente temperatura de terreno **(coef $_{TA}$)= 1**
- Coeficiente Resistividad Térmica del Terreno **(coef $_{T}$) = 1**
- Coeficiente Agrupación y Separación de Cables **(coef $_{AS}$)** = **0,88**
- Coeficiente profundidad de Cables **(coef $_{PROF}$) = 1**
- Coeficiente Instalación enterrada bajo tubo **(coef $_{TUB}$)** = **1**

De esta manera a la intensidad máxima admisible de los cables se verá reducida por la multiplicación de todos los coeficientes reductores obteniendo un valor según se muestra en la siguiente fórmula:

$$coef_{total} = coef_{TA} \cdot coef_{T} \cdot coef_{AS} \cdot coef_{PROF} = 0{,}88$$

Por lo que la sección de cable seleccionada para soportar una intensidad en régimen permanente de **55,04 A** será un cable de **16 mm² Al**.

$$I_{tmax\ adm} = I_{tmax\ cable} \cdot coef_{total} = 52{,}41\ A$$

Por lo que se obtiene que la intensidad máxima del cable de 16 mm² Al en esta instalación, es mayor que la Intensidad máxima en régimen permanente

La fórmula empleada para el cálculo de la caída de tensión en los cables para corriente alterna será la siguiente:

$$cdt(V) = \frac{P \cdot L}{\sigma \cdot V \cdot S}$$

Donde:

- e: Caída de tensión en Voltios.
- P: Potencia nominal en Watios.
- L: Longitud del conductor en metros.
- σ: Conductividad del conductor en mΩ/km (35 para el aluminio) referido a la temperatura real del conductor.
- V: Tensión nominal en Voltios.
- S: Sección del conductor en mm².

A continuación, se muestra una tabla de cálculo con las caídas de tensión en los diferentes tramos, comprobando que ninguna supera el 3%:

ORIGEN	DESTINO	L (m)	P (W)	S (mm²)	cdt (V)	Cdt (%)
ESS 4	TRAFO REFRIGERACIÓN	25	39200	16	5,12	1,28%

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

Podemos concluir que para la conexión entre cada ESS y cada salida de los cuadros de BT que cuelgan del transformador de SSAA, se proyectan cuatro cables aislados **tipo AL-XZ1 0,6/1 kV CA (1,2 kV CA) de aluminio 4x(1x16mm^2)**, en zanja directamente enterrado.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

4. CONCLUSIONES

Con lo en el presente documento se consideran lo suficientemente descritos los cálculos justificativos de las líneas de media y baja tensión del sistema de almacenamiento objeto de este proyecto BEES OLIVERA I y III.

Zaragoza, enero de 2026
El Ingeniero Industrial al servicio de
ENERLAND GENERACIÓN SOLAR 14, S.L.



Ignacio Navarro Chinorias
Colegiado Nº 3947 del C.O.I.I.A.R

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

ANEXO III

CÁLCULO DE LA RED DE TIERRAS

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja
con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN 2

2. CÁLCULO DE LA RED DE TIERRAS 3

2.1. DATOS DE PARTIDA 3
2.2. CÁLCULO DE LA RESISTENCIA DE LA MALLA DE LA PLANTA DE BESS 4
2.3. CÁLCULO DE LAS TENSIONES DE PASO Y CONTACTO 5
2.4. RESISTENCIA A TIERRA DEL CABLE DE ENLACE 6
2.5. CÁLCULO DE LAS TENSIONES MÁXIMAS DE PASO Y CONTACTO 7
2.6. COMPROBACIÓN DEL CONDUCTOR 9

3. CONCLUSIONES 11

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

1. INTRODUCCIÓN

El sistema de puesta a tierra resulta fundamental, ya que la mayoría de los cortocircuitos que ocurren en el sistema eléctrico son dirigidos a tierra, por lo que tiene un efecto significativo en el sistema de protección de todos los equipos.

Para el cálculo de la red de tierras de la instalación se tendrán en cuenta los valores máximos de Tensiones de paso y contacto, tal y como viene establecido en la ITC-RAT 13. Los cálculos justificativos se realizan según la norma IEEE STD 80-2000 “Guide for Safety in AC Substation Grounding”.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

2. CÁLCULO DE LA RED DE TIERRAS

2.1. DATOS DE PARTIDA

Para este proyecto, se diseña una malla de tierra constituida por un conductor de cobre desnudo de 50 mm² que sigue el perímetro de la planta de BESS. La profundidad de la malla de puesta a tierra será de 0,8 m. Estos detalles se pueden observar en el Plano Puesta a Tierra de la Planta "BESS OLIVERA I y III" dentro del documento Planos.

El anillo de tierras exterior se conectará a través de un conductor de la misma sección con cada uno de los elementos que componen la planta de baterías.

- Puertas, tuberías y partes metálicas de equipos.
- Las cámaras de videovigilancia CCTV también irán conexionadas a tierra.

La barra de tierras MT que hay en los Centros de Transformación cuenta con salidas para poner a tierra diferentes elementos de la instalación:

- Celdas MT de los centros de transformación.
- Partes metálicas de los transformadores.
- Conexión de la barra de puesta a tierra MT con una segunda barra de puesta a tierra de cobre en la parte de BT de los centros de transformación.

Parámetros como la resistividad media del terreno (Ω·m) o la resistividad de la capa superficial del mismo (Ω·m) considerados, son valores de referencia estándar que serán confirmados mediante un estudio geotécnico en la zona. A partir de los valores obtenidos tras los ensayos en campo, estos cálculos que se presentan deberán ser recalculados y, en su caso, validados durante la ingeniería de detalle del proyecto.

En la siguiente tabla se pueden observar los datos de partida utilizados para el dimensionamiento de la red de tierras enterrada de la instalación.

RED DE TIERRAS PLANTA DE BATERÍAS	
Tensión Nominal de la instalación	15 kV
Intensidad máxima de cortocircuito	7,7 kA
Tiempo de despeje de la falta	1 s
Resistividad del Terreno estimada	250 Ω m
Resistividad capa superficial estimada	3.000 Ω m
Tipo de Cable	Cu 50 mm^2
Longitud total de cable de cobre	1.383,5 m
Profundidad de la Red de PAT	0,8 m
Espesor de la capa superficie	10 cm
Radio de circunferencia (similar a la malla)	28,5 m

Tabla 1. Datos de partida del dimensionamiento de la red de tierras.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

2.2. CÁLCULO DE LA RESISTENCIA DE LA MALLA DE LA PLANTA DE BESS

El sistema de puesta a tierra para las instalaciones de Media y Baja Tensión es único, estando compuesto por la puesta a tierra de los elementos de la Planta de Baterías.

Cuando se produce un defecto a tierra en la instalación, se provoca una elevación del potencial del electrodo, a través del cual circula la corriente hacia tierra, apareciendo sobre el terreno gradientes de potencial.

Por lo tanto, al diseñar los electrodos de puesta a tierra deben tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Seguridad de las personas en relación con las elevaciones de potencial: Tensiones de paso y de contacto.
- Sobretensiones peligrosas para las instalaciones.
- Valor de la intensidad de defecto que haga funcionar las protecciones, asegurando la eliminación de la falta.

La red de puesta a tierra de la planta de baterías consistirá en una malla, cuya forma es la de un rectángulo aproximado, y cuyas dimensiones aproximadas son de 65 x 45 m y retícula aproximada de 4 x 4 m, realizada con cable de cobre desnudo de 50 mm² de sección enterrado a una profundidad de 0,8 m.

Para el cálculo de la resistencia de tierra del electrodo proyectado, y después de observar las características del suelo, se estima una resistividad media del terreno de 250 Ω·m, siendo el área ocupada por la malla de unos 2.549 m².

Para el cálculo de la resistencia de la malla de puesta a tierra, se utilizará la fórmula de Sverak:

$$R_{BESS} = \frac{\rho}{4r} + \frac{\rho}{L}$$

Donde:

- R_{BESS} = Resistencia de tierra de la malla (Ω).
  ρ = Resistividad del terreno en (Ω m).
- L= Longitud total de los conductores de Cu desnudos enterrados (m).
- r= Radio en metros de un círculo de la misma superficie que el área cubierta por la malla. Siendo el área ocupada por la red de unos 2.549 m².

Resultando:

$$R_{BESS} = \frac{\rho}{4}\sqrt{\frac{\pi}{S}} + \frac{\rho}{L} = 2{,}3748\ \Omega$$

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

2.3. CÁLCULO DE LAS TENSIONES DE PASO Y CONTACTO

Las corrientes de defecto cercanas a objetos distribuidores de potencia (subestaciones, torres de distribución, plantas) pueden ser muy elevadas, de hasta 200 kA (rayo), lo que puede provocar tensiones de paso y de contacto peligrosas.

En la siguiente imagen se muestra una representación de las tensiones de paso y contacto.

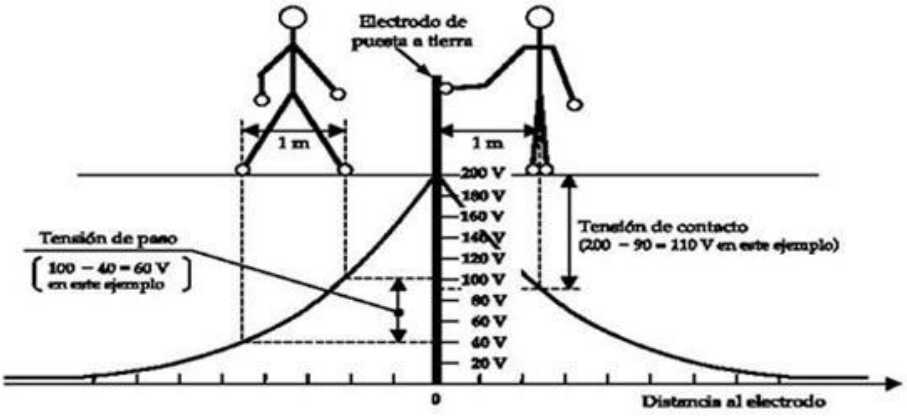


Figura 1. Representación gráfica de las tensiones de paso y contacto.

Se producen tensiones de defecto, de paso y de contacto como resultado de las corrientes de defecto que circulan a través del electrodo o la malla de conexión a tierra en el terreno.

Para conseguir un sistema equipotencial y cumplir con las tensiones de paso y contacto admisibles en la planta se deberá tener en cuenta la instalación de picas, uniones mecánicas de cable y otros elementos para interconectar todas las estructuras metálicas o que estén en carga.

Las tensiones máximas admisibles de paso y contacto se determinan de acuerdo con las expresiones indicadas en la ITC-RAT 13. La superficie ocupada por el parque de intemperie se cubrirá con una capa de grava de, al menos, 10 cm de espesor. Como valor de resistividad de dicha capa superficial tomaremos 3.000 Ω·m.

La resistividad superficial equivalente ρ_{sup} se obtiene mediante la fórmula:

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

Donde:

- ρ= Resistividad del terreno estimada (Ω.m)
- ρ_S= Resistividad de la capa superficial del terreno estimada (Ω.m)
- h_S= Espesor de la capa superficial (0,10 m)

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

$$\rho_{sup} = 2.047\ \Omega \cdot \mathrm{m}$$

Las tensiones de paso y contacto admisibles se hallan a partir de las expresiones:

$$V_{Contacto} = U_{ca}\left(1 + \frac{\left(\frac{R_{a1}}{2} + 1{,}5 \cdot \rho_s\right)}{1000}\right)$$

$$V_{Paso} = 10 \cdot U_{ca}\left(1 + \frac{(2 \cdot R_{a1} + 6 \cdot \rho_s)}{1000}\right)$$

Donde:

- U_{ca}= Tensión de contacto aplicada admisible en el cuerpo humano (107 V según la tabla 1 de la ITC-RAT 13, para una duración de la falta de 1 s).
- t= Duración de la falta en segundos (se considerará 1 segundo).
- ρ_S= Resistividad superficial del terreno estimada.
- R_{a1} = Resistencia equivalente del calzado de un pie cuya suela sea aislante (2.000 Ω).

Los resultados se resumen en la siguiente tabla:

VALORES ADMISIBLES DE V_P y V_C		
	Tensión de paso V_p	**Tensión de contacto V_c**
Interior Planta BESS (con grava)	18.494 V	543V

Tabla 2. Valores admisibles de Vp y Vc.

Se ha considerado la misma Intensidad de falta a tierra que en el "CS BESS OLIVERA I y III", objeto de otro proyecto, de 7.700 A.

2.4. RESISTENCIA A TIERRA DEL CABLE DE ENLACE

En el apartado anterior, la resistencia de la malla se ha calculado en 2,3748 Ω.

En el caso del conductor enterrado horizontalmente que une los diferentes elementos de la Planta de Baterías, según el apartado 4.2 de la ITC-RAT 13 presenta una resistencia de (conductor enterrado horizontalmente):

$$R_L = \frac{2 \cdot \rho}{L} = 0{,}435\ \Omega$$

Donde:

- R_L= Resistencia de Línea (Ω)
- ρ= Resistividad del terreno estimada (Ω.m)
- L= longitud de cable desnudo de Cu soterrado en las zanjas de MT y BT (m)

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

Considerando el valor de la resistencia de la línea y el valor de la malla de la planta de baterías calculada, la resistencia total es de:

$$\frac{1}{R_T}=\frac{1}{R_{BESS}}+\frac{1}{R_L} \rightarrow R_T=0{,}367\ \Omega$$

Con estos valores, la malla de la Planta de Baterías se pondría a un potencial de:

$$E_g=I_F \cdot R_T=2.829\ V$$

Donde:

- E_g= Potencial Malla de PAT (V)
- I_F = Intensidad de falta a Tierra se considera la misma que la que se ha estimado en el CS BESS OLIVERA I y III, 7.700 A.
- R_G= Resistencia de la Malla según el reglamento (Ω)
- I_g = Intensidad de defecto a considerar (A)

Por lo que la intensidad de puesta a tierra en la subestación sería:

$$I_g=\frac{E_g}{R_G}=1.191\ A$$

En definitiva, en nuestros cálculos vamos a considerar una intensidad de defecto a tierra de 3.491 A

2.5. CÁLCULO DE LAS TENSIONES MÁXIMAS DE PASO Y CONTACTO

Los valores reales de tensión de paso y contacto se van a calcular según el método propuesto en la ANSI/I.E.E.E. GUIDE FOR SAFETY IN AC SUBSTATION GROUNDING 1986 para esta configuración de electrodo cuyas fórmulas se resumen en el siguiente cuadro:

$$E_S = \rho \cdot K_S \cdot K_J \cdot \frac{I}{L}$$

$$E_m = \rho \cdot K_m \cdot K_J \cdot \frac{I}{L}$$

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

$$K_J = 0{,}644 + 0{,}148 \cdot n$$

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

$$K_{ij} = \frac{1}{(2n)^{2/n}}$$

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

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

$$n = n_a \cdot n_b \cdot n_c \cdot n_d$$

$$n_a = \frac{2 \cdot L_C}{L_P}$$

$$n_b = \sqrt{\frac{L_P}{4 \cdot \sqrt{A}}}$$

$$n_c = \left(\frac{L_x \cdot L_y}{A}\right)^{\frac{0{,}7A}{L_x \cdot L_y}}$$

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

Donde:

- E_m= Diferencia de potencial del conductor de la malla y la superficie del terreno al centro del rectángulo de la malla (V)
- E_S= Tensión de contacto a una distancia horizontal de un metro (V)
- ρ_S= Resistividad superficial del terreno estimada (250 Ω.m)
- I= Intensidad de defecto (1.191 A)
- L_C= Longitud del cable enterrado (1.383,5 m)
- L_p= Longitud del perímetro de la red (206,8 m)
- L_x= Máxima longitud del cable de tierra en el eje longitudinal (63,6 m)
- L_y= Máxima longitud del cable de tierra en el eje transversal (44,6 m)
- D_m= Distancia máxima entre dos puntos de la red de tierras (76,7 m)
- h= Profundidad de enterramiento (0,8 m)
- A= Área cubierta por la malla (2.549 m^2)
- D= Separación media entre conductores paralelos (4 metros)
- d= Diámetro del conductor (0,00798 m)
- n= Número efectivo de conductores en paralelo.

Procedemos a calcular los coeficientes:

- n= 14,299
- n_a= 13,380
- n_b= 1,012
- n_c= 1,070
- n_d= 0,987

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

Sustituyendo valores obtenemos:

- K_s = 0,345
- K_j = 2,760
- K_{ii} = 0,626
- K_h = 1,342
- K_m = 1,309

Entonces:

$$E_m = \rho \cdot K_m \cdot K_j \cdot \frac{I}{L} = 777{,}49\ V$$

$$E_s = \rho \cdot K_s \cdot K_j \cdot \frac{I}{L} = 204{,}86\ V$$

Para que los resultados sean admisibles se tiene que cumplir que:

- $E_m < V_P$
- $E_s < V_C$

	V_p Admisible	V_p Calculada (E_m)	V_c Admisible	V_c Calculada (E_s)
Interior Planta BESS (con grava)	18.494 V	777	543 V	205

(*) Para asegurarse que la tensión de contacto cumpla en el exterior del recinto se instalará la valla de la Planta de Baterías a 1 m del perímetro de la malla hacia el interior y conectada a esta. Por lo que nuestro sistema no presentará peligros significativos para el personal por trasvase de potenciales peligrosos.

En aplicación del reglamento de alta tensión, una vez efectuada la instalación de puesta a tierra se medirán las tensiones de paso y de contacto, asegurándose de que los valores obtenidos están dentro de los márgenes que garantizan la seguridad de las personas.

2.6. COMPROBACIÓN DEL CONDUCTOR

Según la ITC-RAT 13 se comprueba que la sección mínima (A) del conductor de puesta a tierra del parque eólico será:

$$A = I \cdot \sqrt{\frac{T_C \cdot \alpha_T \cdot \rho_r \cdot 10.000}{T_{CAP} \cdot \mathrm{Ln}\left(\frac{k_0 + T_m}{k_0 + T_a}\right)}} = 21{,}56\ mm^2$$

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

Donde:

- I: Corriente de falta prevista .....1.191 kA
- T_c : Tiempo de despeje del defecto.....1 s
- α_T : Coeficiente térmico de resistividad a 20 ºC.....0,00397 $ºC^{-1}$
- $k_0 = 1/\alpha_0$ (con α_0 = Coeficiente térmico de resistividad a 0 ºC).....234 ºC
- ρ_r : Resistividad a 20 ºC.....1,72 µΩ/cm
- T_{CAP}: Factor de capacidad térmica.....3,42 J/(cm^3xºC)
- T_m: Temperatura máxima (según recomendación IEEE).....200 ºC
- T_a: Temperatura ambiente.....35 ºC

Obtenemos que la sección de conductor que necesitamos instalar en la red de tierras debe de ser igual o superior a 21,56 mm^2.

Para el cable de cobre desnudo que conformará la red de tierras profunda, adoptaremos la sección de 50 mm^2.

Comprobamos que la sección elegida cumple las prescripciones establecidas por la ITC-RAT 13:

- Para las líneas de puesta a tierra la densidad de corriente es ≤ 160 A/mm^2.
- La sección adoptada, 50 mm^2, se corresponde con la sección mínima indicada en el apartado 3.4 de la ITC-RAT 13.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

3. CONCLUSIONES

Con lo en el presente documento se consideran lo suficientemente descritos los cálculos justificativos de la red de tierras del sistema de almacenamiento objeto de este proyecto BEES OLIVERA I y III.

Zaragoza, enero de 2026
El Ingeniero Industrial al servicio de
ENERLAND GENERACIÓN SOLAR 14, S.L.



Ignacio Navarro Chinorias
Colegiado Nº 3947 del C.O.I.I.A.R

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

ANEXO IV

ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja
con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN 2

2. PRODUCCIÓN DE RESIDUOS EN FASE DE CONSTRUCCIÓN 3

3. MEDIDAS PARA LA PREVENCION DE RESIDUOS EN OBRA 6
3.1. PREVENCIÓN EN LA ADQUISICIÓN DE MATERIALES 6
3.2. PREVENCIÓN EN EL COMIENZO DE LA OBRA 6
3.3. PREVENCIÓN EN LA PUESTA EN OBRA 6
3.4. PREVENCIÓN EN EL ALMACENAMIENTO EN OBRA 7

4. GESTIÓN DE LOS RESIDUOS 8
4.1. GESTIÓN INTERNA DE LOS RESIDUOS 8
4.1.1. RESIDUOS NO PELIGROSOS 8
4.1.2. RESIDUOS PELIGROSOS 8
4.2. GESTIÓN EXTERNA DE LOS RESIDUOS 9
4.2.1. RESIDUOS NO PELIGROSOS 9
4.2.2. RESIDUOS PELIGROSOS 9
4.3. MEDIDAS DE SEGREGACIÓN “IN SITU” PREVISTAS (CLASIFICACIÓN/SELECCIÓN) 9

5. CUANTIFICACIÓN Y VALORACIÓN ECONÓMICA DE LA GESTIÓN DE RESIDUOS PRODUCIDOS EN FASE DE CONSTRUCCIÓN 11
5.1. CUANTIFICACIÓN DE LA GESTIÓN DE RESIDUOS PRODUCIDOS 11
5.2. VALORACIÓN ECONÓMICA DE LA GESTIÓN DE RESIUDOS GENERADOS 13
5.2.1. RESIDUOS NO PELIGROSOS 13
5.2.2. RESIDUOS PELIGROSOS 13
5.2.3. TOTAL GESTIÓN DE RESIDUOS 14

6. PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS 15
6.1. OBLIGACIONES DE LOS ACTORES 15
6.2. GESTIÓN DE RESIDUOS 15
6.3. SEPARACIÓN 16
6.4. DOCUMENTACIÓN 17

7. CONCLUSIONES 18

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

1. INTRODUCCIÓN

La Legislación genérica que aplica en la gestión de residuos es la que viene reflejada a continuación, la no presencia de alguna legislación en esta lista no implica que esté excluida si aplica.

Se deberá considerar la normativa en vigor considerando su última modificación según el BOE:

- Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.
- Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental.
- Real Decreto 679/2006, de 2 de junio, por el que se regula la gestión de los aceites industriales usados.
- Real Decreto 252/2006, de 3 de marzo, por el que se revisan los objetivos de reciclado y valorización establecidos en la Ley 11/1997, de 24 de abril, de Envases y Residuos de Envases, y por el que se modifica el Reglamento para su desarrollo y ejecución, aprobado por el Real Decreto 782/1998, de 30 de abril.
- Real Decreto 9/2005, de 14 de enero, por el que se establece la relación de actividades potencialmente contaminantes del suelo y los criterios y estándares para la declaración de suelos contaminados.
- Orden APM/1007/2017, de 10 de octubre, sobre normas generales de valorización de materiales naturales excavados para su utilización en operaciones de relleno y obras distintas a aquéllas en las que se generaron.
- Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular (Boletín Oficial del Estado (BOE), de 9 de abril de 2022) (texto consolidado).
- Plan Estatal Marco de Gestión de Residuos (PEMAR) 2016-2022.
- Real Decreto 646/2020, de 7 de julio, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero.
- Real Decreto 1055/2022, de 27 de diciembre, de envases y residuos de envases.
- Real Decreto 258/1989, de 10 de marzo, sobre Normativa General sobre vertidos de sustancias peligrosas desde tierra.
- Real Decreto 553/2020, de 2 de junio, por el que se regula el traslado de residuos en el interior del territorio del Estado.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

2. PRODUCCIÓN DE RESIDUOS EN FASE DE CONSTRUCCIÓN

En cuanto a los residuos peligrosos generados en la fase de construcción, éstos serán principalmente los derivados del mantenimiento de la maquinaria utilizada para la realización de la obra. Los residuos referidos serán aceites usados, restos de trapos impregnados con aceites y o disolventes, envases que han contenido sustancias peligrosas, etc. Las operaciones de mantenimiento de maquinaria se realizarán preferentemente en talleres externos, aunque debido a averías de la maquinaria en la propia obra y la dificultad de traslado de maquinaria de gran tonelaje en ocasiones resulta inevitable realizar dichas operaciones en la propia obra.

Debido a situaciones accidentales durante el mantenimiento de la maquinaria o a la manipulación de sustancias peligrosas pueden darse pequeños vertidos de aceites, combustibles, etc. que originen tierras contaminadas con sustancias peligrosas.

En la fase de construcción los residuos no peligrosos que se generarán serán del tipo, metales, plásticos, restos de cables, restos de hormigón, restos orgánicos, etc.

En cuanto a las operaciones de movimiento de tierras se retirará en primer lugar la capa más superficial, constituida por tierra vegetal que podrá ser reutilizada para las labores de restauración de la zona.

Con vistas a su posterior reutilización, se evitará la pérdida de la tierra vegetal presente. Para ello se procederá a su acopio y retirada al inicio de los trabajos, de forma que ésta no se mezcle con sustratos profundos o que quede sepultada por acumular sobre ella tierra de menor calidad.

Se procederá a la retirada de la capa de tierra vegetal (30 centímetros de espesor), cuando las condiciones de humedad del terreno sean apropiadas (tempero o sazón) nunca cuando el suelo está muy seco, o demasiado húmedo.

La tierra vegetal se acumulará en zonas no afectadas por los movimientos de tierra hasta que se proceda a su disposición definitiva. Esta acumulación se deberá realizar con la cautela precisa para que la tierra vegetal no pierda sus características (altura máxima de los acopios de 2 metros).

Las tierras sobrantes generadas debidas a las excavaciones serán reutilizadas preferentemente en las labores de relleno, siempre que sea posible, tratando de minimizar por tanto las tierras sobrantes que deban ser retiradas.

Debido a las labores de hormigonado, se generarán restos de hormigón procedente del lavado de hormigoneras.

Como consecuencia del personal laboral de obra se generarán una serie de residuos asimilables a urbanos, como restos de comidas, envoltorios, latas, etc.

A continuación, en las siguientes tablas se especifica a modo de resumen los residuos generados como consecuencia de la actividad evaluada:

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

RESIDUOS NO PELIGROSOS GENERADOS EN FASE DE CONSTRUCCIÓN			
CÓDIGO	**TIPO DE RESIDUO**	**PROCEDENCIA**	**GESTIÓN**
17 01 01	**Hormigón**	Operaciones de hormigonado de cimentaciones y zanjas.	Retirada por Gestor autorizado, priorizando su valorización.
17 02 01	**Madera**	Realización de cimentaciones. Montaje de estructuras.	Retirada por Gestor autorizado, priorizando su reutilización, valorización.
17 02 03	**Plástico**	Envoltorio de componentes, protección transporte de materiales	Retirada por Gestor autorizado, priorizando su reutilización, valorización.
17 04 11	**Cables desnudos**	Realización de instalaciones eléctricas	Retirada por Gestor autorizado, priorizando su reutilización, valorización.
20 03 01	**Restos asimilables a urbanos**	Restos procedentes del personal de la obra (restos de comida, bolsas de plásticos, latas, envoltorios, etc.).	Retirada por Gestor autorizado o por acuerdos con el Ayuntamiento.
17 05 04	**Tierras sobrantes**	Operaciones que implican movimientos de tierras como apertura de cimentaciones y zanjas.	Reutilización en la medida de lo posible en la propia obra, el resto será retirado prioritariamente a plantas de fabricación de áridos para su reciclaje y finalmente si no son posibles las dos opciones anteriores a vertederos autorizados.
20 01 01	**Papel y cartón**	Embalaje de componentes, protección transporte de materiales	Retirada por Gestor autorizado, priorizando su reutilización, valorización
16 06 04	**Pilas alcalinas (excepto 16 06 03)**	Operaciones de mantenimiento de la maquinaria de la obra	Retirada por Gestor autorizado, priorizando su reutilización, valorización

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

RESIDUOS PELIGROSOS GENERADOS EN FASE DE CONSTRUCCIÓN			
CÓDIGO	**TIPO DE RESIDUO**	**PROCEDENCIA**	**GESTIÓN**
15 02 02*	**Trapos impregnados de sustancias peligrosas como aceites, disolventes, etc… (RP)**	Operaciones de mantenimiento de la maquinaria de obra.	Retirada por Gestor autorizado a vertedero autorizado.
17 05 03*	**Tierras y piedras que contienen sustancias peligrosas (RP)**	Posibles vertidos accidentales, derrames de la maquinaria y manipulación de sustancias peligrosas como aceites, disolventes, …	Retirada por Gestor autorizado a vertedero autorizado.
13 02 05*	**Aceites usados (RP).**	Operaciones de mantenimiento de la maquinaria de obra.	Retirada por Gestor autorizado, priorizando su valorización.
15 01 10*	**Envases que han contenido sustancias peligrosas, como envases de aceites, combustible, disolventes, pinturas, etc… (RP)**	Operaciones de mantenimiento de la maquinaria de obra.	Retirada por Gestor autorizado a vertedero autorizado.
17 04 10*	**Cables aislados (RP)**	Realización de instalaciones eléctricas	Retirada por Gestor autorizado, priorizando su reutilización, valorización.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

3. MEDIDAS PARA LA PREVENCION DE RESIDUOS EN OBRA

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.

Estas medidas son aplicables en las diferentes actividades de la obra: adquisición de materiales, comienzo de la obra, puesta en obra y almacenamiento en obra.

3.1. PREVENCIÓN EN LA ADQUISICIÓN DE MATERIALES

- La adquisición de materiales se realizará ajustando la cantidad a las mediciones reales de obra al máximo, para evitar la aparición de excedentes de material al final de la obra.
- Se requerirá a las empresas suministradoras a que reduzcan al máximo la cantidad y volumen de embalajes, priorizando aquellos que minimizan los mismos.
- Se priorizará la adquisición de productos “a granel”, con el fin de limitar la aparición de residuos de envases en obra.
- Se evitará el deterioro de aquellos envases o soportes de materiales que puedan ser reutilizados (palets, madera, etc.) y se devolverán al proveedor.
- Se primará la adquisición de materiales reciclables frente a otros de las mismas prestaciones, pero de difícil o imposible reciclado.
- Se mantendrá un inventario de excedentes, para su posible utilización en otras obras.
- Se procurará aprovechar los materiales de protección y recortes de material, así como favorecer el reciclaje de los elementos que tengan opciones de valorización (metales, madera, etc.)
- Se reutilizarán los elementos de madera el mayor número de veces posible, respetando siempre las exigencias de calidad.

3.2. PREVENCIÓN EN EL COMIENZO DE LA OBRA

- Se realizará una planificación previa a las excavaciones y movimientos de tierras, con el objeto de minimizar la cantidad de tierras sobrantes y posibilitar la reutilización de las mismas, ya sea en la propia obra o en emplazamientos próximos.
- Se destinará unas zonas determinadas al almacenamiento de las tierras y del movimiento de la maquinaria, para evitar compactaciones excesivas del terreno.

3.3. PREVENCIÓN EN LA PUESTA EN OBRA

- Se programará correctamente la llegada de camiones de hormigón para evitar el principio del fraguado y, por tanto, la necesidad de su devolución a planta, que afectaría a la generación de residuos y de emisiones derivadas del transporte.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

- Se aprovecharán los restos de hormigón fresco, siempre que sea posible (en mejora de accesos, zonas de tráfico, etc.)
- Se favorecerá el empleo de materiales prefabricados, que, por lo general, minimizan la generación de residuos.
- Se vaciarán por completo los recipientes que contengan los productos antes de su limpieza o eliminación, especialmente si se trata de residuos peligrosos.
- En la medida de lo posible, se favorecerá la elaboración de productos en taller frente a los realizados en la propia obra.
- 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, propiciando su reutilización en el mayor número de obras, para lo que se extremarán las medidas de mantenimiento.
- Todo personal involucrado en la obra dispondrá de los conocimientos mínimos de prevención de residuos y correcta gestión de ellos.

3.4. PREVENCIÓN EN EL ALMACENAMIENTO EN OBRA

- Los residuos se depositarán en el “Punto Limpio”, lugar destinado a los mismos, conforme se vayan generando. La zona elegida para el almacenamiento de los residuos deberá estar convenientemente señalizada y diferenciada. Para ello se dispondrá, si así se estima necesario, de un cartel señalizador que indique el tipo de residuo que recoge.
- Se realizará un plan de inspecciones periódicas de materiales, productos y residuos acopiados o almacenados, para garantizar que se mantienen en las debidas condiciones.
- Los materiales se almacenarán correctamente para protegerlos de las intemperies y evitar su deterioro y transformación en residuo. Así mismo, con un correcto almacenamiento se evitará que se produzcan derrames, mezclas entre materiales, roturas de envases, etc.
- Disponer de una central de corte para evitar la dispersión de residuos y aprovechar, siempre que sea viable, los restos de ladrillos, bloques de cemento, etc.
- Se extremarán los cuidados para evitar alcanzar la caducidad de los productos sin agotar su consumo.
- Los responsables del acopio de los materiales en la obra conocerán las condiciones de almacenamiento, caducidad y conservación especificadas por el fabricante o suministrador para todos los materiales que se recepcionen en obra.
- Los residuos catalogados como peligrosos deberán almacenarse en un sitio especial que evite que se mezclen entre sí o con otros residuos no peligrosos.
- En caso de ser un almacenamiento en interior (caseta) se garantizará una correcta ventilación.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

4. GESTIÓN DE LOS RESIDUOS

Para la correcta gestión de los residuos en la instalación desde su producción hasta su recogida por parte de un gestor autorizado se habilitará una zona de almacenamiento de residuos que cumplirán con las características descritas a continuación.

4.1. GESTIÓN INTERNA DE LOS RESIDUOS

4.1.1. RESIDUOS NO PELIGROSOS

- Durante la fase de obra se habilitarán zonas para el almacenamiento de residuos no peligrosos de fácil acceso a los operarios (junto a casetas de obras, zonas de almacenamiento de materiales). Estarán perfectamente señalizados y serán conocidos por el personal de obra. En los mismos se instalarán diferentes cubas y contenedores que faciliten la segregación de los residuos, para así facilitar su posterior gestión.
- Las tierras sobrantes serán acopiadas en la propia obra tratando de disminuir el tiempo de almacenamiento el máximo posible, se tratará preferentemente de reutilizar estas tierras en la obra.
- Los restos de hormigón que se encontrarán principalmente en las balsas de recogida de lavado de hormigonera, serán retirados y llevados a una cuba hasta su recogida.
- Los restos de materiales que sean usados para la construcción del edificio de control, serán retirados y llevados a una cuba hasta su recogida.
- Se dispondrán contenedores para el almacén de residuos asimilables a urbanos, identificados de forma que faciliten la recogida selectiva. Además, se dispondrán papeleras en el lugar de origen.
- Para materiales reciclables como maderas, metales y restos plásticos se dispondrán cubas diferenciadas que faciliten su segregación.

4.1.2. RESIDUOS PELIGROSOS

El almacenamiento de residuos peligrosos para los residuos generados en la fase de construcción se realizará en una zona adecuada y destinada a tal fin, perfectamente señalizada y con las características que se describen a continuación:

- Se realizará sobre una superficie impermeabilizada y con estructuras que sean capaces de contener un posible vertido accidental de los residuos.
- Contará con una cubierta superior que evite que el agua de lluvia pueda provocar el arrastre de los contaminantes y sea protegido por la radiación solar.
- El área de almacenamiento de residuos peligrosos estará perfectamente identificado y señalizado.
- Los recipientes utilizados para el almacenamiento de residuos peligrosos serán adecuados a cada tipo de residuo y se encontrarán en perfecto estado, cumpliendo lo establecido en la Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

- Cada uno de los contenedores de residuos peligrosos se encontrará etiquetado, según el sistema de identificación establecido en la legislación vigente.

4.2. GESTIÓN EXTERNA DE LOS RESIDUOS

Según lo establecido en el Artículo 20 de la Ley 7/2022 de residuos y suelos contaminados para una economía circular, los poseedores de residuos están obligados a entregarlos a un gestor de residuos para su valorización o eliminación. Siendo prioritario destinar todo residuo potencialmente reciclable o valorizable a estos fines, evitando su eliminación siempre que sea posible.

En este sentido el destino final de los residuos generados en la instalación será siempre que sea posible la valorización. A continuación, se especifica la gestión final a la que se destinará cada uno de ellos.

4.2.1. RESIDUOS NO PELIGROSOS

Las tierras sobrantes serán principalmente reutilizadas siempre que sea posible, para el relleno de excavaciones en la propia obra. Si esto no es posible, se destinará junto con los restos de hormigón y el resto de residuos de construcción a plantas donde sea posible su reutilización; finalmente y como última opción, serán retirados a vertederos autorizados.

Las maderas, chatarras y plásticos serán retirados por gestor autorizado de residuos, priorizando su reciclaje.

Los residuos asimilables a urbanos serán segregados de forma que se facilite su valorización; estos residuos serán retirados por gestor autorizado de residuos o bien mediante acuerdos con el ayuntamiento.

4.2.2. RESIDUOS PELIGROSOS

Los aceites usados generados en la instalación serán retirados por un gestor autorizado de residuos, priorizando su valorización.

El resto de residuos peligrosos generados serán retirados por un gestor autorizado de residuos peligrosos para su inertización y eliminación en vertedero autorizado.

4.3. MEDIDAS DE SEGREGACIÓN “IN SITU” PREVISTAS (CLASIFICACIÓN/SELECCIÓN)

En base al Artículo 5 del Real Decreto 105/2008, los residuos de construcción y demolición deberán separase en fracciones cuando, de forma individualizada para cada una de dichas fracciones, la cantidad prevista de generación para el total de la obra supere las siguientes cantidades:

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

RESIDUO	PESO
Hormigón	80,00 T
Ladrillos, tejas, cerámicos	40,00 T
Metales	2,00 T
Madera	1,00 T
Vidrio	1,00 T
Plásticos	0,50 T
Papel y cartón	0,50 T

La separación en fracciones se llevará a cabo preferentemente por el poseedor de los residuos de construcción y demolición dentro de la obra en que se produzcan. Cuando por falta de espacio físico en la obra no resulte técnicamente viable efectuar dicha separación en origen, el poseedor podrá encomendar la separación de fracciones a un gestor de residuos en una instalación de tratamiento de residuos de construcción y demolición externa a la obra. En este último caso, el poseedor deberá obtener del gestor de la instalación documentación acreditativa de que éste ha cumplido, en su nombre, la obligación recogida en el presente apartado.

Medidas empleadas (se marcan las casillas según lo aplicado):

	Eliminación previa de elementos desmontables y/o peligrosos
	Derribo separativo / segregación en obra nueva (ej.: pétreos, madera, metales, plásticos + cartón + envases, orgánicos, peligrosos…). Solo en caso de superar las fracciones establecidas en el artículo 5.5 del RD 105/2008
X	Derribo integral o recogida de escombros en obra nueva “todo mezclado”, y posterior tratamiento en planta

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

5. CUANTIFICACIÓN Y VALORACIÓN ECONÓMICA DE LA GESTIÓN DE RESIDUOS PRODUCIDOS EN FASE DE CONSTRUCCIÓN

5.1. CUANTIFICACIÓN DE LA GESTIÓN DE RESIDUOS PRODUCIDOS

A continuación, se identifican los residuos, peligrosos y no peligrosos, a generar en la obra, con la estimación de cantidades, a partir de datos obtenidos en la cuantificación de los residuos totales resultantes de la construcción de otros proyectos similares.

De manera que tanto el listado de residuos como las cantidades indicadas son estimativas, pudiendo ser cambiadas en el Plan de residuos elaborado por el Contratista, incluso en el propio devenir de la obra. A este respecto señalar que los titulares de los terrenos deberán retirar de éstos, previo al inicio de la obra, los acopios y materiales procedentes de su actividad que allí se encontrasen. En caso de detectarse algún material de este tipo deberá hacerse una actualización del presente Estudio.

Ninguna de estas circunstancias eximirá de cumplir las obligaciones recogidas en este documento, garantizando en todo momento la correcta gestión de los mismos en acuerdo con la propiedad.

La previsión de generación de residuos de construcción para la obra “Instalación Almacenamiento Oncala II” es la siguiente:

RESIDUOS NO PELIGROSOS GENERADOS EN FASE DE CONSTRUCCIÓN			
CÓDIGO[1]	**TIPO DE RESIDUO**	**CANTIDAD (T)**	**CANTIDAD (m^3)**
17 01 01[2]	Hormigón	20,30	13,53
17 01 02	Ladrillos	0,00	0,00
17 01 03	Tejas y materiales cerámicos	0,00	0,00
17 02 01	Madera	0,017	0,02
17 02 03	Plástico	0,009	0,01
17 04 05	Hierro y acero		
17 04 07	Metales mezclados	0,00	0,00
17 04 11	Cables desnudos	0,00	0,00
20 03 01	Restos asimilables a urbanos	0,058	0,04
17 05 04[3]	Tierras sobrantes	0,020	0,02
17 06 04	Materiales de aislamiento		
17 08 02	Materiales de construcción a partir de yeso	16,06	9,73
17 08 04	Residuos mezclados de construcción	0,00	0,00
20 01 01	Papel y cartón	0,00	0,00
16 06 04	Pilas alcalinas (excepto 16 06 03)	0,00	0,00

(1) Código de residuo, según legislación vigente (en la UE, código LER).

(2) Para el cálculo se ha considerado un 15% del hormigón total empleado en zapatas y tramos hormigonados de las zanjas.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

(3) Para el cálculo se ha considerado un 2% de las tierras sobrantes totales del parque como residuos generados. El resto del volumen es considerado para reutilizarse en la medida de lo posible en la propia obra, o será retirado prioritariamente a plantas de fabricación de áridos para su reciclaje. Finalmente, si no son posibles ninguna de las opciones anteriores, será retirado a vertedero autorizado. La retirada a vertedero está valorada en las diferentes partidas de excavación del presupuesto general del proyecto.

RESIDUOS PELIGROSOS GENERADOS EN FASE DE CONSTRUCCIÓN			
CÓDIGO	**TIPO DE RESIDUO**	**CANTIDAD (T)**	**CANTIDAD (m^3)**
15 02 02*	Trapos impregnados de sustancias peligrosas como aceites, disolventes, etc… (RP)	0,020	0,04
17 05 03*(4)	Tierras y piedras que contienen sustancias peligrosas (RP)	0,00	0,00
13 02 05*	Aceites usados (RP)	0,050	0,05
15 01 10*	Envases que han contenido sustancias peligrosas, como envases de aceites, combustible, disolventes, pinturas, etc … (RP)	0,119	0,04
17 04 10*	Cables aislados (RP)	0,005	0,00

(4) Para el cálculo se ha considerado un 1% de las tierras totales del parque como sustancias peligrosas.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

5.2. VALORACIÓN ECONÓMICA DE LA GESTIÓN DE RESIUDOS GENERADOS

5.2.1. RESIDUOS NO PELIGROSOS

RESIDUOS NO PELIGROSOS GENERADOS EN FASE DE CONSTRUCCIÓN				
CÓDIGO	TIPO DE RESIDUO	CANTIDAD (m^3)	P.U. (€/m^3)	P. Total (€)
17 01 01	Hormigón	13,53	10,00	135,30
17 01 02	Ladrillos	0,00	10,00	0,00
17 01 03	Tejas y materiales cerámicos	0,00	10,00	0,00
17 02 01	Madera	0,02	10,00	0,20
17 02 03	Plástico	0,01	10,00	0,10
17 04 05	Hierro y acero			
17 04 07	Metales mezclados	0,00	10,00	0,00
17 04 11	Cables desnudos	0,00	10,00	0,00
20 03 01	Restos asimilables a urbanos	0,04	10,00	0,40
17 05 04	Tierras sobrantes	0,02	10,00	0,20
17 06 04	Materiales de aislamiento			
17 08 02	Materiales de construcción a partir de yeso	9,73	10,00	97,30
17 08 04	Residuos mezclados de construcción	0,00	10,00	0,00
20 01 01	Papel y cartón	0,00	10,00	0,00
16 06 04	Pilas alcalinas (excepto 16 06 03)	0,00	10,00	0,00
TOTAL, GESTIÓN DE RESIDUOS NO PELIGROSOS (€)				233,50

5.2.2. RESIDUOS PELIGROSOS

RESIDUOS PELIGROSOS GENERADOS EN FASE DE CONSTRUCCIÓN				
CÓDIGO	TIPO DE RESIDUO	CANTIDAD (m^3)	P.U. (€/m^3)	P. Total (€)
15 02 02	Trapos impregnados de sustancias peligrosas como aceites, disolventes, etc… (RP)	0,04	1.600,00	64,00
17 05 03	Tierras y piedras que contienen sustancias peligrosas (RP)	0,00	1.600,00	0,00
13 02 05	Aceites usados (RP).	0,05	1.600,00	80,00
15 01 10	Envases que han contenido sustancias peligrosas, como envases de aceites, combustible, disolventes, pinturas, etc… (RP)	0,04	1.600,00	64,00
17 04 10	Cables aislados	0,00	1.600,00	0,00
TOTAL, GESTIÓN DE RESIDUOS PELIGROSOS (€)				208,00

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

5.2.3. TOTAL GESTIÓN DE RESIDUOS

Por tanto, el presupuesto total estimado de la gestión de los residuos del proyecto asciende a:

RESIDUOS GENERADOS EN FASE DE CONSTRUCCIÓN	
TIPO DE RESIDUO	**P. TOTAL (€)**
Gestión Residuos No Peligrosos	233,50
Gestión Residuos Peligrosos	208,00
TOTAL GESTIÓN DE RESIDUOS PRODUCIDOS EN FASE DE CONSTRUCCIÓN (€)	**441,50**

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

6. PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS

6.1. OBLIGACIONES DE LOS ACTORES

- Además de las obligaciones previstas en la normativa aplicable, la persona física o jurídica que ejecute la obra estará obligada a presentar a la propiedad de la misma un Plan que refleje cómo llevará a cabo las obligaciones que le incumban en relación con los residuos de construcción y demolición que se vayan a producir en la obra. El Plan, una vez aprobado por la dirección facultativa y 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 valorización y en última instancia a depósito en vertedero.
- Según exige el Real Decreto 105/2008, que regula la producción y gestión de los residuos de construcción y de demolición, el poseedor de los residuos estará obligado a sufragar los correspondientes costes de gestión de los residuos.
- El productor de residuos (promotor) habrá de obtener del poseedor (contratista) la documentación acreditativa de que los residuos de construcción y demolición producidos en la obra han sido gestionados en la misma o entregados a una instalación de valorización o de eliminación para su tratamiento por gestor de residuos autorizado, en los términos regulados en la normativa y, especialmente, en el plan o en sus modificaciones. Esta documentación será conservada durante cinco años.
- Todos los trabajadores intervinientes en obra han de estar formados e informadores sobre el procedimiento de gestión de residuos en obra que les afecta, especialmente en aquellos aspectos relacionados con los residuos peligrosos.

6.2. GESTIÓN DE RESIDUOS

- Según requiere la normativa, se prohíbe el depósito en vertedero de residuos de construcción y demolición que no hayan sido sometidos a alguna operación de tratamiento previo.
- El poseedor de los residuos estará obligado, mientras se encuentren en su poder, a mantenerlos en condiciones adecuadas de higiene y seguridad, así como a evitar la mezcla de fracciones ya seleccionadas que impida o dificulte su posterior valorización o eliminación.
- Se debe asegurar en la contratación de la gestión de los residuos, que el destino final o el intermedio son centros con la autorización autonómica del organismo competente en la materia. Se debe contratar sólo transportistas o gestores autorizados por dichos organismos e inscritos en los registros correspondientes. Se realizará un estricto control

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

documental, de modo que los transportistas y gestores de RCDs deberán aportar los vales de cada retirada y entrega en destino final.

- Las tierras que puedan tener un uso posterior para jardinería o recuperación de suelos degradados, serán retiradas y almacenadas durante el menor tiempo posible, en condiciones de altura no superior a 2 metros.
- El depósito temporal de los residuos se realizará en contenedores adecuados a la naturaleza y al riesgo de los residuos generados.
- Dentro del programa de seguimiento del Plan de Gestión de Residuos se realizarán reuniones periódicas a las que asistirán contratistas, subcontratistas, dirección facultativa y cualquier otro agente afectado. En las mismas se evaluará el cumplimiento de los objetivos previstos, el grado de aplicación del Plan y la documentación generada para la justificación del mismo.

6.3. SEPARACIÓN

- El depósito temporal de los residuos valorizables que se realice en contenedores o en acopios, se debe señalizar y segregar del resto de residuos de un modo adecuado.
- Los contenedores o envases que almacenen residuos deberán señalizarse correctamente, indicando el tipo de residuo, la peligrosidad, y los datos del poseedor.
- El responsable de la obra al que presta servicio un contenedor de residuos adoptará las medidas necesarias para evitar el depósito de residuos ajenos a la misma. Igualmente, deberá impedir la mezcla de residuos valorizables con aquellos que no lo son.
- El poseedor de los residuos establecerá los medios humanos, técnicos y procedimientos de separación que se dedicarán a cada tipo de residuo generado.
- Los contenedores de los residuos deberán estar pintados en colores que destaquen y contar con una banda de material reflectante. En los mismos deberá figurar, en forma visible y legible, la siguiente información del titular del contenedor: razón social, CIF, teléfono y número de inscripción en el Registro de Transportistas de Residuos
- Cuando se utilicen sacos industriales y otros elementos de contención o recipientes, se dotarán de sistemas (adhesivos, placas, etcétera) que detallen la siguiente información del titular del saco: razón social, CIF, teléfono y número de inscripción en el Registro de Transportistas de Residuos.
- Los residuos generados en las casetas de obra producidos en tareas de oficina, vestuarios, comedores, etc. tendrán la consideración de Residuos Sólidos Urbanos y se gestionarán como tales según estipule la normativa reguladora de dichos residuos en el área de la obra.
- Deberán tomarse las medidas necesarias para evitar la mezcla de residuos peligrosos con residuos no peligrosos.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

6.4. DOCUMENTACIÓN

- El poseedor de los residuos estará obligado a entregar al productor los certificados y demás documentación acreditativa de la gestión de los residuos a que se hace referencia en el Real Decreto 105/2008 que regula la producción y gestión de los residuos de construcción y de demolición.
- El poseedor de residuos dispondrá de documentos de aceptación de los residuos realizados por el gestor al que se le vaya a entregar el residuo.
- El gestor de residuos debe extender al poseedor un certificado acreditativo de la gestión de los residuos recibidos, especificando la identificación del poseedor y del productor, la obra de procedencia y, en su caso, el número de licencia de la obra, la cantidad, expresada en toneladas o en metros cúbicos, o en ambas unidades cuando sea posible, y el tipo de residuos entregados, codificados con arreglo a la lista europea de residuos publicada por el apartado 3 de la disposición derogatoria primera de la Ley 7/2022, de 8 de abril .
- Cuando el gestor al que el poseedor entregue los residuos de construcción y demolición efectúe únicamente operaciones de recogida, almacenamiento, transferencia o transporte, en el documento de entrega deberá figurar también el gestor de valorización o de eliminación ulterior al que se destinan los residuos.
- Según exige la normativa, para el traslado de residuos peligrosos se deberá remitir notificación al órgano competente de la comunidad autónoma en materia medioambiental con al menos diez días de antelación a la fecha de traslado. Si el traslado de los residuos afecta a más de una provincia, dicha notificación se realizará al Ministerio de Medio Ambiente.
- Para el transporte de los residuos peligrosos se completará el Documento de Control y Seguimiento. Este documento se encuentra en el órgano competente en materia medioambiental de la comunidad autónoma.
- El poseedor de residuos facilitará al productor acreditación fehaciente y documental que deje constancia del destino final de los residuos reutilizados. Para ello se entregará certificado con documentación gráfica.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

7. CONCLUSIONES

Con todo lo anteriormente expuesto, se entiende que queda suficientemente desarrollado el Estudio de Gestión de Residuos para el proyecto.

En Zaragoza, enero del 2026
El Ingeniero Industrial al servicio de
ENERLAND GENERACIÓN SOLAR 14, S.L.



Ignacio Navarro Chinorias
Colegiado Nº 3947 del C.O.I.I.A.R

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

ANEXO V

FICHAS TÉCNICAS DE EQUIPOS

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja
con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

1. FICHAS TÉCNICAS DE LOS EQUIPOS

A continuación, se incluyen las fichas técnicas de los siguientes equipos:

- Celda ESS
- Contenedor ESS
- PCS
- TWIN Skid Compact
- MV Skid Compact
- Transformador de Refrigeración

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

ESS Cell 314 Ah

Prismatic LFP cell optimised for use in stationary ESS



Prismatic LFP cell with very high cyclic lifetime and improved safety characteristics.

Specially optimised for use in stationary battery 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, GB/T 36276, UN 38.3
- Company certifications:
  ISO 9001, ISO 14001, ISO 45001, SA 8000
- Environmental Compliance:
  RoHS, REACH, Regulation (EU) 2023/1542, Cobalt free

High 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

Low LCOS (Levelised Cost of Storage)

- Very high cyclic lifetime ≥ 13.000 cycles, thanks to advanced material and process technologies

Flexible and versatile use

ESS **Cell** 314 Ah

Prismatic LFP cell optimised for use in stationary ESS



GENERAL	
Nominal Capacity	314 Ah [1, 2]
Nominal Energy	1.004,8 Wh [1, 2]
Cell Chemistry	$LiFePO_4$ (LFP)
Nominal Cycles	≥ 13.000 [1, 2, 3]
Gravimetric ED	≥ 173.2 Wh/kg
Volumetric ED	≥ 382.6 Wh/L
Cell Model	LFP71173207/314Ah

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)	0,20 mΩ +/- 0,05 [4]
Max. Self-discharge Rate	3 % / month [2, 4]
Nominal Continuous Charge Rate	0,5 P
Nominal Continuous Discharge Rate	0,5 P

[1] *0,5P / 0,5P*
[2] *25 °C +/- 2,0*
[3] *65 % SOH*
[4] *27 % SOC*

MECHANICAL	
Dimensions (L x W x H)	174,70 x 71,70 x 207,11 mm
Type	Prismatic
Weight	5,60 kg +/- 0,2
Volume	2,59 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 GB/T 36276
Safe Transportation	UN 38.3

ENVIRONMENTAL	
Compliance	RoHS, REACH, Cobalt free
Battery Regulation (EU)	2023/1542

COMPANY CERTIFICATIONS	
	ISO 9001, ISO 14001, ISO 45001, SA 8000

HiTHIUM Energy Storage Technology Deutschland GmbH
Website: https://hithium.com | Email: Contact@hithium.de
Address: Landsberger Str. 155, 80687 Munich, Germany

Xiamen HiTHIUM Energy Storage Technology Co., Ltd.
Address: HiTHIUM Industrial Park, Tongxiang High Tech Zone, Xiamen, Fujian, China | Email: hithium@hithium.com

LinkedIn Website

Document is subject to regular updates, corrections, and improvements.
Kindly check you are using latest version.
Picture for illustration purpose only.

∞ BLOCK

HiTHIUM

ESS Container 5.015 MWh

Liquid-cooled battery storage system



Preliminary

Liquid-cooled battery storage system based on HiTHIUM prismatic LFP ESS Cells 314 Ah with highest cyclic lifetime.

Improved safety characteristics and specially optimised for the highest requirements on safety, reliability and performance. Suitable e.g. for industrial, utility, and grid serving applications.

- Product certifications:
  IEC 62619, IEC 62477, IEC 63056, IEC 61000, UL 1973, UL 9540A, UN 38.3
- Company certifications:
  ISO 9001, ISO 14001, ISO 45001
- Environmental Compliance:
  ROHS, REACH

High safety

- High thermal stability thanks to liquid cooling
- Multi-stage, active fire protection system, compliance to NFPA 855
- Use of highly safe prismatic HiTHIUM LFP cells
- Dedicated cell monitoring and protection system

Low LCOS (Levelised Cost of Storage)

- Excellent thermal management improves 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

ESS **Container**
5.015 MWh

Liquid-cooled battery storage system based on prismatic LFP cells with very high cyclic lifetime



GENERAL	
Battery Type	HiTHIUM LFP314-2P52S
No. of Battery Modules	48 (6 x 8)
Configuration	12P416S
Cooling Method	Liquid Cooling
BMS Communication	CAN, RS485, Ethernet
Gravimetric	> 111 Wh/kg
Volumetric	> 117 Wh/l
Application Altitude	≤ 4,000 m

ELECTRICAL	
Nominal Voltage Container	1,331.2 V
Operating Voltage Container	1,123.2 … 1,497.6 V
Nominal Energy Container	5,015.96 kWh [1, 2]
Nominal SOC at delivery	27 % [2]
Nominal Charge/Discharge Rate	0.5 P / 0.5 P
Round Trip Efficiency	> 94 %

[1] 0.5 P / 0.5 P
[2] 25°C +/- 2.0
[3] ambient temperature

MECHANICAL	
Dimensions (L x W x H)	6,058 x 2,438 x 2,896 mm
Weight Container (20 ft.)	< 45,000 kg
Protection Level	IP 55

TEMPERATURE RANGE	
Operating	-30 °C … 55 °C [3]
Storing (recommended)	-20 °C … 35 °C [3]

PRODUCT CERTIFICATIONS	
Certificates and Reports	IEC 62619, IEC 62477, IEC 63056, IEC 61000, UL 1973, UL 9540A, NFPA 855, UN 38.3

ENVIRONMENTAL	
Compliance	ROHS, REACH
	Cobalt free

COMPANY CERTIFICATIONS
ISO 9001, ISO 14001, ISO 45001

HiTHIUM Energy Storage Technology USA Inc.
Address: 4046 Clipper Ct, Fremont, CA 94538, United States
Email: hithium@hithium.com

Xiamen HiTHIUM Energy Storage Technology Co., Ltd.
Address: HiTHIUM Industrial Park, Tongxiang High-Tech Zone, Xiamen, Fujian, China | Email: hithium@hithium.com

Document is subject to regular updates, corrections, and improvements.
Kindly check you are using latest version.

LinkedIn Website

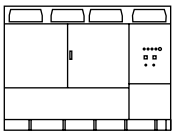
PCSK

DS 2.1

Modularity.
Easy maintenance.
Advanced grid support.
Compatible with all battery technologies.



Freemaq PCSK



COMMON FEATURES PCSK		FRAME 2	FRAME 3	FRAME 4
AC	Max. AC Output Current (A) @40°C	1837	2756	3674
	Operating Grid Frequency (Hz)	50/60Hz		
	Current Harmonic Distortion (THDi)	< 3% per IEEE519		
	Power Factor (CosPhi) [1]	0.5 leading ... 0.5 lagging		
	Reactive Power Compensation	Four quadrant operation		
DC	DC Voltage Ripple	< 3%		
	Max. DC Continuous Current (A)	2295	3443	4590
	Max. DC Short Circuit Current (kA)	250 kA with a time constant of 3ms		
	Battery Technology	All type of batteries (BMS required)		
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 [2]	From -25°C to +60°C, >40°C power derating		
	Operating Relative Humidity Range	From 4% to 100% non-condensing		
	Storage Temperature Range	From -40°C to +60°C		
	Max. Altitude (above sea level)	2000m / >2000m power derating (Max. 4000m)		
CONTROL INTERFACE	Communication Protocol	Modbus TCP		
	Power Plant Controller	Optional. 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. [3]	High-speed fuses, Motorized DC disconnect switches		
	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 2023 / IEC		
	Utility Interconnect [4]	IEEE 1547:2018 / UL 1741 SA & SB/ IEC 62116:2014		

		690 V			660 V			645 V			630 V		
FRAME		**2**	**3**	**4**	**2**	**3**	**4**	**2**	**3**	**4**	**2**	**3**	**4**
REF.		**FP2195K**	**FP3290K**	**FP4390K**	**FP2101K**	**FP3151K**	**FP4200K**	**FP2055K**	**FP3080K**	**FP4105K**	**FP2005K**	**FP3005K**	**FP4010K**
AC	AC Output Power (kVA/kW) @40°C [5]	2195	3290	4390	2100	3150	4200	2055	3080	4105	2005	3005	4010
	AC Output Power (kVA/kW) @50°C [5]	2035	3055	4075	1950	2925	3900	1905	2855	3810	1860	2790	3720
	Operating Grid Voltage (VAC)	690V ±10%			660V ±10%			645V ±10%			630V ±10%		
DC	DC Voltage Range [6]	976V - 1500V			934V - 1500V			913V - 1500V			891V - 1500V		
	Maximum DC Voltage	1500V			1500V			1500V			1500V		
EFFICIENCY	Efficiency (Max) (η) [7]	98.94%			98.95%			98.81%			98.88%		
	Euroeta (η) [7]	98.51%			98.53%			98.41%			98.45%		

		615 V			600 V			530 V			500 V			480 V		
FRAME		**2**	**3**	**4**	**2**	**3**	**4**	**2**	**3**	**4**	**2**	**3**	**4**	**2**	**3**	**4**
REF.		**FP1955K**	**FP2935K**	**FP3915K**	**FP1910K**	**FP2865K**	**FP3820K**	**FP1685K**	**FP2530K**	**FP3370K**	**FP1590K**	**FP2385K**	**FP3180K**	**FP1525K**	**FP2290K**	**FP3055K**
AC		1955	2935	3915	1910	2865	3820	1685	2530	3370	1590	2385	3180	1525	2290	3055
		1815	2725	3635	1775	2660	3545	1565	2350	3130	1475	2215	2955	1415	2125	2840
		615V ±10%			600V ±10%			530V ±10%			500V ±10%			480V ±10%		
DC		870V - 1500V			849V - 1500V			750V - 1300V			708V - 1250V			679V - 1200V		
		1500 V			1500V			1300V			1250V			1200V		
EFFICIENCY		98.77%			98.78%			98.78% (preliminary)			98.78% (preliminary)			98.78% (preliminary)		
		98.37%			98.35%			98.35% (preliminary)			98.35% (preliminary)			98.35% (preliminary)		

NOTES

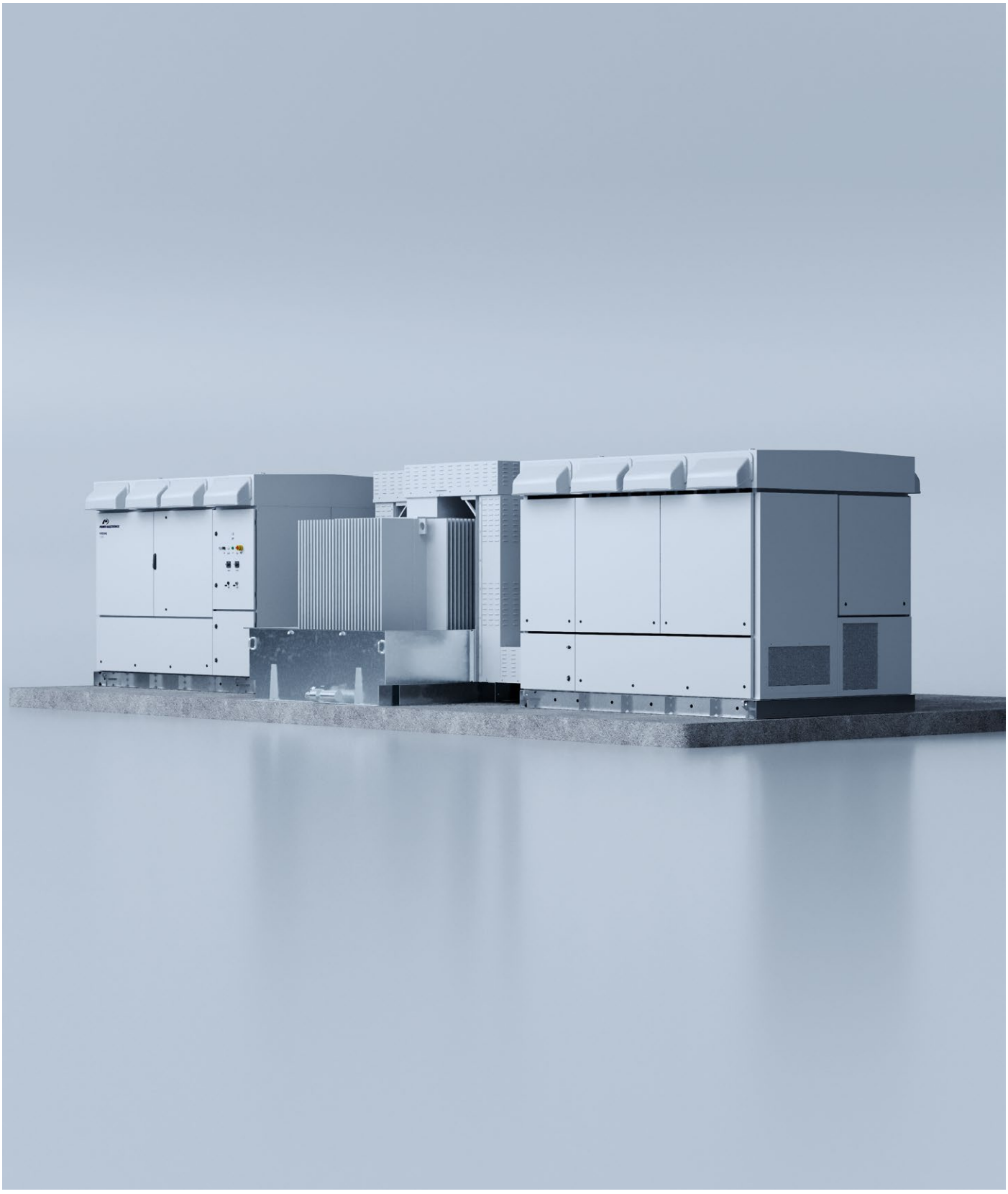
[1] Consult P-Q charts available: $Q(kVAr)=\sqrt{(S(kVA)^2-P(kW)^2)}$.
[2] Optional available for temperatures down to -35°C.
[3] Battery short circuit disconnection has to be done on the battery side.
[4] Consult Power Electronics for other applicable standards/grid codes.
[5] Values at 1.00·Vac nom and CosPhi=1. The maximum AC output power must be limited to meet the P-Q capability requirement at the inverter level of some grid codes. Consult Power Electronics for derating curves and overload capability in grid forming mode.
[6] Consult Power Electronics for derating curves. In the event of overvoltage in the grid, the minimum DC voltage will vary proportionally with the AC voltage.
[7] Consult Power Electronics for Frame 2 and Frame 3 efficiencies.

POWER ELECTRONICS

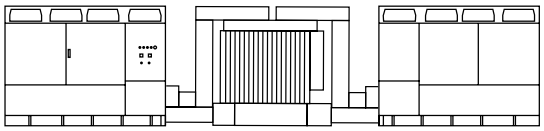
Twin Skid Compact

DS 1.1

Turn-key solution.
Easy and fast connection.
Compact design reducing space requirements.
Simplifies commissioning.



Twin Skid Compact



RATINGS	Power range @ 40 °C	3050 kVA - 8780 kVA
	Power range @ 50 °C	2830 kVA - 8150 kVA
MEDIUM VOLTAGE EQUIPMENT	MV voltage range	11 kV / 13.2 kV / 13.8 kV / 15 kV / 20 kV / 22 kV / 23 kV / 25 kV / 30 kV / 33 kV / 34.5 kV
	LV voltage range	480 V / 500 V / 530 V / 600 V / 615 V / 630 V / 645 V / 660 V / 690 V
	Transformer cooling	ONAN
	Transformer vector group	Dy11y11
	Transformer protection	Protection relay for pressure, temperature (two levels) and gassing. Monitoring of dielectric level decrease. PT100 optional.
	Transformer index of protection	IP54
	Transformer losses	IEC standard or IEC Tier-2.
	Oil retention tank	Galvanized steel. Integrated with hydrocarbon filter. Optional
	Switchgear configuration	Double feeder (2L)
	Switchgear protection	Circuit breaker (V)
	Switchgear short circuit rating [1]	16 kA 1 s (optionally 20 kA or 25 kA)
	Switchgear IAC [1]	A FLR 16 kA 1 s
CONNECTIONS	LV-MV connections	Close coupled solution (plug & play)
	LV protection	Motorized circuit breaker included in the inverter
	HV AC wiring	MV bridge between transformer and protection switchgear prewired
ENVIRONMENT	Ambient temperature range [2]	-25 °C... +50 °C (T > 50 °C power derating)
	Maximum altitude (above sea level) [1]	Up to 1000 m
	Relative humidity	4% to 95% non condensing
AUXILIARY SERVICES	User cabinet	Integrated in the inverter (by default). Optionally, LV cabinet in the skid.
	UPS system [1]	1 kVA/1 kW (12 minutes). Optional
OTHER EQUIPMENT	Safety mechanism	Interlocking system
	Fire suppression system	Transformer oil tank retention accessory. Optional.
STANDARDS	Compliance	IEC 62271-212, IEC 62271-200, IEC 60076, IEC 61439-1

NOTES

[1] Consult with Power Electronics for other options.
[2] For lower temperatures, consult with Power Electronics.

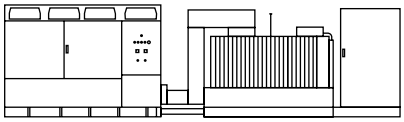
POWER ELECTRONICS

MV Skid Compact

Solución llave en mano.
Conexión más rápida con HEMK.
Reducción del coste de instalación.
Distribución flexible en planta.



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

NOTAS

[1] Consultar con Power Electronics para otras opciones.
[2] Para temperaturas más bajas, consultar con Power Electronics.
[3] Opción sin SF6 disponible.

POWER ELECTRONICS

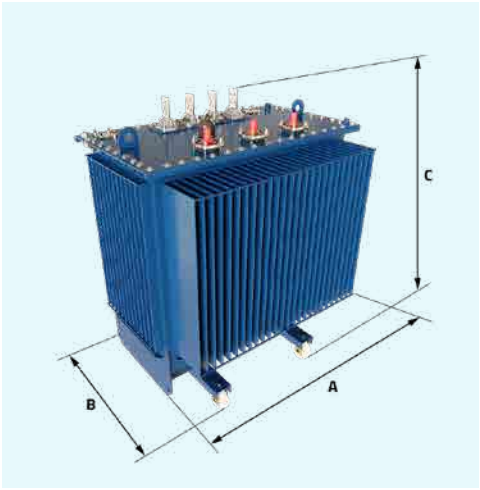
Smart & digital grids | Green generation & storage | Green mobility | Sustainable buildings & infrastructures

ormazabal
velatia

TRANSFORMADORES

transforma.dis

Transformador de distribución sumergido en líquido dieléctrico



Características generales

Diseño general	transformador hermético de llenado integral*
Potencia nominal	50-3150 kVA
Tensión asignada primaria	hasta 36 kV
Tensión asignada secundaria, en vacío	420 V
Refrigeración	ONAN - KNAN
Cuba	elástica de paredes corrugadas (aletas)
Cambiador de tomas	sin tensión (DETC)
Líquido refrigerante	aceite mineral**
Material de bobinados	aluminio o cobre
Material del núcleo ferromagnético	acero magnético de grano orientado

(*) otros diseños (depósito de expansión...) a consultar
(**) otros dieléctricos disponibles con la opción Organic / Organic Synth

Características opcionales disponibles

Organic | Organic Synth | Low EM Emissions | Silent | Digital | Compact | Harmonic Filter

transforma.dis

Transformadores diseñados de acuerdo a los requisitos de la directiva Ecodiseño de la Comisión Europea (Reglamentos 548/2014, 2016/2282 y 2019/1783, Tier 2) válidos para los mercados del Espacio Económico Europeo (EEE: Unión Europea, Islandia, Liechtenstein y Noruega) y el resto del mundo donde se acepten.

Características eléctricas (Tensión asignada primaria 24 kV)													
Potencia asignada	[kVA]	**50**	100	**160**	250	**400**	630	**800**	1000	**1250**	1600	**2000**	2500
Tensión asignada secundaria (U_r)	[V]	420											
Grupo de Conexión		Dyn											
Pérdidas en Vacío Po	[W]	81	130	189	270	387	540	585	693	855	1080	1305	1575
Pérdidas en Carga Pk	[W]	750	1250	1750	2350	3250	4600	6000	7600	9500	12000	15000	18500
Impedancia de cortocircuito a 75°C	(%)	4								6			
Nivel de Potencia Acústica LwA	[dB]	38	40	43	46	49	51	52	54	55	57	59	62
Dimensiones													
Largo máximo (cota **A**)	(mm)	1040	1150	1250	1300	1360	1440	1676	1696	1700	1700	2010	2180
Ancho máximo (cota **B**)	(mm)	768	773	763	849	908	959	1040	1040	1040	1040	1260	1370
Alto máximo (cota **C**)	(mm)	1325	1373	1503	1525	1645	1780	1822	1942	1978	2143	2170	2395
Peso núcleo magnético	(kg)	260	410	585	790	925	1300	1485	1730	1780	1628	2006	2431
Peso conductores aluminio	(kg)	110	150	180	230	330	450	600	630	740	641	698	740
Peso líquido dieléctrico	(kg)	184	266	328	374	418	506	552	552	902	898	1111	1294
Volumen líquido dieléctrico	(L)	200	289	356	407	454	550	600	600	980	977	1208	1407
Peso total	(kg)	744	1036	1334	1662	2034	2738	3371	3787	4274	4368	5429	6290

Características eléctricas (Tensión asignada primaria 36 kV)													
Potencia asignada	[kVA]	**50**	100	**160**	250	**400**	630	**800**	1000	**1250**	1600	**2000**	2500
Tensión asignada secundaria (U_r)	[V]	420											
Grupo de Conexión		Dyn											
Pérdidas en Vacío Po	[W]	93	149	217	311	445	621	673	797	983	1242	1501	1811
Pérdidas en Carga Pk	[W]	825	1375	1925	2585	3575	5060	6600	8360	10450	13200	16500	20350
Impedancia de cortocircuito a 75°C	(%)	4 o 4,5								6			
Nivel de Potencia Acústica LwA	[dB]	39	41	44	47	50	52	53	55	61	63	65	68
Dimensiones													
Largo máximo (cota **A**)	(mm)	1090	1100	1180	1270	1330	1330	1540	1580	1740	1880	2020	2190
Ancho máximo (cota **B**)	(mm)	780	780	850	810	880	925	1005	1025	1090	1160	1290	1410
Alto máximo (cota **C**)	(mm)	1523	1533	1588	1658	1788	1913	1948	1928	2248	2383	2398	2453
Peso núcleo magnético	(kg)	275	335	495	605	800	1045	1265	1285	1520	1628	2006	2431
Peso conductores aluminio	(kg)	115	125	165	185	285	365	455	495	595	641	698	740
Peso líquido dieléctrico	(kg)	221	239	258	340	423	469	551	551	810	898	1111	1294
Volumen líquido dieléctrico	(L)	240	260	280	370	460	510	599	599	880	977	1208	1407
Peso total	(kg)	788	909	1150	1395	1855	2228	2948	3008	3848	4368	5429	6290

NOTA: Este documento contiene datos orientativos. Para más información, consultar con Ormazabal.

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

ANEXO VI

ESTUDIO DE CAMPOS MAGNÉTICOS

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja
con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

CONTENIDO

1. OBJETO Y ALCANCE 2

2. INTRODUCCIÓN 3

3. NORMATIVA VIGENTE 4

4. CRITERIOS DE APLICACIÓN 5

5. DEFINICIÓN Y FUENTES DE CAMPOS ELÉCTRICOS Y MAGNÉTICOS 8

6. CAMPOS MAGNÉTICOS EN LA INSTALACIÓN DE ALMACENAMIENTO 10

6.1. campo magnético del centro de transformación 10

6.2. campo magnético de las líneas de mt de interconexión 12

7. CONCLUSIONES 15

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

1. OBJETO Y ALCANCE

Este estudio pretende justificar el cumplimiento de la normativa vigente en materia de campos electromagnéticos de las instalaciones de la planta de almacenamiento BESS OLIVERA I y III, contenedores de baterías, líneas eléctricas de baja tensión entre contenedores y los centros de transformación (TWIN SKID COMPACT y MV SKID COMPACT), y la línea eléctrica a 30 kV desde el MV SKID COMPACT hasta el CS BESS OLIVERA I y III, objeto de otro proyecto, quedando este último fuera del alcance de este Anexo.

El objeto de este anexo es el estudio de los campos magnéticos en el entorno de estas instalaciones, dando respuesta a lo establecido en la ITC-RAT 20 Apartado 3.2.1.g.

El estudio comprende el cálculo de los niveles máximos del campo magnético que, por razón de la actividad de la instalación de almacenamiento, puedan alcanzarse en dicho entorno y su evaluación comparativa con los límites establecidos en la normativa vigente en términos de límites técnicos, en relación con las condiciones de protección a las emisiones radioeléctricas y medidas de protección sanitaria establecidas en dicha normativa.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

2. INTRODUCCIÓN

Las instalaciones eléctricas de alta tensión generan campos electromagnéticos de frecuencia industrial, cuyas magnitudes dependen de diversos factores como el voltaje, la potencia eléctrica y las características, geometría y dimensiones de la propia instalación.

La principal característica de los campos magnéticos generados por las líneas de transmisión es su gran atenuación cuando el receptor se aleja del eje de la línea, debido a la pequeña distancia entre los conductores que favorece la cancelación entre los campos que generan las tres fases.

En el interior de las subestaciones, plantas de almacenamiento y centros de transformación, donde sólo pueden acceder trabajadores autorizados, los niveles de campo magnético pueden ser algo más altos que los generados por las líneas eléctricas. No obstante, estos valores disminuyen mucho más rápido a medida que uno se aleja, debido a que la cancelación del campo es mucho más efectiva, ya que los equipos están confinados y muy cerca unos de otros. Por eso, en el exterior de estas instalaciones, los niveles de campos electromagnéticos son incluso menores que los que se encuentran alrededor de las líneas eléctricas.

Para prevenir los posibles efectos de los campos electromagnéticos sobre la salud humana, varias agencias nacionales e internacionales han elaborado normativas de exposición a campos eléctricos y magnéticos.

Actualmente, la normativa internacional más extendida es la promulgada por ICNIRP (Comisión Internacional para la Protección contra la Radiación No Ionizante), organismo vinculado a la Organización Mundial de la Salud.

La Unión Europea, siguiendo el consejo del Comité Científico Director, se basó en ICNIRP para elaborar la Recomendación del Consejo Europeo relativa a la exposición del público en general a campos electromagnéticos (0 Hz a 300 GHz), 1999/519/CE, publicada en el Diario Oficial de las Comunidades Europeas en julio de 1999.

Su objetivo es únicamente prevenir los efectos agudos (a corto plazo) producidos por la inducción de corrientes eléctricas en el interior del organismo, puesto que no existe evidencia científica de que los campos electromagnéticos estén relacionados con enfermedad alguna.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

3. NORMATIVA VIGENTE

El presente estudio tiene en cuenta la siguiente normativa relativa a la exposición a campos electromagnéticos en general y, en particular, en las instalaciones eléctricas de alta tensión:

- RD 337/2014, de 9 de junio, por el que se aprueba el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias
  - ITC-RAT 01 a 23. En particular:
  - ITC-RAT 14 Apartado 4.7: Instalaciones eléctricas de interior. Limitación de los campos magnéticos en la proximidad de instalaciones de alta tensión.
  - ITC-RAT 15 Apartado 3.15: Instalaciones eléctricas de exterior. Limitación de los campos magnéticos en la proximidad de instalaciones de alta tensión. ITC-RAT 20 Apartado 3.2.1: Anteproyectos y proyectos. Memoria.
- Ley 1/2021, de 11 de febrero, de simplificación administrativa.
- RD 1066/2001, de 28 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento que establece condiciones de protección del dominio público radioeléctrico, restricciones a las emisiones radioeléctricas y medidas de protección sanitaria frente a emisiones radioeléctricas.
- Informe UNESA 2001 “Campos eléctricos y magnéticos de 50 Hz. Análisis del estado actual de conocimientos.
- Recomendación de la UE (1999/519/EC) relativa a la exposición del público en general a campos electromagnéticos.
- Real Decreto 299/2016, de 22 de julio, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a campos electromagnéticos.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

4. CRITERIOS DE APLICACIÓN

Según el artículo 6 del RD 1066/2001, se aplicarán los límites de exposición que figuran en el anejo II. Los límites establecidos se cumplirán en las zonas en las que puedan permanecer habitualmente las personas y en la exposición a las emisiones de los equipos terminales. Dependiendo de la frecuencia, para especificar las restricciones básicas sobre los campos electromagnéticos, se emplean diferentes cantidades físicas (cantidades dosimétricas o exposimétricas). En el ámbito de frecuencia de nuestro estudio (50 Hz), se proporcionan restricciones básicas de la densidad de corriente, para prevenir los efectos sobre las funciones del sistema nervioso. En el cuadro 1 del citado anejo II, se establecen las restricciones básicas para campos eléctricos, magnéticos y electromagnéticos, teniendo en cuenta las variaciones que puedan introducir las sensibilidades individuales y las condiciones medioambientales:

Restricciones básicas para campos eléctricos, magnéticos y electromagnéticos (0 Hz-300 GHz)

Gama de frecuencia	Inducción magnética (mT)	Densidad de corriente (mA/m²) rms	SAR medio de cuerpo entero (W/kg)	SAR Localizado (cabeza y tronco) (W/kg)	SAR Localizado (miembros) (W/kg)	Densidad de potencia S (W/m²)
0 Hz	40	-	-	-	-	-
>0-1 Hz	-	8	-	-	-	-
1-4 Hz-	-	8/f	-	-	-	-
4-1.000Hz	-	2	-	-	-	-
1.000 Hz-100 kHz	-	f/500	-	-	-	-
100 kHz-10 MHz	-	f/500	0,08	2	4	-
10 MHz-10 GHz	-	-	0,08	2	4	-
10-300 GHz	-	-	-	-	-	10

Valor eficaz de la densidad de corriente (entre 4 y 1.000Hz) = 2 [mA/m^2]

Los niveles de referencia para limitar la exposición se obtienen a partir de las restricciones básicas, presuponiendo un acoplamiento máximo del campo con el individuo expuesto, con lo que se obtiene un máximo de protección. En el cuadro 2 del citado anejo II, se establecen los niveles de referencia para campos eléctricos, magnéticos y electromagnéticos (valores eficaces imperturbados, entre 25 y 800 Hz):

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

Gama de frecuencia	Intensidad de campo E (V/m)	Intensidad de campo H (A/m)	Campo B (μT)	Densidad de potencia equivalente de onda plana (W/m²)
0-1 Hz	-	$3{,}2 \times 10^4$	4×10^4	
1-8 Hz	10.000	$3{,}2 \times 10^4/f^2$	$4 \times 10^4/f^2$	
8-25 Hz	10.000	4.000/f	5.000/f	
0,025-0,8 kHz	250/f	4/f	5/f	-
0,8-3 kHz	250/f	5	6,25	-
3-150 kHz	87	5	6,25	-
0,15-1 MHz	87	0,73/f	0,92/f	-
1-10 MHz	$87/f^{1/2}$	0,73/f	0,92/f	-
10-400 MHz	28	0,073	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

$$Campo, B\ =\ 5\ /\ f\ [\mu T]$$

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

La densidad de flujo magnético (o inducción magnética) es una magnitud vectorial (B) que da lugar a una fuerza que actúa sobre cargas en movimiento, y se expresa en (T). En espacios libres y en materiales biológicos, la densidad de flujo o inducción magnética y la intensidad de campo magnético se pueden intercambiar utilizando la equivalencia de 1 [A/m] = 4*Π*10-7[T].

Para el campo magnético generado a la frecuencia industrial (50 Hz), el nivel de referencia establecido es:

$$B\ [\mu T]\ =\ 5\ /\ f\ [kHz]\ =\ 5\ /\ 0{,}05\ =\ 100\ [\mu T]$$

En el Real Decreto 299/2016, de 22 de julio, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a campos electromagnéticos, que traspone la Directiva 2013/35/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 26 de junio de 2013, sobre las disposiciones mínimas de salud y seguridad relativas a la exposición de los trabajadores a los riesgos derivados de agentes físicos (campos electromagnéticos), establece las disposiciones mínimas para la protección de los trabajadores contra los riesgos para su salud y su seguridad derivados o que puedan derivarse de la exposición a campos electromagnéticos durante su trabajo.

Este Real Decreto establece unos valores límite de exposición (VLE) y unos niveles de acción (NA), medibles y objetivos, cuyo cumplimiento asegura que no se superan los VLE.

Los VLE se establen a partir de consideraciones biofísicas y biológicas, en particular sobre la base de efectos directos agudos y a corto plazo comprobados científicamente, por ejemplo, los efectos térmicos y la estimulación eléctrica de los tejidos, diferenciándose dos VLE diferentes:

- Los VLE relacionados con efectos para la salud: valores límite de exposición por encima de los cuales los trabajadores pueden sufrir efectos adversos para la salud, como el calentamiento o la estimulación de los tejidos nervioso y muscular.
- Valores límite de exposición relacionados con efectos sensoriales: valores límite de exposición por encima de los cuales los trabajadores pueden estar sometidos a trastornos transitorios de las percepciones sensoriales y a pequeños cambios en las funciones cerebrales.

Finalmente, los niveles de acción (NA) son los niveles operativos establecidos para simplificar la demostración del cumplimiento de los valores límite de exposición correspondientes o, en su caso, para tomar las medidas de protección o prevención establecidas igualmente en el Real Decreto. Para los campos magnéticos, se definen los siguientes niveles de acción:

- Niveles de acción inferiores: los niveles correspondientes a los VLE relacionados con efectos sensoriales.
- Niveles de acción superiores: los correspondientes a VLE relacionados con efectos para la salud.
- Niveles de acción para la exposición de las extremidades: se derivan de los VLE relacionados con efectos para la salud relacionados con la estimulación eléctrica de los tejidos en las extremidades, teniendo en cuenta que el campo magnético se acopla más débilmente a las extremidades que al cuerpo entero.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

Para instalaciones eléctricas a frecuencia industrial (50 Hz), según la tabla 6 del Artículo 5 del Real Decreto 299/2016, de 22 de julio, los niveles de acción para la densidad de flujo magnético B variable, son los siguientes:

Tabla 6. Niveles de acción para campo magnético (B) de 1Hz a 10MHz

Intervalo frecuencias	NA (B) inferior [μT] (RMS)	NA (B) superior [μT] (RMS)	NA para exposición de las extremidades a campo magnético localizado [μT] (RMS)
$1 \leq f < 8$ Hz	$2{,}0 \times 10^5/f^2$	$3{,}0 \times 10^5/f$	$9{,}0 \times 10^5/f$
$8 \leq f < 25$ Hz	$2{,}5 \times 10^4/f$	$3{,}0 \times 10^5/f$	$9{,}0 \times 10^5/f$
$25 \leq f < 300$ Hz	$1{,}0 \times 10^3$	$3{,}0 \times 10^5/f$	$9{,}0 \times 10^5/f$
300 Hz $\leq f <$ 3 kHz	$3{,}0 \times 10^5/f$	$3{,}0 \times 10^5/f$	$9{,}0 \times 10^5/f$
3 kHz $\leq f \leq$ 10 MHz	$1{,}0\times 10^2$	$1{,}0\times 10^2$	$3{,}0 \times 10^2$

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

5. DEFINICIÓN Y FUENTES DE CAMPOS ELÉCTRICOS Y MAGNÉTICOS

Los campos eléctricos tienen su origen en diferencias de voltaje: cuanto más elevado sea el voltaje, más fuerte será el campo resultante. Un campo eléctrico existe, aunque no haya corriente. El campo eléctrico (E) se expresa en voltios por metro (V/m) o su múltiplo en kV/m, (1 kV/m = 1.000 V/m).

Los campos magnéticos tienen su origen en las corrientes eléctricas: una corriente más fuerte da como resultado un campo magnético más fuerte. También se pueden producir campos magnéticos con imanes permanentes. El campo magnético (H) en un punto dado del espacio se define como la fuerza que se ejerce sobre un elemento de corriente situado en dicho punto, y se expresa en amperios por metro (A/m).

Por tanto, el campo eléctrico existirá siempre que haya cargas eléctricas, mientras que sólo existirá campo magnético cuando esas cargas eléctricas estén en movimiento; es decir, cuando haya un flujo de corriente eléctrica. Es más habitual representar el campo magnético mediante la inducción magnética o densidad de flujo magnético (B). Ambos están relacionados mediante la permeabilidad magnética (μ):

$$B = \mu \cdot H$$

La unidad de medida del campo magnético en unidades del Sistema Internacional es el Tesla (T) o sus fracciones; en particular, el microtesla (μT), (1.000.000 μT = 1 T).

Una de las propiedades del campo electromagnético es transmitir energía a grandes distancias por medio de ondas, en ausencia de cualquier medio material. Esta energía se asocia con el producto vectorial del campo eléctrico y del magnético. Dicho producto se denomina vector de Poynting (S) y representa la densidad de flujo de energía de una onda electromagnética por unidad de tiempo.

La longitud de onda y la frecuencia determinan otra característica importante de los campos electromagnéticos. Las ondas electromagnéticas son transportadas por partículas llamadas cuantos de luz. Los cuantos de luz de ondas con frecuencias más altas (longitudes de onda más cortas) transportan más energía que los de las ondas de menor frecuencia (longitudes de onda más largas).

Algunas ondas electromagnéticas transportan tanta energía por cuanto de luz que son capaces de romper los enlaces entre las moléculas.

El sistema eléctrico funciona a una frecuencia extremadamente baja (50 Hz), también denominada frecuencia industrial. Esta frecuencia está dentro de la región de las radiaciones no ionizantes del espectro, por lo que transmiten muy poca energía. A menos frecuencia, menos energía, por lo que el campo electromagnético tiene menos capacidad para desplazarse. Esto implica que a frecuencias como la industrial el campo magnético desaparece a distancias cortas de la fuente que lo genera.

Al igual que cualquier otro equipo que funcione con energía eléctrica, las líneas eléctricas de alta tensión generan un campo eléctrico y magnético de frecuencia industrial. Su intensidad dependerá de

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

diversos factores, como el voltaje, potencia eléctrica que transporta, número de conductores, distancia de los cables al suelo, etc.

Existe un campo magnético natural estático, debido a las corrientes que circulan en el núcleo de la Tierra. La intensidad del campo magnético terrestre varía con la latitud: desde 25 µT en el ecuador magnético (30 µT en el geográfico) hasta aproximadamente 67 µT en los polos.

En España, el campo magnético estático natural está alrededor de 40 µT.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

6. CAMPOS MAGNÉTICOS EN LA INSTALACIÓN DE ALMACENAMIENTO

6.1. CAMPO MAGNÉTICO DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

La Instalación de Almacenamiento cuenta con 3 transformadores de baja (<1 kV) / alta tensión (30 kV). Uno dentro de la estación de potencia MV SKID COMPACT, otro dentro de la estación de potencia TWIN SKID COMPACT, y un transformador 30/0,4 kV de refrigeración. Se tienen 3 líneas eléctricas de alta tensión (30kV), dos de carga/evacuación (es una disposición en anillo, por lo que sólo trabajará una en cada momento) y otra de alimentación de los servicios auxiliares de refrigeración, además de otros equipos en baja tensión para la carga/descarga de los contenedores de baterías y para control, protección y comunicaciones de la planta. Estos son los responsables de la presencia de campos electromagnéticos en la planta de almacenamiento.

Las estaciones de potencia MV SKID COMPACT y TWIN SKID COMPACT, son paquetes modulares preensamblados que incluyen habitualmente uno o dos convertidores de potencia, un transformador de potencia (BT/AT), las celdas de protección en AT, un cuadro de distribución en BT y un cuadro de control y centralización de señales.

Para este proyecto se ha elegido un equipo MV SKID COMPACT y un equipo TWIN SKID COMPACT. Dichas estaciones de potencia incorporan, un transformador y un convertidor de potencia en el caso del MV SKID COMPACT, y dos convertidores y un transformador en el caso del TWIN SKID COMPACT. La solución será outdoor, con conexión directa en CC desde los módulos de baterías a los convertidores de potencia y salida directamente a 30 kV.

Las características principales se resumen en la Tabla 1: (Para más información ver hoja de datos del fabricante en el *Anexo 5*).

DATOS TWIN SKID COMPACT	
CARACTERÍSTICAS	**VALORES**
TWIN SKID COMPACT	2 PCS FP4010K
TENSIÓN MÁXIMA DC	1500V
TENSIÓN SALIDA AC	30kV
POTENCIA @40ºC SALIDA CA	4.010 kW
POTENCIA @50ºC SALIDA CA	3.720 kW
FRECUENCIA TENSIÓN DE AISLAMIENTO CELDAS MT	50-60 Hz
TENSIÓN DE AISLAMIENTO CELDAS MT	36 kV

Tabla 1. Características de la Twin Skid Compact.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

DATOS MV SKID COMPACT	
CARACTERÍSTICAS	**VALORES**
MV SKID COMPACT	1 PCS FP4010K
TENSIÓN MÁXIMA DC	1500V
TENSIÓN SALIDA AC	30kV
POTENCIA @40ºC SALIDA CA	4.010 kW
POTENCIA @50ºC SALIDA CA	3.720 kW
FRECUENCIA TENSIÓN DE AISLAMIENTO CELDAS MT	50-60 Hz
TENSIÓN DE AISLAMIENTO CELDAS MT	36 kV

Tabla 2. Características de la MV Skid Compact.

El sistema eléctrico español, al igual que en toda Europa, funciona a la frecuencia industrial de 50 Hz, frecuencia extremadamente baja. La intensidad dependerá de la energía generada en la planta de almacenamiento y la tensión de salida de las estaciones de potencia que ha sido establecida en 30 kV.

Los campos eléctricos y magnéticos que se producen a esta frecuencia tienen como principal característica que no se acoplan ni se propagan como una onda, al contrario que, las radiofrecuencias empleadas en radio, televisión, telefonía móvil, etc. por lo que estos campos desaparecen a corta distancia de la fuente que lo genera.

Los valores de emisión de campos eléctricos y magnéticos que se generaran en el perímetro de la planta no superan en ningún caso el valor máximo permitido marcado en el RD 1066/2001 que es de 100 µT.

Los campos electromagnéticos que se generan con la operación y mantenimiento pueden extrapolarse a partir de lo descrito en el Informe “Campos Electromagnéticos y magnéticos a 50 Hz” publicado por UNESA en el 2001, los cuales se indican en la siguiente tabla:

INTENSIDAD DE CAMPO MAGNETICO (MEDIA PONDERADA EN EL TIEMPO TWA) EN ALGUNOS TRABAJOS DEL SECTOR ELÉCTRICO ESPAÑOL		
TIPO DE TRABAJO	**CAMPO MAGNÉTICO MEDIA (µT) a 50 Hz**	**CAMPO MAGNÉTICO MÁXIMO (µT) a 50 Hz**
Brigada media tensión (15 - 30 kV)	0,4	31,2
Brigada de oficinas (trabajo con ordenados)	0,5	10,6
Brigada de operaciones y averías (6 – 30 kV)	1,1	551,8
Brigada de mantenimiento de media tensión (6 – 30 kV)	1,8	301,6
Brigada de mantenimiento de edificios (220/380 V)	1,8	398,5
Trabajos dentro de subestaciones (220 kV)	3,5	8,4
Trabajos dentro de subestaciones (400 kV)	6	75
Inspección de líneas de alta tensión (400 kV)	15,2	22

Tabla 3. Intensidad de campo magnético en algunos trabajos del sector eléctrico español.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

Según este informe, las brigadas de operaciones y averías, mantenimiento, y trabajos tanto en baja tensión (< 1 kV) como a la máxima tensión de la planta (30 kV) (situación más desfavorable) a 50 Hz se ven sometidas a valores de campos electromagnéticos con medias ponderadas en el tiempo de [1,1-2,0] µT.

6.2. CAMPO MAGNÉTICO DE LAS LÍNEAS DE MT DE INTERCONEXIÓN

En este apartado, se justifica el campo magnético creado por un conjunto de 3 cables unipolares para una línea trifásica de Media Tensión, en un punto "P" situado encima de la terna de cables, a una altura "h" = 80 cm por encima del cableado, (como el circuito se encuentra a más de 80 cm de profundidad el cálculo realizado es conservador).

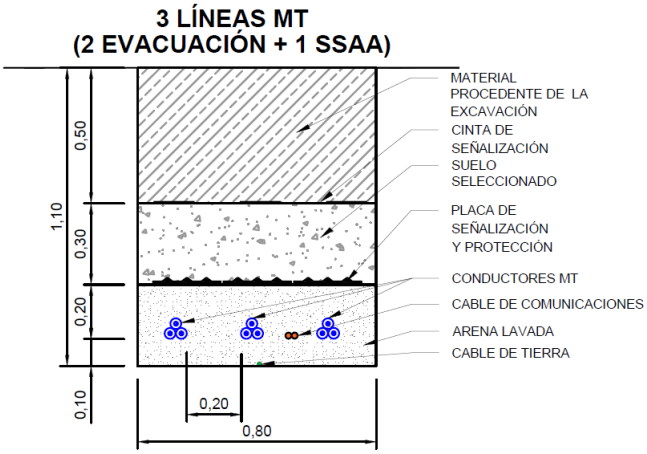


Figura 1. Zanja de media tensión y SSAA.

Para calcular el valor eficaz del campo magnético de un punto cuando no existe ningún apantallamiento magnético se puede emplear la ley de Biot Savart. Si se mantiene la misma geometría e intensidad de corriente que en los cálculos, el valor obtenido aplicando esta ley será idéntico al que se medirá con un gausimetro. Así el valor eficaz del campo magnético en un punto "P" situado a la distancia "h", de un circuito, a una corriente "I" (valor eficaz de una corriente sinusoidal a la frecuencia de 50Hz), que circula por el circuito enterrado puede determinarse mediante la siguiente expresión:

$$B = \mu_0 * H = 4 * \pi * 10^{-7} \frac{I}{2 * \pi * d}$$

El campo magnético generado en el Punto P será consecuencia del sumatorio de campos magnéticos generados por cada una de las fases del cableado:

$$B = \sum B_{P,i} = B_{P,R} + B_{P,S} + B_{P,T}$$

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

Suponiendo que la corriente está concentrada en el centro del cableado, para cada fase se tiene:

$$B_{P,R} = \mu \frac{I}{2 * \pi * d1}$$

$$B_{P,S} = \mu \frac{I}{2 * \pi * d2}$$

$$B_{P,T} = \mu \frac{I}{2 * \pi * d2}$$

Donde d1= es la distancia de la fase R del conductor y d2= es la distancia de las fases T y S. Al estar en tresbolillo, la distancia de las fases S y T es igual, tal y como puede comprobarse en la sección tipo de la zanja.

Teniendo en cuenta que las intensidades se encuentran desfasadas y pertenecen a un circuito trifásico equilibrado, se tiene que:

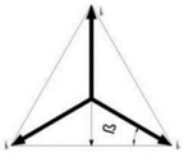


Figura 2. Desfase de un circuito trifásico.

Por lo que teniendo en cuenta que β=30º:

$$I_S = I_T = -I_R * \sin 30$$

En este caso, considerando la zanja del circuito de media tensión se han sacado las distancias a cada uno de los cables desde un punto en la superficie, la intensidad nominal por fase de la terna más desfavorable de Ir = 257,24 A y la permeabilidad del aire, se obtienen los siguientes resultados:

$$B_{P,R} = \mu \frac{I}{2 * \pi * d1} = \frac{2 * 10^{-1} * 257{,}24}{0{,}8} = 64{,}31 \mu T$$

$$B_{P,S} = \mu \frac{I}{2 * \pi * d2} = \frac{2 * 10^{-1}(-\frac{257{,}24}{2})}{0{,}86} = -29{,}91 \mu T$$

$$B_{P,T} = \mu \frac{I}{2 * \pi * d2} = \frac{2 * 10^{-7}(-\frac{257{,}24}{2})}{0{,}86} = -29{,}91 \mu T$$

Realizando el sumatorio, se obtiene un valor de campo magnético a 0,8 m sobre el suelo de una terna en tresbolillo de 4,5 µT.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

Suponiendo que por las 3 ternas circula la misma intensidad y se encuentran todas a 0,8 m, (supuesto más desfavorable) obtendríamos un campo magnético total de 13,5 µT <100 µT exigidos por el RD 1066/2001.

Además, el valor de campo magnético disminuye rápidamente en cuanto el receptor se aleja del punto estudiado.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

7. CONCLUSIONES

Según el valor de intensidad de campo magnético obtenido para la estación de potencia será de media 2 µT, al haber 1 MV SKID COMPACT y 1 TWIN SKID COMPACT tendremos un campo magnético total de 4 µT.

El valor calculado para la línea de interconexión, en su tramo más desfavorable es de 13,5 µT.

Dado que todos estos valores son muy inferiores al de 100 µT, valor máximo establecido por el Real Decreto 1066/2001, de 28 de septiembre, que aprueba el Reglamento que establece condiciones de protección del dominio público radioeléctrico.

Además, para el personal de acceso restringido en el interior de las instalaciones (1000 µT de acuerdo con el R.D. 299/2016, de 22 de julio) quedando justificada la validez de la instalación proyectada en cuanto al cumplimiento de los límites normativos relativos a la generación de campos electromagnéticos (CEM), en las condiciones y supuestos más desfavorables, de acuerdo con lo establecido en el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 14 y 15.

Cabe destacar por otro lado que, la planta de almacenamiento se encuentra alejada de núcleos de población, por lo que la afección a éstos es nula y, en cualquier caso, alejadas del vallado perimetral por lo que la afectación a personas en tránsito por el exterior de la instalación también se considera despreciable.

En Zaragoza, enero del 2026
El Ingeniero Industrial al servicio de
ENERLAND GENERACIÓN SOLAR 14, S.L.



Ignacio Navarro Chinorias
Colegiado Nº 3947 del C.O.I.I.A.R

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

ANEXO VII

DECLARACIÓN RESPONSABLE

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja
con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

DECLARACIÓN RESPONSABLE PARA LA AUTORIZACIÓN

ADMINISTRATIVA PREVIA Y DE CONSTRUCCIÓN

D. Ignacio Navarro Chinorías, con D.N.I. 29132161Q, Ingeniero Industrial, colegiado nº 3947 del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja (C.O.I.I.A.R.), al servicio de la empresa Enerland Project Development S.L., y con domicilio, a efectos de notificación, en Calle Bílbilis 18, Nave A04, 50197 de Zaragoza, mediante la presente,

DECLARA BAJO SU RESPONSABILIDAD:

Que es el autor del proyecto titulado INSTALACIÓN ALMACENAMIENTO “BESS OLIVERA I y III” en el término municipal de Zaragoza.

Que el citado proyecto cumple con toda la normativa que le es de aplicación a los efectos de lo establecido en el apartado 1b) del artículo 53 de la Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.

Y para que conste y produzca los efectos oportunos, expido y suscribo esta Declaración.

En Zaragoza, enero del 2026
El Ingeniero Industrial al servicio de
ENERLAND GENERACIÓN SOLAR 14, S.L.



Ignacio Navarro Chinorías
Colegiado Nº 3947 del C.O.I.I.A.R

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

DOCUMENTO II

PLANOS

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja
con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

ÍNDICE DE PLANOS

Nº PLANO	DESCRIPCIÓN
01	SITUACIÓN GENERAL
02	EMPLAZAMIENTO
03	PLANTA GENERAL DE IMPLANTACIÓN
04	SECCIÓN TIPO VIAL DE ACCESO
05	VALLADO Y ACCESO
06	CONTENEDORES BATERÍAS ESS
07	TWIN SKID COMPACT Y MV SKID COMPACT (PCS/TRANSFORMADOR)
08	TRANSFORMADOR DE REFRIGERACIÓN
09	ZANJAS Y CANALIZACIONES
10	CONEXIÓN ELÉCTRICA - RED DE MEDIA TENSIÓN
11	CONEXIÓN ELÉCTRICA - RED DE BAJA TENSIÓN EN CC
12	CONEXIÓN ELÉCTRICA - RED DE BAJA TENSIÓN EN CA SSAA
13	PUESTA A TIERRA DE LA PLANTA
14	ESQUEMA UNIFILAR MT
15	IMPLANTACIÓN Y PARCELARIO

Zaragoza, enero de 2026
El Ingeniero Industrial al servicio de
ENERLAND GENERACIÓN SOLAR 14, S.L.



Ignacio Navarro Chinorias
Colegiado Nº 3947 del C.O.I.I.A.R

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

SITUACIÓN DEL PROYECTO
"BESS OLIVERA I y III"



COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

Comunidad Autónoma: ARAGÓN
Provincia: ZARAGOZA
T.M.: Zaragoza

SIZE *FORMATO* A2							
SCALE *ESCALA* 1:400.000	01	01/12/2025	M.P.L.	M.P.L.	V.R.G.	I.N.C.	INITIAL VERSION
	Ver. Rev.	Date *Fecha*	Designed *Diseñado*	Drawn *Dibujado*	Checked *Revisado*	Approved *Aprobado*	Description *Descripción*

SINGATURE *FIRMA*

ENERLAND

PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO INSTALACIÓN DE ALMACENAMIENTO "BESS OLIVERA I y III"
T.M. ZARAGOZA (ZARAGOZA)

SITUACIÓN

CODE *CÓDIGO*

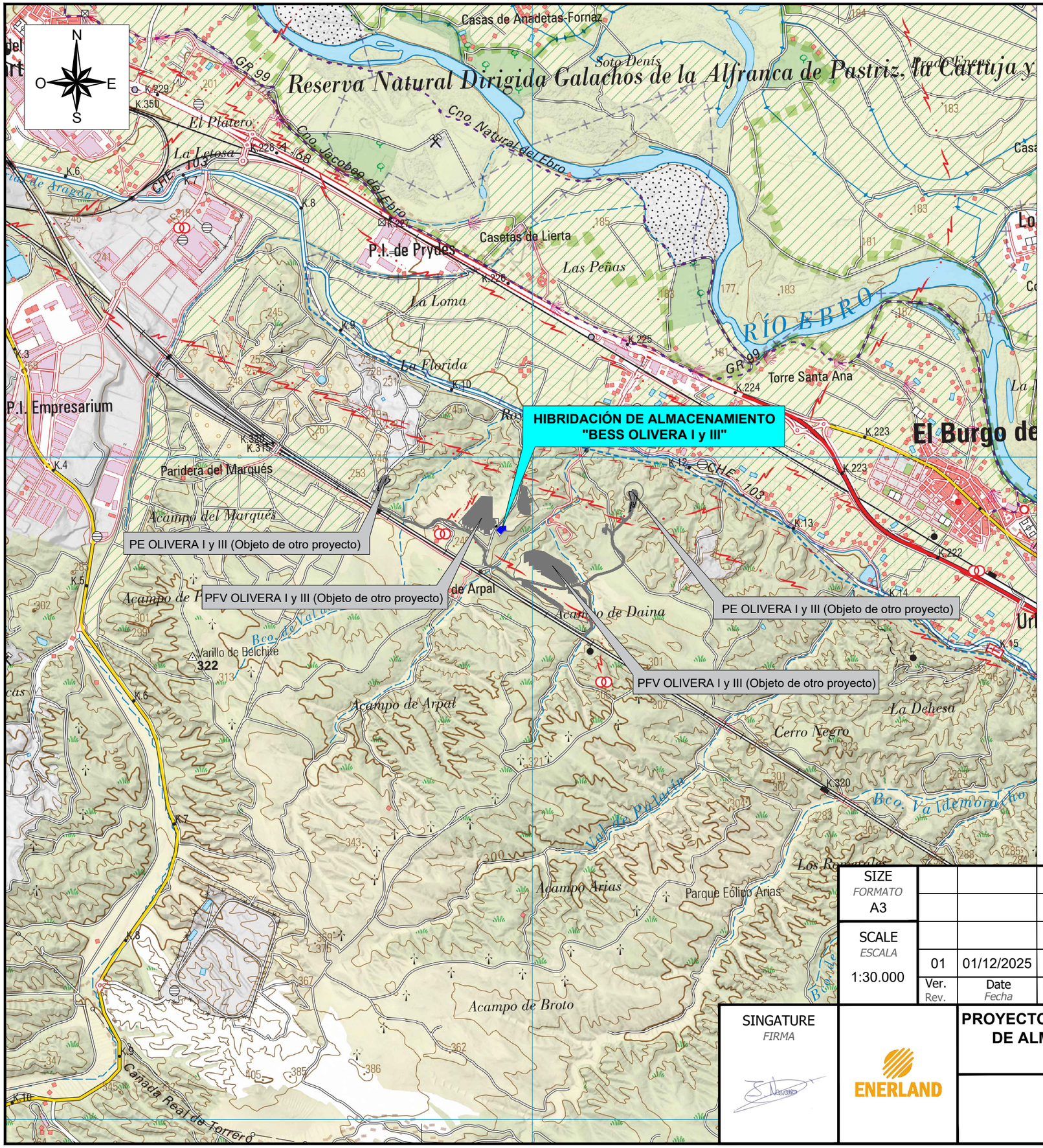
Nº DRAW *Nº PLANO* 01

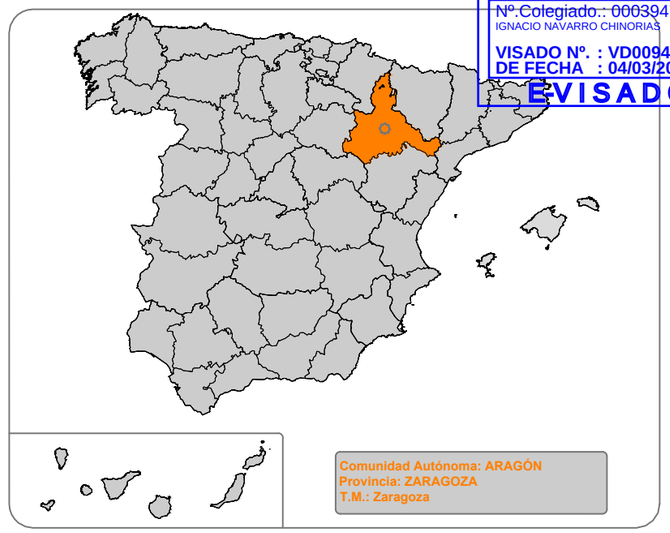
VERSION *REVISIÓN* 01

SHEET *HOJA* 1 de 1

DIN–A2

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiar.e-gestion.es





COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
VISADO

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiar.e-gestion.es

SIZE *FORMATO* A3						
SCALE *ESCALA* 1:30.000						
01	01/12/2025	M.P.L.	M.P.L.	V.R.G.	I.N.C.	INITIAL VERSION
Ver. Rev.	Date *Fecha*	Designed *Diseñado*	Drawn *Dibujado*	Checked *Revisado*	Approved *Aprobado*	Description *Descripción*

SINGATURE *FIRMA*

ENERLAND

PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO INSTALACIÓN DE ALMACENAMIENTO "BESS OLIVERA I y III"

T.M. ZARAGOZA (ZARAGOZA)

EMPLAZAMIENTO

CODE *CÓDIGO*

Nº DRAW *Nº PLANO* 02

VERSION *REVISIÓN* 01

SHEET *HOJA* 1 de 1

DIN–A3



COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja
con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

LEYENDA

ESS Hithium S.016MWh	CONTENEDOR DE BATERÍAS
	TWIN SKID COMPACT (PCS - TRANSFORMADOR)
	SINGLE SKID COMPACT (PCS - TRANSFORMADOR)
	TRANSFORMADOR DE REFRIGERACIÓN
CBT	CUADRO B.T.
	CT 2 - PFV OLIVERA I y III
	VIAL ACCESO
	VIAL INTERIOR
	VALLADO BESS OLIVERA I y III
	VALLADO TRANSFORMADOR BESS OLIVERA I y III
	VALLADO PLANTA FOTOVOLTAICA OLIVERA I y III
	LÍNEA SUBTERRÁNEA MT BESS OLIVERA I y III
	ZONA DE ACOPIO

SIZE *FORMATO* A3						
SCALE *ESCALA* 1:10.000						
01	09/12/2025	M.P.L.	M.P.L.	V.R.G.	I.N.C,	INITIAL VERSION
Ver. Rev.	Date *Fecha*	Designed *Diseñado*	Drawn *Dibujado*	Checked *Revisado*	Approved *Aprobado*	Description *Descripción*

SINGATURE *FIRMA*

ENERLAND

PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO INSTALACIÓN DE ALMACENAMIENTO "BESS OLIVERA I y III"

T.M. ZARAGOZA (ZARAGOZA)

PLANTA GENERAL DE IMPLANTACIÓN

DETALLE GENERAL

CODE *CÓDIGO*

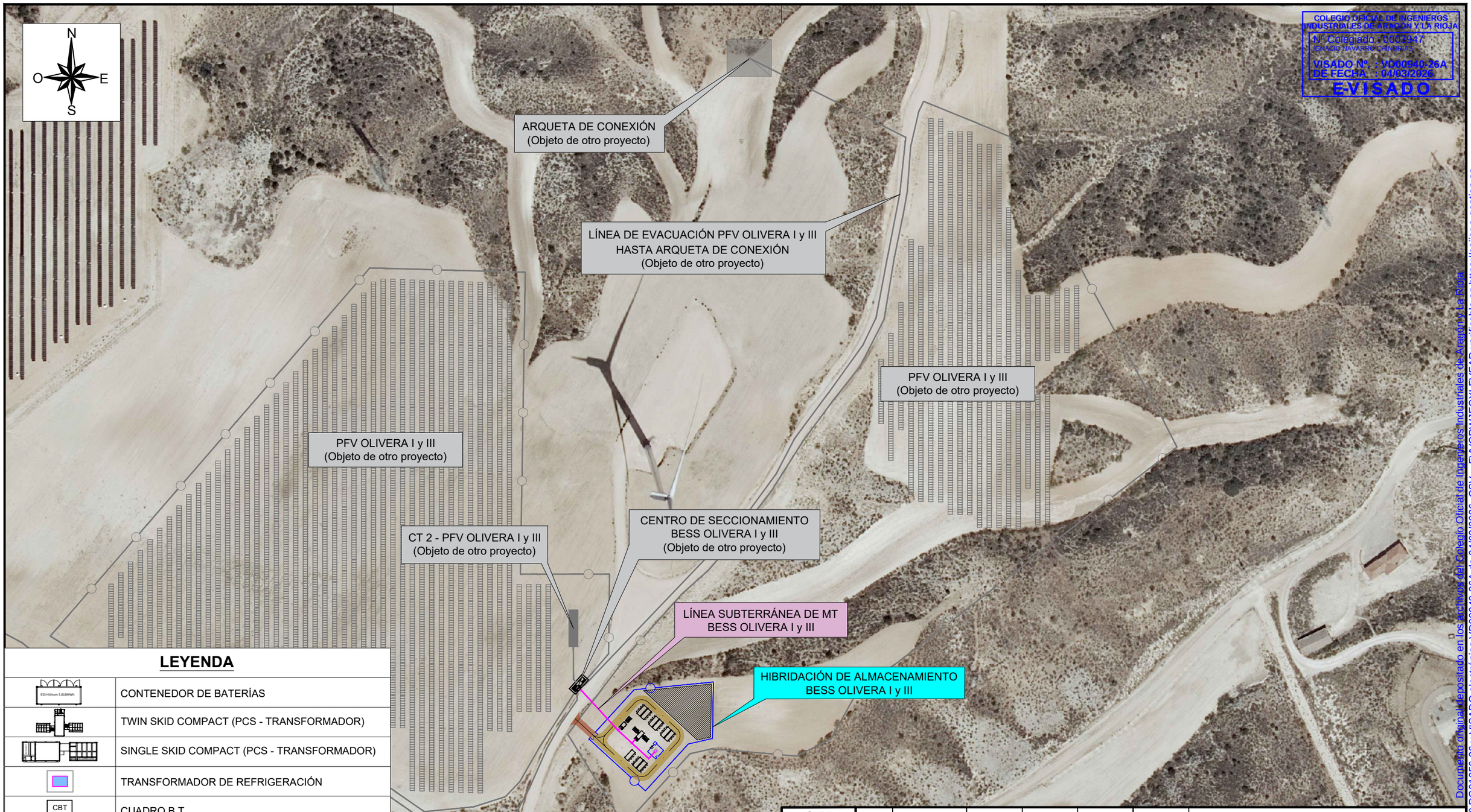
Nº DRAW *Nº PLANO* 03

VERSION *REVISIÓN* 01

SHEET *HOJA* 1 de 3

DIN–A3

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº Colegiado: 0004147
IGNACIO NAVARRO CRISTINA
VISADO Nº.: VD00940-26A
DE FECHA: 04/03/2026
E-VISADO



LEYENDA

ESS Hithium 5.016MWh	CONTENEDOR DE BATERÍAS
	TWIN SKID COMPACT (PCS - TRANSFORMADOR)
	SINGLE SKID COMPACT (PCS - TRANSFORMADOR)
	TRANSFORMADOR DE REFRIGERACIÓN
CBT	CUADRO B.T.
	CT 2 - PFV OLIVERA I y III
	VIAL ACCESO
	VIAL INTERIOR
	VALLADO BESS OLIVERA I y III
	VALLADO TRANSFORMADOR BESS OLIVERA I y III
	VALLADO PLANTA FOTOVOLTAICA OLIVERA I y III
	LÍNEA SUBTERRÁNEA MT BESS OLIVERA I y III
	ZONA DE ACOPIO

SIZE / FORMATO	Ver. / Rev.	Date / Fecha	Designed / Diseñado	Drawn / Dibujado	Checked / Revisado	Approved / Aprobado	Description / Descripción
A3	01	09/12/2025	M.P.L.	M.P.L.	V.R.G.	I.N.C,	INITIAL VERSION
SCALE / ESCALA 1:2.000							

SINGATURE / FIRMA

ENERLAND

PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO INSTALACIÓN DE ALMACENAMIENTO "BESS OLIVERA I y III"

T.M. ZARAGOZA (ZARAGOZA)

PLANTA GENERAL DE IMPLANTACIÓN

DETALLE BESS OLIVERA I y III (1/2)

CODE / CÓDIGO

Nº DRAW / Nº PLANO 03

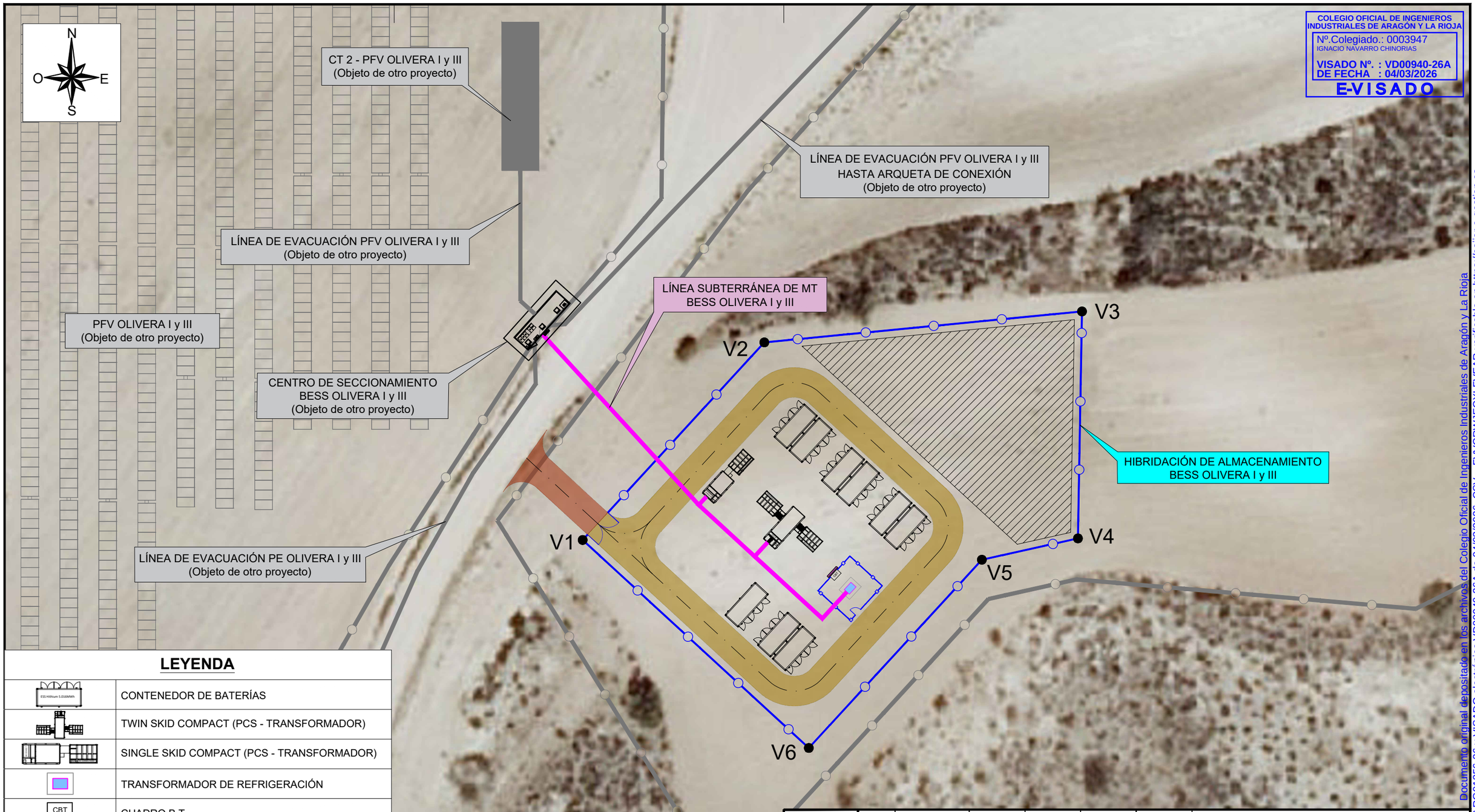
VERSION / REVISIÓN 01

SHEET / HOJA 2 de 3

DIN–A3

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO



LEYENDA

	CONTENEDOR DE BATERÍAS
	TWIN SKID COMPACT (PCS - TRANSFORMADOR)
	SINGLE SKID COMPACT (PCS - TRANSFORMADOR)
	TRANSFORMADOR DE REFRIGERACIÓN
CBT	CUADRO B.T.
	CT 2 - PFV OLIVERA I y III
	VIAL ACCESO
	VIAL INTERIOR
	VALLADO BESS OLIVERA I y III
	VALLADO TRANSFORMADOR BESS OLIVERA I y III
	VALLADO PLANTA FOTOVOLTAICA OLIVERA I y III
	LÍNEA SUBTERRÁNEA MT BESS OLIVERA I y III
	ZONA DE ACOPIO

VALLADO BESS OLIVERA I y III
COORDENADAS UTM ETRS89 HUSO 30

VÉRTICE	COORDENADA X	COORDENADA Y
V1	684.732	4.604.448
V2	684.756	4.604.475
V3	684.799	4.604.479
V3	684.798	4.604.449
V5	684.785	4.604.446
V6	684.762	4.604.420

SIZE *FORMATO* A3							
SCALE *ESCALA* 1:600							
	01	09/12/2025	M.P.L.	M.P.L.	V.R.G.	I.N.C,	INITIAL VERSION
	Ver. Rev.	Date *Fecha*	Designed *Diseñado*	Drawn *Dibujado*	Checked *Revisado*	Approved *Aprobado*	Description *Descripción*

SINGATURE *FIRMA*

ENERLAND

PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO INSTALACIÓN DE ALMACENAMIENTO "BESS OLIVERA I y III"
T.M. ZARAGOZA (ZARAGOZA)

PLANTA GENERAL DE IMPLANTACIÓN
DETALLE BESS OLIVERA I y III (2/2)

CODE *CÓDIGO*

Nº DRAW *Nº PLANO* 03
VERSION *REVISIÓN* 01
SHEET *HOJA* 3 de 3

DIN–A3

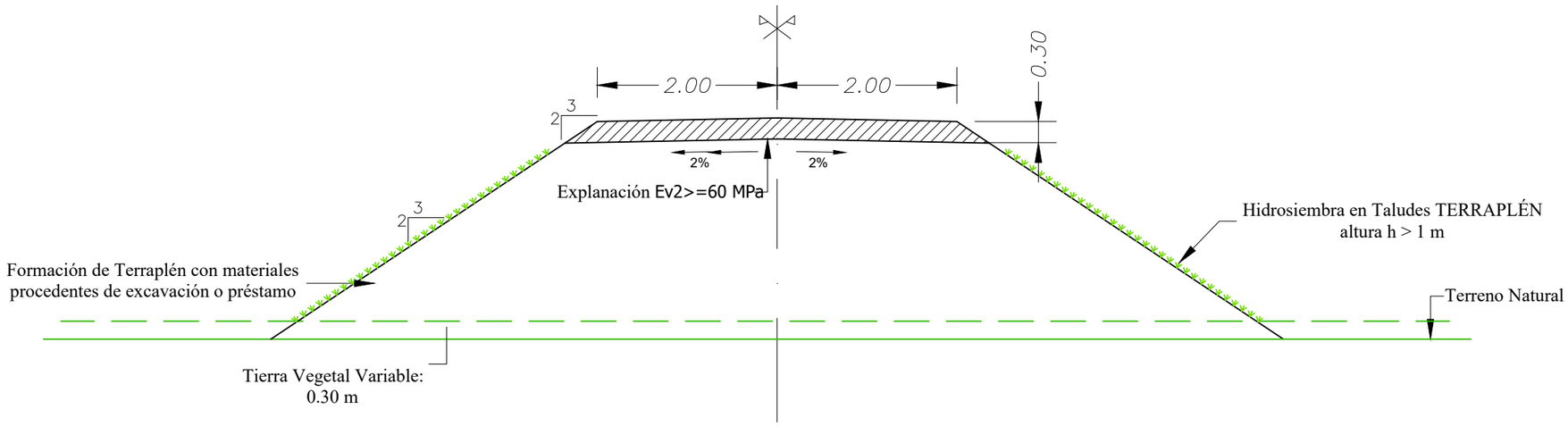
Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

SECCIÓN TIPO VIALES DE ACCESO

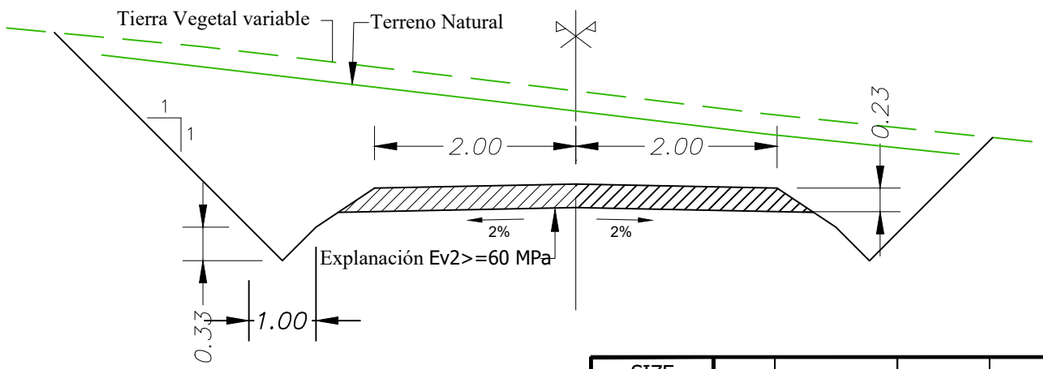
SECCIÓN TIPO VIAL EN TERRAPLÉN

EJE VIAL



SECCIÓN TIPO VIAL EN DESMONTE

EJE VIAL



BASE (MATERIAL GRANULAR)	
Espesor	30 cm
CBR	≥ 80%
Compactación	>98% P.M.
Tamaño Máximo de Árido	20 mm
Contenido de finos que pasa por el tamiz 200	< 10%
Índice de Plasticidad	< 9
Módulo de deformación	M_s>800 kg/cm²

EXPLANADA
La explanada debe cumplir Ev2>=60 MPa. Una vez seleccionada la explanada que se quiere conseguir, el dimensionamiento de la misma depende del material subyacente en el emplazamiento o terreno natural.

FIRMES Zahorra

0.30 m.

SIZE FORMATO							
A3							
SCALE ESCALA							
S/E	01	10/12/2025	M.P.L.	M.P.L.	V.R.G.	I.N.C.	INITIAL VERSION
	Ver. Rev.	Date Fecha	Designed Diseñado	Drawn Dibujado	Checked Revisado	Approved Aprobado	Description Descripción

SINGATURE FIRMA

ENERLAND

PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO INSTALACIÓN DE ALMACENAMIENTO "BESS OLIVERA I y III"

T.M. ZARAGOZA (ZARAGOZA)

SECCIÓN TIPO VIAL

CODE CÓDIGO

Nº DRAW Nº PLANO 04

VERSION REVISIÓN 01

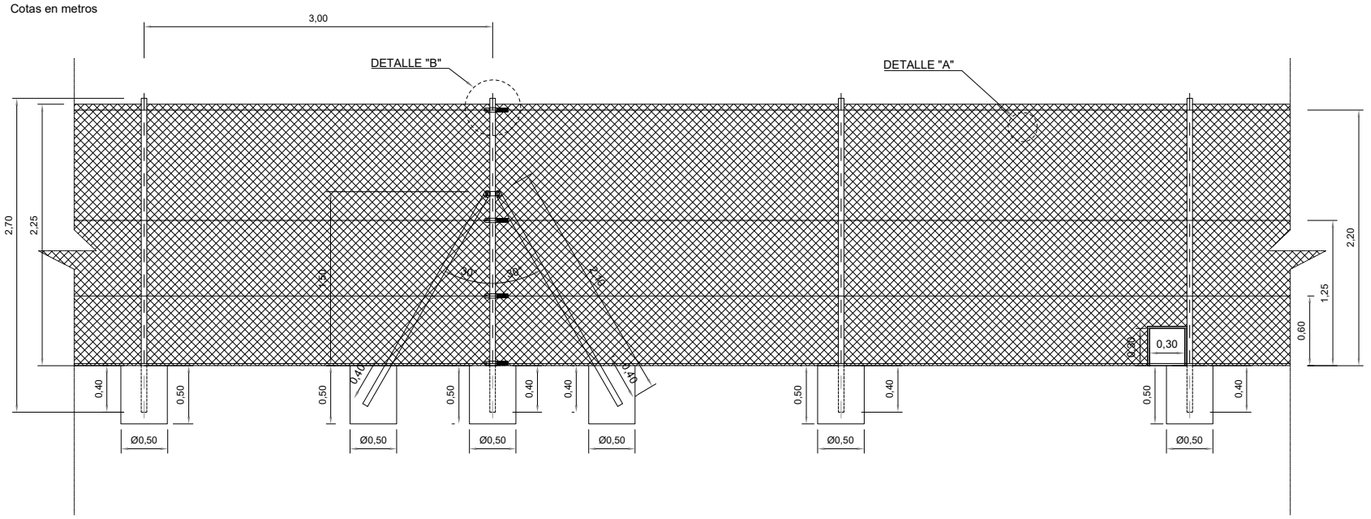
SHEET HOJA 1 de 1

DIN–A3

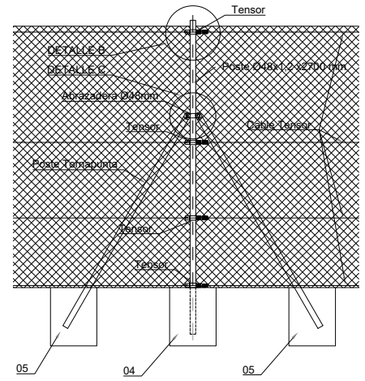
Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº. : VD00940-26A
DE FECHA. : 04/03/2026
VISADO

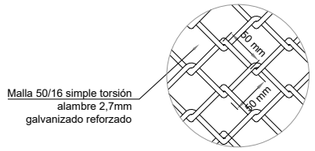
Alzado de Vallado:
Escala : 1/25
Cotas en metros



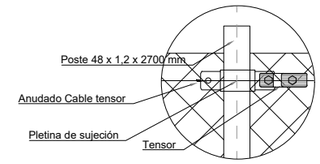
Detalle Poste Tornapunta:
Escala : 1/25



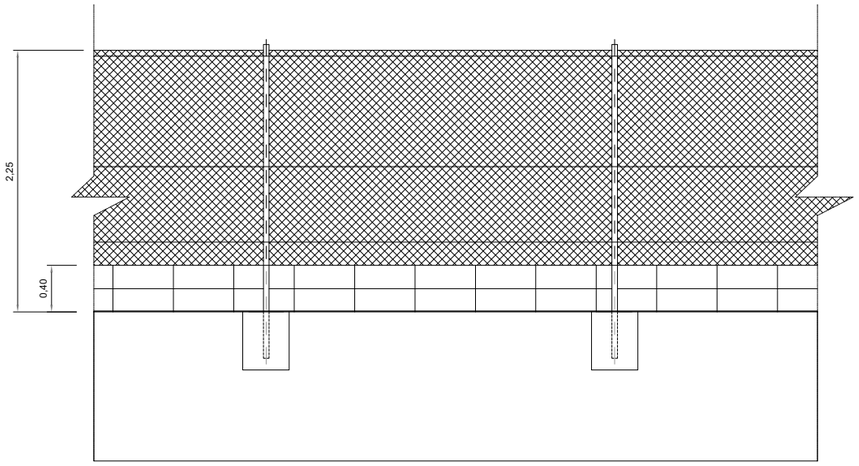
Detalle Malla:
Malla Metálica
Escala : s/e



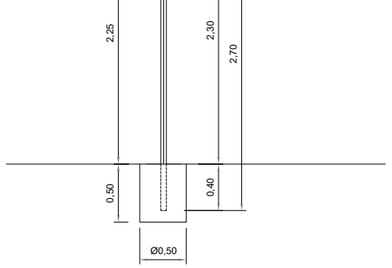
Detalle "B":
Sujeción Tensor
Escala : s/e



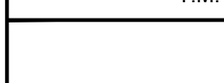
Alzado de Vallado en zonas de avenida de aguas:
Escala : 1/25
Cotas en metros



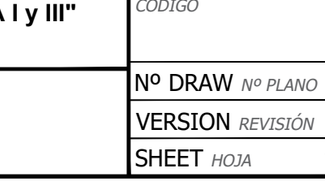
Alzado Poste Vallado:
Escala : 1 / 25
Cotas en metros



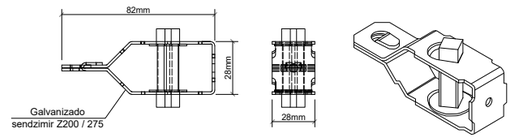
Planta Poste Vallado:
Escala : 1 / 25
Cotas en metros



Detalle "C":
Malla Metálica
Escala : s/e

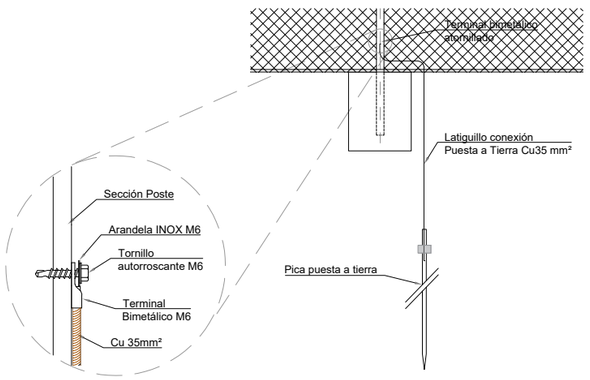


Detalle de Tensor:
Escala : S/E

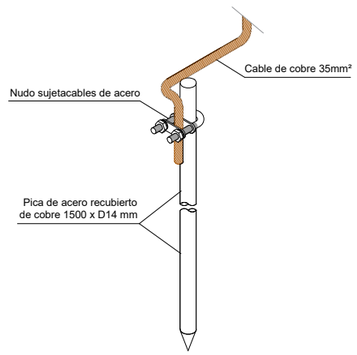


*Tensores colocados en cables tensores en postes con refuerzos tornapuntas,sujetos mediante pletina atornillada en poste.
Se instalarán cada 60 m. o cambios de sentido.

Detalle Puesta a Tierra Vallado:
Escala : S/E



Detalle conexión cable - pica de puesta a tierra:
Escala : S/E



Puesta a Tierra Vallado:

Se conectarán picas a tierra en cada poste del vallado mediante latiguillos de Cu 35mm2. Además se realizaran conexiones a la red de tierras cada 100 metros, excepto en zonas concurridas que se conectarán cada 50 metros.
Se entiende como zonas concurridas aquellas zonas del vallado que se encuentren a menos de dos metros de los trackers y aquellas zonas del vallado que se encuentren pegadas a caminos púlicos.

SIZE *FORMATO* A3							
SCALE *ESCALA* S/E							
	01	10/12/2025	M.P.L.	M.P.L.	V.R.G.	I.N.C.	INITIAL VERSION
	Ver. Rev.	Date *Fecha*	Designed *Diseñado*	Drawn *Dibujado*	Checked *Revisado*	Approved *Aprobado*	Description *Descripción*

SINGATURE *FIRMA*

ENERLAND

PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO INSTALACIÓN DE ALMACENAMIENTO "BESS OLIVERA I y III"
T.M. ZARAGOZA (ZARAGOZA)

VALLADO
DETALLE CONSTRUCTIVO

CODE *CÓDIGO*

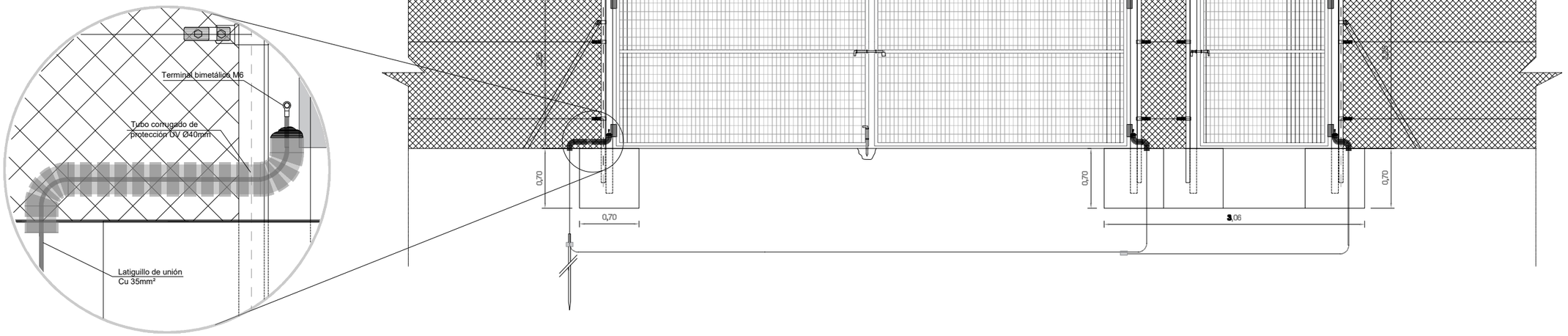
Nº DRAW *Nº PLANO* 05
VERSION *REVISIÓN* 01
SHEET *HOJA* 1 de 2

DIN–A3

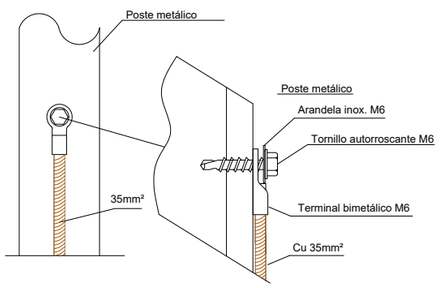
Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

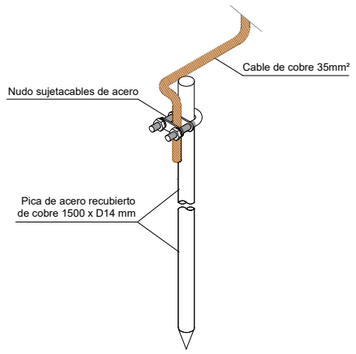
Alzado de puerta de acceso abatible de doble hoja:
Escala : 1/40
Cotas en metros



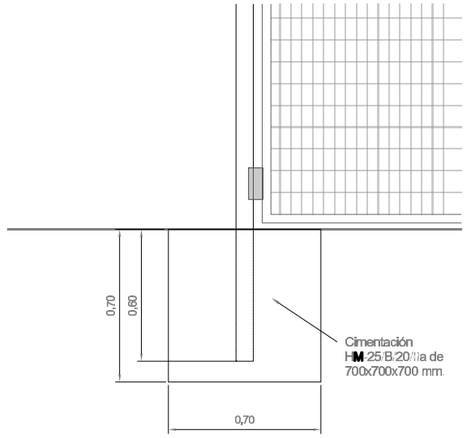
Detalle de fijación Terminal:
Escala : S/E



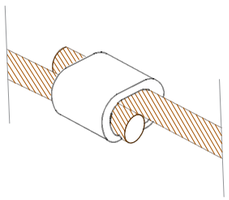
Detalle conexión cable - pica de puesta a tierra:
Escala : S/E



Detalle de cimentación:
Escala : 1/20
Cotas en metros



Detalle conexión cables con conector tipo C:
Escala : S/E



SIZE *FORMATO* A3							
SCALE *ESCALA* S/E							
	01	10/12/2025	M.P.L.	M.P.L.	V.R.G.	I.N.C.	INITIAL VERSION
	Ver. Rev.	Date *Fecha*	Designed *Diseñado*	Drawn *Dibujado*	Checked *Revisado*	Approved *Aprobado*	Description *Descripción*

SINGATURE *FIRMA*

ENERLAND

PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO INSTALACIÓN DE ALMACENAMIENTO "BESS OLIVERA I y III"
T.M. ZARAGOZA (ZARAGOZA)

VALLADO
DETALLE PUERTA DE ACCESO

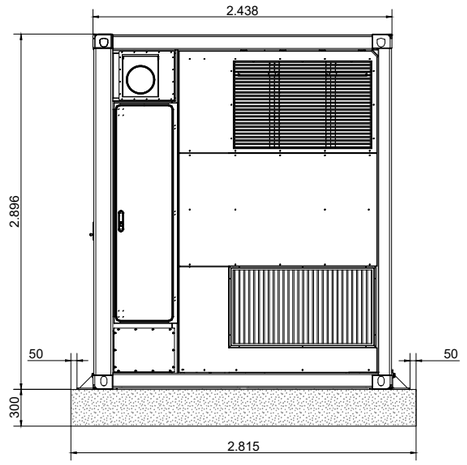
CODE *CÓDIGO*
Nº DRAW *Nº PLANO* 05
VERSION *REVISIÓN* 01
SHEET *HOJA* 2 de 2

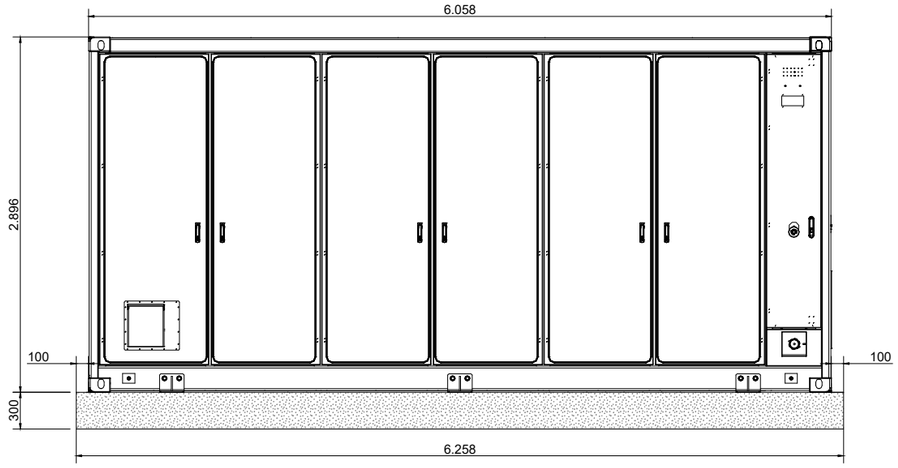
DIN-A3

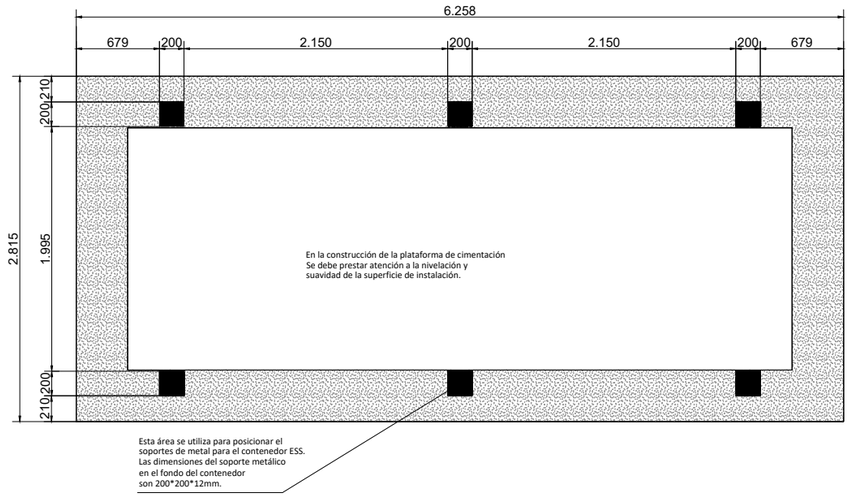
Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

Los planos de cimentación recomendados NO son para construcción; estos planos se proporcionan como referencia para mostrar cómo se instala el contenedor ESS.
El diseño de la base debe ser realizado por ingenieros calificados , teniendo en cuenta las condiciones reales del sitio según el i nforme de estudio geotécnico', 'Informe de estudio topográfico', 'Evaluación de riesgo de inundación' y otra información necesaria específico del sitio del proyecto; el diseño también deberá estar de acuerdo con las normas y regulaciones de diseño locales.









Nota:
1. Este dibujo es de referencia para realizar el diseño final de ingeniería civil con la base del marco.
2. El plano de cimentación se empotrará con placas de acero de canal como se muestra para asegurar un ajuste perfecto entre contenedor y el plano de cimentación después de la instalación, evitando grandes huecos o espacios.
3. El plano de cimentación debe estar al mismo nivel para evitar la deformación del contenedor luego de ser colocado.
4. El diseño final de la cimentación también se determina por las características geológicas y la topografía del sitio. Este plano sólo muestra la parte de la base sobre el suelo, mientras que La parte de cimentación que se encuentra debajo del suelo deberá diseñarse en función de las condiciones específicas para garantizar que no habrá hundimientos ni deformaciones generales después de que el contenedor de 45 toneladas está en su lugar para uso a largo plazo.
5. Una altura de cimentación de 300 mm sobre el suelo también es solo de referencia, y debe diseñarse específicamente teniendo en cuenta el riesgo de inundaciones.
6. Los pernos de bloqueo recomendados para el sujetador (lado de la base) del contenedor ESS son pernos de expansión M20.

SIZE *FORMATO* A3							
SCALE *ESCALA* S/E							
	01	10/12/2025	M.P.L.	M.P.L.	V.R.G.	I.N.C.	INITIAL VERSION
	Ver. Rev.	Date *Fecha*	Designed *Diseñado*	Drawn *Dibujado*	Checked *Revisado*	Approved *Aprobado*	Description *Descripción*

SINGATURE *FIRMA*

ENERLAND

PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO INSTALACIÓN DE ALMACENAMIENTO "BESS OLIVERA I y III"
T.M. ZARAGOZA (ZARAGOZA)

CONTENEDOR DE BATERÍAS

CODE *CÓDIGO*

Nº DRAW *Nº PLANO* 06

VERSION *REVISIÓN* 01

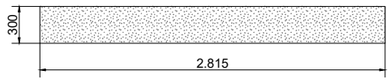
SHEET *HOJA* 1 de 2

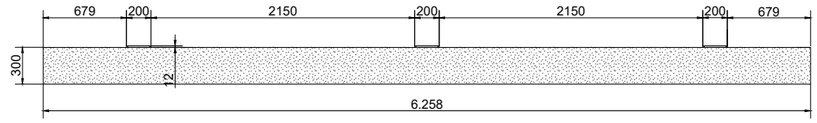
DIN–A3

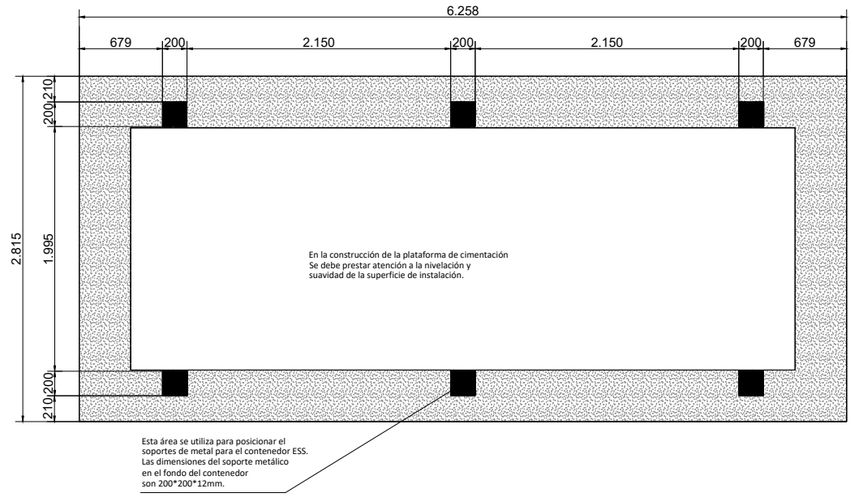
Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

Los planos de cimentación recomendados NO son para construcción; estos planos se proporcionan como referencia para mostrar cómo se instala el contenedor ESS.
El diseño de la base debe ser realizado por ingenieros calificados , teniendo en cuenta las condiciones reales del sitio según el i nforme de estudio geotécnico', 'Informe de estudio topográfico', 'Evaluación de riesgo de inundación' y otra información necesaria específico del sitio del proyecto; el diseño también deberá estar de acuerdo con las normas y regulaciones de diseño locales.

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO







Nota:
1. Este dibujo es de referencia para realizar el diseño final de ingeniería civil con la base del marco.
2. El plano de cimentación se empotrará con placas de acero de canal como se muestra para asegurar un ajuste perfecto entre contenedor y el plano de cimentación después de la instalación, evitando grandes huecos o espacios.
3. El plano de cimentación debe estar al mismo nivel para evitar la deformación del contenedor luego de ser colocado.
4. El diseño final de la cimentación también se determina por las características geológicas y la topografía del sitio. Este plano sólo muestra la parte de la base sobre el suelo, mientras que La parte de cimentación que se encuentra debajo del suelo deberá diseñarse en función de las condiciones específicas para garantizar que no habrá hundimientos ni deformaciones generales después de que el contenedor de 45 toneladas está en su lugar para uso a largo plazo.
5. Una altura de cimentación de 300 mm sobre el suelo también es solo de referencia, y debe diseñarse específicamente teniendo en cuenta el riesgo de inundaciones.
6. Los pernos de bloqueo recomendados para el sujetador (lado de la base) del contenedor ESS son pernos de expansión M20.

SIZE *FORMATO*							
A3							
SCALE *ESCALA*							
S/E	01	10/12/2025	M.P.L.	M.P.L.	V.R.G.	I.N.C.	INITIAL VERSION
	Ver. *Rev.*	Date *Fecha*	Designed *Diseñado*	Drawn *Dibujado*	Checked *Revisado*	Approved *Aprobado*	Description *Descripción*

SINGATURE *FIRMA*

ENERLAND

PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO INSTALACIÓN DE ALMACENAMIENTO "BESS OLIVERA I y III"
T.M. ZARAGOZA (ZARAGOZA)

CONTENEDOR DE BATERÍAS

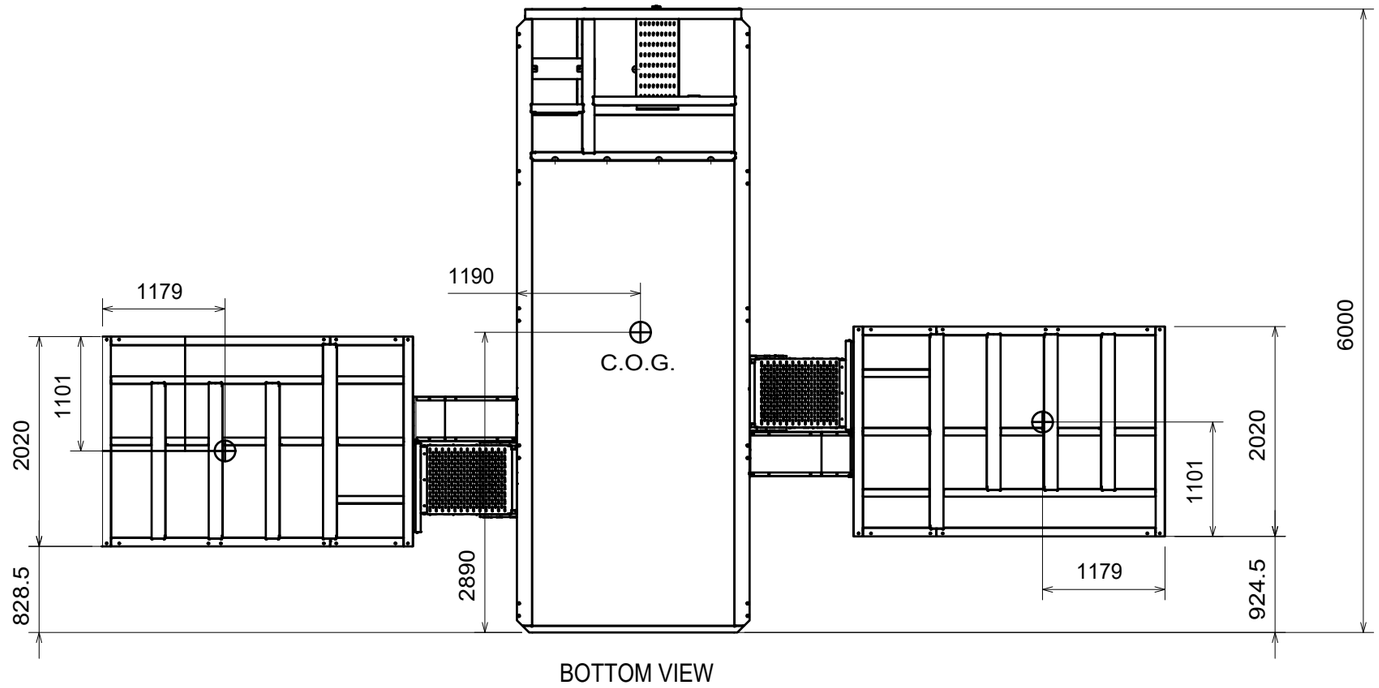
CODE *CÓDIGO*

Nº DRAW *Nº PLANO* 06
VERSION *REVISIÓN* 01
SHEET *HOJA* 2 de 2

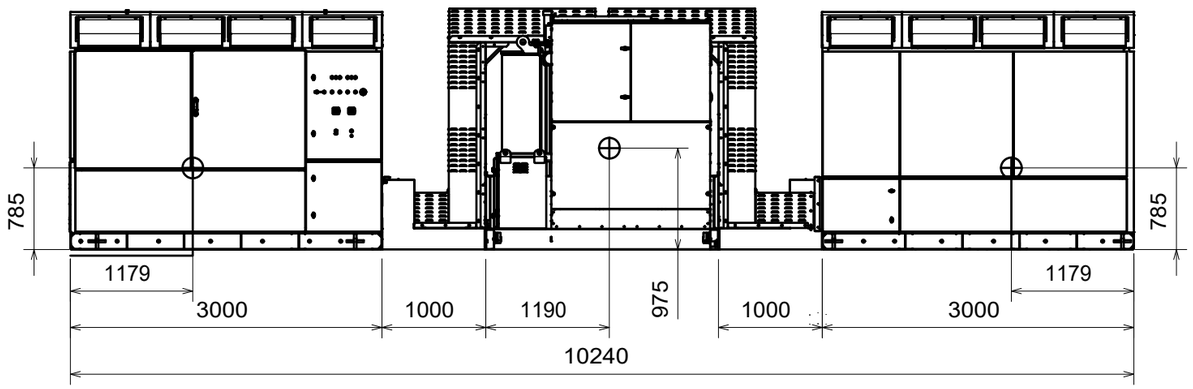
DIN–A3

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

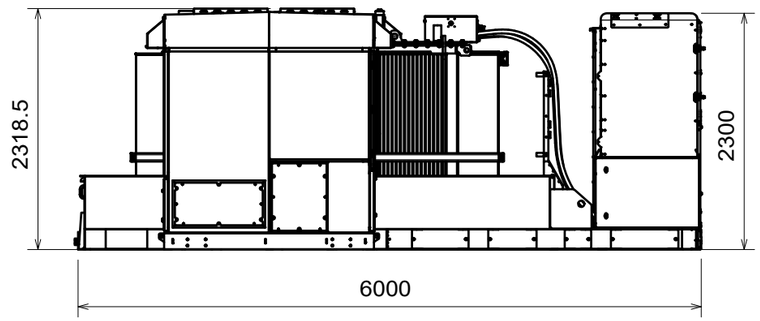
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO



BOTTOM VIEW



FRONT VIEW



LEFT VIEW

SIZE *FORMATO* A3							
SCALE *ESCALA* S/E							
	01	10/12/2025	M.P.L.	M.P.L.	V.R.G.	I.N.C.	INITIAL VERSION
	Ver. Rev.	Date *Fecha*	Designed *Diseñado*	Drawn *Dibujado*	Checked *Revisado*	Approved *Aprobado*	Description *Descripción*

SINGATURE *FIRMA*

ENERLAND

PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO INSTALACIÓN DE ALMACENAMIENTO "BESS OLIVERA I y III"
T.M. ZARAGOZA (ZARAGOZA)

PCS - TRANSFORMADOR
TWIN SKID COMPACT

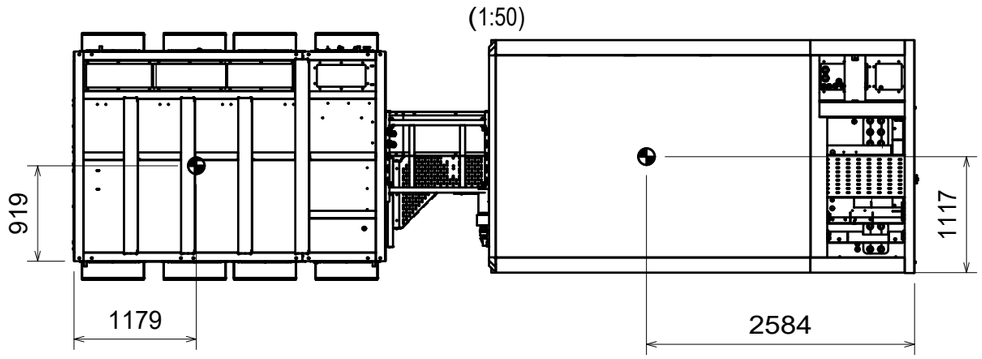
CODE *CÓDIGO*

Nº DRAW *Nº PLANO* 07
VERSION *REVISIÓN* 01
SHEET *HOJA* 1 de 2

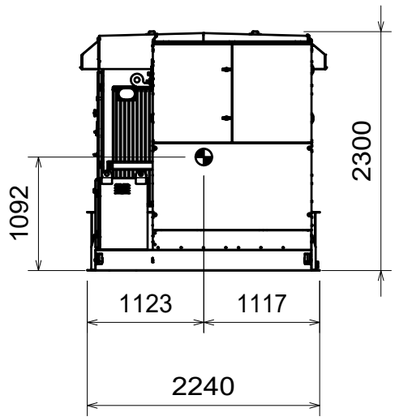
DIN–A3

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

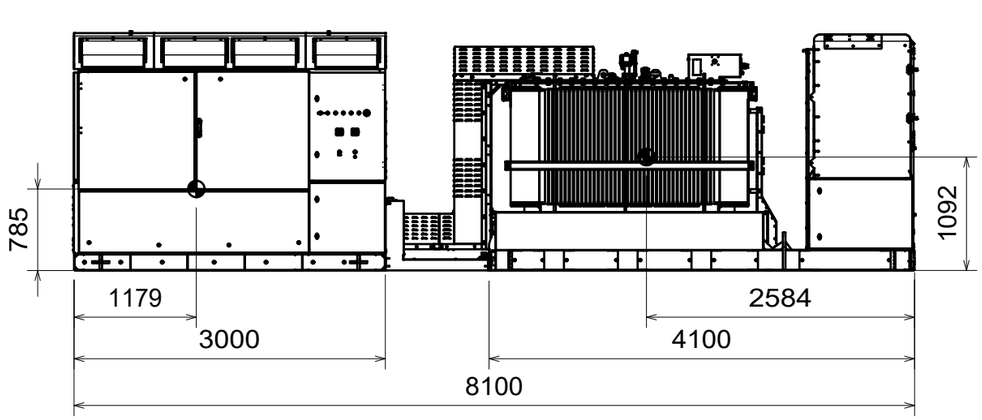
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO



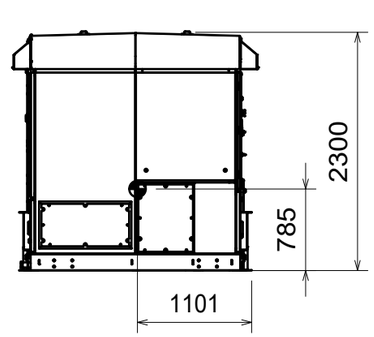
BOTTOM VIEW



RIGTH VIEW



FRONT VIEW



LEFT VIEW

SIZE *FORMATO* A3							
SCALE *ESCALA* S/E							
	01	10/12/2025	M.P.L.	M.P.L.	V.R.G.	I.N.C.	INITIAL VERSION
	Ver. Rev.	Date *Fecha*	Designed *Diseñado*	Drawn *Dibujado*	Checked *Revisado*	Approved *Aprobado*	Description *Descripción*

SINGATURE *FIRMA*

ENERLAND

PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO INSTALACIÓN DE ALMACENAMIENTO "BESS OLIVERA I y III"
T.M. ZARAGOZA (ZARAGOZA)

PCS - TRANSFORMADOR
SINGLE SKID COMPACT

CODE *CÓDIGO*

Nº DRAW *Nº PLANO* 07
VERSION *REVISIÓN* 01
SHEET *HOJA* 2 de 2

DIN–A3

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

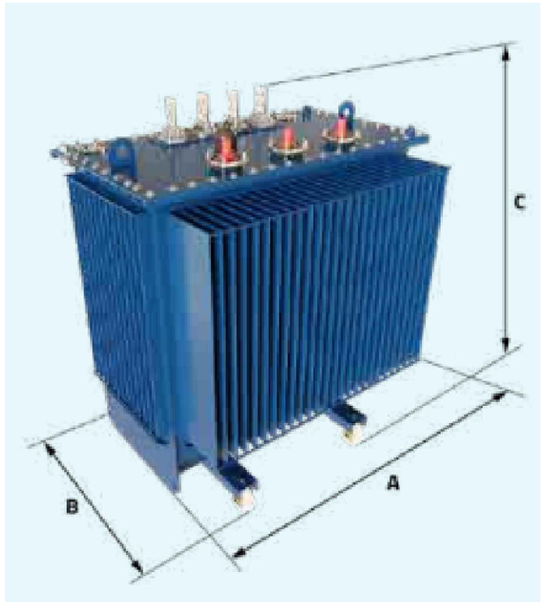
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

Características eléctricas (Tensión asignada primaria 36 kV)

Potencia asignada	[kVA]	**50**	100	**160**	250	**400**	630	**800**	1000	**1250**	1600	**2000**	2500
Tensión asignada secundaria (U_r)	[V]	420											
Grupo de Conexión		Dyn											
Pérdidas en Vacío Po	[W]	93	149	217	311	445	621	673	797	983	1242	1501	1811
Pérdidas en Carga Pk	[W]	825	1375	1925	2585	3575	5060	6600	8360	10450	13200	16500	20350
Impedancia de cortocircuito a 75°C	(%)	4 o 4,5								6			
Nivel de Potencia Acústica LwA	[dB]	39	41	44	47	50	52	53	55	61	63	65	68

Dimensiones

Largo máximo (cota **A**)	(mm)	1090	1100	1180	1270	1330	1330	1540	1580	1740	1880	2020	2190
Ancho máximo (cota **B**)	(mm)	780	780	850	810	880	925	1005	1025	1090	1160	1290	1410
Alto máximo (cota **C**)	(mm)	1523	1533	1588	1658	1788	1913	1948	1928	2248	2383	2398	2453
Peso núcleo magnético	(kg)	275	335	495	605	800	1045	1265	1285	1520	1628	2006	2431
Peso conductores aluminio	(kg)	115	125	165	185	285	365	455	495	595	641	698	740
Peso líquido dieléctrico	(kg)	221	239	258	340	423	469	551	551	810	898	1111	1294
Volumen líquido dieléctrico	(L)	240	260	280	370	460	510	599	599	880	977	1208	1407
Peso total	(kg)	788	909	1150	1395	1855	2228	2948	3008	3848	4368	5429	6290



SIZE *FORMATO* A3							
SCALE *ESCALA* S/E							
	01	10/12/2025	M.P.L.	M.P.L.	V.R.G.	I.N.C.	INITIAL VERSION
	Ver. Rev.	Date *Fecha*	Designed *Diseñado*	Drawn *Dibujado*	Checked *Revisado*	Approved *Aprobado*	Description *Descripción*

SINGATURE *FIRMA*

ENERLAND

PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO INSTALACIÓN DE ALMACENAMIENTO "BESS OLIVERA I y III"
T.M. ZARAGOZA (ZARAGOZA)

TRANSFORMADOR DE REFRIGERACIÓN

CODE *CÓDIGO*

Nº DRAW *Nº PLANO* 08

VERSION *REVISIÓN* 01

SHEET *HOJA* 1 de 3

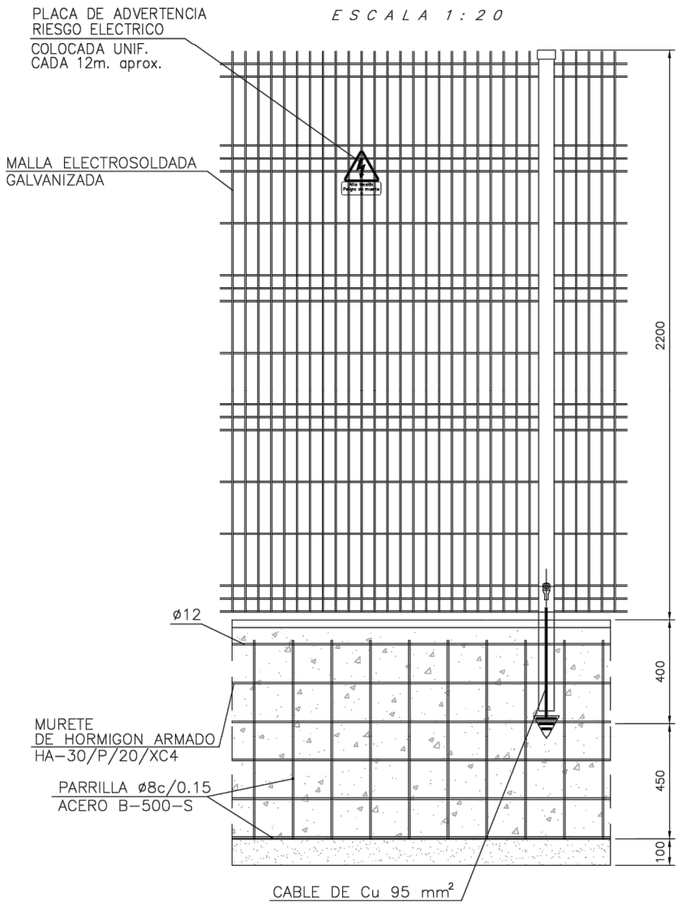
DIN–A3

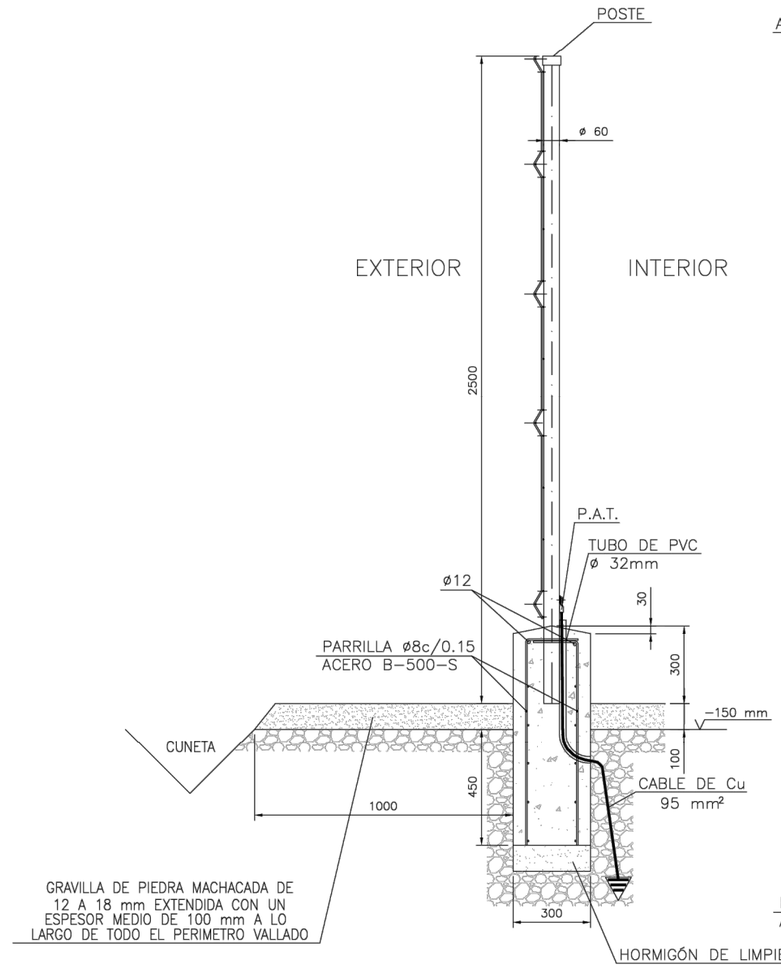
Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

SECCIÓN INTERIOR

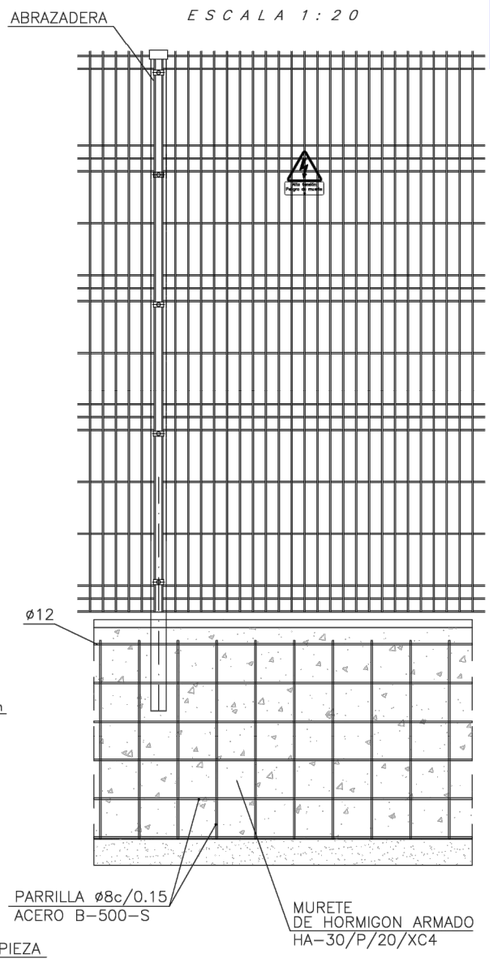
ESCALA 1:20





SECCIÓN EXTERIOR

ESCALA 1:20



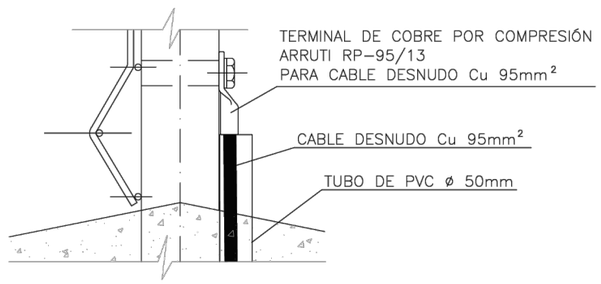
DETALLE PLACA

ESCALA 1:4



DETALLE P.A.T.

ESCALA S/E



NOTAS:

- VALLADO GALVANIZADO TIPO "VERJA FAX" GALVA SZ-275 O SIMILAR CON POSTES ø60mm Y ALTURA NOMINAL 2,50m
- LA DISTANCIA ENTRE EJES DE POSTE SERÁ MÁXIMO 2,64m
- LOS POSTES DE LA VALLA IRAN EMPOTRADOS, NO ATORNILLADOS
- CONECTAR UN POSTE DE CADA 2 DIRECTAMENTE A LA RED GENERAL DE TIERRAS (VER DETALLE Y PLANO DE RED DE TIERRAS PARA SU CONEXIONADO)
- COLOCAR PLACAS DE ADVERTENCIA DE RIESGO ELECTRICO CADA 12m APROXIMADAMENTE A LO LARGO DEL PERÍMETRO DEL RECINTO.

SIZE *FORMATO*							
A3							
SCALE *ESCALA*							
S/E	01	10/12/2025	M.P.L.	M.P.L.	V.R.G.	I.N.C.	INITIAL VERSION
	Ver. Rev.	Date *Fecha*	Designed *Diseñado*	Drawn *Dibujado*	Checked *Revisado*	Approved *Aprobado*	Description *Descripción*

SINGATURE *FIRMA*

ENERLAND

PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO INSTALACIÓN DE ALMACENAMIENTO "BESS OLIVERA I y III"

T.M. ZARAGOZA (ZARAGOZA)

TRANSFORMADOR DE REFRIGERACIÓN
DETALLES VALLADO

CODE *CÓDIGO*

Nº DRAW *Nº PLANO* 08

VERSION *REVISIÓN* 01

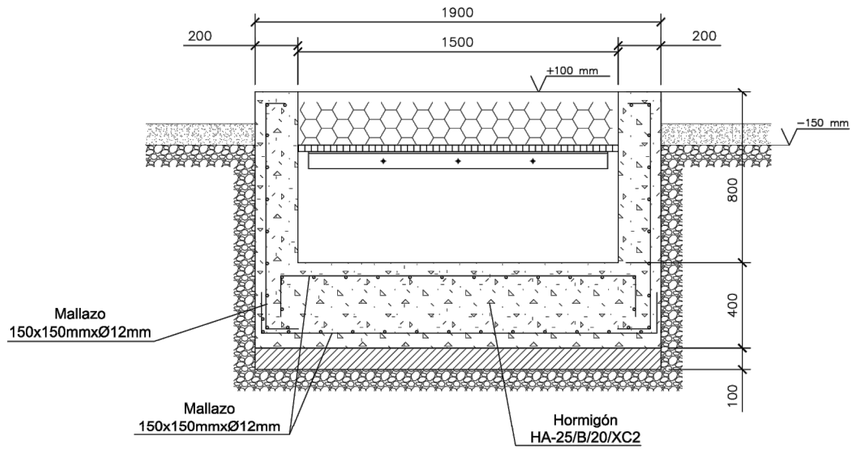
SHEET *HOJA* 2 de 3

DIN-A3

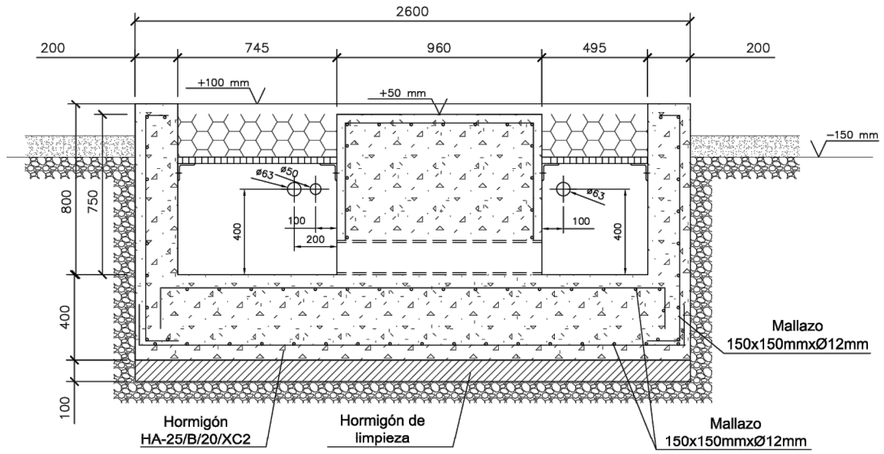
Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

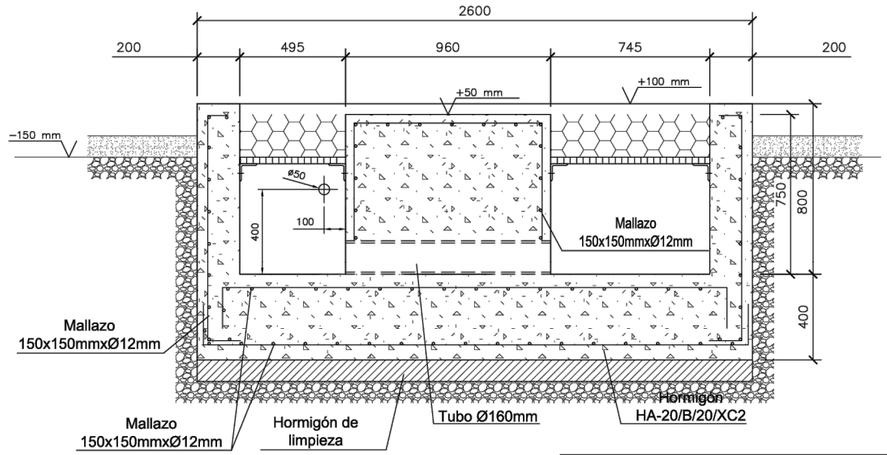
SECCIÓN A–A

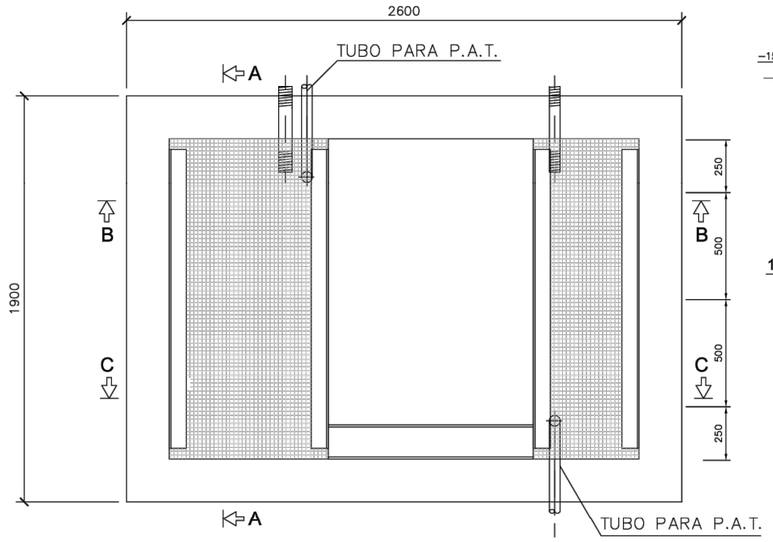


SECCIÓN B–B



SECCIÓN C–C





PLANTA

CARACTERÍSTICAS DE LOS HORMIGONES		
CARACTERÍSTICAS	HL–15/B/20/XC2	HA–25/B/20/XC2
Aplicación	fase 0 hormig.	1ª fase hormig.
Tipo de hormigón	LIMPIEZA (HL)	ARMADO (HA)
Resistencia característica	150 kg/cm²	250 kg/cm²
Consistencia	Blanda	Plástica
Tamaño máximo del árido	20 mm	20 mm
Tipo de ambiente	Ataque Químico Normal	Ataque Químico Normal
VOLUMEN DE HORMIGÓN	0,49 m³	4,37 m³

- LITROS TOTALES ACEITE REACTANCIA: 392 LITROS
- CAPACIDAD DE ACEITE BANCADA: 643 LITROS

NOTAS:

- LOS TUBOS SE COLOCARÁN DURANTE LA PRIMERA FASE DE HORMIGONADO JUNTO CON LOS PERNOS DE ANCLAJE, O BIEN EN LA SEGUNDA, PREVIENDO UNA CATA EN EL BLOQUE DE LA CIMENTACIÓN (1ª FASE DE HORMIGONADO), Y RELLENANDO LOS SENOS POSTERIORMENTE DURANTE LA 2ª FASE DE HORMIGONADO
- LA CIMENTACIÓN ESTÁ DIMENSIONADA PARA UN TERRENO DE CAPACIDAD PORTANTE 1,5 Kg/cm².
- SE PROHÍBE "A PRIORI" EL USO DE CUALQUIER CLASE DE ADITIVO EN EL HORMIGÓN.
- EN CADA BASTIDOR EN CONCRETO, PARA VER LA DISPOSICION DE LOS TUBOS, CONSULTAR EL PLANO GENERAL DE CIMENTACIONES, ASÍ COMO EL PLANO DE MONTAJE DE LA REACTANCIA DE P.A.T.
- NÚMERO TOTAL DE CIMENTACIONES A CONSTRUIR: 1uds.

SIZE / FORMATO							
A3							
SCALE / ESCALA							
S/E	01	10/12/2025	M.P.L.	M.P.L.	V.R.G.	I.N.C.	INITIAL VERSION
	Ver. / Rev.	Date / Fecha	Designed / Diseñado	Drawn / Dibujado	Checked / Revisado	Approved / Aprobado	Description / Descripción

SINGATURE / FIRMA

ENERLAND

PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO INSTALACIÓN DE ALMACENAMIENTO "BESS OLIVERA I y III"

T.M. ZARAGOZA (ZARAGOZA)

TRANSFORMADOR DE REFRIGERACIÓN
CIMENTACIÓN

CODE / CÓDIGO

Nº DRAW / Nº PLANO 08

VERSION / REVISIÓN 01

SHEET / HOJA 3 de 3

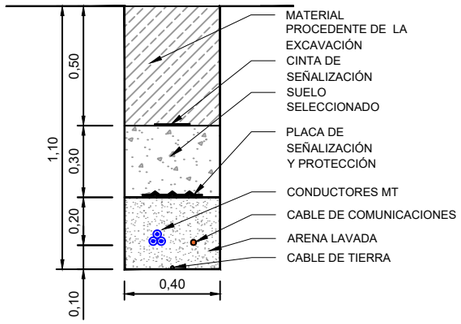
DIN–A3

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

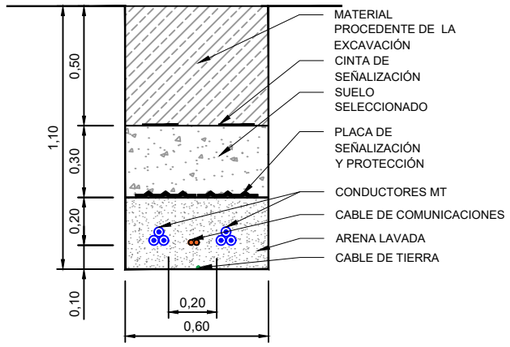
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

ZANJAS MEDIA TENSIÓN (EVACUACIÓN/SSAA)

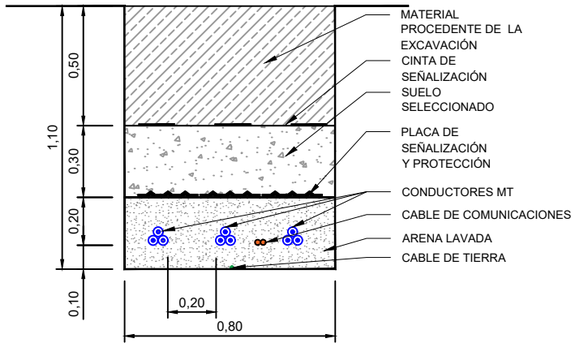
1 LÍNEA MT (EVACUACIÓN / SSAA)



2 LÍNEAS MT (EVACUACIÓN)

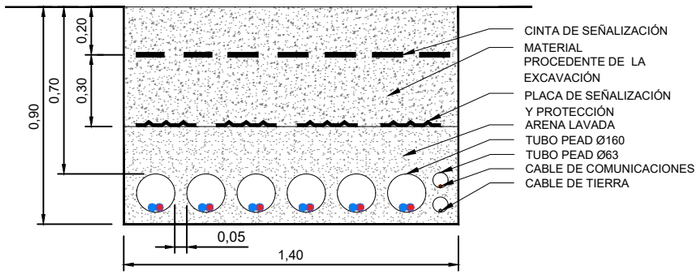


3 LÍNEAS MT (2 EVACUACIÓN + 1 SSAA)

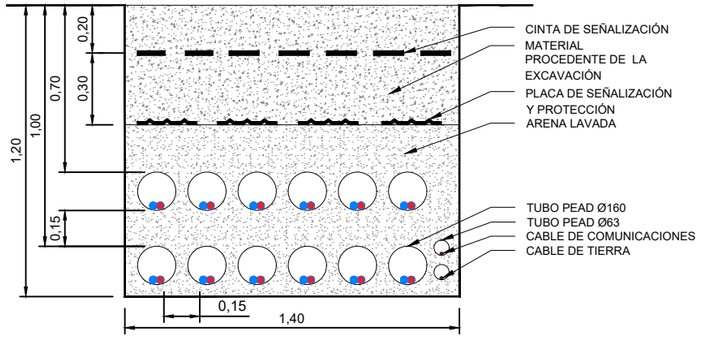


ZANJAS BAJA TENSIÓN

ZANJA 6C BT CC

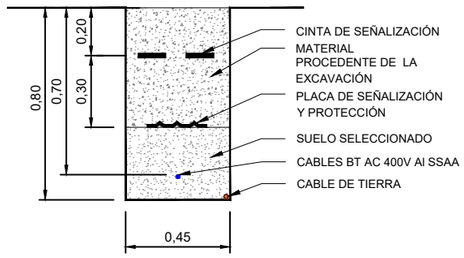


ZANJA 12C BT CC

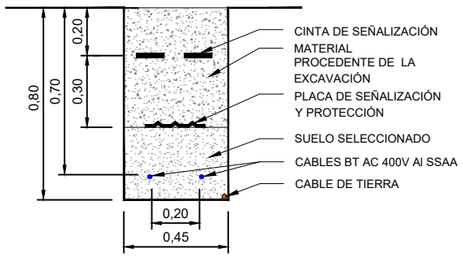


ZANJAS BAJA TENSIÓN SERVICIOS AUXILIARES

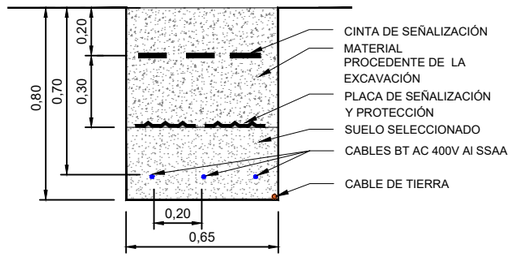
ZANJA 1C BT CA SSAA (400V)



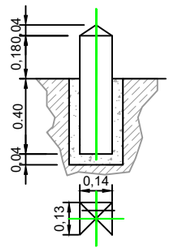
ZANJA 2C BT CA SSAA (400V)



ZANJA 3C BT CA SSAA (400V)



HITO DE SEÑALIZACIÓN DE HORMIGÓN



Codificación de colores
- Señalización de conducción cada 50 m. Rojo
- Empalmes de conductores subterráneos. Azul
- Paso de conductores de viales de caminos. Verde

SIZE / FORMATO							
A3							
SCALE / ESCALA							
S/E	01	11/12/2025	M.P.L.	M.P.L.	V.R.G.	I.N.C.	INITIAL VERSION
	Ver. / Rev.	Date / Fecha	Designed / Diseñado	Drawn / Dibujado	Checked / Revisado	Approved / Aprobado	Description / Descripción

SINGATURE / FIRMA

ENERLAND

PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO INSTALACIÓN DE ALMACENAMIENTO "BESS OLIVERA I y III"
T.M. ZARAGOZA (ZARAGOZA)

ZANJAS TIPO

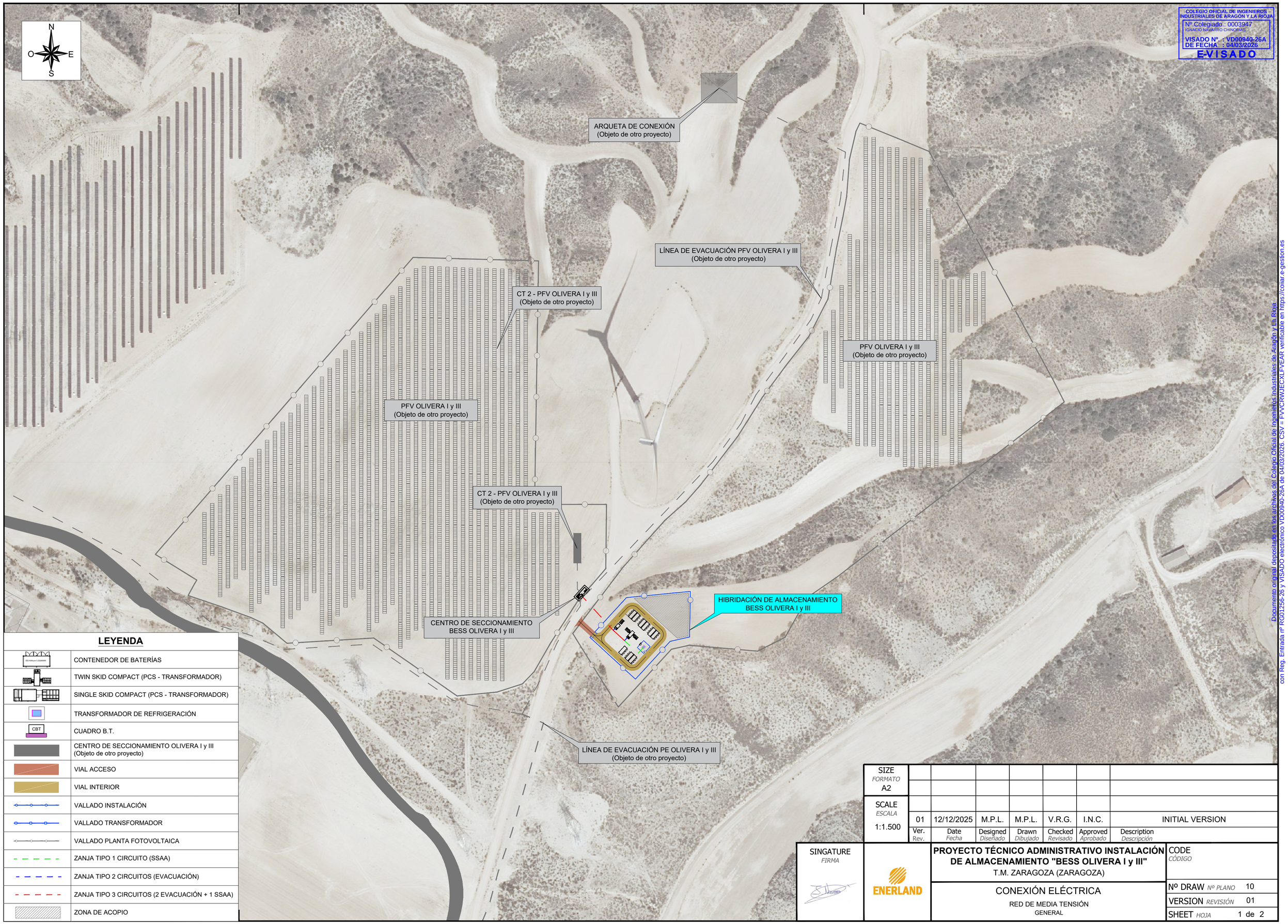
CODE / CÓDIGO

Nº DRAW / Nº PLANO 09
VERSION / REVISIÓN 01
SHEET / HOJA 1 de 1

DIN–A3

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO



LEYENDA

	CONTENEDOR DE BATERÍAS
	TWIN SKID COMPACT (PCS - TRANSFORMADOR)
	SINGLE SKID COMPACT (PCS - TRANSFORMADOR)
	TRANSFORMADOR DE REFRIGERACIÓN
CBT	CUADRO B.T.
	CENTRO DE SECCIONAMIENTO OLIVERA I y III (Objeto de otro proyecto)
	VIAL ACCESO
	VIAL INTERIOR
	VALLADO INSTALACIÓN
	VALLADO TRANSFORMADOR
	VALLADO PLANTA FOTOVOLTAICA
	ZANJA TIPO 1 CIRCUITO (SSAA)
	ZANJA TIPO 2 CIRCUITOS (EVACUACIÓN)
	ZANJA TIPO 3 CIRCUITOS (2 EVACUACIÓN + 1 SSAA)
	ZONA DE ACOPIO

SIZE *FORMATO* A2							
SCALE *ESCALA* 1:1.500							
	01	12/12/2025	M.P.L.	M.P.L.	V.R.G.	I.N.C.	INITIAL VERSION
	Ver. Rev.	Date *Fecha*	Designed *Diseñado*	Drawn *Dibujado*	Checked *Revisado*	Approved *Aprobado*	Description *Descripción*

SINGATURE *FIRMA*

ENERLAND

PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO INSTALACIÓN DE ALMACENAMIENTO "BESS OLIVERA I y III"
T.M. ZARAGOZA (ZARAGOZA)

CONEXIÓN ELÉCTRICA
RED DE MEDIA TENSIÓN
GENERAL

CODE *CÓDIGO*

Nº DRAW *Nº PLANO* 10

VERSION *REVISIÓN* 01

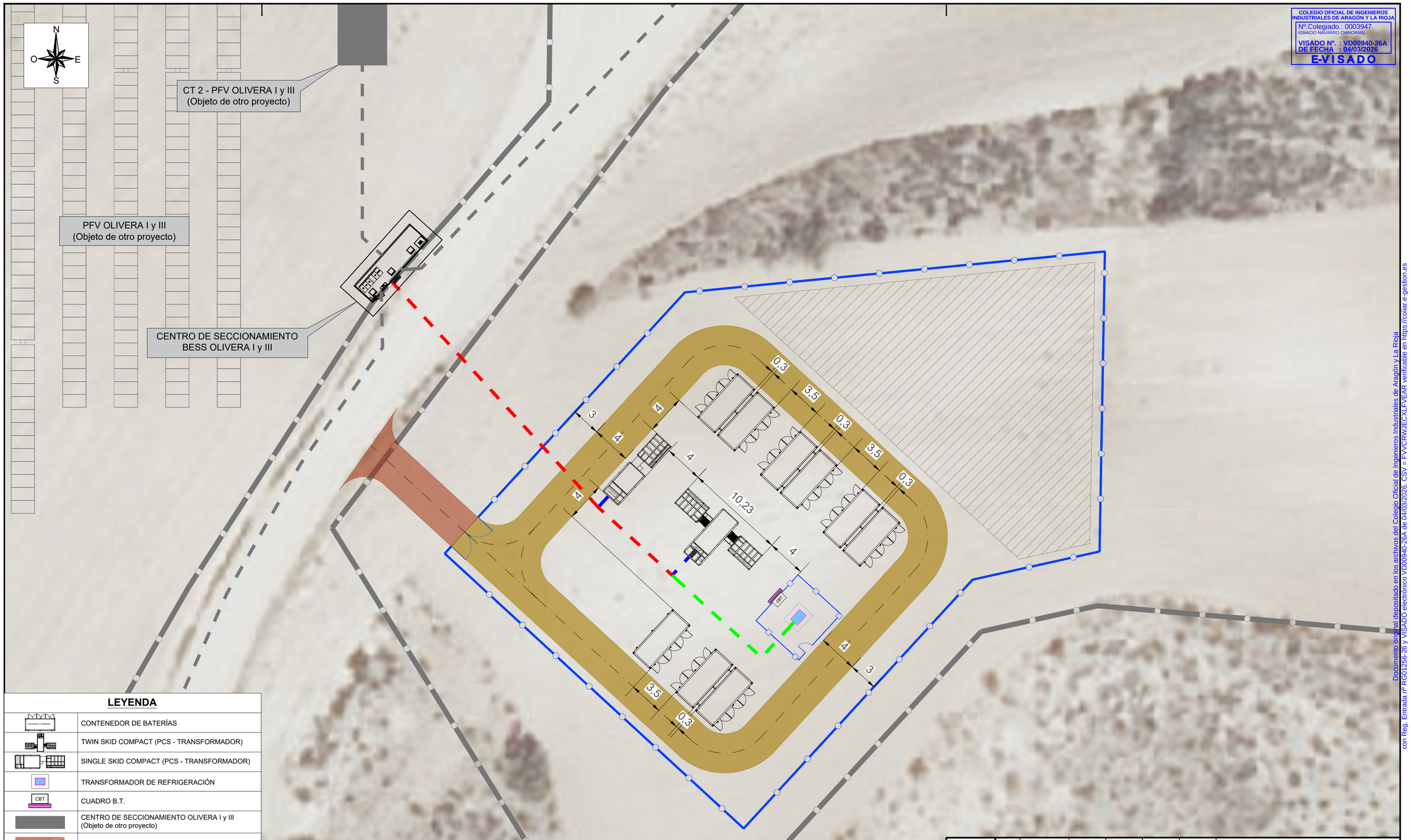
SHEET *HOJA* 1 de 2

DIN—A2

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja
con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es



LEYENDA

	CONTENEDOR DE BATERÍAS
	TWIN SKID COMPACT (PCS - TRANSFORMADOR)
	SINGLE SKID COMPACT (PCS - TRANSFORMADOR)
	TRANSFORMADOR DE REFRIGERACIÓN
CBT	CUADRO B.T.
	CENTRO DE SECCIONAMIENTO OLIVERA I y III (Objeto de otro proyecto)
	VIAL ACCESO
	VIAL INTERIOR
	VALLADO INSTALACIÓN
	VALLADO TRANSFORMADOR
	VALLADO PLANTA FOTOVOLTAICA
	ZANJA TIPO 1 CIRCUITO (SSAA)
	ZANJA TIPO 2 CIRCUITOS (EVACUACIÓN)
	ZANJA TIPO 3 CIRCUITOS (2 EVACUACIÓN + 1 SSAA)
	ZONA DE ACOPIO

SIZE *FORMATO* A2							
SCALE *ESCALA* 1:250							
	01	12/12/2025	M.P.L.	M.P.L.	V.R.G.	I.N.C.	INITIAL VERSION
	Ver. Rev.	Date *Fecha*	Designed *Diseñado*	Drawn *Dibujado*	Checked *Revisado*	Approved *Aprobado*	Description *Descripción*

SINGATURE *FIRMA*

ENERLAND

PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO INSTALACIÓN DE ALMACENAMIENTO "BESS OLIVERA I y III"

T.M. ZARAGOZA (ZARAGOZA)

CONEXIÓN ELÉCTRICA

RED DE MEDIA TENSIÓN

BESS OLIVERA I y III

CODE *CÓDIGO*

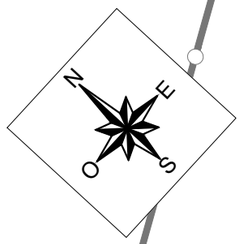
Nº DRAW *Nº PLANO* 10

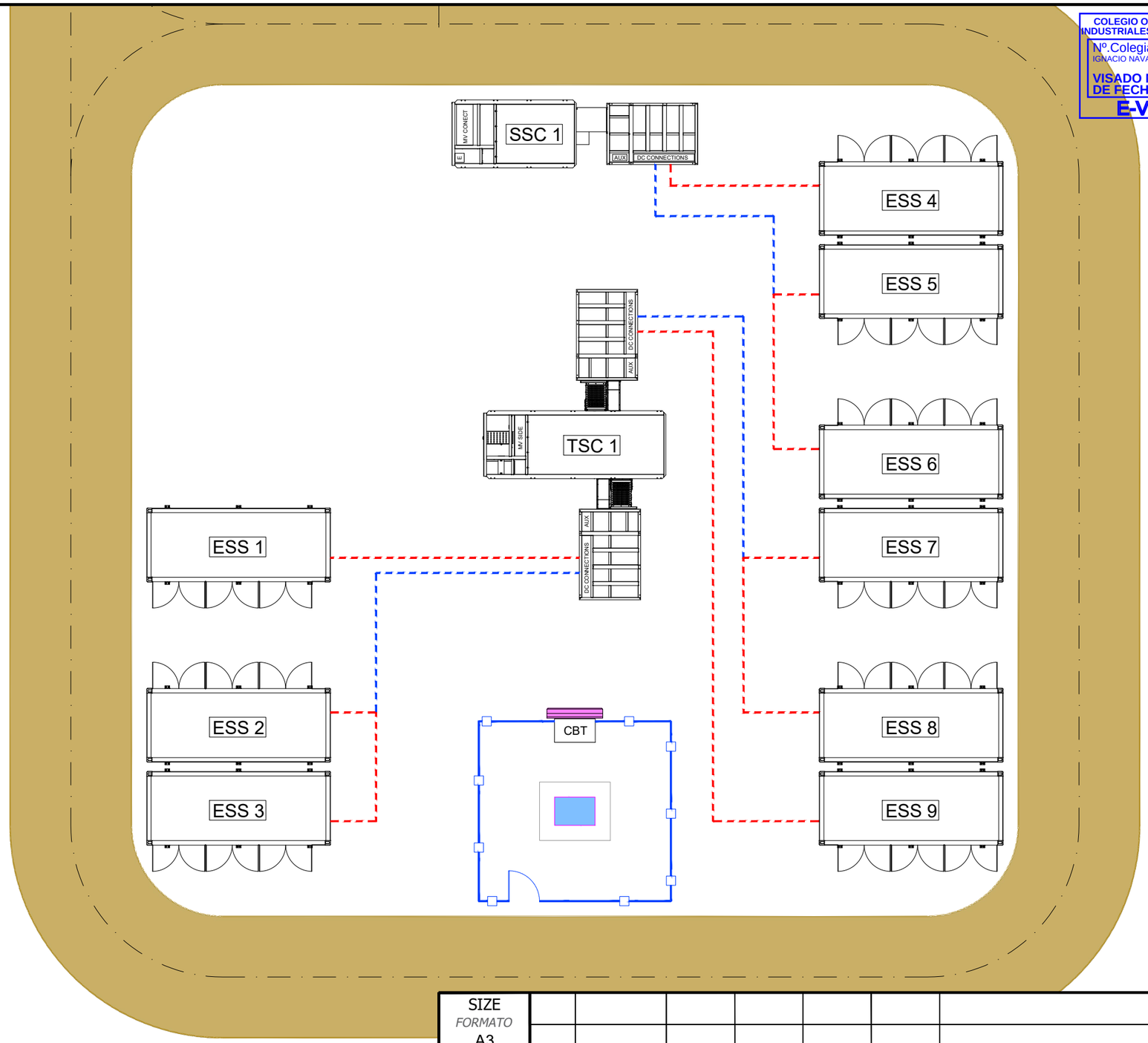
VERSION *REVISIÓN* 01

SHEET *HOJA* 2 de 2

DIN—A2

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado : 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO





LEYENDA

ESS Hithium 5.016MWh	CONTENEDOR DE BATERÍAS
	TWIN SKID COMPACT (PCS - TRANSFORMADOR)
	SINGLE SKID COMPACT (PCS - TRANSFORMADOR)
	TRANSFORMADOR DE REFRIGERACIÓN
CBT	CUADRO B.T.
	VIAL INTERIOR
	VALLADO INSTALACIÓN
	VALLADO TRANSFORMADOR
	VALLADO PLANTA FOTOVOLTAICA
	ZANJA TIPO 6 CIRCUITOS CC
	ZANJA TIPO 12 CIRCUITO CC
	ZONA DE ACOPIO

SIZE *FORMATO*	Ver. Rev.	Date *Fecha*	Designed *Diseñado*	Drawn *Dibujado*	Checked *Revisado*	Approved *Aprobado*	Description *Descripción*
A3							
SCALE *ESCALA* 1:150							
	01	15/12/2025	M.P.L.	M.P.L.	V.R.G.	I.N.C.	INITIAL VERSION

SINGATURE *FIRMA*

ENERLAND

PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO INSTALACIÓN DE ALMACENAMIENTO "BESS OLIVERA I y III"

T.M. ZARAGOZA (ZARAGOZA)

CONEXIÓN ELÉCTRICA
RED BAJA TENSIÓN CC

CODE *CÓDIGO*

Nº DRAW *Nº PLANO* 11

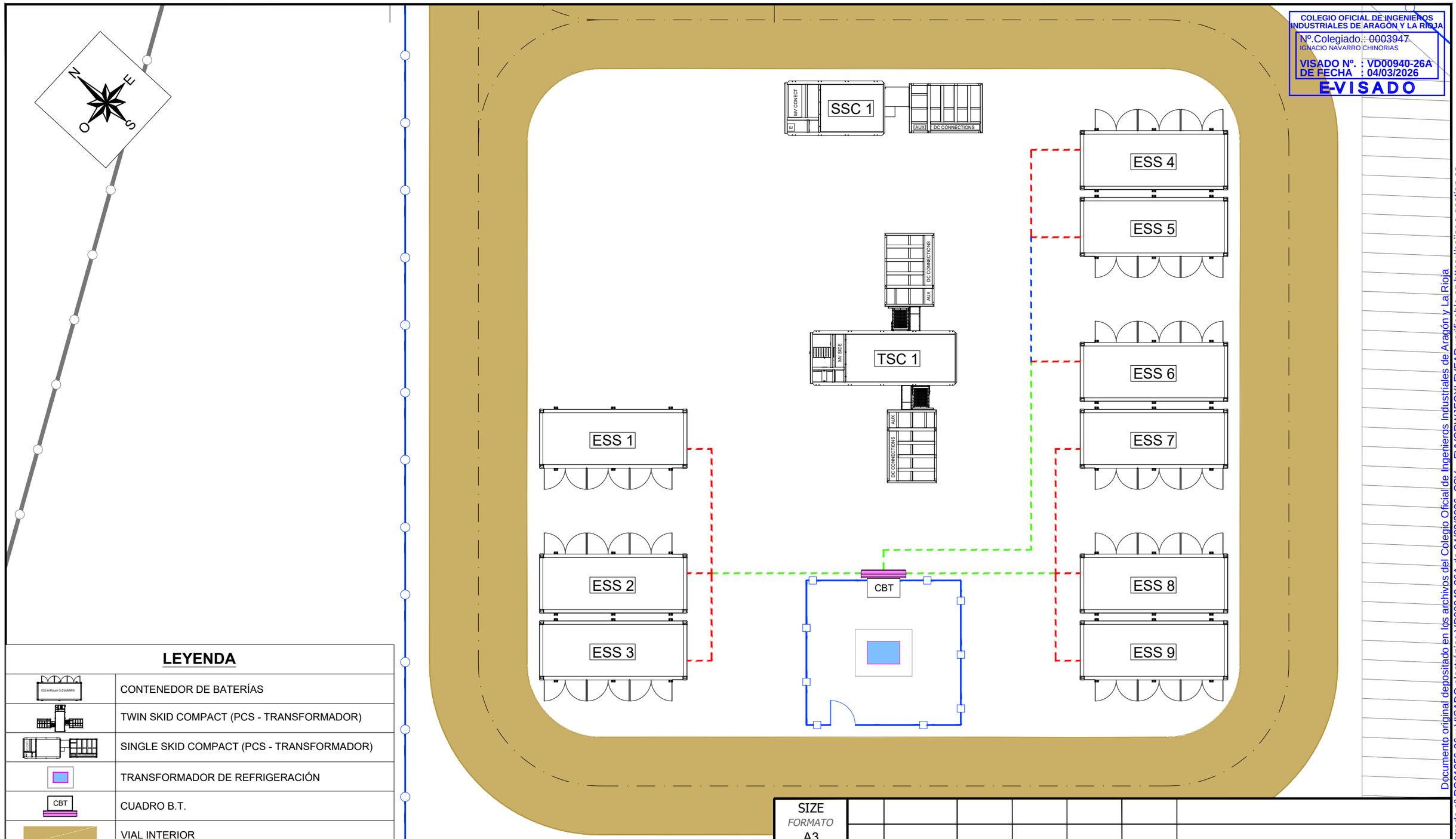
VERSION *REVISIÓN* 01

SHEET *HOJA* 1 de 1

DIN–A3

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja
con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado : 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO



LEYENDA

	CONTENEDOR DE BATERÍAS
	TWIN SKID COMPACT (PCS - TRANSFORMADOR)
	SINGLE SKID COMPACT (PCS - TRANSFORMADOR)
	TRANSFORMADOR DE REFRIGERACIÓN
CBT	CUADRO B.T.
	VIAL INTERIOR
	VALLADO INSTALACIÓN
	VALLADO TRANSFORMADOR
	VALLADO PLANTA FOTOVOLTAICA
	ZANJA TIPO 1 CIRCUITO
	ZANJA TIPO 2 CIRCUITOS
	ZANJA TIPO 3 CIRCUITOS
	ZONA DE ACOPIO

SIZE / FORMATO							
A3							
SCALE / ESCALA							
1:150	01	15/12/2025	M.P.L.	M.P.L.	V.R.G.	I.N.C.	INITIAL VERSION
	Ver. / Rev.	Date / Fecha	Designed / Diseñado	Drawn / Dibujado	Checked / Revisado	Approved / Aprobado	Description / Descripción

SINGATURE / FIRMA

ENERLAND

PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO INSTALACIÓN DE ALMACENAMIENTO "BESS OLIVERA I y III"
T.M. ZARAGOZA (ZARAGOZA)

CONEXIÓN ELÉCTRICA
RED BAJA TENSIÓN CA SSAA

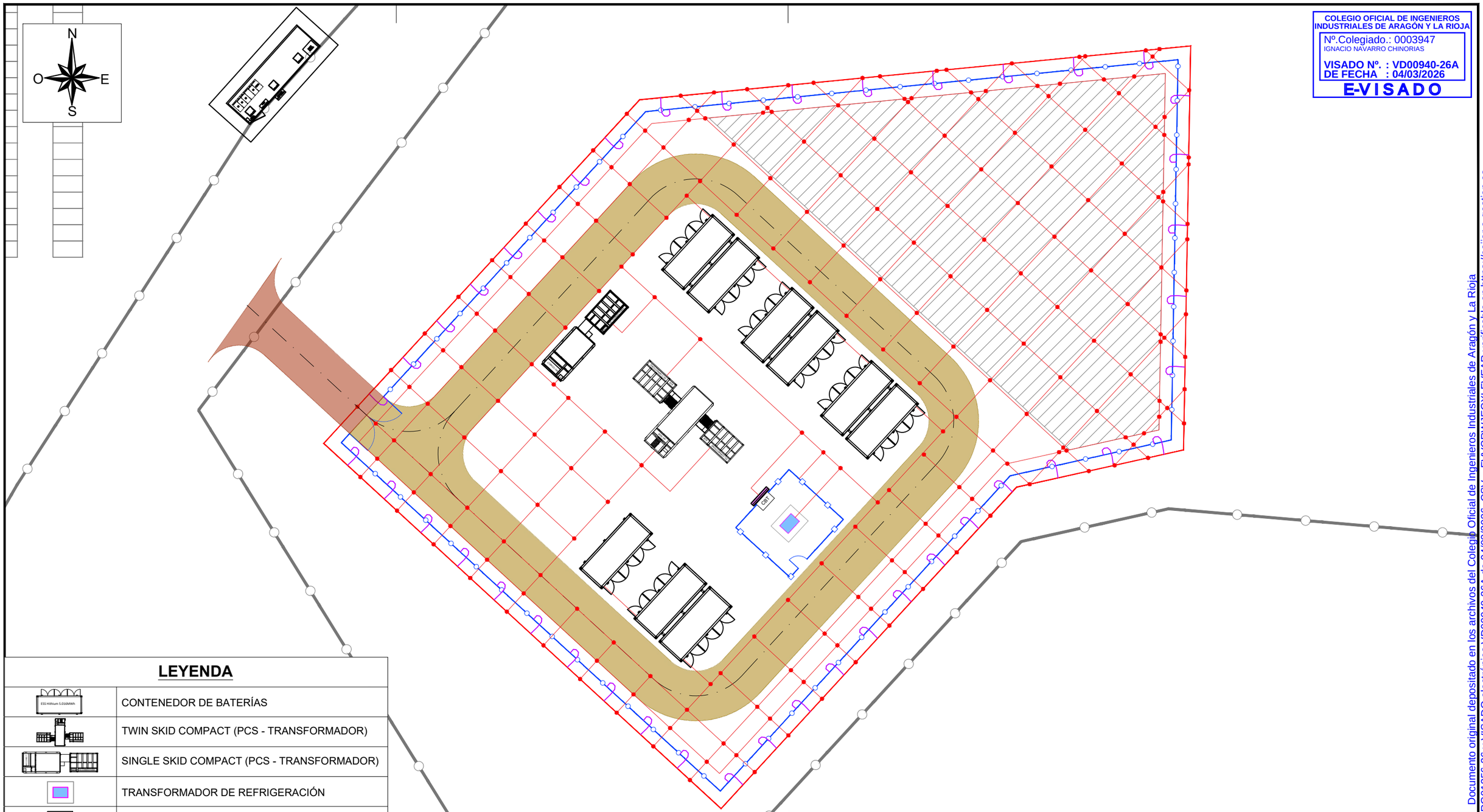
CODE / CÓDIGO

Nº DRAW / Nº PLANO 12
VERSION / REVISIÓN 01
SHEET / HOJA 1 de 1

DIN–A3

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO



LEYENDA

	CONTENEDOR DE BATERÍAS
	TWIN SKID COMPACT (PCS - TRANSFORMADOR)
	SINGLE SKID COMPACT (PCS - TRANSFORMADOR)
	TRANSFORMADOR DE REFRIGERACIÓN
CBT	CUADRO B.T.
	VIAL ACCESO
	VIAL INTERIOR
	VALLADO INSTALACIÓN
	VALLADO TRANSFORMADOR
	VALLADO PLANTA FOTOVOLTAICA
	MALLA DE PUESTA A TIERRA (Cu 50 mm²)
	LATIGUILLO DE PAT VALLADO (Cu 35 mm²)
	SOLDADURA ALUMINOTÉRMICA

SIZE *FORMATO* A3							
SCALE *ESCALA* 1:300							
	01	15/12/2025	M.P.L.	M.P.L.	V.R.G.	I.N.C.	INITIAL VERSION
	Ver. Rev.	Date *Fecha*	Designed *Diseñado*	Drawn *Dibujado*	Checked *Revisado*	Approved *Aprobado*	Description *Descripción*

SINGATURE *FIRMA*

ENERLAND

PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO INSTALACIÓN DE ALMACENAMIENTO "BESS OLIVERA I y III"
T.M. ZARAGOZA (ZARAGOZA)

PLANTA GENERAL PUESTA A TIERRA

CODE *CÓDIGO*

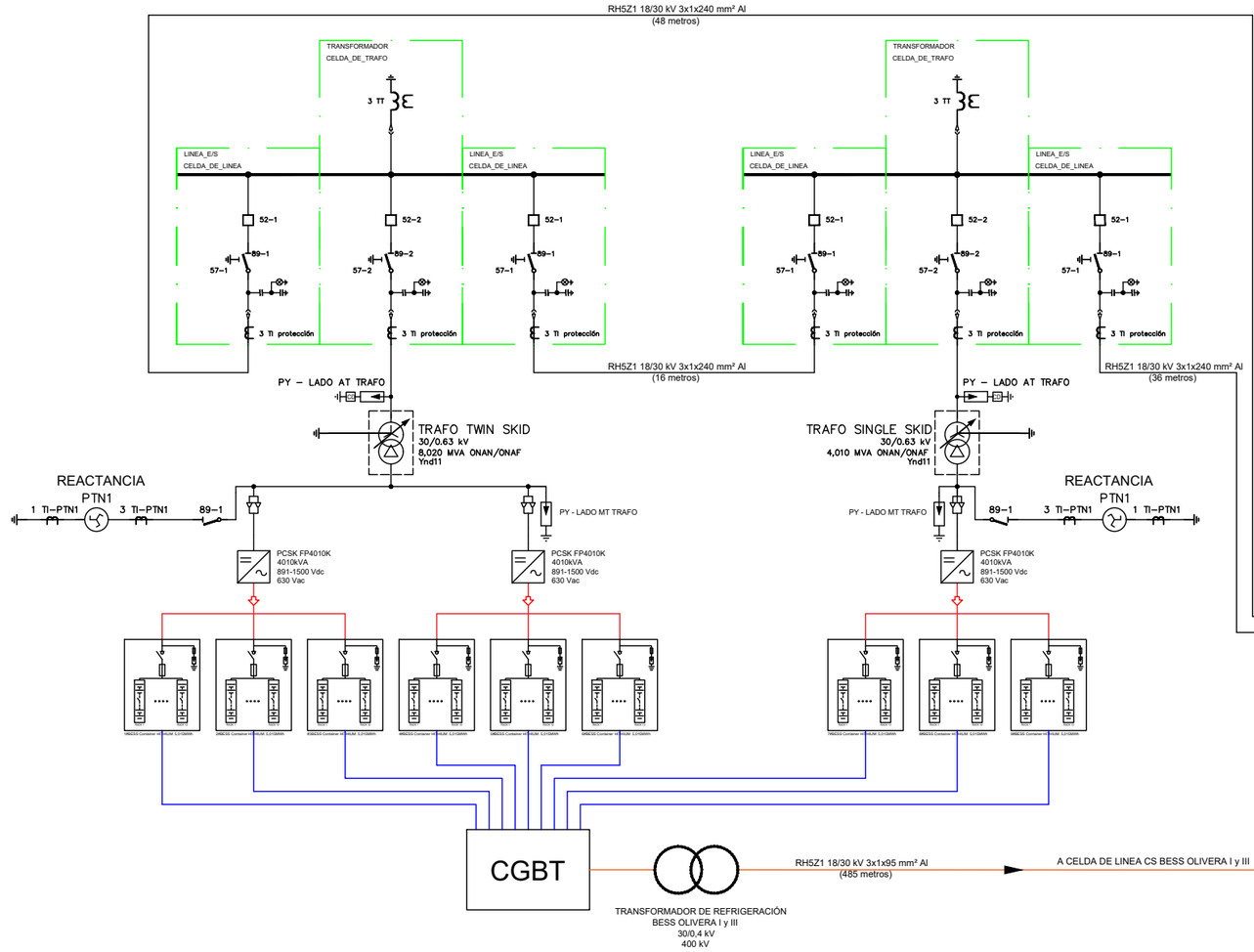
Nº DRAW *Nº PLANO* 13
VERSION *REVISIÓN* 01
SHEET *HOJA* 1 de 1

DIN–A3

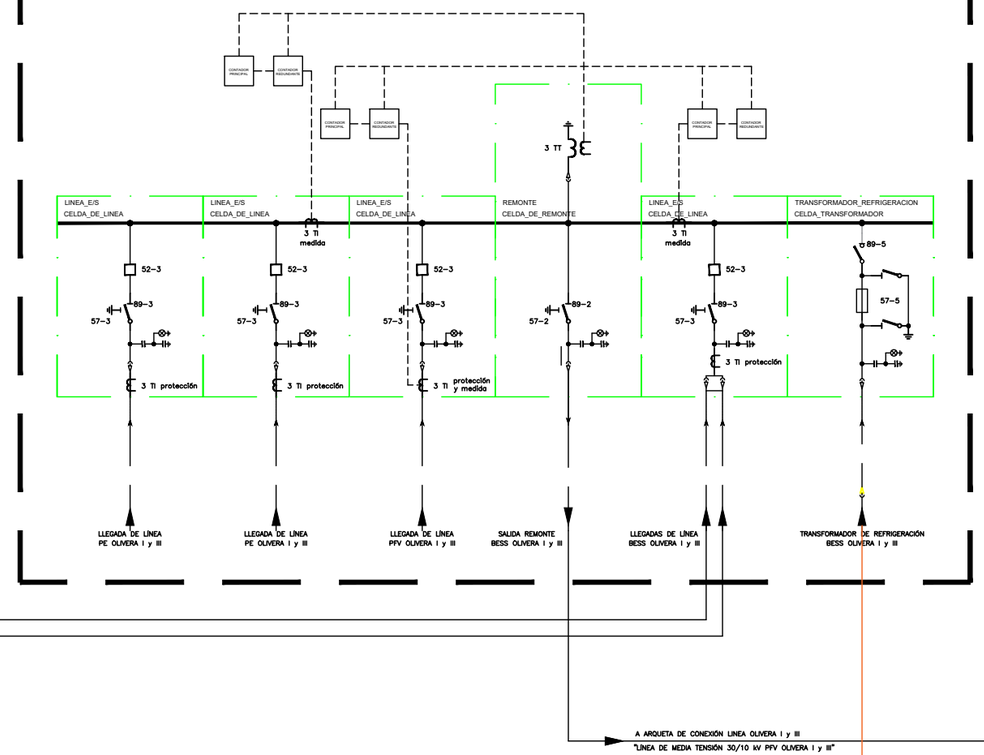
Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

PLANTA DE ALMACENAMIENTO "BESS OLIVERA I y III"



CENTRO DE SECCIONAMIENTO "BESS OLIVERA I y III"



LEYENDA

———	AL-XZ1 0,6/1kV CA (1,2kV CA) 2x(1x16 mm²)
———	AL-XZ1 1,5/1,5kV CC (1,8kV CC) 2x(1x240 mm²)

SIZE / FORMATO	Ver. / Rev.	Date / Fecha	Designed / Diseñado	Drawn / Dibujado	Checked / Revisado	Approved / Aprobado	Description / Descripción
A3							
SCALE / ESCALA S/E							
	01	22/01/2025	M.P.L.	M.P.L.	V.R.G.	I.N.C.	INITIAL VERSION

SINGATURE / FIRMA

ENERLAND

PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO INSTALACIÓN DE ALMACENAMIENTO "BESS OLIVERA I y III"
T.M. ZARAGOZA (ZARAGOZA)

ESQUEMA UNIFILAR GENERAL

CODE / CÓDIGO

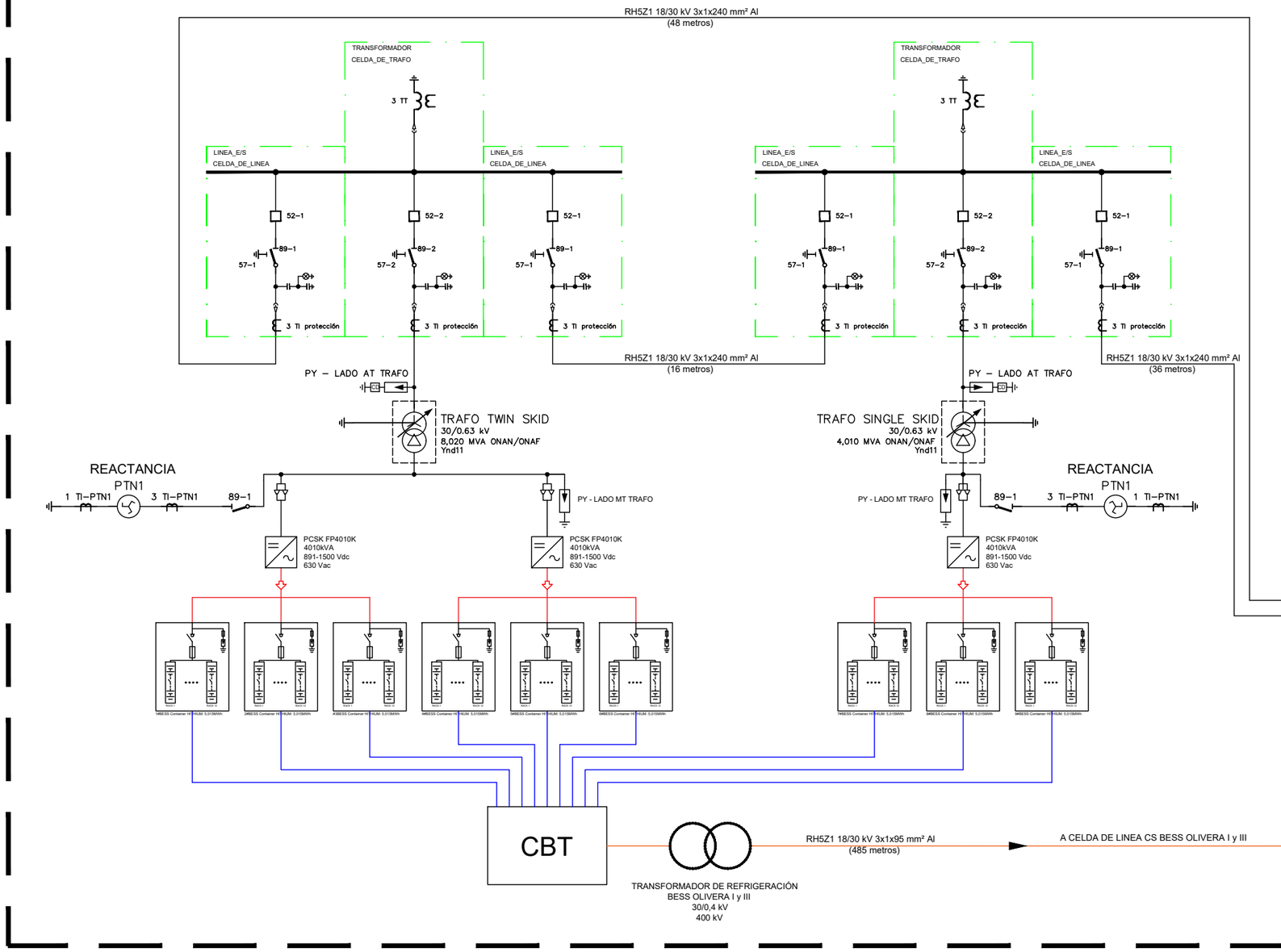
Nº DRAW / Nº PLANO 14
VERSION / REVISIÓN 01
SHEET / HOJA 1 de 2

DIN–A3

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja
con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

PLANTA DE ALMACENAMIENTO "BESS OLIVERA I y III"



LEYENDA

———	AL-XZ1 0,6/1kV CA (1,2kV CA) 2x(1x16 mm²)
———	AL-XZ1 1,5/1,5kV CC (1,8kV CC) 2x(1x240 mm²)

SIZE *FORMATO* A3							
SCALE *ESCALA* S/E							
	01	22/01/2025	M.P.L.	M.P.L.	V.R.G.	I.N.C.	INITIAL VERSION
	Ver. Rev.	Date *Fecha*	Designed *Diseñado*	Drawn *Dibujado*	Checked *Revisado*	Approved *Aprobado*	Description *Descripción*

SINGATURE *FIRMA*

ENERLAND

PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO INSTALACIÓN DE ALMACENAMIENTO "BESS OLIVERA I y III"
T.M. ZARAGOZA (ZARAGOZA)

ESQUEMA UNIFILAR
PLANTA DE ALMACENAMIENTO

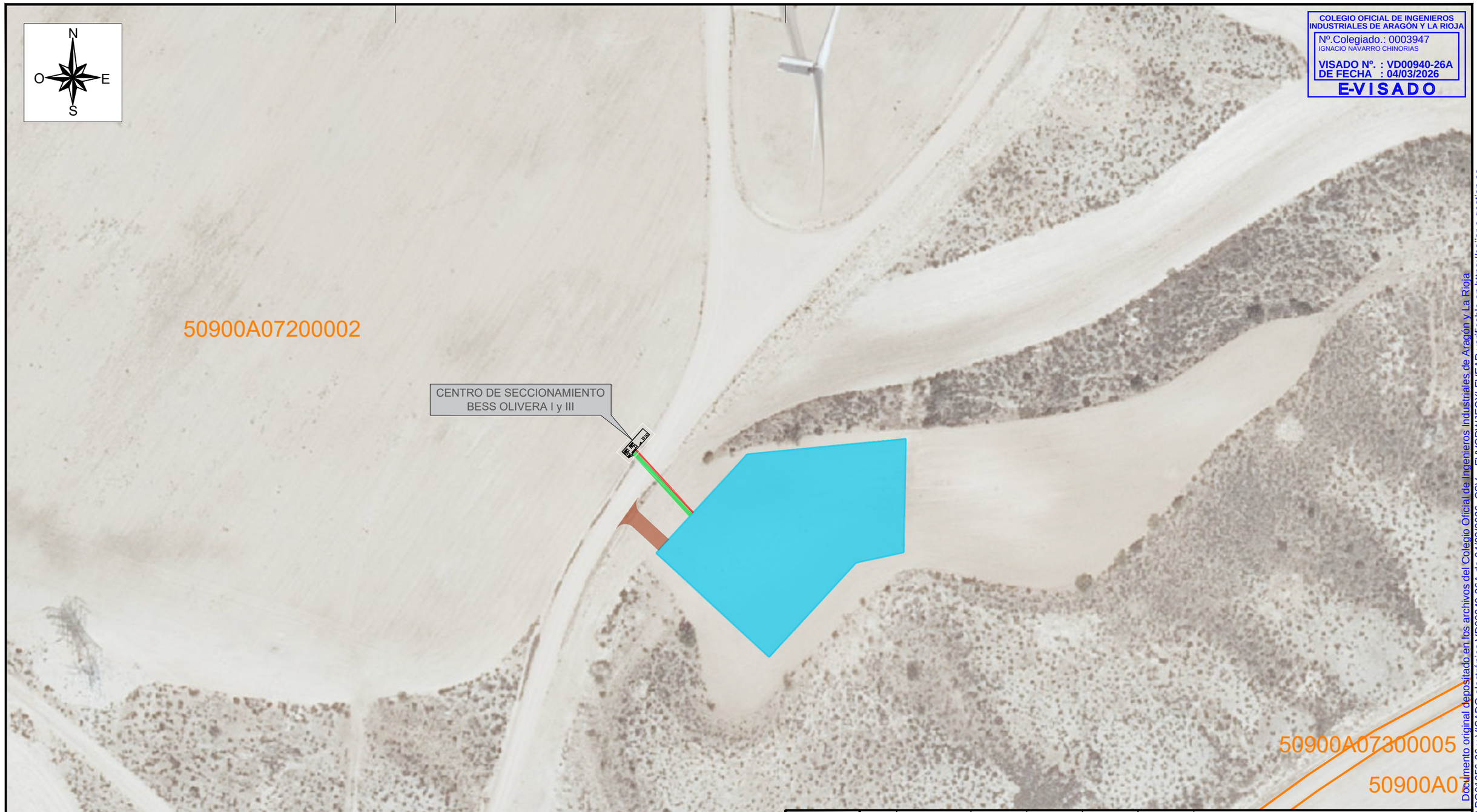
CODE *CÓDIGO*

Nº DRAW *Nº PLANO* 14
VERSION *REVISIÓN* 01
SHEET *HOJA* 2 de 2

DIN–A3

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO



LEYENDA

	OCUPACIÓN PERMANENTE PLATAFORMA
	OCUPACIÓN PERMANENTE ZANJA
	OCUPACIÓN TEMPORAL ZANJA
	OCUPACIÓN PERMANENTE VIAL DE ACCESO
	LÍMITES PARCELARIOS

SIZE *FORMATO*							
A3							
SCALE *ESCALA*							
1:1000	01	17/12/2025	M.P.L.	M.P.L.	V.R.G.	I.N.C.	INITIAL VERSION
	Ver. Rev.	Date *Fecha*	Designed *Diseñado*	Drawn *Dibujado*	Checked *Revisado*	Approved *Aprobado*	Description *Descripción*

SINGATURE *FIRMA*

ENERLAND

PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO INSTALACIÓN DE ALMACENAMIENTO "BESS OLIVERA I y III"
T.M. ZARAGOZA (ZARAGOZA)

PLANTA GENERAL PARCELARIO

CODE *CÓDIGO*

Nº DRAW *Nº PLANO* 15
VERSION *REVISIÓN* 01
SHEET *HOJA* 1 de 1

DIN–A3

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

DOCUMENTO III

PRESUPUESTO

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja
con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

CONTENIDO

1. PRESUPUESTO POR CAPÍTULOS 2
1.1. OBRA CIVIL DE LA PLANTA DE BATERÍAS 2
1.1.1. MOVIMIENTO DE TIERRAS Y PLATAFORMA 2
1.1.2. CIMENTACIONES 3
1.2. ZANJAS 3
1.2.1. ZANJAS DE MEDIA TENSIÓN 3
1.2.2. ZANJAS DE BAJA TENSIÓN 4
1.3. ELEMENTOS DE LA PLANTA DE ALMACENAMIENTO 4
1.4. RED MT/BT, TIERRAS Y COMUNICACIONES 5
1.4.1. CABLEADO Y ACCESORIOS DE MEDIA TENSIÓN 5
1.4.2. CABLEADO Y ACCESORIOS DE BAJA TENSIÓN 5
1.4.3. SISTEMA DE PUESTA A TIERRA 5
1.4.4. VARIOS 6
1.5. SEGURIDAD Y CONTROL 6
1.6. GESTIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN 6
1.7. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD 7
1.8. CONTROL DE CALIDAD 7

2. RESUMEN DEL PRESUPUESTO TOTAL 8

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

1. PRESUPUESTO POR CAPÍTULOS

1.1. OBRA CIVIL DE LA PLANTA DE BATERÍAS

1.1.1. MOVIMIENTO DE TIERRAS Y PLATAFORMA

CÁPITULO 01: OBRA CIVIL MOVIMIENTO DE TIERRAS Y PLATAFORMA					
COD.	**UD.**	**DESIGNACIÓN**	**CANTIDAD**	**P.U. (Euros)**	**TOTAL (Euros)**
01.01.01	**P.A.**	**Estudio Geotécnico** del terreno en cualquier tipo de suelo. Todo ello recogido en el correspondiente informe geotécnico con especificación de cada uno de los resultados obtenidos, conclusiones y validez del estudio sobre parámetros para el diseño de las cimentaciones. Incluye Estudio Geoeléctrico para la determinación de parámetros requeridos para diseñar sistema de PAT del sistema BESS	1,00	2.000,00	2.000,00 €
01.01.02	**P.A.**	**Estudio Topográfico** de detalle, a escala mínima 1:100, que incluirá la representación al menos de: - Dimensiones y detalles de todo lo que aparezca en los mismos, edificaciones, escolleras, escombros, pasos de agua, servicios existentes, canalizaciones y el resto de servicios afectados. El ambito del levantamiento a realizar cubrirá la zona de la instalación y al menos un perímetro de 10 m. - Viales y caminos existentes en la ubicación de la instalación. - Linderos de los terrenos e identificación de parcelas colindantes. Se compararán estas lindes con el plano catastral. - Reportaje fotográfico de la zona a estudiar. Se han de dejar bases f ijas, lo mejor definidas y protegidas que sea posible, para evitar problemas en los replanteos de la fase de construcción. Todo ello recogido en el correspondiente informe que incluirá las coordenadas relativas y/o absolutas de las mismas.	1,00	1.380,00	1.380,00 €
01.01.03	**m²**	**Limpieza y desbroce del terreno** por medios mecánicos, incluye tala de árboles (manual para diámetros ≥ 10cm) y arbustos incluido destoconado, arranque, carga y transporte a zona de acopio, vertedero o gestor autorizado, incluso canon de vertido.	0,00	0,43	- €
01.01.04	**m³**	**Excavación en tierra vegetal** por medios mecánicos para ejecución de camino (30 cm de profundidad), con p.p. de medios auxiliares.	0,00	1,48	- €
01.01.05	**m³**	**Excavación en cualquier tipo de terreno** para ejecución de camino y explanada, totalmente terminado con taludes de pendientes 1/1, incluso carga y transporte a zona de utilización o vertedero.	0,00	1,85	- €
01.01.06	**m³**	**Terraplén,** para ejecución de camino y explanada, con productos de la excavación o de préstamo, totalmente finalizado (95% P.M.), con formación de taludes de pendiente 3/2, incluso carga y transporte a zona de utilización o vertedero.	0,00	2,52	- €
01.01.07	**m³**	**Base granular ZA-20 98% PM 30cm**. Formación de firme viales, de 15 cm de espesor de zahorra artificial, incluso extendido, humidificación y compactado hasta un 98% PM. Ejecutado según PG-3	90,93	16,12	1.465,72 €
01.01.08	**m³**	**Suministro y extendido de capa de grava** de espesor 30 cm extendida en la plataforma con una granulometría 20/40 totalmente terminada.	703,86	11,34	7.981,75 €
		TOTAL MOVIMIENTO DE TIERRAS, VIALES Y PLATAFORMAS			12.827,46 €

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

1.1.2. CIMENTACIONES

CIMENTACIONES					
COD.	UD.	DESIGNACIÓN	CANTIDAD	P.U. (Euros)	TOTAL (Euros)
01.02.01	m²	**Excavación en cualquier tipo de terreno** para ejecución de zapatas de la cimentación de contenedores de baterías, centros de transformación y estructuras de inversores. Totalmente terminado con taludes de pendientes 1/1, incluso carga y transporte a zona de utilización o vertedero.	251,92	1,85	466,05 €
01.02.02	Ud.	**Cimentacion Postes de Vallado** Cimentación de hormigón en masa en forma de dados de 30 x 30 x 50 cm , realizada con hormigón HM-20 fabricado en central y vertido desde camión.	75,00	5,91	443,25 €
01.02.03	m²	**Hormigonado de zapatas** Suministro, transporte y puesta en obra de hormigón armado para cimentaciones de equipos. Hormigón tipo HA-C25/30, incluida parte proporcional de armadura B 500 SC, elaboración de ferralla, replanteo, encofrado, aperturas de huecos para paso de instalaciones y material o medios auxiliares necesarios, segun proyecto.	251,92	258,38	65.091,20 €
				TOTAL CIMENTACIONES	66.000,50 €

TOTAL CÁPITULO 01: OBRA CIVIL	78.827,97 €

1.2. ZANJAS

1.2.1. ZANJAS DE MEDIA TENSIÓN

CÁPITULO 02: ZANJAS					
ZANJAS DE MEDIA TENSIÓN					
COD.	UD.	DESIGNACIÓN	CANTIDAD	P.U. (Euros)	TOTAL (Euros)
02.01.01	ml	**Canalización 1C MT directamente enterrada**. Zanja de 40x110 cm para cables MT, para la instalación de 1 circuito MT directamente enterrado. Incluye cama de arena fina para asentamiento de cables, relleno con material de la excavación y zahorras compactadas, placa de protección y cinta de señalización, así como p.p. de retirada y transporte de sobrantes y residuos a vertedero autorizado, limpieza, maquinaria y herramientas, materiales, medios auxiliares, ejecutado de acuerdo a pliegos generales y particulares, memoria y planos, totalmente terminado.	18,00	13,42	241,56 €
02.01.02	ml	**Canalización 2C MT directamente enterrada**. Zanja de 60x110 cm para cables MT, para la instalación de 2 circuitos MT directamente enterrados. Incluye cama de arena fina para asentamiento de cables, relleno con material de la excavación y zahorras compactadas, placa de protección y cinta de señalización, así como p.p. de retirada y transporte de sobrantes y residuos a vertedero autorizado, limpieza, maquinaria y herramientas, materiales, medios auxiliares, ejecutado de acuerdo a pliegos generales y particulares, memoria y planos, totalmente terminado.	5,00	16,78	83,90 €
02.01.03	ml	**Canalización 3C MT directamente enterrada.** Zanja de 80x110 cm para cables MT, para la instalación de 3 circuitos MT directamente enterrados. Incluye cama de arena fina para asentamiento de cables, relleno con material de la excavación y zahorras compactadas, placa de protección y cinta de señalización, así como p.p. de retirada y transporte de sobrantes y residuos a vertedero autorizado, limpieza, maquinaria y herramientas, materiales, medios auxiliares, ejecutado de acuerdo a pliegos generales y particulares, memoria y planos, totalmente terminado.	42,00	46,94	1.971,48 €
02.01.04	Ud.	**Hitos de señalización de zanja** cada 20 m. Mojones de hormigón prefabricados de medidas 120x120x900 mm, empleados para señalización de zanjas de cables, incluyendo aporte, suministro y colocación del mismo, p.p. de excavación manual de medidas 200x200x400.	3,00	26,68	80,04 €
				TOTAL ZANJAS DE MEDIA TENSIÓN	2.376,98 €

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

1.2.2. ZANJAS DE BAJA TENSIÓN

ZANJAS DE BAJA TENSIÓN					
COD.	UD.	DESIGNACIÓN	CANTIDAD	P.U. (Euros)	TOTAL (Euros)
02.02.01	ml	**Canalización de hasta 12 circuitos BT CC** Canalización subterránea hasta 12 circuitos de cables de Baja Tensión que unen los inversores con las baterías (ESS), incluyendo obra civil necesaria como: excavación de una zanja de dimensiones variables en cualquier tipo de terreno, con medios mecánicos y/o manuales, tubos de PEde 200 mm de diámetro para cables de CC, cama de arena fina para asentamiento cables, relleno con material de la excavación y zahorras compactadas, placa de protección y cinta de señalización, así como p.p. de retirada y transporte de sobrantes y residuos a vertedero autorizado, limpieza, maquinaria y herramientas, materiales, medios auxiliares, ejecutado de acuerdo a pliegos generales y particulares, memoria y planos, totalmente terminado.	92,00	84,17	7.743,64 €
02.02.02	ml	**Canalización de hasta 3 circuitos BT CA para SSAA** Canalización subterránea para hasta 3 circuitos de cables de Baja Tensión que unen las baterías con los Cuadros de BT del transformador de Servicios Auxiliares , incluyendo obra civil necesaria como: excavación de una zanja de dimensiones variables en cualquier tipo de terreno, con medios mecánicos y/o manuales, cama de arena fina para asentamiento cables, relleno con material de la excavación y zahorras compactadas, placa de protección y cinta de señalización, así como p.p. de retirada y transporte de sobrantes y residuos a vertedero autorizado, limpieza, maquinaria y herramientas, materiales, medios auxiliares, ejecutado de acuerdo a pliegos generales y particulares, memoria y planos, totalmente terminado.	65,00	19,29	1.253,85 €
				TOTAL ZANJAS DE BAJA TENSIÓN	8.997,49 €

TOTAL CÁPITULO 02: ZANJAS	**11.374,47 €**

1.3. ELEMENTOS DE LA PLANTA DE ALMACENAMIENTO

CAPÍTULO 03: ELEMENTOS DE LA PLANTA DE ALMACENAMIENTO					
COD.	UD.	DESIGNACIÓN	CANTIDAD	P.U. (Euros)	TOTAL (Euros)
03.01	ud	**Batería de Contenedores** BLOCK 5.015MWh US (HITHIUM) 5,015 MWh Incluyendo Sistema de extinción de incendios y cilindros. Incluido el suministro, instalación, medios auxiliares necesarios y mano de obra necesaria.	9,00	233.598,00	2.102.382,00 €
03.02	ud	**TWIN Skid** Incluye 2 PCS FP4010K de potencia nominal igual a 4010 kW y Un Centro de transformación con un transformador de 8020KVAs, 2 Celdas de Línea, 1 Celda de protección de transformador. Incluido el suministro, instalación, estructura de soporte, medios auxiliares necesarios y mano de obra necesaria.	1,00	437.895,27	437.895,27 €
03.02	ud	**MV Skid** Incluye 1 PCS FP4010K de potencia nominal igual a 4010 kW y Un Centro de transformación con un transformador de 4010KVAs, 1 Celdas de Línea, 1 Celda de protección de transformador. Incluido el suministro, instalación, estructura de soporte, medios auxiliares necesarios y mano de obra necesaria.	1,00	339.367,55	339.367,55 €
03.03	ud	**EMS Equipo de Control.** Matriz telecontrol para gestión integral de la planta de Baterias que se conectará al SCADA de la SET. Incluido suministro, instalacion y puesta en marcha	1,00	64.723,83	64.723,83 €
03.04	ud	**Transformador de refrigeración de las Baterías** Incluye, suministro e instalación . Potencia nominal de transformador (30/ 0,4 kV): 400 kVA a 40ºC Conexión Dyn11-tipo II. Debidamente montados y conexionados los equipos descritos en la memoria.Incluye vallado y puerta alrededor del mismo.	1,00	19.417,16	19.417,16 €
03.05	ud	**Cuadro de BT de 12 salidas**. Con protecciones. Totalmente instalado y conexionado.	1,00	3.883,45	3.883,45 €
TOTAL CAPÍTULO 03: ELEMENTOS DE LA PLANTA DE ALMACENAMIENTO					**2.967.669,26 €**

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

1.4. RED MT/BT, TIERRAS Y COMUNICACIONES

1.4.1. CABLEADO Y ACCESORIOS DE MEDIA TENSIÓN

CAPÍTULO 04: RED MT/BT, TIERRAS Y COMUNICACIONES					
CABLEADO Y ACCESORIOS DE MEDIA TENSIÓN					
COD.	**UD.**	**DESIGNACIÓN**	**CANTIDAD**	**P.U. (Euros)**	**TOTAL (Euros)**
04.01.01	**ml**	Suministro y tendido de cable tripolar MT tipo **RH5Z1-OL 18/36 kV 3x(1x95 mm² Al)**. Según normas, especificaciones y conforme a planos.	65,00	11,13	723,45 €
04.01.02	**ml**	Suministro y tendido de cable tripolar MT tipo **RH5Z1-OL 18/36 kV 3x(1x240 mm² Al)**. Según normas, especificaciones y conforme a planos.	101,00	22,54	2.276,54 €
04.01.03	**ml**	Línea de transmisión de señales y datos para control, maniobra y automatismos, a base de manguera de fibras monomodo de 9/125 micras, armadura de fibra de vidrio, con 8 fibras, tipo holgado.	166,00	4,21	698,86 €
04.01.04	**Ud.**	**Juego de 3 terminales unipolares**, suministro e instalación de conectores apantallados y atornillables para conexión a celdas de centro de transformación (STS) o a celdas SET para **cable 18/30 kV tipo RH5Z1-OL Al 95 mm²** según normas y especificaciones.	2,00	180,36	360,72 €
04.01.05	**Ud.**	**Juego de 3 terminales unipolares**, suministro e instalación de conectores apantallados y atornillables para conexión a celdas de centro de transformación (STS) o a celdas SET para **cable 18/30 kV tipo RH5Z1-OL Al 240 mm²** según normas y especificaciones.	6,00	201,66	1.209,96 €
04.01.06	**Ud.**	**Conexionado de las fibras ópticas** para conexión del Smart ACU del STS a SET. Incluyendo los conectores para 8 fibras por cada cable que entra en el Smart ACU, caja de conectorización con capacidad para 24 unidades, rabillos (pig-tails) de interconexión entre la caja anterior y los conectores del equipo de comunicaciones del armario de control de BT. Incluye el suministro de 8 latiguillos de empalme (hembrahembra) por cada puenteo de lazo de F.O. Incluso los necesarios para el conexionado en equipos de comunicaciones de la subestación y la ejecución de los empalmes de fibra óptica necesarios.	1,00	1.502,85	1.502,85 €
				TOTAL CABLEADO Y ACCESORIOS DE MEDIA TENSIÓN	6.772,38 €

1.4.2. CABLEADO Y ACCESORIOS DE BAJA TENSIÓN

CABLEADO Y ACCESORIOS DE BAJA TENSIÓN					
COD.	**UD.**	**DESIGNACIÓN**	**CANTIDAD**	**P.U. (Euros)**	**TOTAL (Euros)**
04.02.01	**ml**	**Suministro e instalación de cable de CC para conexión de racks de baterías con PCS mediante AL XZ1 2x(1x35 mm²)** de aluminio y nivel de aislamiento de 1,8 kV DC libre de halógenos. Instalación entubada en canalización directamente enterrada, según planos. Incluido terminales de conexión, conexión a cuadro de BT de batería, colocación de prensastopa y sellado con espuma. Pequeña partida de material de fijación, medida la unidad de obra funcionando. Se incluye verificación de polaridad, continuidad y aislamiento.	735,00	13,96	10.260,60 €
04.02.02	**ml**	**Suministro e instalación de cable de CA (400 V) de SSAA para conexión con ESS mediante AL XZ1 2x(1x16mm²)** de aluminio y nivel de aislamiento de 0,6/1kV libre de halógenos. Instalación en canalización directamente enterrada, según planos. Incluido terminales de conexión, conexión a cuadro de BT , colocación de prensastopa y sellado con espuma. Pequeña partida de material de fijación, medida la unidad de obra funcionando. Se incluye verificación de polaridad, continuidad y aislamiento.	124,00	8,02	994,48 €
04.02.03	**ml**	**Conexión de Cable Ethernet** para conexión de los racks de baterías con los inversores.	122,50	2,77	339,33 €
				TOTAL CABLEADO Y ACCESORIOS DE BAJA TENSIÓN	11.594,41 €

1.4.3. SISTEMA DE PUESTA A TIERRA

SISTEMA DE PUESTA A TIERRA					
COD.	**UD.**	**DESIGNACIÓN**	**CANTIDAD**	**P.U. (Euros)**	**TOTAL (Euros)**
04.03.01	**ml**	**Suministro y tendido de cable conductor de Cu desnudo de 50 mm2 para la malla de la red de Tierras** y el cable de tierra de las canalizaciones de MT y BT. Incluye transporte, enderezazmiento, tendido, corte del cable, soldaduras aluminotoérmicas necesarias y en general todas las operaciones necesarias para su ejecución.	1.383,50	4,62	6.391,77 €
				TOTAL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA	6.391,77 €

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

1.4.4. VARIOS

VARIOS					
COD.	UD.	DESIGNACIÓN	CANTIDAD	P.U. (Euros)	TOTAL (Euros)
04.04.01	Ud.	**Pruebas y ensayos** de instalación electrica de cables de media tensión, puesta a tierra, paso y contacto y conexión de fibra óptica, necesarios para la puesta en marcha de la instalación.	1,00	1.938,06	1.938,06 €
				TOTAL VARIOS	1.938,06 €

TOTAL CAPÍTULO 04: RED MT/BT, TIERRAS Y COMUNICACIONES	26.696,62 €

1.5. SEGURIDAD Y CONTROL

CAPÍTULO 05: SEGURIDAD Y CONTROL					
COD.	UD.	DESIGNACIÓN	CANTIDAD	P.U. (Euros)	TOTAL (Euros)
05.01	ml	**Vallado perimetral de la instalación**, será de tipo cinegético 200/20/30. La altura del mismo es de 2,5 m. Será permeable a la fauna y visible a la avifauna, se instalará a lo largo de todo el recorrido un Fleje tipo Sabird. El vallado tendrá un diseño con luz de malla amplio siendo superior a los 20 cm para permitir el paso a través del vallado de grupos faunísticos como anfibios y reptiles, así como pequeños mamíferos. Carga y transporte a vertedero autorizado de los productos sobrantes, sin límite de distancia, vertido y extendido si fuese necesario, incluso canon de vertido y p.p., conexión a la red de tierras y demás suministros y obras no mencionadas expresamente en este texto para su completa terminación.	223,36	12,08	2.698,14 €
05.02	ud	**Puerta de acceso al vallado de la instalación.** Suministro e instalación de puerta de acceso, de 4 x 2,5 m	1,00	418,35	418,35 €
05.03	ud	**Puerta de acceso al vallado del transformador de refrigeración.** Suministro e instalación de puerta de acceso al vallado del TSSAA.	1,00	174,32	174,32 €
05.04	ud	**Suministro, instalación y puesta en marcha de sistema de seguridad y videovigilancia.** Compuesto por: 4 cámaras térmicas distribuidas en el perímetro de la instalación sobre postes de, al menos, 3 metros de altura y cámara domo en el acceso principal con acceso a imágenes en remoto. Incluye detectores de intrusión, circuito de alimentación perimetral para las cámaras y circuito de fibra óptica hasta el centro de control remoto. Instalación de equipo y softw are correspondiente con análisis de video, incluido SAI para garantizar al menos 3 horas de funcionamiento ininterrumpido. Totalmente ejecutado y comprobado.	1,00	9.385,54	9.385,54 €
TOTAL CAPÍTULO 05: SEGURIDAD Y CONTROL					12.676,35 €

1.6. GESTIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN

CAPÍTULO 06: PRODUCCIÓN Y GESTIÓN DE RESIDUOS					
COD.	UD.	DESIGNACIÓN	CANTIDAD	P.U. (Euros)	TOTAL (Euros)
06.01	pa	**Gestión de Residuos.** Según las actuaciones descritas en el Anexo "Producción y Gestión de Residuos Generados"	1,00	441,50	441,50 €
TOTAL CAPÍTULO 06: PRODUCCIÓN Y GESTIÓN DE RESIDUOS					441,50 €

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

1.7. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

CAPÍTULO 07: SEGURIDAD Y SALUD LABORAL					
COD.	UD.	DESIGNACIÓN	CANTIDAD	P.U. (Euros)	TOTAL (Euros)
07.01	pa	**Presupuesto para Seguridad y Salud Laboral durante la ejecución de las obras, según documento "Estudio de Seguridad y Salud Laboral"** Materiales, accesorios y medidas preventivas. Porterias, tejas y asilamiento para hacer los cruzamientos , así como apoyo de grúa cuando sea necesario	1,00	55.718,45	55.718,45 €
TOTAL CAPÍTULO 07: SEGURIDAD Y SALUD LABORAL					**55.718,45 €**

1.8. CONTROL DE CALIDAD

CAPÍTULO 08: CONTROL DE CALIDAD					
COD.	UD.	DESIGNACIÓN	CANTIDAD	P.U. (Euros)	TOTAL (Euros)
08.01	pa	**Control y seguimiento de Calidad** a realizar para el seguimiento del Plan de Calidad. Cumplimiento con pliegos técnicos, obras civiles, electromecánica, eléctrica, etc. Así como especificaciones de calidad, ensayos/auditotias en campos o cumplimiento con normativa vigente.	1,00	830,60	830,60 €
TOTAL CAPÍTULO 08: CONTROL DE CALIDAD					**830,60 €**

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

2. RESUMEN DEL PRESUPUESTO TOTAL

PRESUPUESTO GENERAL		
1	CÁPITULO 01: OBRA CIVIL	78.827,97 €
2	CÁPITULO 02: ZANJAS	11.374,47 €
3	CAPÍTULO 03: ELEMENTOS DE LA PLANTA DE ALMACENAMIENTO	2.967.669,26 €
4	CAPÍTULO 04: RED MT/BT, TIERRAS Y COMUNICACIONES	26.696,62 €
5	CAPÍTULO 05: SEGURIDAD Y CONTROL	12.676,35 €
6	CAPÍTULO 06: PRODUCCIÓN Y GESTIÓN DE RESIDUOS	441,50 €
7	CAPÍTULO 07: SEGURIDAD Y SALUD LABORAL	55.718,45 €
8	CAPÍTULO 08: CONTROL DE CALIDAD	830,60 €
TOTAL PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL		**3.154.235,21 €**

Asciende el presupuesto de ejecución material en el término municipal de Zaragoza a un total de **TRES MILLONES CIENTO CINCUENTA Y CUATRO MIL DOSCIENTOS TREINTA Y CINCO** euros con **VEINTIÚN** céntimos.

Zaragoza, enero de 2026
El Ingeniero Industrial al servicio de
ENERLAND GENERACIÓN SOLAR 14, S.L.



Ignacio Navarro Chinorias
Colegiado Nº 3947 del C.O.I.I.A.R

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

DOCUMENTO IV

PLIEGO DE CONDICIONES

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja
con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

CONTENIDO

1. CONDICIONES GENERALES 4
1.1. OBJETO 4
1.2. DISPOSICIONES GENERALES 4
1.2.1. CONDICIONES FACULTATIVAS LEGALES 4
1.2.2. SEGURIDAD EN EL TRABAJO 7
1.2.3. SEGURIDAD PÚBLICA 8
1.3. ORGANIZACIÓN 8
1.4. MEJORAS Y MODIFICACIONES DEL PROYECTO 9
1.5. OBRAS AUXILIARES 9

2. CONDICIONES TÉCNICAS 10
2.1. INTALACIONES ELÉCTRICAS 10
2.1.1. UNIDADES DE OBRA 10
2.1.2. MATERIALES 10
2.1.3. INSTALACIÓN DE ALTA TENSIÓN 10
2.1.4. INSTALACIÓN DE MEDIA TENSIÓN 39
2.1.5. INSTALACIÓN DE BAJA TENSIÓN 41
2.1.6. INSTALACIÓN DE RED DE TIERRAS 41
2.1.7. INSTALACIÓN DE PROTECIÓN Y CONTROL 41
2.1.8. INSTALACIÓN DE MEDIDA 41
2.1.9. INSTALACIÓN DE ALIMENTACIÓN EN CC 42
2.1.10. INSTALACIÓN DE GRUPO ELECTÓGENO 42
2.1.11. ENSAYOS Y PRRUEBAS 42
2.2. OBRA CIVIL 42
2.2.1. DESPEJE Y DESBROCE DEL TERRENO 42
2.2.2. BASE 43
2.2.3. EXPLANACIONES 47
2.2.4. EXACAVACIONES EN ZAJAS 51
2.3. ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN ARMADO 54
2.3.1. DESCRIPCIÓN 54
2.3.2. CONDICIONES PREVIAS 54
2.3.3. COMPONENTES 54
2.3.4. EJECUCIÓN 54
2.3.5. NORMATIVA Y ESPECIFICACIONES 55
2.3.6. CONTROL 55
2.3.7. SEGURIDAD 56
2.3.8. MEDICIÓN 56
2.3.9. MANTENIMIENTO 56

3. CONDICIONES ECONÓMICAS Y PLAZOS 57
3.1. PLAZO DE REPLANTEO 57

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

3.2. PLAZO DE EJECUCIÓN 57
3.3. RECEPCIÓN PROVISIONAL 57
3.4. PLAZO DE GARANTÍA 57
3.5. RECEPCIÓN DEFINITIVA 58
3.6. GASTOS DE REPLANTEO Y LIQUIDACIÓN 58
3.7. MEDICIÓN Y ABONO DE LAS OBRAS 58

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

1. CONDICIONES GENERALES

1.1. OBJETO

El presente Pliego de Condiciones determina los requisitos a los que debe ajustarse la ejecución de las instalaciones del Proyecto Instalación Almacenamiento "BESS OLIVERA I y III", en el Término Municipal de Zaragoza, cuyas características se definen en la Memoria y Planos del mismo.

1.2. DISPOSICIONES GENERALES

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

1.2.1. CONDICIONES FACULTATIVAS LEGALES

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

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

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

Entre las Disposiciones Legales Vigentes se encuentran:

- Reglamentación General de Contratación (Decreto 1098/2001).
- Real Decreto 817/2009 de 8 de Mayo, por el que se desarrolla parcialmente la Ley 30/2007 de 30 de Octubre de contratos del Sector Público.
- Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23.
- Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

- Real Decreto 1955/2000 de 1 de Diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de Energía eléctrica.
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias (ITC-BT). Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto.
- Ley 82/1980 de Conservación de la Energía.
- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.
- Ley 54/1997, de 27 de Noviembre, del Sector Eléctrico.
- Ley 17/2007, el 4 de julio, por la que se modifica la Ley 54/1997, de 27 de noviembre, del Sector Eléctrico, para adaptarla a lo dispuesto en la Directiva 2003/54/CE, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 26 de junio de 2003, sobre normas comunes para el mercado interior de la electricidad.
- Obtención de la condición de Autogenerador Eléctrico (Orden Ministerial de 7 de julio de 1982).
- Relaciones Técnicas y Económicas entre Autogeneradores y Empresas Eléctricas (Orden Ministerial de 7 de julio de 1982).
- Normas administrativas y técnicas para funcionamiento y conexión a las redes eléctricas de Centrales de Autogeneración Eléctrica (Orden Ministerial de 5 de septiembre de 1985).
- Instrucciones y Normas Técnicas de la compañía distribuidora de electricidad de la zona.
- Real Decreto 1110/2007 de 24 de Agosto, por el que se aprueba el Reglamento Unificado de Puntos de Medida en el Sistema Eléctrico.
- Orden TEC/1281/2019, de 19 de diciembre, por la que se aprueban las instrucciones técnicas complementarias al Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico
- Ley 6/2009 de 30 de Abril, por el que se adoptan las medidas en el Sector Eléctrico y se aprueba el Bono Social.
- Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural.
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación con sus posteriores modificaciones.
- PG 3-4/88 y sus revisiones (Ministerio de Fomento).
- Normas Básicas y Tecnológicas de la Edificación.
- Real Decreto 256/2016, de 10 de junio, por el que se aprueba la Instrucción para la recepción de cementos (RC-16)
- Real Decreto 542/2020, de 26 de mayo, por el que se modifican y derogan diferentes disposiciones en materia de calidad y seguridad industrial
- Ley 31/1.995 de 8 de Noviembre de 1.955, de Prevención de Riesgos Laborales. Derogada parcialmente por RD legislativo 5/2000, de 4 de agosto.
- R.D. 39/1997 de los Servicios de Prevención.
- Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo (Orden Ministerial de 9 de marzo de 1971), en los capítulos y artículos no derogados por la Ley 31/1995.
- Ley General de la Seguridad Social (Decreto 2065/1974 de 30 de mayo).

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

- Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y de salud para la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Real Decreto 487/1997, de 14 de Abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañen riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores.
- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud que deben aplicarse a obras de construcción.
- Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- R.D. 488/1997, de 14 de Abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas al trabajo con equipos que incluyen pantallas de visualización.
- Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- Convenios Colectivos Provinciales.
- Normas y Recomendaciones de la Compañía Suministradora en general.
- Las disposiciones, normas y reglamentos que figuran en el Pliego de Prescripciones Técnicas, tanto en lo referente a instalaciones eléctricas como a lo referente a obra civil.
- Ley 54/2003, de 12 de Diciembre, de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales.
- R.D. 171/2004, de 30 de Enero, por el que se desarrolla el artículo 24 de la Ley 31/1995, de 8 de Noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, en materia de coordinación de actividades empresariales.
- Real Decreto 311/2016, de 29 de julio, por el que se modifica el Real Decreto 1561/1995, de 21 de septiembre, sobre jornadas especiales de trabajo, en materia de trabajo nocturno.
- Real Decreto 1644/2008, de 10 de octubre, por el que se establecen las normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas
- R.D. 212/2002, por el que se regulan las emisiones sonoras en el entorno debidas a determinadas máquinas de uso al aire libre, por el que se amplía el ámbito de aplicación R.D. 71/1992, de 31 de Enero.
- Real Decreto 1849/2000, de 10 de noviembre, por el que se derogan diferentes disposiciones en materia de normalización y homologación de productos industriales.
- Real Decreto 187/2016, de 6 de mayo, por el que se regulan las exigencias de seguridad del material eléctrico destinado a ser utilizado en determinados límites de tensión.
- Real Decreto 187/2016, de 6 de mayo, por el que se regulan las exigencias de seguridad del material eléctrico destinado a ser utilizado en determinados límites de tensión
- CTE-DB-SI Seguridad en caso de incendio.
- Ley 34/2007 de 15 de Noviembre de calidad del aire y protección de la atmósfera.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
TRABAJO Nº : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

- Real Decreto 2267/2004, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales.
- Reglamento de aparatos de Elevación y manutención de los mismos. (R.D. 2291/1985 de 8 de Noviembre)
- Reglamento de Real Decreto 809/2021, de 21 de septiembre, por el que se aprueba el equipos a presión y sus instrucciones técnicas complementarias
- R.D. 542/2020, de 26 de mayo, por el que se modifican y derogan diferentes disposiciones en materia de calidad y seguridad industrial.
- Normativa de seguridad específica del cliente.
- Convenios Colectivos Autonómicos y/o municipales.

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

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

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

1.2.2. SEGURIDAD EN EL TRABAJO

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

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

Mientras los operarios estén trabajando en circuitos o equipos de tensión o en su proximidad, usarán ropa sin accesorios metálicos y evitarán el uso innecesario de objetos de metal. Los metros, reglas, mangos de aceiteras, útiles limpiadores, etc. que se utilicen no deben ser de material conductor. Se llevarán las herramientas o equipos en bolsas y se utilizará calzado aislante o, al menos, sin herrajes ni clavos en las suelas.

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

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

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

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

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

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

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

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

1.2.3. SEGURIDAD PÚBLICA

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

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

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

1.3. ORGANIZACIÓN

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

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

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

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

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

1.4. MEJORAS Y MODIFICACIONES DEL PROYECTO

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

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

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

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

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

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

1.5. OBRAS AUXILIARES

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

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

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

2. CONDICIONES TÉCNICAS

2.1. INTALACIONES ELÉCTRICAS

2.1.1. UNIDADES DE OBRA

Se trata de suministrar e instalar todos los materiales que sean necesarios para la realización de las instalaciones.

- Centros de Transformación.
- Líneas subterráneas de conexión entre centros de transformación y de éstos con el Centro de Seccionamiento.
- Línea subterránea de conexión con la torre de medición.

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

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

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

2.1.2. MATERIALES

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

El Contratista someterá a aprobación con antelación a la puesta en obra, muestras de los materiales objeto de su suministro, con objeto de cumplir con una calidad mínima de las instalaciones. De cualquier manera, la Dirección de Obra será la responsable de la aprobación última de dichos materiales, pudiendo exigir certificados u otra documentación a tal efecto.

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

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

2.1.3. INSTALACIÓN DE ALTA TENSIÓN

2.1.3.1. INTERRUPTOR AUTOMATICO AT

Los interruptores automáticos de Alta Tensión deberán de estar de acuerdo con lo indicado en las especificaciones para Interruptores.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

Aislamiento

El material del aislamiento externo será porcelana de color marrón. El aislamiento interno será hexafluoruro de azufre (SF_6).

Distancias de aislamiento

Corresponden a un nivel de polución III fuerte. La distancia al aire entre fase y tierra será tal que cumpla la siguiente condición: El cociente entre la línea de fuga y la distancia al aire entre fase y tierra deberá ser inferior o igual a cuatro.

Requerimientos mecánicos

Los interruptores deberán soportar, sobre los bornes, las fuerzas estáticas que indiquen sus correspondientes especificaciones.

Cámara de extinción

Cada uno de los polos del interruptor estará dotado de una sola cámara de extinción en las cuales el elemento extintor del arco será gas hexafluoruro de azufre (SF6). La cantidad de dicho fluido por polo queda a criterio del fabricante.

Las cámaras podrán vaciarse, llenarse y comprobar su estado con facilidad. Estarán dotadas de válvulas, o dispositivos de seguridad cuya carga de rotura sea inferior a la de la porcelana, para evitar su explosión en caso de sobrepresión.

El manómetro estará situado en el exterior, en posición que permita su fácil lectura y en lugar tal que su temperatura sea la más similar posible a la de las cámaras.

El dispositivo de vaciado y llenado de gas SF6, consistente en una válvula, deberá estar situado de forma accesible, por debajo de la línea de tierra de forma que pueda efectuarse, sin necesidad de descargo, el rellenado del gas, siendo necesario un útil especial para su accionamiento.

El gas hexafluoruro de azufre SF6 a utilizar para el llenado de las cámaras deberá cumplir con la norma UNE 21.339.

Contactos principales

Serán fácilmente revisables y desmontables, debiendo facilitar el fabricante las instrucciones para su mantenimiento y sustitución, indicando los límites de desgaste admisible y el desgaste en función de la intensidad cortada acumulada.

Dispositivos de medida

Para poder efectuar el diagrama "espacio-tiempo" (taquigrama), de los contactos principales, se dispondrá un punto de medición, debidamente mecanizado, suficientemente representativo del funcionamiento del interruptor.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

Existirá un contacto, imagen de los contactos principales que podrá utilizarse, en caso necesario, para la monitorización de los diferentes parámetros del interruptor automático.

Bastidor

El interruptor estará provisto de tres bastidores independientes, uno para cada polo, o de un bastidor común para los tres polos y el mecanismo de accionamiento Cada bastidor dispondrá de un tornillo de puesta a tierra con rosca M 12, señalizado de forma inalterable.

Se dispondrán rejillas de protección adecuadas para evitar que aniden las aves en los mecanismos de accionamiento.

Características dimensionales

El Constructor indicará en su oferta las dimensiones generales del interruptor, separación entre fases recomendada y tipo de bornes utilizados en el mismo, que deberán cumplir con la norma UNE 20 140.

En los bornes del interruptor se evitará que en el montaje de los mismos en su posición definitiva, existan piezas de conexión intermedias en serie.

Protección contra la corrosión

Las partes férreas serán cincadas, tipo MS, según norma UNE 36 310. La tornillería será de acero inoxidable. Los resortes y elementos auxiliares serán de materiales no oxidables. Los elementos metálicos en contacto entre sí, deberán ser de naturaleza tales, que no se produzca corrosión, debida al par galvánico que pueda aparecer en presencia de humedad.

Armario del accionamiento y mando

El armario metálico que contendrá el accionamiento electromecánico y todos los circuitos auxiliares y de mando del interruptor, será de material no oxidable y poseerá un grado de protección IP 55, según UNE 20324. Dispondrá de un tornillo de puesta a tierra de M 12 debidamente señalizado. Las puertas del armario estarán conectadas a la masa del armario mediante conductor de cobre flexible de 16 mm2 de sección como mínimo.

Dispondrá de una resistencia de calefacción para evitar las condensaciones, y de una toma auxiliar de corriente tipo Schuko.

El armario será suficientemente amplio para poder efectuar sin dificultad la revisión del conexionado y la substitución de los elementos que lo componen.

Placa de características

Todos los interruptores llevarán una placa de características, en el caso de polos independientes, cada polo estará provisto de una placa de características, en la cual figurarán grabados de forma indeleble, los siguientes datos:

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

- Fabricante.
- Designación del tipo y número de serie.
- Tensión asignada.
- Tensión soportada asignada a frecuencia industrial 50 Hz
- Tensión soportada asignada a impulsos tipo rayo
- Frecuencia asignada
- Corriente asignada en servicio continuo
- Poder de corte asignado en cortocircuito
- Factor de primer polo
- Poder de corte asignado de líneas en vacío
- Poder de corte asignado de cables en vacío
- Presión nominal del SF6
- Peso total de cada polo
- Cantidad total de SF6
- Secuencia de maniobras asignada
- Año de fabricación

Dicha placa de características estará visible en condiciones de servicios e instalación.

En la parte interior de la puerta de cada armario de mando habrá otra placa, con los siguientes datos:

- Fabricante.
- Designación del tipo y número de serie.
- Tensión asignada de alimentación del motor.
- Corriente asignada del motor.
- Tensión asignada de las bobinas de cierre y apertura
- Consumo de la bobina de conexión
- Consumo de las bobinas de disparo
- Número del esquema de conexionado

Ensayos

a) Ensayos de tipo

Deberán realizarse sobre un interruptor automático completo.

Se efectuarán los ensayos indicados en la relación siguiente, siendo suficiente la presentación de un certificado de haberse realizado en otro interruptor automático del mismo tipo en el que conste una descripción de las características del equipo.

Los ensayos se realizarán según las Normas UNE 21 081 y 21 139

- Examen visual y comprobación de dimensiones y acabados.
- Ensayo de tensión soportada bajo lluvia a impulsos tipo rayo.
- Ensayo de tensión soportada bajo lluvia, a frecuencia industrial.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº.: VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

- Ensayo de tensión soportada a frecuencia industrial de los circuitos de mando y auxiliares.
- Ensayo de endurancia.
- Ensayo de calentamiento después del ensayo de endurancia.
- Determinación de la resistencia eléctrica de los contactos principales, antes y después del ensayo mecánico.
- Ensayo de corriente admisible de corta duración y del valor de cresta de la corriente admisible.
- Ensayo requerimientos mecánicos.
- Ensayos de poder de corte en cortocircuito, incluyendo un diagrama "espacio tiempo" (taquigrama), de los contactos principales a la apertura y al cierre, de la unidad sobre la que se efectuó el ensayo.
- Determinación de los tiempos de maniobra propios, sincronismo entre polos, sincronismo de los contactos auxiliares directos e indirectos y entre ambos y los principales (polos).
- Examen de los mecanismos y enclavamientos mecánicos y dispositivos auxiliares del interruptor.
- Determinación de las tensiones límite de funcionamiento del conjunto interruptor-mecanismo de mando, y de los consumos de las bobinas de apertura y cierra, y del motor.
- Comprobación de las intensidades de corte y de paso de los contactos auxiliares.
- Ensayo de estanqueidad del armario de los circuitos de mando.

b) Ensayos individuales

Se efectuarán en todos los interruptores

- Examen visual y comprobación de dimensiones y acabados
- Ensayos de tensión soportada a frecuencia industrial, en seco, del circuito principal
- Ensayo de tensión soportada de los circuitos de mando y auxiliares.
- Ensayo de funcionamiento mecánico
- Medición de la resistencia del circuito principal
- Medición de la resistencia de calefacción y de las bobinas de mando
- Inspección del cableado y nº de contactos auxiliares.
- Comprobación del dispositivo antibombeo.

Además de estos ensayos y comprobaciones y a efectos del posterior mantenimiento predictivo, se determinará el diagrama descrito a continuación.

Determinación del diagrama "espacio-tiempo" (taquigrama)

De los contactos principales, a la apertura y al cierre, en cada una de las unidades, comprobando que la velocidad de los contactos principales no difiere en un 10% de la velocidad obtenida en la unidad tipo. Asimismo se comprobarán las tolerancias sobre la carrera del contacto móvil, el valor de las cuales las habrá fijado el fabricante.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

El fabricante deberá especificar los valores máximos y mínimos admisibles en el taquigrama correspondientes a:

- Carrera mecánica.
- Puntos de medición en la carrera de la velocidad de cierre (Vc) y velocidad de apertura (Vd).
- Rebases y rebotes tanto al cierre como a la apertura.
- Penetración mecánica.
- Tiempo de amortiguación.

Montaje

Los interruptores, una vez nivelados, se regulan y ajustan comprobándose también la presión y densidad del gas a través del densímetro. El constructor del interruptor adeuda aprobar la bondad del montaje.

2.1.3.2. TRANSFORMADORES DE INTENSIDAD AT

Los transformadores de intensidad de Alta Tensión estarán de acuerdo con lo indicado en la especificación para Transformadores de intensidad.

Aislamiento

El aislamiento externo será porcelana de color marrón. El aislamiento interno será papel impregnado en aceite.

Distancias de aislamiento

Corresponden a un nivel de polución III fuerte. La distancia al aire entre fase y tierra será tal que cumpla la siguiente condición: El cociente entre la línea de fuga y la distancia al aire entre fase y tierra deberá ser inferior o igual a cuatro.

Dimensiones

Serán las indicadas en cada uno de los documentos de especificación. La caja de bornes secundarios estará situada en el lado correspondiente al borne primario P1.

Requerimientos mecánicos

Los transformadores deben soportar una carga estática aplicada a los bornes primarios, en cualquier dirección según el nivel de tensión que posean.

Bornes

a) Bornes del arrollamiento primario

Los bornes del arrollamiento primario serán bulones de aleación de cobre estañados o plateados, de 40 mm de diámetro y 125 mm de longitud libre, para todos los transformadores sea cual sea la relación.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº.: VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

b) Bornes de los arrollamientos secundarios

Los bornes de los arrollamientos secundarios serán de M 8 y capaces de recibir conductores de cobre de hasta 10 mm2, con sus correspondientes terminales de presión.

Estarán alojados en el interior de una caja de bornes metálica, en la parte inferior de dicha caja habrán cuatro agujeros de salida para diámetros (uno por secundario), tres de ellos cegados por tapón y el cuarto provisto de arandelas pasacables, pudiéndose permutar la posición de ésta.

La caja de bornes estará dotada de respiraderos protegidos contra la entrada de insectos, y estará conectada al borne de tierra, de forma que ningún contorneo pueda afectar a los bornes secundarios.

No existirán dispositivos internos para la puesta a tierra de los bornes, lo cual está previsto hacerse exteriormente En el interior de la caja deberá existir un borne de tierra de M 8, para la puesta a tierra de las pantallas de los cables que se conectarán a los bornes secundarios.

c) Borne de puesta a tierra

El borne de puesta a tierra de la masa metálica del transformador será de M 12 y estará identificado de forma inalterable.

Toma para la medición de la capacidad y factor de pérdidas dieléctricas

Todos los transformadores irán provistos de un dispositivo adaptado para la medición de la capacidad y el factor de pérdidas dieléctricas.

Nivel de aceite

Todos los transformadores irán provistos de un dispositivo que permitirá observar el nivel del aceite existente, sin necesidad de retirar de servicio el transformador.

Aliviador de sobrepresión interna

Todos los transformadores estarán diseñados de tal forma que de producirse un fallo interno en el aislamiento principal, pueda liberar, hacia arriba, cualquier sobrepresión originada en el interior, evitando la rotura y proyección de la porcelana.

Dispositivo para toma de muestras de aceite

Todos los transformadores dispondrán de un dispositivo que permita la extracción de muestras de aceite. Este dispositivo será del tipo enchufe rápido o similar.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

Placa de características

Todos los transformadores deben llevar una placa de características en la que estén grabados de forma inalterable y como mínimo los datos siguientes:

- Nombre del fabricante
- Tipo, número de serie y año de fabricación
- Relación de transformación
- Frecuencia asignada
- Potencia, clase de precisión, factor de seguridad, factor límite de precisión y función de cada uno de los arrollamientos.
- Tensión más elevada para el material
- Nivel de aislamiento
- Intensidades térmica y dinámica asignadas
- Esquema de conexionado

Ensayos

a) Ensayos de tipo

A efectuar en un transformador de cada tipo. El fabricante podrá presentar protocolos de estos ensayos efectuados sobre un transformador que presente diferencias mínimas.

Estas diferencias deberán ser objeto de acuerdo entre el comprador y el fabricante.

- Ensayos de cortocircuito. Comprobación de las intensidades térmica y dinámica.
- Ensayo de calentamiento
- Ensayo de tensión soportada a impulsos tipo rayo
- Ensayo de tensión soportada bajo lluvia
- Determinación de errores
- Ensayos mecánicos.

b) Ensayos individuales

Se efectuarán individualmente en cada uno de los transformadores

- Verificación del marcado de bornes
- Ensayo de tensión soportada a frecuencia industrial del arrollamiento primario
- Medición de las descargas parciales
- Ensayo de tensión soportada a frecuencia industrial de los arrollamientos secundarios.
- Ensayo de tensión soportada a frecuencia industrial entre secciones, si procede
- Ensayo de sobretensión entre espiras
- Determinación de errores
- Medición de la capacidad y factor de pérdidas dieléctricas.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

c) Ensayos especiales

Estos ensayos se realizarán cuando previamente se hayan acordado con el fabricante.

- Ensayo a impulsos tipo rayo, cortados
- Ensayo a impulsos tipo rayo, cortados múltiples, sobre el arrollamiento primario

Montaje

Se procederá a la situación, nivelación y fijación a los soportes correspondientes y, en donde proceda, se instalarán las conducciones necesarias hasta las cajas de centralización.

2.1.3.3. TRANSFORMADOR DE TENSIÓN INDUCTIVO AT

Los transformadores de tensión inductivos de Alta Tensión estarán de acuerdo con lo indicado en la especificación para Transformadores de Tensión de.

Aislamiento

El material del aislamiento externo será porcelana de color marrón. El aislamiento interno será papel impregnado en aceite.

Distancias de aislamiento

Corresponden a un nivel de polución III fuerte. La distancia al aire entre fase y tierra será tal que cumpla la siguiente condición: El cociente entre la línea de fuga y la distancia al aire entre fase y tierra deberá ser inferior o igual a cuatro.

Dimensiones

Serán las indicadas en cada uno de los documentos de especificación.

Requerimientos mecánicos

Deberá soportar un ensayo de esfuerzo mecánico aplicado en el borne primario, en cualquier dirección, según lo que se indique en el correspondiente documento de especificación.

Bornes

a) Bornes del arrollamiento primario

El borne del arrollamiento primario será un bulón de cobre de 80 mm de longitud y 30 mm de diámetro.

b) Bornes de los arrollamientos secundarios

Los bornes de los arrollamientos secundarios serán de M 8 y capaces de recibir conductores de cobre de hasta 10 mm2, con sus correspondientes terminales de presión.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

Estarán en el interior de una caja de bornes metálica, en la parte inferior de dicha caja habrán tres agujeros de salida para diámetros Pg 16, uno de ellos cegados por tapón y los otros dos provistos de arandelas pasacables, pudiéndose permutar la posición de éstas.

La caja de bornes estará dotada de respiraderos protegidos contra la entrada de insectos, y estará conectada al borne de tierra, de forma que ningún contorneo pueda afectar a los bornes secundarios.

No existirán dispositivos internos para la puesta a tierra de los bornes, lo cual está previsto hacerse exteriormente. En el interior de la caja deberá existir un borne de tierra de M 8, para la puesta a tierra de las pantallas de los cables que se conectarán a los bornes secundarios.

c) Borne de puesta a tierra

El borne de puesta a tierra de la masa metálica del transformador será de M12 y estará identificado de forma inalterable.

Nivel de aceite

Todos los transformadores irán provistos de un dispositivo que permitirá observar el nivel del aceite existente, sin necesidad de retirar de servicio el transformador

Aliviador de sobrepresión interna

Todos los transformadores estarán diseñados de tal forma que de producirse un fallo interno en el aislamiento principal, pueda liberar, hacia arriba, cualquier sobrepresión originada en el interior, evitando la rotura y proyección de la porcelana.

Dispositivo para toma de muestras de aceite

Todos los transformadores dispondrán de un dispositivo que permita la extracción de muestras de aceite. Este dispositivo será del tipo enchufe rápido o similar.

Placa de características

Todos los transformadores deben llevar una placa de características en la que estén grabados de forma inalterable y como mínimo los datos siguientes:

- Nombre del fabricante
- Tipo, número de serie y año de fabricación
- Relaciones de transformación y bornes secundarios correspondientes
- Frecuencia asignada
- Potencias y clases de precisión
- Tensión más elevada para el material
- Nivel de aislamiento
- Factor de tensión
- Potencia límite de calentamiento

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

Ensayos

a) Ensayos de tipo

A efectuar en un transformador de cada tipo. El fabricante podrá presentar protocolos de estos ensayos efectuados sobre un transformador que presente diferencias mínimas. Estas diferencias deberán ser objeto de acuerdo entre el comprador y el fabricante.

- Ensayo de calentamiento
- Ensayo de aptitud para soportar los cortocircuitos
- Ensayo de tensión soportada a impulsos tipo rayo
- Ensayo bajo lluvia (frecuencia industrial)
- Determinación de errores
- Ensayos mecánicos.

b) Ensayos individuales

Se efectuarán en todos los transformadores

- Verificación del marcado de bornes
- Ensayo de tensión soportada a frecuencia industrial del arrollamiento primario
- Ensayo de descargas parciales
- Ensayo de tensión soportada a frecuencia industrial del arrollamiento secundario
- Ensayo de tensión soportada a frecuencia industrial entre secciones
- Determinación de errores.
- Determinación de la intensidad de cortocircuito
- Medición de la capacidad y factor de disipación dieléctrica

c) Ensayos especiales

Estos ensayos se realizarán cuando previamente se hayan acordado con el fabricante.

- Ensayo a impulsos cortados

2.1.3.4. SECCIONADOR AT

Los seccionadores de Alta Tensión estarán de acuerdo con lo indicado en la especificación para Seccionadores.

Aisladores

Los aisladores serán de apoyo cilíndricos, para exterior, de material cerámico color marrón, según UNE 21110.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
TRABAJO Nº : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

Distancias de aislamiento

Corresponden a un nivel de polución III fuerte. La distancia al aire entre fase y tierra será tal que cumpla la siguiente condición: El cociente entre la línea de fuga y la distancia al aire entre fase y tierra deberá ser inferior o igual a cuatro.

Cuchillas y contactos principales

Las cuchillas serán preferentemente, de cobre electrolítico. Los contactos serán de cobre electrolítico y las superficies de contacto deberán tener un recubrimiento de plateado duro de un espesor no inferior a 30 µm.

El resto de partes conductoras de corriente serán de cobre o aleación de cobre.

Los bornes de conexión serán cilíndricos, de aleación de cobre estañado o plateado, de 40 mm de diámetro y 125 mm de longitud, y situados en posición vertical.

Cuchillas de puesta a tierra (si las hay).

Las cuchillas de puesta a tierra deberán soportar los efectos de la intensidad térmica y dinámica de cortocircuito.

Podrán ser de hierro, pero los contactos serán de cobre electrolítico con recubrimiento de plateado duro de un espesor no inferior a 30 µm.

No existirá la posibilidad de que las cuchillas de puesta a tierra puedan cerrarse o abrirse intempestivamente por efectos de la gravedad, vibraciones, etc., aunque las cuchillas principales estén abiertas.

Maniobra

Tanto la maniobra de las cuchillas principales como de las cuchillas de puesta a tierra se realizará de forma simultánea en los tres polos.

Requerimientos mecánicos

Los seccionadores serán capaces de abrir y cerrar sin dificultad, cuando sus bornes estén sometidos, además de los originados por la acción del viento sobre el propio aparato, a los siguientes esfuerzos:

- Esfuerzo longitudinal 1000 N
- Esfuerzo transversal 330 N

Puesta a tierra

El bastidor de cada polo del seccionador estará provisto de un borne de puesta a tierra de M12 como mínimo, identificado de forma inalterable.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

Protección contra la corrosión

Las partes férreas del seccionador estarán protegidas por un recubrimiento de cinc de acuerdo con la Norma UNE 36.310.

La tornillería de medida inferior o igual a M12, será de acero inoxidable, la superior a M12 será de acero cincado en caliente.

Los resortes y elementos auxiliares serán de materiales no oxidables.

Los elementos metálicos en contacto entre sí, serán de naturaleza tal que no se produzca corrosión debida al par galvánico que pueda generarse en presencia de humedad.

Características dimensionales

Las dimensiones y cotas de fijación del seccionador serán indicadas por el fabricante en su oferta.

Placa de características

Todos los seccionadores llevarán una placa de características, que debe ser visible en las posiciones de servicio y montaje normal, en la que figurarán grabadas de forma inalterable los datos siguientes:

- Nombre del fabricante o marca registrada.
- Año de fabricación
- Designación del tipo
- Número de serie
- Tensión asignada
- Tensión soportada asignada a impulsos tipo rayo
- Intensidad asignada en servicio continuo
- Intensidad admisible de corta duración asignada, en cuchillas principales
- Intensidad admisible de corta duración asignada, en cuchillas de puesta a tierra (si las hay).
- Esfuerzos mecánicos asignados sobre los bornes
- Peso por polo

Ensayos

Los ensayos se realizarán según las Normas UNE-EN 60129 y UNE 21139.

a) Ensayos de tipo

Se realizarán sobre un seccionador completo.

Se efectuarán los ensayos indicados en la relación siguiente, siendo suficiente la presentación de un certificado acreditativo de los mismos de haberse realizado en otro seccionador del mismo tipo, en el que conste una descripción de sus características.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

- Examen visual con comprobación de, dimensiones, naturaleza de los materiales utilizados, características constructivas y placa de características.
- Ensayos dieléctricos:
- Tensión soportada a impulsos tipo rayo
- Tensión soportada a frecuencia industrial, bajo lluvia
- Ensayo de endurancia
- Ensayo de calentamiento
- Medición de la resistencia eléctrica del circuito principal
- Ensayo a la intensidad de corta duración admisible y al valor de cresta de la intensidad admisible.

b) Ensayos individuales

Se efectuarán en todos los seccionadores

- Examen visual con comprobación de, dimensiones, naturaleza de los materiales utilizados, características constructivas y placa de características.
- Ensayo de tensión soportada a frecuencia industrial, en seco
- Medición de la resistencia eléctrica del circuito principal
- Ensayo de funcionamiento mecánico

Montaje

Se cuidará especialmente la regulación, ajuste del mando y engrase finales, así como la penetración de las cuchillas.

2.1.3.5. PARARRAYOS AT

Los pararrayos de Alta Tensión estarán de acuerdo con lo indicado en la especificación de para Pararrayos.

Aislamiento

El aislamiento externo estará constituido como máximo, por dos elementos que podrán ser de material cerámico color marrón o goma de silicona.

La sujeción se realizará mediante una base de apoyo suficientemente aislada de tierra para permitir la instalación de un contador de descargas.

Distancias de aislamiento

Corresponden a un nivel de polución III fuerte. La distancia al aire entre fase y tierra será tal que cumpla la siguiente condición: El cociente entre la línea de fuga y la distancia al aire entre fase y tierra deberá ser inferior o igual a cuatro.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

Requerimientos mecánicos

Los pararrayos deben poder soportar una carga estática aplicada a los bornes primarios, en cualquier dirección, según lo dispuesto en el correspondiente documento de especificación.

Protección contra la corrosión

Las partes férreas del pararrayos estarán protegidas por un recubrimiento de cinc de acuerdo con la Norma UNE 36.310.

La tornillería de medida inferior ó igual a M12 será de acero inoxidable, la superior a M12 será de acero cincado en caliente.

Los elementos metálicos en contacto entre sí, serán de naturaleza tal que no se produzca corrosión debida al par galvánico que pueda generarse en presencia de humedad.

Características dimensionales

Las dimensiones, cotas de fijación, tipos y materiales de los bornes de AT y tierra del pararrayos serán indicadas por el fabricante en su oferta

En un pararrayos provisto de este dispositivo el fallo del mismo no deberá provocar la rotura explosiva de la porcelana.

La verificación de su correcta actuación, se realizará en la forma indicada por la Norma UNE-EN 60099

Contador de descargas

El contador de descargas permitirá conocer el número de descargas acumuladas, que se han producido en el pararrayos sobe el cual está conectado.

Placa de Características

Todos los pararrayos llevarán una placa de características, que debe ser visible en las posiciones de servicio y montaje normal, en la que figurarán grabadas de forma inalterable los datos siguientes:

- Nombre del fabricante o marca registrada.
- Año de fabricación
- Designación del tipo
- Número de serie
- Tensión de servicio continuo kV.
- Tensión asignada kV.
- Clase de descarga de línea
- Corriente asignada del limitador de presión (si procede)
- Corriente de descarga nominal kA.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

- Tensión y corriente de referencia Kv
- Esfuerzos mecánicos asignados sobre los bornes daN
- Peso del pararrayos kg

Montaje

Se procederá a la situación, nivelación y fijación a los soportes correspondientes y, en donde proceda, se instalarán las conducciones necesarias hasta las cajas de centralización.

2.1.3.6. TRANSFORMADORES DE POTENCIA

Los transformadores estarán construidos de acuerdo con lo indicado en las Norma UNE-EN 60076, con las peculiaridades y adiciones que se indican en los apartados de este capítulo.

También dicha instalación cumplirá lo indicado en la especificación para Transformadores de Potencia.

El diseño del transformador permitirá, previo vaciado del aceite y levantamiento de las tapas necesarias la inspección y comprobación de los elementos de apriete. Por lo tanto, es necesario que el Fabricante presente una detallada documentación sobre la organización y disposición interior del transformador especialmente en lo referente a la sujeción de los bobinados.

Sus diversos elementos serán intercambiables entre sí en unidades de igual potencia construidas por un mismo Fabricante. Esta condición es también aplicable a las piezas de recambio.

Bastidor

El transformador, con todos sus accesorios, depósitos de expansión incluidos, deberá constituir un conjunto completo e independiente montado sobre un bastidor provisto de ruedas, que pueda desplazarse sobre carriles en dos direcciones perpendiculares.

Las ruedas serán de acero fundido, de una sola pestaña, orientables en dos direcciones a 90º. En dos ruedas se colocarán dispositivo de bloqueo.

En el bastidor se dispondrán cuatro placas de apoyo para la elevación por gatos que permitan el cambio de orientación de las ruedas. La situación relativa de estos apoyos será indicada por el Fabricante. Las ruedas dispondrán de un sistema de sujeción que impida que estas caigan al suelo cuando el transformador sea elevado.

Con el fin de permitir la instalación de una protección de cuba, el transformador deberá quedar aislado de los carriles, mediante la colocación de placas aislantes intercaladas entre la cuba y las ruedas. Estas placas aislantes serán de fibra de vidrio de 10 mm de espesor como mínimo y sobresaldrán 50 mm de la superficie de apoyo. Su parte visible se pintará de color amarillo. El espesor del tubo aislante del perno de fijación de las placas será como mínimo de 10 mm.

La tensión de prueba de este aislamiento será de 10kV, 50 Hz, durante 1 minuto. Estas placas aislantes deberán formar parte del suministro.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

Al objeto de facilitar la evacuación de gases la cuba del transformador deberá quedar instalada de manera que la tapa resulte con una pendiente entre 0,25 y 0,5% en dirección longitudinal, en ascenso hacia el relé Buchholz.

Cuba

Estará construida para soportar el vacío absoluto. La deformación de sus largueros o refuerzos, tanto de la base como de los laterales o de la tapa, no será superior a 5 mm/m. en un hipotético tratamiento de secado bajo vacío.

Se aceptará que para la manipulación de las tapas sea necesario desmontar alguno de los radiadores del transformador.

Con el fin de poder colocar una barandilla de seguridad para la protección del personal en trabajos de mantenimiento sobre el transformador, se dispondrán sobre la tapa unos dispositivos fijados con los propios tornillos de la tapa, separados entre sí una distancia no mayor de 150 cm, que deberán permitir la colocación en ellos de soportes cilíndricos de 25 mm, no incluidos en el suministro.

Todas aquellas oquedades que se localicen debajo de la tapa de la cuba, susceptibles de retener gas, estarán permanentemente comunicadas mediante conductos para purgado permanente. En los casos que ello no fuera posible se aceptará la eliminación de estas oquedades mediante relleno de madera, convenientemente atornillado.

La tornillería de sujeción de los registros será de rosca igual o superior a M10, siendo galvanizada para roscas M12 y de acero inoxidable para M10.

En todas las tapas de registro la tapa quedará a una distancia de la cuba no inferior a 20 mm al objeto de evitar la posible entrada de agua acumulada sobre la tapa del transformador aunque las juntas de las tapas de registro tengan pérdidas de aceite.

Excepto para los acorazados, no se aceptará la ejecución de la cuba tipo campana.

Bornas atravesadoras

Las bornas a instalar serán las que se determinen en las normas UNE-EN 60137 y UNE-EN 50180.

Las bornas de AT tendrán una línea de fuga superior a 25 mm/kV. La disposición de las bornas será sobre la tapa del transformador, con una inclinación máxima de 10 grados en transformadores de tensión igual o inferior a 132 kV. La distancia entre sus ejes será indicada por el Fabricante.

Las distancias de aislamiento en el aire entre puntos en tensión y entre estos y tierra serán efectivas, es decir no se admitirá que las distancias de aislamiento se midan entre ejes de bornas. Deberán satisfacer lo indicado también en la norma UNE-EN 60076-3.

Estas distancias se verán afectadas por la altitud final de la instalación, si esta supera los 1000m de la forma indicada en la misma norma.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº.: VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

La tangente de pérdidas de las bornas será inferior a 0,005. El tapón de vaciado del aceite de las bornas deberá estar precintado y señalizado mediante una indicación en placa metálica indeleble, fijada a la propia borna. Las bornas de AT correspondientes a las fases y neutro para tensiones ⍰⍰123 kV, se suministrarán con toma capacitiva provista de su correspondiente tapón protector. Además se incluirá en el suministro el conector adecuado para la conexión de prueba a dicha toma capacitiva.

Las bornas atravesadoras de AT deberán permitir el montaje de los transformadores de intensidad. El borne y demás elementos externos de conexión, que forman parte de la borna de AT, serán de cobre, plateado ó estañado.

Transformadores de Intensidad

Los transformadores de intensidad serán del tipo toroidal y estarán dispuestos de forma que se pueda acceder a ellos ó sustituirlos sin necesidad de desencubar.

Se instalarán transformadores de intensidad en cada una de las fases de AT. En todos los transformadores de intensidad los bornes P2 se situarán al lado del transformador.

Los transformadores de intensidad toroidales tendrán sus secundarios cableados a las bornes situadas en el interior del armario de control del transformador.

Construcción de arrollamientos y conexiones

A fin de conseguir que la construcción de los arrollamientos se efectúe con determinadas apreciaciones para la calidad y seguridad de la máquina, se tendrá en cuenta lo siguiente:

- Los arrollamientos serán cilíndricos, de cobre electrolítico.
- Todos los tacos de apoyo y cartones de separación utilizados en la construcción de las bobinas estarán sujetos de tal forma que se evite la pérdida de su posición incluso contando con un hipotético aflojamiento.
- Los cartones de separación entre arrollamientos serán suficientemente largos, de forma que sobresaldrán de las mismas, sujetando a todas las espiras firmemente y por igual.
- Las cabezas de los arrollamientos estarán reforzados mediante ataduras de cintas de papel colocadas a tresbolillo, que sujetarán entre sí las galletas o discos extremos.
- La cantidad mínima de galletas a reforzar en cada cabeza será del 5% del total del arrollamiento.
- El sistema de asentamiento de los arrollamientos sobre los tacos aislantes y su apoyo sobre las bridas se efectuará de modo que los esfuerzos resulten distribuidos uniformemente en todo el desarrollo de sus cabezas, incluso en el interior de la ventana del núcleo. Los tacos estarán sujetos mediante mechas para evitar su aflojamiento.
- Las conexiones de toma y las salidas de los arrollamientos quedarán sujetas e inmovilizadas a las espiras o galletas a las que pertenezcan por ataduras formadas con encintado de papel.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

- Los apoyos y soportes aislantes sobre los que se asientan los arrollamientos serán lo suficientemente amplios y robustos para asegurar que con el tiempo no existirán deformaciones.
- Todas las transposiciones y conexiones entre galletas, tanto interiores como exteriores se efectuarán reforzando el aislamiento con cartón de espesor apropiado.
- No se podrá reducir las distancias de aislamiento a masa mediante pantallas de cartón situadas entre la cuba y los arrollamientos al objeto de mejorar las distancias eléctricas a masa, aunque si se admitirán como una medida de seguridad adicional. En casos excepcionales, como en zonas con poco espacio para pasar los cables y en niveles de aislamiento elevado (tensión ⍰⍰220 kV) se aceptará apantallar los cables con barreras de cartón, asegurándose que estén fijadas para evitar desprendimientos.
- El Fabricante presentará un detallado reportaje fotográfico para demostrar que en la construcción de cada arrollamiento han sido tenidos en cuenta todos y cada uno de los detalles constructivos enumerados en este apartado.

Puesta a tierra del núcleo.

El conjunto formado por la parte activa del transformador (núcleo y arrollamientos) deberá permanecer asentado a la cuba completamente aislado de la misma en su parte inferior.

La puesta a tierra del núcleo se efectuará en un cajón, provisto de tapa de registro externa y pasatapas, sobre la tapa del transformador, donde el núcleo y las bridas de apriete se conectarán independientemente, mediante pletinas de cobre, a un mismo taco de cobre soldado a la tapa de la cuba y estarán atornilladas de modo que sea posible su manipulación a través de una tapa de registro, para permitir su desconexión y la comprobación del aislamiento del núcleo a las bridas de apriete y a masa.

Estas conexiones tendrán una sección mayor de 40 mm2 y los tornillos serán de rosca M12 o mayor.

La situación de la tapa de registro en relación con los tornillos de fijación será tal que estos resultarán visibles para que se pueda asegurar que la manipulación de los mismos se efectúa correctamente con seguridad.

Registros para la inspección

Para transformadores de potencia superior a 31,5 MVA, se dispondrá en la cuba una ventana vertical practicable, de tamaño útil mayor de 50x120 cm, para la posible inspección del selector del cambiador de tomas en carga. Para facilitar esta inspección no se dispondrá en esta zona ninguna pantalla que impida la visión directa del selector.

Para la inspección de los arrollamientos, conexiones y sistemas de apriete de los transformadores cuya cuba lo permita, se dispondrán ventanas practicables en la parte superior de los laterales de mayor dimensión. Estas ventanas tendrán una dimensión útil de 45 cm como mínimo. La separación mínima entre la superficie de los registros y los radiadores será mayor de 45cm. Para transformadores de potencia menor a 31,5 MVA, estos registros podrán ser de dimensiones más reducidas.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº.: VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

Con el fin de evitar que el agua pueda filtrarse por la junta de los registros, la parte inferior de las tapas no estarán al mismo nivel que la tapa de la cuba, deberán ubicarse sobre unos rebordes de al menos 20 mm de altura.

La fijación de las tapas registro se efectuarán siempre con tornillería galvanizada, no aceptándose la fijación con espárragos soldados y tuercas.

Depósitos de expansión

Los depósitos de expansión principal y del cambiador de tomas serán independientes aunque el segundo podrá formar cuerpo adosado al principal. Existirán por lo tanto dos desecadores de silicagel, dos tapones de llenado y dos tubos con su correspondiente válvula esférica para vaciado tipo DN25, que se situarán a la altura de un hombre. Las paredes laterales del depósito serán desmontables para facilitar su revisión y limpieza.

En los tubos que comunicarán cada depósito a la cuba se dispondrán válvulas paso de aceite, de tipo esférica, para evitar tener que vaciar el aceite cuando deba manipularse en el interior de la cuba.

En los depósitos de expansión se dispondrán: indicador de nivel de aceite de tipo magnético con contactos de nivel mínimo y máximo, tapón de llenado, tubo de entrada de aire a través de un desecador y tubo de vaciado con válvula, situada a la altura del hombre. A cada lado del conservador, debajo del nivel magnético, se dispondrán pasamanos horizontales soldados para facilitar el enganche de una escalera de modo que desde la misma sea posible la comprobación de cada nivel magnético.

Radiadores

Cuando el total de radiadores para la refrigeración del aceite, sea menor o igual a seis, estos podrán ir en un solo grupo, preferentemente en el lado de A.T., si el número es mayor se montarán distribuidos en los dos laterales de mayor dimensión de la cuba.

Deberán poderse separar fácilmente de ésta y no sobrepasarán el plano superior de la tapa.

Se preverán válvulas adecuadas no soldadas a la cuba para poder retirar los radiadores sin vaciar el aceite del transformador. La manecilla de accionamiento de estas válvulas permitirá, por su posición relativa longitudinal al colector o transversal al mismo, la identificación lógica de abierta o cerrada.

Estas válvulas llevarán una indicación clara de la posición "ABIERTA" y "CERRADA". En caso de que por su forma constructiva eso no fuese posible se aceptará que esta indicación conste en placas situadas en lugar visible en la parte superior e inferior de cada batería de radiadores.

Cada radiador dispondrá de los cáncamos necesarios para su izado y llevará un tapón de vaciado en su parte inferior y otro de purgado de aire en su parte superior.

En los colectores de entrada y salida de dos radiadores situados a un mismo lado de la cuba se dispondrán vainas termopozo para la medición de la temperatura durante el ensayo de calentamiento.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

Los radiadores deberán soportar los mismos esfuerzos indicados para la cuba en el apartado anterior.

La chapa utilizada será de la mejor calidad y su espesor, especialmente en las zonas de dobleces, curvaturas y embutidos, no será inferior a 1 mm El tratamiento de superficie exterior de los radiadores será mediante cincado en caliente de acuerdo con la Norma UNE 37507 “Recubrimientos galvanizados en caliente de tornillería y otros elementos de fijación” y pintados según 5.13.

Se tendrá en cuenta al estudiar la superficie de refrigeración, que el transformador se dispondrá, para limitar los efectos de un posible incendio, en celdas de mampostería formadas, habitualmente, por dos paredes laterales.

Los radiadores dispondrán de los elementos necesarios para permitir, si así se solicita, la instalación de una protección antipájaros.

Ventiladores

El número de ventiladores y el caudal total de la refrigeración serán definidos por el Fabricante, pero en cualquier caso nunca será inferior a dos.

Los motores de los ventiladores serán trifásicos, y deberán poderse alimentar indistintamente a 230 ó 400V, 50 Hz, y deberán poder funcionar correctamente entre los límites de tensiones +-15% y entre los límites de frecuencia de 49 y 51 Hz.

El valor de la tensión asignada dependerá del lugar de instalación. Al adjudicar el pedido se definirá la tensión de alimentación definitiva.

El circuito de control del equipo de refrigeración estará previsto para funcionamiento en modo automático y manual, que podrá seleccionarse por medio de un interruptor de control (IC) situado en el armario del transformador.

Este selector tendrá las siguientes posiciones:

- Automático
- Manual – local
- Fuera de servicio (con indicación)

En el modo manual-local, se podrá realizar el mando desde el armario del transformador mediante pulsadores.

El arranque y paro de los ventiladores deberá ser gobernado por la temperatura del transformador, mediante un termómetro de tipo intemperie, cuyo bulbo se situará en el punto más caliente del aceite. Cuando el aceite alcance una temperatura de 65ºC, se pondrán en marcha automáticamente los motoventiladores y continuarán funcionando hasta que la temperatura del aceite se haya reducido a 55ºC, en cuyo instante se detendrán.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

Los circuitos eléctricos de los motoventiladores deberán protegerse con guardamotores provistos de protecciones térmicas y electromagnéticas con contactos de señalización, sin que se intercalen fusibles. El ajuste de estos elementos se efectuará a un valor de 1,3 veces la corriente real de los motores.

El equipo de mando de los ventiladores funcionará a 230 V, 50 Hz, conectándose entre fases o entre fase y neutro, según sea la tensión de alimentación de los motoventiladores, de 230 V o 400V.

Los motores de los ventiladores estarán protegidos, como mínimo, mediante un grado de protección IP2. Según norma UNE 20-324.

Cuando los ventiladores se instalen la parte inferior de los radiadores, se afianzarán sobre soportes fijados directamente a la cuba, y resultarán por lo tanto totalmente independientes de los radiadores. Tanto en instalación para soplado vertical u horizontal, las aspas irán provistas de rejillas que impidan el contracto involuntario de las manos.

Armarios de circuitos de control

El transformador dispondrá de dos armarios, uno para el accionamiento del cambiador de tomas y otro para el control de ventiladores y final de bornas.

Las condiciones comunes a ambos armarios serán:

- Estarán protegidos contra el polvo y los chorros de agua, con un grado de protección IP54X según norma UNE 20-324.
- Irán provistos de alumbrado y protección magnetotérmica que se conectará al abrir cualquiera de las puertas, y dispondrá de calefacción con termostato para evitar condensaciones, funcionando a 230V, 50Hz. También se colocará una toma monofásica para 230V, 10A, con toma de tierra.
- Cada armario y su puerta deberán conectarse a tierra a través de una trenza flexible de cobre con una sección mínima de 60 mm2.
- La altura del plano medio de los armarios sobre el suelo será de 1,60 m.
- Los armarios estarán montados sobre tacos de goma o silentblocs, no sometidos a esfuerzos laterales.
- Los dos armarios estarán protegidos, exterior e interiormente, mediante pintado, siendo además la pintura de acabado idéntica a la del resto del transformador.
- Para la interconexión entre los armarios y los diferentes accesorios del transformador se realizará mediante cables multipolares independientes.
- Su fijación se efectuará agrupándolos en un único mazo mediante abrazaderas de material aislante, sujetándolos a elementos previamente fijados o soldados al transformador, resistentes a la intemperie.
- No se aceptará que los cables transcurran por el interior de canaletas o tubos y su recorrido por encima de la tapa del transformador será el mínimo necesario.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

- Los armarios dispondrán de resistencias de calefacción y termostatos que funcionarán, en combinación con el estado del interruptor de A.T.(cerrado o abierto), para evitar condensaciones en su interior. La alimentación eléctrica de estos elementos procederá de la caja de elementos auxiliares del transformador.
- La temperatura máxima de la resistencia no superará los 50 ºC.

Armario de accionamiento del cambiador de tomas

El accionamiento del mando del cambiador de tomas podrá realizarse a mano y eléctricamente desde el propio transformado.

El accionamiento eléctrico será mediante motor trifásico, alimentado a 230V, 50Hz, debiendo funcionar correctamente entre los límites de tensión ⍰15% y entre los límites de frecuencia de 46 y 51 Hz. Este motor podrá conectarse en estrella para ser alimentado a 400 V.

El circuito eléctrico estará protegido mediante guardamotor con protección térmica y electromagnética y provisto de contactos de señalización, sin que se intercalen fusibles. El ajuste del guardamotor se efectuará a un valor de 1,3 veces el valor de la corriente real del motor.

Dispondrá de un sistema de bloqueo eléctrico del funcionamiento del motor, para el caso de sentido de sucesión de fases de la tensión de alimentación incorrecta.

Dispondrá de dos tambores de contactos con sus terminales conectados a la regleta de bornes, el primero para la indicación a distancia de la posición del cambiador de tomas y el segundo para la posible utilización de marcha en paralelo con otro transformador.

Dispondrá de un contador del número de maniobras efectuadas por el cambiador tanto manual como a distancia y de la posibilidad de efectuar el paro de la maniobra local, una vez la misma haya sido iniciada.

El cambio de posición del cambiador de tomas se efectuará mediante el cierre momentáneo de un circuito a través de un pulsador. El mantener permanentemente una orden no ha de ser causa de que el mecanismo adelante o retroceda más de un paso.

Armario control ventilación y final de bornes.

En este armario se recogerán todos los circuitos: secundarios de los transformadores de intensidad, ventilación, cambiador de tomas y protecciones propias. La salida de los circuitos se efectuara por la parte inferior del armario mediante prensaestopas de forma que queden protegidos de la lluvia.

Los contactos de los dispositivos de protección y señalización cumplirán con la norma UNE-EN 60947 y tendrán las siguientes características eléctricas:

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

Designación	N300
Categoría de empleo	DC-13
Corriente térmica convencional	10 A
Corriente admisible de corta duración	80 A, 1s
Corriente de empleo asignada	2.2 A
Tensión de empleo asignada	125 Vcc
Tensión soportada respecto a masa y entre sí	2000 V, 50 Hz, 1 min.
Tensión soportada entre bornes de un mismo contacto abierto	1000 V, 50 Hz, 1 min.

En el interior del armario se instalará una caja codificadora binaria para la indicación a distancia de la posición del cambiador de tomas. Se incluye el suministro, montaje y conexionado.

Pintura

El procedimiento a seguir para el tratamiento de superficies y la aplicación posterior de la pintura, será el establecido en la norma UNE 20-175 "Sistema de pintado para transformadores de potencia".

El color del acabado será gris de designación S 4502-Y, según la norma UNE 48 – 103 - 94, que corresponde al color RAL 7030.

Una vez situado el transformador en su lugar de instalación, se procederá a un repaso de la pintura, a fin de reparar los posibles desperfectos producidos durante el transporte y el montaje.

Aceite

El aceite empleado será exclusivamente aceite mineral no inhibido, sin mezclas de productos de síntesis, tales como alquibencenos o similares, y deberá cumplir las condiciones establecidas en la norma UNE 21320 (parte 5) clase II y norma IEC 60296.

Placas de características

Todas las placas de características serán de acero inoxidable, con espesor mínimo de 0,8 mm, debiéndose realizar las indicaciones mediante grabado en hueco o en relieve, con una profundidad no inferior a 0,2 mm.

a) Placa de características del transformador

Los transformadores objeto de esta norma llevarán una placa de características, en la que las indicaciones serán fácilmente legibles por una persona situada de pie en el plano de rodadura del transformador.

La placa contendrá los conceptos indicados a continuación:

- Nombre del Fabricante.
- Transformador trifásico/monofásico en baño de aceite

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

- Tipo de transformador.
- Número de fabricación.
- Año de fabricación.
- Nivel de aislamiento de los arrollamientos con la nomenclatura normalizada.
- Potencia asignada en MVA con refrigeración ONAF/OFAF.
- Potencia asignada en MVA con refrigeración ONAN.
- Sistema de refrigeración.
- Frecuencia asignada
- Tensiones asignadas en arrollamientos de AT.
- Tensiones asignadas en arrollamientos de MT.
- Tensiones de ensayo a impulso tipo rayo y soportada a frecuencia industrial de cada arrollamiento.
- Elevación media de temperatura en el cobre.
- Elevación de temperatura del punto más caliente de los arrollamientos.
- Elevación de temperatura en el aceite superior.
- Tensiones de cortocircuito en las posiciones central y extremas.
- Grupos de conexión.
- Nivel de ruido: presión acústica, en dB(A)
- Marca y tipo de aceite.
- Esquema de conexiones, con el dibujo completo de las conexiones en una columna que permita la fácil interpretación del funcionamiento del cambiador de tomas, e indicación de la posición del mando y del selector del cambiador de tomas en la que se obtienen las diferentes tensiones.
- Relación y características de los TI toroidales instalados en las bornas de AT para medida y protección.
- Peso a desencubar.
- Peso de la cuba con los accesorios.
- Peso del aceite.
- Peso total del transformador, lleno de aceite, dispuesto para entrar en servicio.
- Peso indivisible del transformador dispuesto para el transporte.
- En la placa se dispondrá un cuadro en forma de tabla de columnas donde se recogerán los siguientes datos entre sí relacionados:
- Diagrama vectorial del arrollamiento de AT.
- Posición del mando (con todas las posiciones).
- Posición del selector en todas las posiciones indicadas por el mando.
- Posición del preselector en todas las posiciones indicadas.
- Tensiones del arrollamiento AT en todas las posiciones, a la potencia asignada.
- Corrientes asignadas en todas las posiciones, a la potencia asignada.
- Tensión asignada de la MT.
- Corriente asignada de la MT.
- Diagrama vectorial del arrollamiento MT.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

- Marcas de las bornas MT. Puentes a realizar para conseguir el grupo de conexión y la indicación de las bornas a las cuales deberán conectarse las conexiones exteriores.

Otras indicaciones que se incluirán en mayúsculas:

"TODAS LAS TENSIONES SE ENTIENDEN EN VACIO"

"ESTE TRANSFORMADOR PUEDE SER SOBREEXCITADO EN UN 10%" "TRANSFORMADOR PREVISTO PARA SOPORTAR EL VACIO ABSOLUTO"

Dado que algunos de estos datos se conocerán de forma definitiva después de los ensayos, a efectos de diseño se suministrará a la Propiedad un dibujo provisional de la placa con todos los datos inicialmente supuestos.

b) Placas de accesorios.

Para identificar correctamente los accesorios se dispondrán, además, las siguientes placas de datos:

a) En la parte exterior del armario de accionamiento del cambiador de tomas: Placa con las características del mando, motor y cambiador de tomas (corriente, tensión, valor de cada resistencia de conmutación y número de estas en paralelo).

b) En la proximidad de los motoventiladores: Placa fácilmente legibles con caracteres de aproximadamente 40 mm de altura, con la misma identificación que los magnetotérmicos correspondientes "S2, S3, S4...".

c) En los motoventiladores: Placa de características que incluirá la marca tipo, tensiones, consumos de corriente, caudales de aire y nivel de ruidos (presión acústica).

d) En el relé Buchhölz: Placa con sus características, diámetro, velocidad del aceite que provoca el cierre del contacto de disparo, datos de los contactos, marca, tipo y número de fabricación.

e) En las válvulas de lenteja de los radiadores se colocarán las placas mencionadas en el apartado correspondiente de este Pliego.

f) En cada una de los accesorios (válvulas, termómetros, etc...) se colocará una placa con el texto explicativo de la función que realiza o del fin para el cual ha sido instalada.

g) En las proximidades del termómetro se colocará una placa donde se indicarán los valores de ajuste para el arranque y paro de la ventilación y los correspondientes a la alarma y disparo.

c) Estos valores serán:

h) En las proximidades de la tapa registro de la puesta a tierra del núcleo: Placa con el texto explicativo de la función.

i) Junto al equipo de recogida de gases: Placa, tamaño DIN A5 con el esquema de los conductos y espitas, identificando cada una de las espitas, y con una leyenda con las indicaciones siguientes:

j) En las proximidades del desecador de silicagel: Placa conteniendo una indicación similar a la siguiente:

- "Peso aproximado de la carga de silicagel kg."

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

- "Sustituir el silicagel cuando cambie a "

k) Adosadas a los laterales del depósito de expansión y de forma que sean legibles desde el suelo, se colocarán dos placas con las siguientes indicaciones:
   - Aceite depósito expansión principal.
   - Aceite deposito conmutador.

l) En cada una de las tapas de registro se colocará una placa con indicación de la función para la cual ha sido instalada.

Ensayos.

Se realizarán en Fábrica los siguientes ensayos con el transformador montado y completamente terminado. Se aplicarán los siguientes ensayos:

Ensayos obligatorios a realizar en todas las máquinas

a) Medida de la resistencia de los arrollamientos, en todas las posiciones del cambiador de tomas, referida a 75ºC.
b) Medida de la relación de transformación y verificación del acoplamiento.
c) Medida de la impedancia de cortocircuito y medida de las pérdidas en el cobre y adicionales a plena carga en las posiciones centrales y extremas, referidas a 75 ºC.
d) Medida de las pérdidas en vacío al 90%, 100 %, 110% y 115 % de la tensión asignada. Medida de la intensidad de vacío en las mismas condiciones.
e) Ensayos dieléctricos, según tabla a todos los arrollamientos, incluidos los neutros.

Clase de arrollamiento	Tensión más elevada para el material Um kV	Ensayos				
		Impulso tipo rayo (IR)	Impulso tipo maniobra (IM)	Larga duración con CA (CALD)	Corta duración con CA (CACD)	Tensión aplicada con CA
Aislamiento uniforme	*Um* £ 72,5	Individual	No aplicable	No aplicable	Individual	Individual
Aislamiento uniforme y no uniforme	*72,5 < Um £ 170*	Individual	No aplicable	Especial	Individual	Individual
	170 < Um < 300	Individual	Individual (Nota)	Individual	Especial (Nota)	Individual
	Um ³ 300	Individual	Individual	Individual	Especial	Individual
***NOTA** -Si se especifica un ensayo con CACD no se requiere el ensayo con IM. Esto debe establecerse claramente en la petición de oferta.*						

f) Ensayos en los cambiadores de tomas de regulación en carga, según apartado 10.8 de la UNE-EN 60076-1. Se comprobará que el dispositivo delcambiador de tomas en carga no pueda quedar entre dos posiciones, incluso faltando corriente de alimentación para su funcionamiento.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

Se comprobará que el tiempo necesario para pasar de un escalón al contiguo, sea el indicado en el Cuestionario del ANEXO 1, a cumplimentar por el Fabricante. Igualmente se comprobará que en la marcha paso a paso, que el mando del conmutador se pare exactamente en la posición deseada, incluso si se continúa apretando sobre el botón de maniobra, que el mando manual no pueda ser utilizado a la vez que el eléctrico y que todas las señalizaciones funcionen correctamente. Asimismo, se comprobará el funcionamiento del relé de bloqueo en caso de secuencia de fases inapropiada.

g) Medida de la(s) impedancia(s) homopolar(es) en las posiciones media y extremas.

h) Medida de la resistencia del aislamiento respecto a tierra de los arrollamientos, y medida del factor de disipación de las capacidades del sistema de aislamiento de los arrollamiento y de las bornas AT a la tensión de 2 y 10 kV (Estos son valores de referencia para comparación con medidas que se efectuarán posteriormente "in situ".)

i) Ensayo dieléctrico de los circuitos auxiliares

Ensayos a realizar por proyecto idéntico.

Se realizarán en uno de cada cinco transformadores, por proveedor y con un mínimo de uno.

a) Ensayos de calentamiento en la posición más desfavorable. Según EN 60076-2. Cuando se suministren varias unidades con idénticas características solo será necesario realizar este ensayo en una de ellas.

b) Determinación del nivel de ruido. La medida del nivel de ruido, se hará de acuerdo con la Norma UNE-EN 60076-10. Para la realización de este ensayo se requiere que el nivel de ruido ambiente (presión acústica) sea inferior en más de 3 db(A) al nivel de ruido del transformador en funcionamiento ONAN.

c) Medida de la potencia absorbida por los motores de bombas de aceite y de ventiladores

Ensayos especiales

a) Ensayos dieléctricos especiales. Según lo establecido en la tabla de acuerdo con los valores indicados en este documento.

b) Resistencia a los cortocircuitos exteriores. El Fabricante deberá justificar, mediante cálculos justificativos que el transformador es capaz de soportar las solicitaciones establecidas.

c) Medida de los armónicos de la corriente en vacío. Se medirán en todas las fases y la amplitud de los armónicos se expresará en tanto por ciento de la componente fundamental.

Las mediciones serán realizadas con multímetro digital y con transformadores de medida de una precisión tal que no requieran ninguna posterior corrección de resultados. El Fabricante deberá presentar la correspondiente certificación oficial acreditativa del comportamiento de sus equipos, de acuerdo con las directrices del apartado 4.11 de la Norma ISO 9001 y requisitos específicos de la CEI 606.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

Condiciones de aceptación o rechazo.

En función de las desviaciones de los valores obtenidos en relación con los ofertados, las máquinas podrán ser aceptadas, aceptadas con la imposición de una penalización o rechazadas. En los subapartados siguientes se establecen las tolerancias para la aceptación y las fórmulas y límites de aplicación de las penalizaciones a aplicar en su caso.

a) Relación de transformación.
   Tolerancia de ± 0,5% del valor especificado.
   Rechazo para valores fuera de tolerancia
b) Pérdidas en vacío.
   Aceptación: Valor inferior al garantizado.
   Rechazo: Valor superior al 110% del valor garantizado.
c) Perdidas en cortocircuito
   Aceptación: Valor de las perdidas en cortocircuito a 75ºC, en la toma central y en sus extremos inferior al garantizado.
   Rechazo: Valor superior al 110% del garantizado.
d) Pérdidas totales
   Los transformadores podrán ser rechazados si las pérdidas totales, las correspondientes a vacío y a cortocircuito, superan el 110% del valor garantizado en las tomas centrales y extremas.
e) Corriente de vacío.
   Tolerancia del +20% del valor garantizado a la tensión asignada y 0% del valor garantizado al 1,1 de la tensión asignada.
   Rechazo para valores superiores a la tolerancia.
f) Tensión de cortocircuito.
   Según norma UNE 60067-1, tabla tolerancias.
   Rechazo para valores superiores a la tolerancia.
g) Calentamiento.
   Tolerancia nula por encima del valor estipulado
   Rechazo para valores superiores a la tolerancia.
h) Nivel de ruido.
   Tolerancia nula por encima del valor estipulado
   Rechazo para valores superiores a lo solicitado.
i) Factor de perdidas dieléctricas (tgd) de los arrollamientos y de las bornas.
   No se aceptará por encima de 0,005, a 20 ºC
   Rechazo para valores superiores a los indicados.

2.1.3.7. EMBARRADOS Y CONEXIONES

Los embarrados de cable se ejecutarán realizando un tramo de muestra de cada vano tipo, con arreglo a las tablas de tendido. Luego se montarán en el suelo todos los tramos, izándolos y regulándolos posteriormente.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

Los embarrados de tubo se prepararán y ejecutarán en suelo incluyendo el doblado con máquina, entronques si son necesarios y taladros. En el caso de los tubos de aluminio, se prevé un equipo de soldadura para la unión de las palas de conexión. Posteriormente se izarán y montarán los diferentes tramos.

2.1.4. INSTALACIÓN DE MEDIA TENSIÓN

2.1.4.1. CELDAS PREFABRICADAS

Las celdas prefabricadas se ajustarán a las Normas UNE 20099, IEC 298 segunda edición, “Aparellaje bajo envolvente metálica para corriente alterna de tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores o iguales a 36 kV”, a las Recomendaciones UNESA correspondientes.

Estarán diseñadas para su utilización en interior con las siguientes condiciones de servicio:

- Máxima temperatura ambiente: 40º C.
- Mínima temperatura ambiente: - 5º C.
- Aire del recinto exento de polvo, humo, gases o vapores inflamables.
- Se construirán a base de chapa de acero de alta calidad, plegada, de forma que el conjunto sea mecánicamente resistente frente a los esfuerzos originados por las vibraciones normales de operación (interruptores automáticos) y por las fuerzas electrodinámicas (cortocircuitos). Además, la chapa debe ser sometida a un tratamiento sucesivo de:
- Desengrasado alcalino por inmersión en baño caliente, a fin de eliminar grasas y aceites de la superficie del metal.
- Fosfatación amorfa.
- Pasivado crómico.
- Secado.
- Pintado.

Las puertas de las mismas permitirán la manipulación, montaje y desmontaje del aparellaje.

Deberán estar diseñadas para soportar, sin deformación, los efectos explosivos de un cortocircuito en el interior de la celda.

La observación directa del estado de conexión del aparellaje se realizará a través de una mirilla protegida por una placa de adecuado grado de protección frente al impacto.

Deberán disponerse los enclavamientos adecuados para efectuar o impedir las maniobras de los diferentes elementos integrantes de la celda (interruptores, seccionadores, rejillas, puertas, etc.)

Estas celdas dispondrán de los siguientes enclavamientos:

- Cualquier maniobra a realizar en el interruptor o seccionador de puesta a tierra sólo podrá efectuarse con la puerta cerrada.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

- Imposibilidad de tener cerrados simultáneamente el interruptor y el seccionador de puesta a tierra.
- Para acceder al interior de la celda será necesario tener el seccionador de puesta a tierra, cuyo accionamiento desbloqueará la puerta y el aislamiento entre el cubículo del interruptor y el de barras generales.

Tras las puertas deberán disponerse rejillas de protección contra contactos accidentales y que sirvan como pantallas electrostáticas. Estos elementos serán puestos a tierra.

Así mismo, como complemento de seguridad, deberá colocarse una tapa de expansión en el techo de las celdas para permitir la posible salida de gases (de cortocircuitos) y la evacuación de sobrepresiones, a fin de que el personal quede totalmente protegido.

2.1.4.2. TRANSOFMADORES BT/MT

Serán del tipo seco encapsulados de acuerdo a las normas UNE 20178, UNE 21538 y CEI 726, así como UNE 20182 y CEI 76. Sus características deberán responder a las estipulaciones de la Memoria del Proyecto.

2.1.4.3. CABLES RED SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN

Cumplirán los requisitos de la Norma IEC 60502 para “Cables de transporte de energía aislados con dieléctricos secos extruidos para tensiones nominales de 1 a 33 kV”, las recomendaciones UNESA 3305, la norma UNE HD 620.

Los conductores estarán constituidos por cuerdas redondas compactadas de aluminio o cobre recocido.

El conductor irá recubierto de una primera capa semiconductora cuya misión es la de impedir la ionización del aire que se encuentra confinado entre el conductor metálico y el material aislante, así como la de mejorar la distribución del campo eléctrico en la superficie del conductor.

Sobre esta primera capa semiconductora se coloca la capa de aislamiento de polietileno reticulado. Se trata de un material termoestable que presenta una muy buena rigidez dieléctrica, bajo factor de pérdidas y una excelente resistencia de aislamiento.

Sobre el aislamiento se coloca una segunda capa semiconductora y sobre ésta una pantalla metálica que desempeña las misiones siguientes:

- Confinar el campo eléctrico en el interior del cable.
- Lograr una distribución simétrica y radial del esfuerzo eléctrico en el aislamiento.
- Limitar la influencia mutua entre cables eléctricos próximos.
- Reducir el peligro de electrocuciones.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº.: VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

Finalmente se coloca la cubierta exterior de material termoplástico según UNE 3305 C. Este material conjuga una gran resistencia y flexibilidad a bajas temperaturas, con una elevada resistencia al desgarro y a la deformación en caliente y una muy baja permeabilidad al agua.

2.1.5. INSTALACIÓN DE BAJA TENSIÓN

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

2.1.5.1. CONDUCTORES

Los conductores serán aislados de cobre y estarán aislados con materias plásticas o elastómeros adecuadas.

Estarán, además, debidamente protegidos contra la corrosión, tendrán resistencia mecánica suficiente para soportar los esfuerzos a que puedan estar sometidos y cumplirán con la norma UNE 21024.

Los conductores serán generalmente unipolares y su tensión nominal no será inferior a 1.000 voltios.

La sección de estos conductores será la adecuada a las intensidades previstas.

2.1.5.2. MONTAJE Y CONDICIONES GENERALES

- Todos los materiales a emplear serán de primera calidad, acordes con las características reglamentarias.
- El aislamiento entre conductores, y entre éstos y tierra, deberá tener una resistencia de 500 k□ como mínimo.
- Todos los conductores irán timbrados y con colores normalizados.
- Terminada la instalación, se someterá ésta a las pruebas reglamentarias en presencia del Director de Obra.

2.1.6. INSTALACIÓN DE RED DE TIERRAS

La instalación deberá realizarse de acuerdo con las especificaciones para Ejecución de Redes de Tierras.

2.1.7. INSTALACIÓN DE PROTECIÓN Y CONTROL

La instalación de Protección y Control deberá cumplir con las especificaciones para este tipo de instalaciones.

2.1.8. INSTALACIÓN DE MEDIDA

La instalación deberá realizarse de acuerdo con las especificaciones para Equipos de Medida de Energía Eléctrica.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

2.1.9. INSTALACIÓN DE ALIMENTACIÓN EN CC

La instalación cumplirá lo indicado en las especificaciones.

2.1.10. INSTALACIÓN DE GRUPO ELECTÓGENO

La instalación cumplirá lo indicado en la especificación sobre el Suministro de Grupo Electrógeno de Emergencia.

2.1.11. ENSAYOS Y PRRUEBAS

Todos los materiales eléctricos deberán ser suministrados con los correspondientes certificados de haber superado los ensayos y pruebas de acuerdo a la normativa de aplicación en cada caso. No obstante, el Director de Obra podrá ordenar cuantos ensayos y pruebas complementarios estime conveniente, considerándose que le coste de estas pruebas está incluido en el precio unitario, hasta un límite del 1% del presupuesto de adjudicación.

2.2. OBRA CIVIL

2.2.1. DESPEJE Y DESBROCE DEL TERRENO

2.2.1.1. DEFINICIÓN Y ALCANCE

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

Esta unidad de obra incluye:

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

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

2.2.1.2. EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

La ejecución de las obras se realizará según lo dispuesto al respecto en el artículo 300 del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes (PG-3/75) del M.O.P.T.

2.2.1.3. MEDICION Y ABONO

Esta unidad de obra se medirá y abonará por metros cúbicos (m3) realmente ejecutados, medidos sobre el plano que conforma el terreno.

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

2.2.2. BASE

2.2.2.1. DEFINICIÓN

Se define como base la capa de material granular que conforma el firme. Está formada básicamente por zahorra artificial.

Se presentarán los ensayos de las zahorras, así como su procedencia y características para su aprobación por el CONTRATANTE con anterioridad a su empleo. Durante su utilización se realizarán ensayos de caracterización para comprobar que no cambien sus características.

La partida de zahorra está incluida en la definición de las unidades de caminos y plataformas, llevarán repercutidos la parte proporcional de ejecución, colocación y compactación de zahorra.

Si no se especifica otra unidad de medida, la zahorra se medirá por metros cúbicos (m^3) realmente ejecutados, medidos con arreglo a las secciones-tipo señaladas en los planos.

2.2.2.2. MATERIALES

Características generales

Los materiales de la subbase procederán de graveras o depósitos naturales, suelos naturales o una mezcla de ambos. En general serán materiales locales, exentos de arcilla, marga u otras materias extrañas. No serán susceptibles de ningún tipo de meteorización o de alteración física o química apreciables bajo las condiciones más desfavorables que, presumiblemente, puedan darse en el lugar de empleo. Tampoco podrán dar origen con el agua a disoluciones que puedan causar daños a estructuras o a otras capas del firme, o de contaminar el suelo o las corrientes de agua.

El Director de las Obras podrá fijar especificaciones adicionales cuando se vayan a emplear materiales cuya naturaleza o procedencia así lo requiriesen.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

Composición química

El contenido ponderal de compuestos de azufre totales (expresados en SO3), determinado según la UNE-EN 1744-1, será inferior al uno por ciento (1,0 %).

Limpieza

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

El equivalente de arena, según la UNE-EN 933-8, del material de la subbase será superior a 25.

Plasticidad

Podrán admitirse los siguientes valores:

- Límite líquido inferior a 30 según UNE 103103
- Índice de plasticidad inferior a 10 según UNE 103103 y UNE 103104

Composición granulométrica

la granulometría del material, según la UNE-EN 933-1, deberá estar comprendida dentro de alguno de los usos indicados en la siguiente tabla:

TIPO DE ZAHORRA (*)	ABERTURA DE LOS TAMICES UNE-EN 933-2 (mm)									
	40	32	20	12,5	8	4	2	0,500	0,250	0,063
ZA 0/32	100	88-100	65-90	52-76	40-63	26-45	15-32	7-21	4-16	0-9
ZA 0/20	-	100	75-100	60-86	45-73	31-54	20-40	9-24	5-18	0-9
ZAD 0/20(**)	-	100	65-100	47-78	30-58	14-37	0-15	0-6	0-4	0-2

(*) La designación del tipo de zahorra se hace en función del tamaño máximo nominal, que se define como la abertura del primer tamiz que retiene más de un diez por ciento en masa.

(**) Tipo denominado zahorra drenante, utilizado en aplicaciones específicas.

En todos los casos, el cernido por el tamiz 0,063 mm (norma UNE-EN 933-2) será menor que los dos tercios (< 2/3) del cernido por el tamiz 0,250 mm (norma UNE-EN 933-2).

2.2.2.3. EQUIPO NECESARIO PARA LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

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

El Director de las Obras deberá fijar y aprobar los equipos de extensión de la base, de modo que se garantice un reparto homogéneo y uniforme del material.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

Las anchuras mínima y máxima de extensión se fijarán por el Director de las Obras.

Todos los compactadores deberán ser autopropulsados y tener inversores del sentido de la marcha de acción suave. El equipo de compactación deberá estar compuesto como mínimo por un (1) compactador vibratorio de rodillos metálicos. Los compactadores con rodillos metálicos no presentarán surcos ni irregularidades en ellos.

El Director de las Obras aprobará el equipo de compactación que se vaya a emplear, su composición y las características de cada uno de sus elementos, que serán los necesarios para conseguir una compacidad adecuada y homogénea de la base en todo su espesor, sin producir roturas del material granular ni arrollamientos.

En los lugares inaccesibles para los equipos de compactación convencionales, se emplearán otros de tamaño y diseño adecuados para la labor que se pretenda realizar.

2.2.2.4. EJECUCIÓN DE LAS OBAS

Se comprobarán la regularidad y el estado de la superficie sobre la que se vaya a extender la subbase. El Director de las Obras indicará las medidas encaminadas a restablecer una regularidad superficial aceptable y, en su caso, a reparar las zonas deficientes.

Una vez aceptada la superficie de asiento se procederá a la extensión de la base, en tongadas de espesor no superior a cuarenta centímetros (30 cm), tomando las precauciones necesarias para evitar segregaciones y contaminaciones. Todas las operaciones de aportación de agua deberán tener lugar antes de iniciar la compactación. Después, la única admisible será la destinada a lograr, en superficie, la humedad necesaria para la ejecución de la tongada siguiente.

La compactación se realizará de manera continua y sistemática. Si la extensión de la base se realiza por franjas, al compactar una de ellas se ampliará la zona de compactación para que incluya al menos quince centímetros (15 cm) de la anterior.

Las zonas que, por su reducida extensión, pendiente o proximidad a obras de paso o de desagüe, muros o estructuras, no permitan el empleo del equipo que normalmente se esté utilizando, se compactarán con medios adecuados, de forma que las densidades que se alcancen no resulten inferiores a las exigidas en el resto de la tongada.

2.2.2.5. ESPECIFICACIONES DE LA UNIDAD TERMINADA

La compactación de la base deberá alcanzar una densidad no inferior a la que corresponda al noventa y ocho por ciento (98%) de la máxima de referencia, obtenida en el ensayo Proctor modificado, según la UNE 103501.

2.2.2.6. LIMITACIONES DE EJECUCIÓN

Las bases se podrán poner en obra siempre que las condiciones meteorológicas no hubieran producido alteraciones significativas en la humedad del material

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

Durante las obras se procurará una distribución uniforme del tráfico de obra en toda la anchura de la traza.

2.2.2.7. CONTROL DE CALIDAD

Control de procedencia

Si el material utilizado se encuentra, a juicio del Director de las Obras, sancionado por la práctica, o si con el material utilizado se aportara certificado acreditativo del cumplimiento de las especificaciones técnicas obligatorias de este artículo o estuviese en posesión de una marca, sello o distintivo de calidad homologado, los criterios descritos a continuación para realizar el control de procedencia del material no serán de aplicación obligatoria. Esto no supondrá en ningún caso la aceptación del material ni de la unidad de obra terminada, que no se producirán hasta que no se hayan estudiado los ensayos de recepción y de puesta en obra.

Antes de iniciar la producción, se reconocerá cada acopio, préstamo o procedencia, determinando su aptitud, según el resultado de los ensayos. El reconocimiento se realizará de la forma más representativa posible para cada tipo de material: mediante la toma de muestras en acopios, o mediante sondeos, calicatas u otros métodos de toma de muestras.

Para cualquier volumen de producción previsto, se ensayarán un mínimo de dos (2) muestras, añadiéndose una (1) más por cada veinte mil metros cúbicos (20.000 m3) o fracción, de exceso sobre cien mil metros cúbicos (100.000 m3).

Sobre cada muestra se realizarán los siguientes ensayos:

- Granulometría por tamizado, según la UNE-EN 933-1.
- Límite líquido e índice de plasticidad, según las UNE 103103 y UNE 103104, respectivamente.
- Equivalente de arena, según la UNE-EN 933-8. El Director de las Obras comprobará además:
- La retirada de la eventual montera en la extracción de la subbase.
- La exclusión de vetas no utilizables.

Control de ejecución

Antes de verter la base, se comprobará su aspecto en cada elemento de transporte y se rechazarán todos los materiales segregados.

Se comprobarán frecuentemente:

- El espesor extendido, mediante un punzón graduado u otro procedimiento aprobado por el Director de las Obras.
- La composición y forma de actuación del equipo de puesta en obra y compactación, verificando:
    - Que el número y tipo de compactadores es el aprobado.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
TRABAJO Nº : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

- El número de pasadas de cada compactador.

Control de recepción de la unidad terminada

Se considerará como lote, que se aceptará o rechazará en bloque, al menor que resulte de aplicar los dos criterios siguientes a una sola tongada de base:

- Una longitud de mil metros (1000 m) de calzada.
- Una superficie de siete mil metros cuadrados (7.000 m2) de calzada.

La realización de los ensayos in situ y la toma de muestras se hará en puntos previamente seleccionados mediante muestreo aleatorio, tanto en sentido longitudinal como transversal; de tal forma que haya al menos una toma o ensayo por cada 250 m.

Si durante la construcción se observaran defectos localizados, tales como blandones, se corregirán antes de iniciar el muestreo.

Se realizarán determinaciones de humedad y de densidad en emplazamientos aleatorios, con una frecuencia mínima de siete (7) por cada lote.

La densidad media obtenida no será inferior a la que corresponda al noventa y ocho por ciento (98%) de la máxima de referencia, obtenida en el ensayo Proctor modificado, según la UNE 103501; no más de dos (2) individuos de la muestra podrán arrojar resultados de hasta tres (3) puntos porcentuales por debajo de la densidad especificada. De no alcanzarse los resultados exigidos, el lote se recompactará hasta conseguir la densidad especificada.

2.2.3. EXPLANACIONES

2.2.3.1. 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.

2.2.3.2. COMPONENTES

Para rellenos, aportación de tierras.

2.2.3.3. 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.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

- Se prestará especial atención a la posible existencia de servicios e instalaciones que puedan verse afectados por la explanación, tomando las medidas de conservación y protección necesarias.

2.2.3.4. 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.
- La Dirección Facultativa tomará siempre las decisiones que fueran necesarias en los siguientes aspectos:
  - 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 un entibamiento 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 2º C.
- 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 ejecución 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.
- Las zanjas de préstamo quedarán como mínimo a una distancia de 4 m de la base del terraplén.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
TITULACIÓN : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

2.2.3.5. 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% o y variaciones de + 10 cm.
- Se hará un control de altura de la franja excavada cada 2.000 m3, y no menos de uno al descender 3,00 m, no aceptándose, en caso de altura mayor de 1,65 m, la ejecución por con medios manuales.
- Se hará un control de nivelación de la explanada cada 1.000 m2, 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 m2 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 bermas y las mesetas no tengan la pendiente especificada.

Terraplén:

- Se hará un control de densidad “in situ” del relleno del núcleo cada
- m3 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/dm3.
- Se hará un control de densidad “in situ” del relleno de coronación cada
- m3 de relleno y no menos de tres por explanación, no aceptándose en caso de que la densidad sea inferior al 95% del Proctor, ni a 1,75 Kg/dm3.
- Se hará un control de nivelación de la explanada como en desmonte.
- Se hará un control de borde con talud permanente como en desmonte.

2.2.3.6. NORMATIVA Y ESPECIFICACIONES

- NTE-ADE/1977
- PCT-DGA/1960
- PG-3-4/1988
- UNE: 7377-76, 7378-75
- NLT: 107, 11, 117, 152

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

2.2.3.7. SEGURIDAD Y SALUD

- La maquinaria a emplear mantendrá la distancia de seguridad a las líneas aéreas de energía eléctrica.
- El ancho mínimo de las rampas provisionales para el movimiento de maquinaria será de 4,50 m.
- Siempre que una máquina inicie un movimiento o de marcha atrás, lo hará con una señal acústica.
- Antes de iniciarse la jornada se verificarán los frenos y mecanismos de seguridad de vehículos y maquinaria.
- La excavación del terreno “a tumbo” está prohibida.
- No se acumulará el terreno de la excavación, ni otros materiales, junto a bordes de coronación de taludes.
- Cuando el terreno excavado pueda transmitir enfermedades contagiosas se desinfectará antes de su transporte, no pudiéndose utilizar para préstamo. El personal que lo manipule estará provisto del equipaje adecuado para su protección.
- Se evitará la formación de polvo, siendo necesario regar y utilizar el personal mascarilla o material adecuado.
- El refino de las paredes ataluzadas se realizará para profundidades no mayores a 3,00 m.
- Se cumplirán además, todas las disposiciones generales sobre Seguridad y Salud en el Trabajo que existan y todas las Ordenanzas Municipales que sean de aplicación.

2.2.3.8. MEDICIÓN

- En desmontes, por m3 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 m3 del volumen 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.

2.2.3.9. 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/m2 junto a la parte superior de los bordes ataluzados, ni se socavará en su pie ni en su coronación.
- Se consultará a la Dirección de Obra si aparecieran grietas paralelas al borde del talud.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

2.2.4. EXACAVACIONES EN ZAJAS

2.2.4.1. DESCRIPCIÓN

Excavación estrecha y larga que se hace en el terreno para instalar una conducción subterránea.

2.2.4.2. COMPONENTES

En caso necesario, madera para entibaciones, apeos y apuntalamientos.

2.2.4.3. CONDICIONES PEVIAS

- Antes de comenzar la excavación de la zanja, será necesario que la Dirección de Obra haya comprobado el replanteo.
- Se deberá disponer de plantas y secciones acotadas.
- Habrán sido investigados los servicios existentes que pueden ser afectados, como redes de agua potable, saneamiento, fosas sépticas, redes de electricidad, telefonía, fibra óptica, calefacción, iluminación, etc.
- Se estudiarán el corte estratigráfico y las características del terreno a excavar, como tipo de terreno, humedad y consistencia.
- 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 m para el tránsito de peatones y de 2 m para vehículos, medidos desde el borde del corte.

2.2.4.4. 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 de Obra indicará siempre la profundidad de los fondos de la excavación de la zanja, siendo su acabado limpio.
- 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 daños a personas o a las obras, aunque tales medios no estuvieran definidos en el Proyecto, o no hubiesen sido ordenados por la Dirección de Obra.
- La Dirección de Obra podrá ordenar en cualquier momento la colocación de entibaciones, apuntalamientos, apeos y protecciones superficiales del terreno.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

- 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.
- 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 ocho días, sin que sean protegidas o finalizados los trabajos.
- Una vez alcanzada la cota inferior de la excavación de la zanja, 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.

2.2.4.5. CONTROL

- Cada 20 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.
- El fondo y paredes de la zanja terminada, tendrán las formas y dimensiones exigidas por la Dirección de Obra, 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.

2.2.4.6. NORMATIVA

- NTE-ADZ/1976
- PG-4/1988
- PCT-DGA/1.960
- Normas UNE 56501, 56505, 56507, 56508, 56509, 56510, 56520, 56521, 56525, 56526, 56527, 56529, 56535, 56537, 56539, 7183 y 37501.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
TRABAJO Nº : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

2.2.4.7. SEGURIDAD Y SALUD

- Se acotará una zona, no menor de 1 m para el tránsito de peatones, ni menor de 2 m para el paso de vehículos, medidos desde el borde vertical del corte.
- Cuando sea previsible el paso de peatones o el de vehículos junto el borde del corte de la zanja, se dispondrá de vallas móviles que estarán iluminadas cada 10 m con puntos de luz portátil y grado de protección no menor de IP-44.
- El acopio de materiales y tierras, en zanjas de profundidad mayor de 1,30 m, se realizará a una distancia no menor de 2 m del borde del corte de la zanja.
- Existirá un operario fuera de la zanja, siempre que la profundidad de ésta sea mayor de 1,30 m y haya alguien trabajando en su interior, para poder ayudar en el trabajo y pedir auxilio en caso de emergencia.
- En zanjas de profundidad mayor a 1,30 m, y siempre que lo especifique la Dirección de Obra, será obligatoria la colocación de entibaciones, sobresaliendo un mínimo de 20 cm del nivel superficial del terreno.
- Cada día, y antes de iniciar los trabajos, se revisarán las entibaciones, tensando los codales que estén flojos, extremando estas precauciones en tiempo de lluvia, heladas o cuando se interrumpe el trabajo más de un día.
- Se tratará de no dar golpes a las entibaciones durante los trabajos.
- No se utilizarán las entibaciones como escaleras, ni se utilizarán los codales como elementos de carga.
- En los trabajos de entibación, se tendrán en cuenta las distancias entre los operarios, según las herramientas que se empleen.
- Llegado el momento de desentibar las tablas se quitarán de una en una, alcanzando como máximo la altura de 1 m tapando a continuación el tramo desentibado para evitar el desplome del terreno, comenzando el desentibado siempre por la parte inferior de la zanja.
- Las zanjas que superen la profundidad de 1,30 m, será necesario usar escaleras para entrada y salida de las mismas de forma que ningún operario esté a una distancia superior de 30 m de una de ellas, estando colocadas desde el fondo de la excavación hasta 1 m por encima de la rasante, estando correctamente arriostrada en sentido transversal.
- Cuando el terreno excavado pueda transmitir enfermedades contagiosas se desinfectará antes de su transporte, no pudiéndose utilizar para préstamo. El personal que lo manipule estará provisto del equipaje adecuado para su protección.
- Se contará en la obra con una provisión de palancas, cuñas, barras, puntales, tablones, etc., que se reservarán para caso de emergencia, no pudiéndose utilizar para la entibación.
- Se cumplirán además, todas las disposiciones generales sobre Seguridad e Higiene en el Trabajo que existan y todas las Ordenanzas Municipales que sean de aplicación.

2.2.4.8. MEDICIÓN Y VALORACIÓN

- Las excavaciones para zanjas se abonarán por m3, sobre los perfiles reales del terreno y antes de rellenar.
- No se considerarán los desmoronamientos, o los excesos producidos por desplomes o errores.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

- El Contratista podrá presentar a la Dirección de Obra 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.

2.3. ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN ARMADO

2.3.1. DESCRIPCIÓN

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

2.3.2. CONDICIONES PREVIAS

- Fabricación y montaje de los encofrados.
- Definición de las características del hormigón.
- Replanteo.
- Fabricación de las armaduras.
- Conformidad de la Dirección de Obra con la colocación y montaje de los elementos descritos.

2.3.3. COMPONENTES

- Cemento.
- Áridos.
- Agua.
- Ferralla.
- Aditivos necesarios.
- Hormigón de central, con sello INCE.

2.3.4. EJECUCIÓN

Antes de hormigonar:

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

Durante el hormigonado:

- El vertido se realizará desde una altura máxima de 1 m, salvo que se utilicen métodos de bombeo a distancia que impidan la segregación de los componentes del hormigón. Se realizará por tongadas de 30 cm. Se vibrará sin que las armaduras ni los encofrados experimenten movimientos bruscos o sacudidas, cuidando de que no queden coqueras y se mantenga el recubrimiento adecuado.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

- Se suspenderá el hormigonado cuando la temperatura descienda de 0ºC, o se prevea que lo vaya a hacer en las próximas 48 h. Se podrán utilizar medios especiales para esta circunstancia, pero siempre bajo la autorización de la Dirección de Obra.
- No se dejarán juntas horizontales, pero si a pesar de todo se produjesen, se procederá a la limpieza, rascado o picado de superficies de contacto, vertiendo a continuación mortero rico en cemento, y hormigonando seguidamente. Si hubiesen transcurrido más de 48 h. Se tratará la junta con resinas epoxi.
- No se mezclarán hormigones de distintos tipos de cemento.

Después del hormigonado:

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

2.3.5. NORMATIVA Y ESPECIFICACIONES

- Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural.
- NTE-EH. Estructura, hormigón.
- Normas UNE: 83301-91, 83302-84, 83304-84, 83313-90.
- Sello INCE para el hormigón preparado.
- Homologación sello CIETSID.
- TCSP-EU_TSE&C-GEN-00025 para Especificación Obra Civil.

2.3.6. CONTROL

Se comprobará:

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

Se ensayará:

- La consistencia y resistencia del hormigón, según el Real Decreto 470/2021, y las indicaciones de la Dirección de Obra.
- La armadura de acero.

Se rechazarán las piezas con las siguientes deficiencias:

- Resultados de los ensayos inferiores a los especificados.
- Suministro del hormigón con principio de fraguado.
- Deficiente disposición de los encofrados, armaduras y apeos.
- Hormigonado a temperatura inadecuada.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

- Aparición de coqueras mayores que el tamaño máximo del árido, disgregaciones y fisuras de más de 0,2 mm.
- Flechas o contraflechas mayores del uno por mil de la longitud característica.
- Desplomes superiores a 5 mm.
- Espesores de juntas mayores de lo especificado en proyecto, o con variaciones de más de 5 mm.

2.3.7. SEGURIDAD

Riesgos más frecuentes:

- Atrapamiento por la hormigonera.
- Caídas al mismo nivel.
- Caídas a distinto nivel.
- Golpes producidos por la maquinaria empleada.

Protecciones personales:

- Casco, guantes, calzado adecuado, cremas protectoras.

Protecciones colectivas:

- Todas las máquinas utilizadas tendrán toma de tierra, y su conexión será mediante clavija.
- No se permitirá la aproximación a la zona de hormigonado, para lo que se vallará y señalizará convenientemente ésta.
- En todos los casos se seguirán las indicaciones del Estudio de Seguridad.

2.3.8. MEDICIÓN

En general se medirá por m3 de volumen ejecutado, incluyendo parte proporcional de encofrado y medios auxiliares.

2.3.9. MANTENIMIENTO

Se proporcionará por el Contratista la documentación que recoja las cargas admisibles de los elementos estructurales.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

3. CONDICIONES ECONÓMICAS Y PLAZOS

3.1. PLAZO DE REPLANTEO

El plazo de Replanteo quedará definido en el Contrato y empezará a contar a partir del primer día hábil a partir de la firma del mismo.

3.2. PLAZO DE EJECUCIÓN

Los plazos de ejecución, totales y parciales, indicados en el Contrato, empezarán a contar a partir de la fecha de Replanteo.

El Contratista estará obligado a cumplir dichos plazos, que serán improrrogables.

No obstante, los plazos podrán ser objeto de modificaciones cuando así resulte por cambios determinados por el Director de Obra debidos a exigencias de la realización de las obras y siempre que tales cambios influyan realmente en los plazos señalados en el contrato.

Si por cualquier causa ajena por completo al Contratista no fuera posible empezar los trabajos en la fecha prevista o tuvieran que ser suspendidos una vez empezados, se concederá por el Director de obra la prórroga estrictamente necesaria.

3.3. RECEPCIÓN PROVISIONAL

Una vez terminadas las obras, y en los 15 días siguientes a la petición del Contratista, se hará la Recepción Provisional de las mismas por la Propiedad, requiriendo para ello la presencia del Director de Obra y del Representante del Contratista, levantándose la correspondiente Acta, en la que se hará constar la conformidad con los trabajos realizados, si es este el caso.

Dicha Acta será firmada por ambas partes dándose la obra por recibida, comenzando entonces a contar el período de garantía.

En el caso de no hallarse la obra en estado de ser recibida, se hará constar así en el Acta y se darán al Contratista las instrucciones precisas y detalladas para remediar los defectos observados, estableciéndose un plazo de ejecución. Expirado dicho plazo, se hará un nuevo reconocimiento.

Las obras de reparación serán por cuenta del Contratista.

Si el Contratista no cumpliese esas prescripciones podrá declararse rescindido el contrato con pérdida de la fianza.

3.4. PLAZO DE GARANTÍA

El período de garantía será el señalado en el Contrato y empezará a contar desde la fecha de aprobación del Acta de Recepción.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
TRABAJO Nº : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

Los gastos de conservación, manutención, limpieza y entretenimiento de las obras realizadas, durante el plazo de garantía, correrán a cargo del Contratista hasta la firma del Acta de Recepción Definitiva. Se exceptúan de dichos gastos los correspondientes al coste energético (alumbrado, etc.).

3.5. RECEPCIÓN DEFINITIVA

Al terminar el plazo de garantía señalado en el contrato o, en su defecto, a los doce meses de la recepción provisional, se procederá a la recepción definitiva de las obras, levantándose el Acta correspondiente.

3.6. GASTOS DE REPLANTEO Y LIQUIDACIÓN

Todos los gastos que puedan originarse, tanto por los trabajos de replanteo como por los de liquidación de las obras, serán por cuenta del Contratista.

3.7. MEDICIÓN Y ABONO DE LAS OBRAS

La medición y el abono de las diferentes unidades de obra se llevarán a cabo con arreglo a las unidades realmente ejecutadas, con sujeción a las características del proyecto y por aplicación de los precios establecidos en el mismo o, en su caso, de los precios contradictorios expresamente aceptados o asumidos por la Dirección de Obra.

Los excesos no justificados de unidades de obra en relación con las estipulaciones del proyecto no serán objeto de abono al Contratista.

Las Certificaciones parciales se realizarán con la frecuencia que determine la Dirección de Obra, con un mínimo de una mensual.

Las mediciones parciales podrán realizarse por el Contratista ante la Dirección de Obra.

El Director de Obra expedirá las Certificaciones de las obras ejecutadas que tendrán carácter de documentos provisionales a buena cuenta, rectificables por la liquidación definitiva o por cualquiera de las Certificaciones siguientes, no suponiendo, por otra parte, aprobación ni recepción de las obras ejecutadas y comprendidas en dichas Certificaciones.

Zaragoza, enero de 2026
El Ingeniero Industrial al servicio de
ENERLAND GENERACIÓN SOLAR 14, S.L.



Ignacio Navarro Chinorias
Colegiado Nº 3947 del C.O.I.I.A.R

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

DOCUMENTO V

ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja
con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

ÍNDICE GENERAL

2.1. MEMORIA GENERAL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

2.2. PLIEGO DE CONDICIONES

2.3. MEDICIONES Y PRESUPUESTO

2.4. PLANOS

2.5. ANEXOS

ANEXO 2.5.1. LISTADO DE TELEFONOS DE EMERGENCIA EN OBRA

ANEXO 2.5.2. ACTA DE ACEPTACIÓN DEL PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD POR PARTE DE CONTRATAS Y SUBCONTRATAS

ANEXO 2.5.3 NTO-278 ZANJAS: PREVENCION DEL DESPRENDIMIENTO DE TIERRAS

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

MEMORIA GENERAL

ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja
con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

ÍNDICE MEMORIA

1. ANTECEDENTES 3

2. ÁMBITO DE APLICACIÓN 4

3. DATOS GENERALES 5

4. DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS 6
4.1. ACTIVIDADES PRINCIPALES 6
4.2. SITUACIÓN Y CLIMATOLOGÍA 7
4.3. PLAZO DE EJECUCIÓN y PERSONAL PREVISTO 7
4.4. OFICIOS 7
4.5. MAQUINARIA Y MEDIOS AUXILIARES 8
4.5.1. MAQUINARIA 8
4.5.2. MAQUINAS HERRAMIENTAS 8
4.5.3. HERRAMIENTAS MANUALES 9
4.5.4. MEDIOS AUXILIARES 9
4.6. INSTALACIONES ELÉCTICAS PROVISIONALES 9

5. ANÁLISIS DE RIESGOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE PROTECCIÓN 10
5.1. INSTALACIONES 10
5.2. POFESIONALES 11
5.2.1. CON CARÁCTER GENERAL 11
5.2.2. CON CARÁCTER ESPECIFICO 13
5.2.3. RELATIVOS AL PROCESO CONSTRUCTIVO 34
5.2.4. RELATIVOS A MAQUINARIAS Y HERRAMIENTAS 41
5.2.5. RELATIVOS AL ENTORNO 91
5.3. A TERCEROS 95

6. INSTALACIONES ELÉCTRICAS PROVISIONALES 96
6.1. RIESGOS PREVISIBLES 96
6.2. MEDIDAS PEVENTIVAS 96
6.2.1. CUADROS DE DISTRIBUCIÓN 96
6.2.2. PROLONGADORES, CLAVIJAS, CONEXIONES Y CABLES 96
6.2.3. HERRAMIENTAS Y ÚTILES PORTÁTILES 97
6.2.4. MÁQUINAS Y EQUIPOS ELÉCTRICOS 97
6.2.5. NOMAS DE CARÁCTER GENERAL 97

7. CONDICIONES AMBIENTALES 98
7.1. VENTILACIÓN 98
7.2. TEMPERATURA 98
7.3. FACTORES ATMOSFÉRICOS 98

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

8. MEDIDAS DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS 99
8.1. REVISIONES PERIÓDICAS 99

9. FORMACIÓN E INFORMACIÓN DEL PERSONAL 100
9.1. CHARLA DE SEGURIDAD Y PRIMEROS AUXILIOS PARA PERSONAL DE INGRESO EN OBRA 100
9.2. CHARLA SOBRE RIESGOS ESPECÍFICOS 100

10. REUNIONES DE SEGURIDAD 101

11. MEDICINA ASISTENCIAL Y PRIMEROS AUXILIOS 102
11.1. CONTROL MÉDICO 102
11.2. MEDIOS DE ACTUACIÓN Y PRIMEROS AUXILIOS..... 102
11.3. MEDICINA ASISTENCIAL EN CASO DE ACCIDENTE O ENFERMEDAD PROFESIONAL..... 102

12. VESTUARIOS Y ASEOS 103

13. RECURSOS PREVENTIVOS 104

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

1. ANTECEDENTES

De acuerdo con lo estipulado en el R.D. 1627/97 de 24 de octubre sobre disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en Obras de Construcción, la redacción de Estudio de Seguridad y Salud tendrá carácter obligatorio cuando en las obras a que se refiere el proyecto de referencia se dé alguno de los siguientes supuestos:

a) Que el presupuesto de ejecución material de la obra por contrata sea igual o superior a 75 millones de pesetas (3.159.482,85 €).

b) Que la duración estimada de la obra sea superior a 30 días laborables, empleando en algún momento a más de 20 trabajadores.

c) Que el volumen de mano de obra estimada, entendiendo por tal la suma de los días de trabajo del total de los trabajadores sea superior a 500.

d) Que se trate de obras de túneles o galerías, conducciones subterráneas y presas.

En los proyectos de obras no incluidos en ninguno de los supuestos previstos en el apartado anterior, el promotor está obligado a que en la fase de redacción del proyecto se elabore un estudio básico de seguridad y salud.

En este estudio se dan las directrices básicas a las empresas constructoras para llevar a cabo sus obligaciones en el campo de la prevención de riesgos profesionales, facilitando su trabajo bajo el control de la dirección del Coordinador en Materia de Seguridad y Salud o en su defecto de la Dirección Facultativa de acuerdo con el 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. Dicho estudio deberá formar parte del proyecto de obra, ser coherente con el contenido del mismo y recoger las medidas preventivas adecuadas a los riesgos que conlleve la realización de la obra.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

2. ÁMBITO DE APLICACIÓN

El presente Estudio de Seguridad y Salud 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 los trabajos de ejecución del proyecto Instalación de almacenamiento BESS OLIVERA I y III en los términos municipal de Zaragoza, provincia de Zaragoza.

Este Estudio se ha elaborado en cumplimiento del Real Decreto 1627/1997, de 24 de Octubre, que establece las disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en las obras de Construcción, el Real Decreto 2177/2007, Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo temporales en altura y el Real Decreto 171/2004, Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

3. DATOS GENERALES

Los datos generales de la obra de construcción **PROYECTO INSTALACIÓN DE ALMACENAMIENTO BESS OLIVERA I y III** son los que a continuación se indican:

- Promotores:
  - **Enerland Generación Solar 14 S.L.**

    CIF: B-99549164

    C/Bilibilis 18, Nave A04

    50197 Zaragoza (España)

- Autor del proyecto de ejecución: IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
- Autor del Estudio de Seguridad y Salud: IGNACIO NAVARRO CHINORIAS

Las figuras del coordinador de seguridad y salud en fase de ejecución, la dirección facultativa y del contratista, se conocerán en el momento de adjudicación de la obra.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

4. DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS

La obra objeto del presente estudio consiste en la construcción y montaje de la Instalación Almacenamiento BESS OLIVERA I y III, en el término municipal de Zaragoza.

La instalación consiste en un sistema de almacenamiento que está integrado principalmente por un conjunto de baterías, sus inversores bidireccionales correspondientes y los centros de transformación que elevan la tensión a los 30 kV.

Las baterías tendrán una capacidad de almacenamiento de 45,135 MWh (4h) y una potencia instalada de 11,284 MW, mientras que los inversores tendrán una potencia instalada de 12,030 MW.

El PPC maestro controlará que la potencias en el POI (Punto de Interconexión) ubicado en el "Centro de Seccionamiento BESS OLIVERA I y III" nunca exceda la capacidad de acceso otorgada de 9,3 MW o la que en cada momento pueda consignar el CECRE (Centro de control de Energías Renovables de REE).

La construcción y montaje comprende las siguientes actividades que se citan de acuerdo con la secuencia de ejecución:

- Apertura y construcción de los caminos de acceso al emplazamiento y de los caminos interiores de acceso a la planta de Baterías.
- Construcción de las plataformas, terraplenes y drenajes.
- Excavación, armado y hormigonado de la cimentación de los equipos
- Apertura de la zanja de cables y realización de arquetas.
- Tendido de cables de media tensión y fibra óptica y tapado de la zanja.
- Montaje de los baterías y CTs
- Pruebas de funcionamiento.

4.1. ACTIVIDADES PRINCIPALES

Las actividades principales a ejecutar en el desarrollo de los trabajos detallados son, básicamente, las siguientes:

- Replanteo y estaquillado
- Implantación de obra y Señalización
- Acopio y Manipulación de materiales
- Transporte de materiales y equipos dentro de la obra
- Obras de excavación (zanjas y cimentaciones)
- Cimentaciones (trabajo con ferralla, encofrado y desencofrado, trabajos con hormigón)
- Movimiento de tierras (terraplenes y rellenos)
- Montaje de estructuras metálicas y prefabricados.
- Maniobras de izado y montaje de equipos y materiales
- Tendido y conexionado de cables y modificación de instalaciones eléctricas existentes.
- Retirada de materiales y equipos existentes dentro de la obra

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

- Acabados
- Puesta en marcha de las instalaciones

Más adelante analizaremos los riesgos previsibles inherentes a los mismos, y describiremos las medidas de protección previstas en cada caso.

4.2. SITUACIÓN Y CLIMATOLOGÍA

La Instalación Almacenamiento "BESS OLIVERA I y III", sobre cuya construcción trata el presente Estudio de Seguridad y Salud, está situado en el término municipal de Zaragoza.

El clima que predomina en esta zona es seco continental, definido por una gran amplitud térmica anual y una escasez de precipitaciones que presentan dos máximas correspondientes a la primavera y otoño. Los veranos son cálidos y mayormente despejados; los inviernos son fríos, ventosos y parcialmente nublados y está seco durante todo el año.

La temperatura media del mes más cálido (agosto) se sitúa entre los 22ºC y los 24ºC y contrasta con la del mes más frío (enero), que oscila entre los 2ºC y 4ºC. Por otro lado, la precipitación media anual se valora entre los 275 y 350 ml. El viento dominante es el del norte, llamado cierzo, que azota la región casi constantemente, acentuándose en los meses de marzo y abril. Durante la estación estival es frecuente el viento del sur, el bochorno. Los vientos del este y del oeste, solano y fagüeño, se dan en pocas ocasiones. Los vientos del norte no suelen ocasionar lluvias o son muy escasas. Todos estos factores generan una evaporación e implican el dominio de un ambiente seco.

4.3. PLAZO DE EJECUCIÓN Y PERSONAL PREVISTO

El plazo total de ejecución de las obras se establece en DIECIOCHO (18) meses.

Dentro de este plazo se encuentran contemplados la recepción de equipos y la legalización de la instalación, por lo que, de cara al presupuesto, en el que se contabilizan alquileres de casetas, material de obra, etc se ha calculado para 9 meses, que es el periodo de ejecución de toda la obra, la instalación y la puesta en marcha de la Planta propiamente dicha.

El personal necesario en punta del conjunto de las obras nos da una previsión máxima de quince (15) personas.

4.4. OFICIOS

La mano de obra directa prevista la compondrán trabajadores de los siguientes oficios:

- Jefes de Equipo, Mandos de Brigada
- Albañiles
- Pintores
- Montadores de estructuras metálicas
- Montadores de equipos mecánicos

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

- Montadores de equipos e instalaciones eléctricas
- Gruistas y maquinistas
- Especialistas de acabados diversos
- Ayudantes

La mano de obra indirecta estará compuesta por:

- Jefes de Obra
- Técnicos de Ejecución / Control de Calidad / Seguridad / Medio Ambiente
- Encargados
- Administrativos

4.5. MAQUINARIA Y MEDIOS AUXILIARES

La maquinaria y los medios auxiliares más significativos que se prevé utilizar para la ejecución de los trabajos objeto del presente Estudio, son los que se relacionan a continuación.

4.5.1. MAQUINARIA

- Tractor-Trailla
- Retroexcavadora.
- Camión basculante.
- Dúmper o autovolquete.
- Camión hormigonera.
- Grúa autopropulsada.
- Camión grúa.
- Rulo o compactadora.
- Manitu

4.5.2. MAQUINAS HERRAMIENTAS

- Cabrestantes de izado y de tendido
- Máquinas de compresión
- Compresor
- Martillo neumático
- Grupos electrógenos
- Equipos de soldadura oxiacetilénica-oxicorte
- Equipos de soldadura eléctrica
- Radiales y esmeriladoras
- Taladradoras de mano
- Compactadores de pata de cabra
- Atornilladora

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

- Hormigonera.
- Mesa de sierra circular.
- Radial.
- Taladro.
- Vibrador.
- Pequeña compactadora.
- Equipo de soldadura eléctrica.

4.5.3. HERRAMIENTAS MANUALES

- Herramientas de mano (cinceles y punzones, martillos, alicates, destornilladores, limas, llaves)
- Herramientas de izado (eslingas, poleas, cuerdas, cables, cadenas, aparejos, grilletes, trácteles, etc.)
- Juego alzabobinas, rodillos, etc.

4.5.4. MEDIOS AUXILIARES

- Plataforma elevadora autopropulsada
- Escaleras manuales
- Cuadros eléctricos auxiliares
- Equipos de medida:
    - Comprobador de secuencia de fase
    - Medidor de aislamiento
    - Medidor de tierras
    - Pinzas amperimétricas
    - Discriminadores de tensión
    - Termómetros

4.6. INSTALACIONES ELÉCTICAS PROVISIONALES

En principio no se prevé la necesidad de instalaciones provisionales de obra.

La energía eléctrica necesaria para la alimentación de los equipos será proporcionada por grupos electrógenos portátiles.

No obstante, en caso de ser necesario alguna de ellas, se realizará cumpliendo escrupulosamente con la reglamentación vigente que les aplique.

Para el suministro de energía a las máquinas y herramientas eléctricas propias de los trabajos objeto del presente Estudio de seguridad, los contratistas instalarán cuadros de distribución con toma de corriente en las instalaciones de la propiedad o alimentados mediante grupos electrógenos.

Tanto los riesgos previsibles como las medidas preventivas a aplicar para los trabajos en instalaciones, elementos y máquinas eléctricas son analizados en los apartados siguientes.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

5. ANÁLISIS DE RIESGOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE PROTECCIÓN

5.1. INSTALACIONES

Analizamos a continuación los riesgos y medidas preventivas generales en función del tipo de instalación donde se desarrollan los trabajos de ejecución previstos en las obras. Estos riesgos y medidas preventivas será necesario concretarlas y desarrollarlas para cada trabajo.

Riesgos

- Caídas de personas al mismo nivel.
- Caídas de personas a distinto nivel.
- Caída de objetos.
- Desprendimientos, desplomes y derrumbes.
- Contactos eléctricos.
- Arco Eléctrico.

Medidas preventivas

- Orden y Limpieza.
- Señalización de la zona de trabajo.
- Utilizar los pasos y vías existentes.
- Iluminación adecuada.
- Calzado adecuado.
- Extremar las precauciones con hielo, agua o nieve.
- Trabajar en una superficie lo más uniforme y lisa posible y lo suficientemente amplia.
- Para zanjas de alturas de 2 m o más, se colocarán barandillas con rodapiés, listón intermedio y listón superior a una altura mínima de 90 cm.
- Para alturas menores de dos metros se colocarán vallas, se señalizarán los huecos o se taparán de forma efectiva.
- Utilización de la Línea de Vida y el Arnés Anticaídas (el cinturón solo sirve para trabajos en altura estáticos).
- No se utilizará maquinaria diseñada solo para elevación de cargas para transportar o elevar personas.
- Escaleras.
- Andamios.
- Procedimientos de trabajos en altura.
- Medidas preventivas B.T.
- Medidas preventivas A.T.
- Zanja. NTP 278.
- Entibación o ataluzado de zanjas de profundidad mayor a 1,3 m o en terreno poco estable. Para zanjas de profundidad mayor a 1,3 m se mantendrá un trabajador fuera de la zanja.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

- Mantener distancias de la mitad de la profundidad de la zanja entre zanja y acopios cercanos o vallado. Esta distancia será igual a la profundidad de la zanja si el terreno es arenoso.
- En la medida de lo posible se evitará que los operarios realicen trabajos en el interior de zanjas.
- Comprobación del estado de las entibaciones y del terreno antes de cada jornada y después de una lluvia copiosa.
- Señalización de la zona de acopio.
- Los trabajos con riesgo de incendio deberán procedimentarse.
- Deberá de haber un Plan de Emergencia y Evacuación en los centros que lo precisen.
- El personal estará formado en los procedimientos de trabajo así como en los Planes de Emergencia y Evacuación.
- Se evitará el contacto de las sustancias combustibles con fuentes de calor intempestivas: Fumar, recalentamientos de máquinas, instalaciones eléctricas inapropiadas, operaciones de fuego abierto descontroladas, superficies calientes, trabajos de soldadura, chispas de origen mecánico o debidas a electricidad estática.
- Se ventilarán los vapores inflamables.
- Se limitará la cantidad de sustancias combustibles en los lugares de trabajo.
- Los combustibles se almacenarán en locales y recipientes adecuados.
- En la medida de lo posible se evitará trabajar con sustancias de elevada inflamabilidad.
- Se deberá cumplir la reglamentación vigente para la protección contra incendios tanto en la instalación como en el mantenimiento.
- Las instalaciones eléctricas cumplirán las reglamentaciones vigentes en particular en lo relativo a cargas, protecciones, instalaciones antideflagrantes, etc.
- Se dotarán los lugares de trabajos de extintores portátiles adecuados.
- Se instalarán bocas de incendios equipadas donde se requieran.
- Los trabajos en recintos cerrados deben procedimentarse. Prever la necesidad de ventilación forzada. Siempre que se dude de la calidad del aire, utilizar equipos de respiración autónomos. Organizar el trabajo teniendo en cuenta la posibilidad de actuar sobre la alimentación de aire (colocar pantallas).

5.2. POFESIONALES

Analizamos a continuación los riesgos previsibles inherentes a las actividades de ejecución previstas en la obra.

Con el fin de no repetir innecesariamente la relación de riesgos analizaremos primero los riesgos generales, que pueden darse en cualquiera de las actividades, y después seguiremos con el análisis de los específicos de cada actividad

5.2.1. CON CARÁCTER GENERAL

Entendemos como riesgos generales aquellos que pueden afectar a todos los trabajadores, independientemente de la actividad concreta que realicen. Se prevé que puedan darse los siguientes:

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

- Caídas de personas a distinto nivel
- Caídas de personas al mismo nivel
- Caídas de objetos o componentes sobre personas
- Caída de objetos por desplome o derrumbamiento
- Caída de objetos desprendidos
- Pisadas sobre objetos
- Choques contra objetos inmóviles
- Choques contra objetos móviles
- Proyecciones de partículas a los ojos
- Heridas en manos o pies por manejo de materiales
- Sobreesfuerzos
- Golpes y cortes por manejo de herramientas
- Atrapamientos por o entre objetos
- Atrapamientos por vuelco de máquinas, vehículos o equipos
- Quemaduras por contactos térmicos
- Exposición a descargas eléctricas
- Exposición a sustancias nocivas o tóxicas
- Contactos con sustancias cáusticas y/o corrosivas
- Incendios
- Explosiones
- Atropellos o golpes por vehículos en movimiento
- Exposición a factores atmosféricos extremos

A fin de evitar los posibles accidentes, se adoptarán las siguientes medidas preventivas:

- Señalizaciones de acceso a obra y uso de elementos de protección personal.
- Las zonas de peligro deberán estar acotadas y señalizadas.
- La iluminación de los puestos de trabajo deberá ser la adecuada para el desarrollo correcto del trabajo.
- Acotamiento y señalización de zona donde exista riesgo de caída de objetos desde altura.
- Se montaran barandillas resistentes en los huecos por los que pudiera producirse caída de personas.
- En cada tajo de trabajo, se dispondrá de, al menos, un extintor portátil de polvo polivalente.
- Si se realizasen trabajos con proyecciones incandescentes en proximidad de materiales combustibles, se retirarán estos o se protegerán con lona ignífuga.
- Se mantendrán ordenados los materiales, cables y mangueras para evitar el riesgo de golpes o caídas al mismo nivel por esta causa.
- Los restos de materiales generados por el trabajo se retirarán periódicamente para mantener limpias las zonas de trabajo.
- Los productos tóxicos y peligrosos se manipularán según lo establecido en las condiciones de uso específicas de cada producto.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

- Respetar la señalización y limitaciones de velocidad fijadas para circulación de vehículos y maquinaria en el interior de la obra.
- Aplicar las medidas preventivas contra riesgos eléctricos que desarrollaremos más adelante.
- Todos los vehículos llevarán los indicadores ópticos y acústicos que exija la legislación vigente.
- En actividades con riesgo de proyecciones a terceros, se colocarán mamparas opacas de material ignífugo.
- Se protegerá a los trabajadores contra las inclemencias atmosféricas que puedan comprometer su seguridad y su salud.

5.2.2. CON CARÁCTER ESPECIFICO

Entendemos como riesgos específicos aquellos que pueden afectar a todos los trabajadores que realicen una actividad concreta que puede estar presente en varias fases de la obra. Se prevé que puedan darse los siguientes:

5.2.2.1. SEÑALIZACIÓN – NORMAS GENERALES

Las zonas de los lugares de trabajo en las que exista riesgo de caída, de caída de objetos o de contacto o exposición a elementos agresivos, deberán estar claramente señalizadas según el R.D. 485/1997.

Se acotará y señalizará la zona de trabajo, a la cual se accederá siempre por accesos concretos. Se señalizarán aquellas zonas en las que existan los siguientes riesgos:

Caída desde altura de objetos

- Zonas donde se realicen maniobras con cargas suspendidas hasta que se encuentren totalmente apoyadas.
- Caídas de personas sobre plataformas, forjados, etc. en las que además se montarán barandillas resistentes en todo el perímetro o bordes.
- Caídas de personas dentro de huecos, etc. para lo que se protegerán con barandillas o tapas de suficiente resistencia.
- Aquellos huecos que se destapen para introducción de equipos, etc., que se mantendrán perfectamente controlados y señalizados durante la maniobra, reponiéndose las correspondientes protecciones nada más finalizar éstas.

Productos inflamables

- En las zonas de ubicación se dispondrá de al menos un extintor portátil de polvo polivalente.
- Es obligatoria la delimitación y el acondicionamiento de las zonas de almacenamiento y depósito de los distintos materiales, en particular si se trata de materias o sustancias peligrosas.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

Vías y salidas de emergencia

- Los pictogramas serán lo más sencillos posible, evitándose detalles inútiles para su comprensión. Podrán variar ligeramente o ser más detallados que los indicados en el apartado 3, siempre que su significado sea equivalente y no existan diferencias o adaptaciones que impidan percibir claramente su significado.
- Las señales serán de un material que resista lo mejor posible los golpes, las inclemencias del tiempo y las agresiones medio ambientales.
- Las dimensiones de las señales, así como sus características colorimétricas y fotométricas, garantizarán su buena visibilidad y comprensión.
- Las señales se instalarán preferentemente a una altura y en una posición apropiadas en relación al ángulo visual, teniendo en cuenta posibles obstáculos, en la proximidad inmediata del riesgo u objeto que deba señalizarse o, cuando se trate de un riesgo general, en el acceso a la zona de riesgo.
- El lugar de emplazamiento de la señal deberá estar bien iluminado, ser accesible y fácilmente visible. Si la iluminación general es insuficiente, se empleará una iluminación adicional o se utilizarán colores fosforescentes o materiales fluorescentes.
- A fin de evitar la disminución de la eficacia de la señalización no se utilizarán demasiadas señales próximas entre sí.
- Las señales deberán retirarse cuando deje de existir la situación que las justificaba.
- La señalización relativa a los riesgos eléctricos viene dada en “Riesgos Eléctricos” del apartado de Riesgos Específicos, debiendo señalizarse de forma clara y permanente la existencia del riesgo eléctrico.

Equipos de Protección Individual y Colectiva:

- Equipo de protección general.
- Chaleco reflectante.
- Vallas metálicas.
- Cinta o cadena de señalización.

5.2.2.2. SEÑALIZACIÓN EN ENTORNO NO URBANO

Se acotará la zona de trabajo mediante cerramientos rígidos (vallas metálicas) o cintas de limitación. En este último caso, se colocará una cinta delimitadora a una altura mínima de 1 metro respecto del suelo, rodeando el perímetro de la excavación. Dicha cinta se fijará a piquetas, situadas a una distancia mínima de 2 metros entre ellas.

La señalización habrá de ser claramente visible por la noche, disponiendo de bandas reflectantes verticales de 10 cm. de anchura.

Los recintos vallados o balizados llevarán siempre luces propias, colocadas a intervalos máximos de 30 metros y siempre en los ángulos salientes.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

Las excavaciones no se quedarán nunca sin proteger o señalizar.

En entorno no urbano, los trabajadores irán provistos de prendas de color amarillo o naranja, con elementos retro reflectantes siempre que realicen trabajos próximos a carreteras o caminos por donde pueda haber circulación de vehículos.

Equipos de Protección Individual y Colectiva:

- Equipo de protección general.
- Chaleco reflectante.
- Vallas metálicas.
- Cinta o cadena de señalización.

5.2.2.3. SEÑALIZACION EN CARRETERAS

Se siguen las normas de carreteras, artículo 8.2 del IC “Señalización de obras”:

Se seguirán siempre las indicaciones que proporcione el organismo propietario de la carretera.

Las señales deberán tener las dimensiones mínimas especificadas por la Norma de carreteras 8.3 – IC “Señalización de Obras”, y ser siempre reflectantes, de nivel 1 como mínimo si son obras fijas y de nivel 2 si es señalización móvil de obra (según norma UNE). Se recomienda utilizar siempre un nivel superior en lugares donde la iluminación ambiente dificulte su percepción y en lugares de elevada peligrosidad, asimismo las señales de STOP tendrán siempre, como mínimo, un nivel 2 de reflectancia.

El color amarillo que distingue a las señales de obra de las normales, solamente se debe emplear en las señales con fondo blanco.

En las obras en las que la señalización provisional esté implantada durante las horas nocturnas, las señales y los elementos de balizamiento no sólo serán reflectantes, sino que deberán ir acompañados de elementos luminosos. En general, las obras en el interior de túneles tendrán siempre la consideración de obras en horas nocturnas.

A juicio del Director de Obra y dependiendo de las circunstancias que concurran en la misma, se podrá señalizar horizontalmente con marcas en color amarillo o naranja, las alteraciones que se produzcan sobre la situación normal de la vía.

Estas marcas viales podrán ser sustituidas por captafaros TB-10, aplicados sobre el pavimento.

El material de señalización y balizamiento se descargará y se colocará en el orden en que haya de encontrarlo el usuario. De esta forma el personal encargado de la colocación trabajará bajo la protección de la señalización precedente.

Si no se pudieran transportar todas las señales y balizas en un solo viaje, se irán disponiendo primeramente fuera de la calzada y de espaldas al tráfico.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

Se recomienda anular la señalización permanente cuando no sea coherente con la de obra, tapando para ello las señales necesarias, mientras la señalización de obra esté en vigor.

La retirada de la señalización y balizamiento se realizará en orden inverso al de colocación y siempre que sea posible desde la zona vedada al tráfico o desde el arcén, pudiendo entonces el vehículo dedicado a ello, circular con la correspondiente luz prioritaria en sentido opuesto al de la calzada.

Una vez retirada la señalización de obra, se restablecerá la señalización permanente que corresponda.

Si los operarios van en vehículos, su protección vendrá dada por el propio vehículo. Si los operarios van a pie sobre la calzada, deberán protegerse mediante un vehículo.

En todas las circunstancias, los operarios irán provistos de prendas de color amarillo o naranja, con elementos retroreflectantes.

Se recomienda que las máquinas y vehículos que se utilicen en señalización móvil sean de colores blanco, amarillo o naranja. Llevarán como mínimo, una luz ámbar giratoria o intermitente omnidireccional en su parte superior, dispuesta de forma tal que pueda ser perfectamente visible por el conductor al que se quiere indicar su presencia, con una potencia mínima de 55 vatios en el caso de luz giratoria y de 1,5 julios en el caso de luz intermitente.

Las señales TP-18 (peligro, obras) y TP-31 llevarán siempre tres luces ámbar intermitentes de encendido simultáneo y dispuestas en triángulo en los vértices.

Las dimensiones mínimas de las señales utilizadas en señalización móvil serán las clasificadas como “grandes” en la Tabla 4 de la Norma 8.3-I.C.

Equipos de Protección Individual y Colectiva:

- Equipo de protección general.
- Chaleco reflectante.
- Vallas metálicas.
- Cinta o cadena de señalización.

5.2.2.4. TRABAJOS CON RIESGO ELÉCTRCO

Todo trabajo en una instalación eléctrica, o en su proximidad, que conlleve un riesgo eléctrico deberá de efectuarse sin tensión, salvo en el caso de que las condiciones de explotación o de continuidad del suministro así lo requieran (4.4.b R.D. 614/2.001).

En ningún caso se prevé la realización de trabajos en tensión. Caso de ser necesaria la realización de este tipo de trabajos, se elaborará un plan específico para ello.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

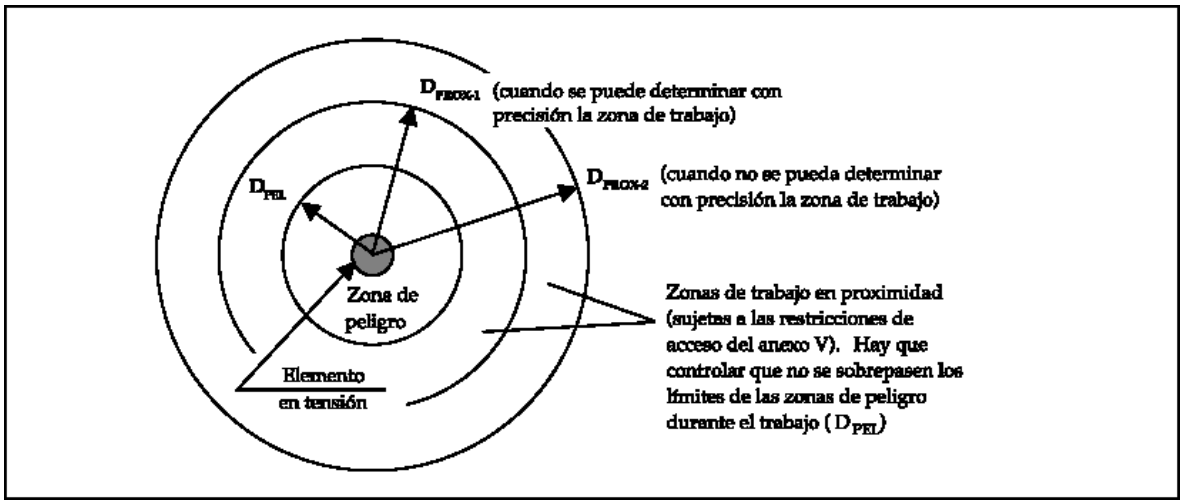
Definiciones:

Trabajos sin tensión: trabajos en instalaciones eléctricas que se realizan después de haber tomado todas las medidas necesarias para mantener la instalación sin tensión.

Zona de peligro o zona de trabajos en tensión: espacio alrededor de los elementos en tensión en el que la presencia de un trabajador desprotegido supone un riesgo grave e inminente de que se produzca un arco eléctrico, o un contacto directo con el elemento en tensión, teniendo en cuenta los gestos o movimientos normales que puede efectuar el trabajador sin desplazarse.

Zona de proximidad: espacio delimitado alrededor de la zona de peligro, desde la que el trabajador puede invadir accidentalmente esta última. Donde no se interponga una barrera física que garantice la protección frente al riesgo eléctrico, la distancia desde el elemento en tensión al límite exterior de esta zona será la indicada en la tabla 1.

Trabajo en proximidad: trabajo durante el cual el trabajador entra, o puede entrar, en la zona de proximidad, sin entrar en la zona de peligro, bien sea con una parte de su cuerpo, o con las herramientas, equipos, dispositivos o materiales que manipula.



En función del tipo de trabajo a realizar, los trabajadores deberán de contar con los requisitos de formación y capacitación siguiente:

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

CUADRO 1
CUADRO RESUMEN DE LA FORMACIÓN/CAPACITACIÓN MÍNIMA DE LOS TRABAJADORES

	Trabajos sin tensión		Trabajos en tensión		Maniobras, mediciones, ensayos y verificaciones		Trabajos en proximidad	
	Supresión y reposición de la tensión	Ejecución de trabajos sin tensión	Realización	Reponer fusibles	Mediciones, ensayos y verificaciones	Maniobras locales	Preparación	Realización
BAJA TENSIÓN	A	T	C	A	A	A	A	T
ALTA TENSIÓN	C	T	C + AE (con vigilancia de un Jefe de trabajo)	C (a distancia)	C o C auxiliado por A	A	C	A o T vigilado por A

T = CUALQUIER TRABAJADOR
A = AUTORIZADO
C = CUALIFICADO
C + AE = CUALIFICADO Y AUTORIZADO POR ESCRITO

1.-Los trabajos con riesgos eléctricos en AT no podrán ser realizados por trabajadores de una Empresa de Trabajo Temporal (RD 616/1999).
2.-La realización de las distintas actividades contempladas se harán según lo establecido en las disposiciones del presente Real Decreto.

Trabajador autorizado: trabajador que ha sido autorizado por el empresario para realizar determinados trabajos con riesgo eléctrico, en base a su capacidad para hacerlos de forma correcta, según los procedimientos establecidos en el R.D. 614/2001.

Trabajador cualificado: trabajador autorizado que posee conocimientos especializados en materia de instalaciones eléctricas, debido a su formación acreditada, profesional o universitaria, o a su experiencia certificada de dos o más años.

Jefe de trabajo: persona designada por el empresario para asumir la responsabilidad efectiva de los trabajos.

5.2.2.5. TRABAJOS SIN TENSION (ANEXO II RD 614/2001)

5.2.2.5.1 Disposiciones generales

Las operaciones y maniobras para dejar sin tensión una instalación, antes de iniciar el «trabajo sin tensión», y la reposición de la tensión, al finalizarlo, las realizarán trabajadores autorizados que, en el caso de instalaciones de alta tensión, deberán ser trabajadores cualificados.

A.1 Supresión de la tensión.

Una vez identificados la zona y los elementos de la instalación donde se va a realizar el trabajo, y salvo que existan razones esenciales para hacerlo de otra forma, se seguirá el proceso que se describe a continuación, que se desarrolla secuencialmente en cinco etapas:

- Desconectar.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

- Prevenir cualquier posible realimentación.
- Verificar la ausencia de tensión.
- Poner a tierra y en cortocircuito.
- Proteger frente a elementos próximos en tensión, en su caso, y establecer una señalización de seguridad para delimitar la zona de trabajo.

Hasta que no se hayan completado las cinco etapas no podrá autorizarse el inicio del trabajo sin tensión y se considerará en tensión la parte de la instalación afectada. Sin embargo, para establecer la señalización de seguridad indicada en la quinta etapa podrá considerarse que la instalación está sin tensión si se han completado las cuatro etapas anteriores y no pueden invadirse zonas de peligro de elementos próximos en tensión.

Desconectar.

La parte de la instalación en la que se va a realizar el trabajo debe aislarse de todas las fuentes de alimentación. El aislamiento estará constituido por una distancia en aire, o la interposición de un aislante, suficientes para garantizar eléctricamente dicho aislamiento.

Los condensadores u otros elementos de la instalación que mantengan tensión después de la desconexión deberán descargarse mediante dispositivos adecuados.

Prevenir cualquier posible realimentación.

Los dispositivos de maniobra utilizados para desconectar la instalación deben asegurarse contra cualquier posible reconexión, preferentemente por bloqueo del mecanismo de maniobra, y deberá colocarse, cuando sea necesario, una señalización para prohibir la maniobra. En ausencia de bloqueo mecánico, se adoptarán medidas de protección equivalentes. Cuando se utilicen dispositivos telemandados deberá impedirse la maniobra errónea de los mismos desde el telemando.

Cuando sea necesaria una fuente de energía auxiliar para maniobrar un dispositivo de corte, ésta deberá desactivarse o deberá actuarse en los elementos de la instalación de forma que la separación entre el dispositivo y la fuente quede asegurada.

Verificar la ausencia de tensión.

La ausencia de tensión deberá verificarse en todos los elementos activos de la instalación eléctrica en, o lo más cerca posible, de la zona de trabajo. En el caso de alta tensión, el correcto funcionamiento de los dispositivos de verificación de ausencia de tensión deberá comprobarse antes y después de dicha verificación.

Para verificar la ausencia de tensión en cables o conductores aislados que puedan confundirse con otros existentes en la zona de trabajo, se utilizarán dispositivos que actúen directamente en los conductores (pincha-cables o similares), o se emplearán otros métodos, siguiéndose un procedimiento que asegure, en cualquier caso, la protección del trabajador frente al riesgo eléctrico.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

Los dispositivos telemandados utilizados para verificar que una instalación está sin tensión serán de accionamiento seguro y su posición en el telemando deberá estar claramente indicada.

Poner a tierra y en cortocircuito.

Las partes de la instalación donde se vaya a trabajar deben ponerse a tierra y en cortocircuito:

- En las instalaciones de alta tensión.
- En las instalaciones de baja tensión que, por inducción, o por otras razones, puedan ponerse accidentalmente en tensión.

Los equipos o dispositivos de puesta a tierra y en cortocircuito deben conectarse en primer lugar a la toma de tierra y a continuación a los elementos a poner a tierra, y deben ser visibles desde la zona de trabajo. Si esto último no fuera posible, las conexiones de puesta a tierra deben colocarse tan cerca de la zona de trabajo como se pueda.

Si en el curso del trabajo los conductores deben cortarse o conectarse y existe el peligro de que aparezcan diferencias de potencial en la instalación, deberán tomarse medidas de protección, tales como efectuar puentes o puestas a tierra en la zona de trabajo, antes de proceder al corte o conexión de estos conductores.

Los conductores utilizados para efectuar la puesta a tierra, el cortocircuito y, en su caso, el puente, deberán ser adecuados y tener la sección suficiente para la corriente de cortocircuito de la instalación en la que se colocan.

Se tomarán precauciones para asegurar que las puestas a tierra permanezcan correctamente conectadas durante el tiempo en que se realiza el trabajo. Cuando tengan que desconectarse para realizar mediciones o ensayos, se adoptarán medidas preventivas apropiadas adicionales.

Los dispositivos telemandados utilizados para la puesta a tierra y en cortocircuito de una instalación serán de accionamiento seguro y su posición en el telemando estará claramente indicada.

Proteger y señalizar:

Proteger frente a los elementos próximos en tensión y establecer una señalización de seguridad para delimitar la zona de trabajo.

Si hay elementos de una instalación próximos a la zona de trabajo que tengan que permanecer en tensión, deberán adoptarse medidas de protección adicionales, que se aplicarán antes de iniciar el trabajo, según lo dispuesto en el apartado 7 del artículo 4 de este Real Decreto.

A.2 Reposición de la tensión.

La reposición de la tensión sólo comenzará, una vez finalizado el trabajo, después de que se hayan retirado todos los trabajadores que no resulten indispensables y que se hayan recogido de la zona de trabajo las herramientas y equipos utilizados.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

El proceso de reposición de la tensión comprenderá:

1. La retirada, si las hubiera, de las protecciones adicionales y de la señalización que indica los límites de la zona de trabajo.
2. La retirada, si la hubiera, de la puesta a tierra y en cortocircuito.
3. El desbloqueo y/o la retirada de la señalización de los dispositivos de corte.
4. El cierre de los circuitos para reponer la tensión.

Desde el momento en que se suprima una de las medidas inicialmente adoptadas para realizar el trabajo sin tensión en condiciones de seguridad, se considerará en tensión la parte de la instalación afectada.

Disposiciones particulares

Las disposiciones particulares establecidas a continuación para determinados tipos de trabajo se considerarán complementarias a las indicadas en la parte A de este anexo, salvo en los casos en los que las modifiquen explícitamente.

B.1 Reposición de fusibles.

En el caso particular de la reposición de fusibles en las instalaciones indicadas en el primer párrafo del apartado 4 de la parte A.1 de este anexo:

- No será necesaria la puesta a tierra y en cortocircuito cuando los dispositivos de desconexión a ambos lados del fusible estén a la vista del trabajador, el corte sea visible o el dispositivo proporcione garantías de seguridad equivalentes, y no exista posibilidad de cierre intempestivo.
- Cuando los fusibles estén conectados directamente al primario de un transformador, será suficiente con la puesta a tierra y en cortocircuito del lado de alta tensión, entre los fusibles y el transformador.

5.2.2.6. TRABAJOS EN PROXIMIDAD DE ELEMENTOS EN TENSIÓN (ANEXO V RD 614/2001)

Disposiciones generales:

En todo trabajo en proximidad de elementos en tensión, el trabajador deberá permanecer fuera de la zona de peligro y lo más alejado de ella que el trabajo permita.

A.1 Preparación del trabajo.

Antes de iniciar el trabajo en proximidad de elementos en tensión, un trabajador autorizado, en el caso de trabajos en baja tensión, o un trabajador cualificado, en el caso de trabajos en alta tensión, determinará la viabilidad del trabajo, teniendo en cuenta lo dispuesto en el párrafo anterior y las restantes disposiciones del presente anexo.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

De ser el trabajo viable, deberán adoptarse las medidas de seguridad necesarias para reducir al mínimo posible:

- El número de elementos en tensión.
- Las zonas de peligro de los elementos que permanezcan en tensión, mediante la colocación de pantallas, barreras, envolventes o protectores aislantes cuyas características (mecánicas y eléctricas) y forma de instalación garanticen su eficacia protectora.

Si, a pesar de las medidas adoptadas, siguen existiendo elementos en tensión cuyas zonas de peligro son accesibles, se deberá:

- Delimitar la zona de trabajo respecto a las zonas de peligro; la delimitación será eficaz respecto a cada zona de peligro y se efectuará con el material adecuado.
- Informar a los trabajadores directa o indirectamente implicados, de los riesgos existentes, la situación de los elementos en tensión, los límites de la zona de trabajo y cuantas precauciones y medidas de seguridad deban adoptar para no invadir la zona de peligro, comunicándoles, además, la necesidad de que ellos, a su vez, informen sobre cualquier circunstancia que muestre la insuficiencia de las medidas adoptadas.

Sin perjuicio de lo dispuesto en los apartados anteriores, en las empresas cuyas actividades habituales conlleven la realización de trabajos en proximidad de elementos en tensión, particularmente si tienen lugar fuera del centro de trabajo, el empresario deberá asegurarse de que los trabajadores poseen conocimientos que les permiten identificar las instalaciones eléctricas, detectar los posibles riesgos y obrar en consecuencia.

A.2 Realización del trabajo.

En el desempeño de su función de vigilancia, los trabajadores autorizados deberán velar por el cumplimiento de las medidas de seguridad y controlar, en particular, el movimiento de los trabajadores y objetos en la zona de trabajo, teniendo en cuenta sus características, sus posibles desplazamientos accidentales y cualquier otra circunstancia que pudiera alterar las condiciones en que se ha basado la planificación del trabajo. La vigilancia no será exigible cuando los trabajos se realicen fuera de la zona de proximidad o en instalaciones de baja tensión.

Disposiciones particulares

B.1 Acceso a recintos de servicio y envolventes de material eléctrico.

El acceso a recintos independientes destinados al servicio eléctrico o a la realización de pruebas o ensayos eléctricos (centrales, subestaciones, centros de transformación, salas de control o laboratorios), estará restringido a los trabajadores autorizados, o a personal, bajo la vigilancia continuada de éstos, que haya sido previamente informado de los riesgos existentes y las precauciones a tomar.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

Las puertas de estos recintos deberán señalizarse indicando la prohibición de entrada al personal no autorizado. Cuando en el recinto no haya personal de servicio, las puertas deberán permanecer cerradas de forma que se impida la entrada del personal no autorizado.

La apertura de celdas, armarios y demás envolventes de material eléctrico estará restringida a trabajadores autorizados.

El acceso a los recintos y la apertura de las envolventes por parte de los trabajadores autorizados sólo podrá realizarse, en el caso de que el empresario para el que estos trabajan y el titular de la instalación no sean una misma persona, con el conocimiento y permiso de este último.

B.2 Obras y otras actividades en las que se produzcan movimientos o desplazamientos de equipos o materiales en la cercanía de líneas aéreas, subterráneas u otras instalaciones eléctricas.

Para la prevención del riesgo eléctrico en actividades en las que se producen o pueden producir movimientos o desplazamientos de equipos o materiales en la cercanía de líneas aéreas, subterráneas u otras instalaciones eléctricas (como ocurre a menudo, por ejemplo, en la edificación, las obras públicas o determinados trabajos agrícolas o forestales) deberá actuarse de la siguiente forma:

- Antes del comienzo de la actividad se identificarán las posibles líneas aéreas, subterráneas u otras instalaciones eléctricas existentes en la zona de trabajo, o en sus cercanías.
- Si, en alguna de las fases de la actividad, existe riesgo de que una línea subterránea o algún otro elemento en tensión protegido pueda ser alcanzado, con posible rotura de su aislamiento, se deberán tomar las medidas preventivas necesarias para evitar tal circunstancia.
- Si, en alguna de las fases de la actividad, la presencia de líneas aéreas o de algún otro elemento en tensión desprotegido, puede suponer un riesgo eléctrico para los trabajadores y, por las razones indicadas en el artículo 4.4 de este Real Decreto, dichas líneas o elementos no pudieran desviarse o dejarse sin tensión, se aplicará lo dispuesto en la parte A de este anexo.

A efectos de la determinación de las zonas de peligro y proximidad, y de la consiguiente delimitación de la zona de trabajo y vías de circulación, deberán tenerse especialmente en cuenta:

- Los elementos en tensión sin proteger que se encuentren más próximos en cada caso o circunstancia.
- Los movimientos o desplazamientos previsibles (transporte, elevación y cualquier otro tipo de movimiento) de equipos o materiales.

5.2.2.6.1 TRABAJOS EN TENSIÓN (ANEXO 3 RD 614/2001)

No está previsto la realización de trabajos en tensión, en el caso de tener que realizarlos la empresa responsable elaborará el correspondiente procedimiento.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

Disposiciones generales:

1. Los trabajos en tensión deberán ser realizados por trabajadores cualificados, siguiendo un procedimiento previamente estudiado y, cuando su complejidad o novedad lo requiera, ensayado sin tensión, que se ajuste a los requisitos indicados a continuación. Los trabajos en lugares donde la comunicación sea difícil, por su orografía, confinamiento u otras circunstancias, deberán realizarse estando presentes, al menos, dos trabajadores con formación en materia de primeros auxilios.
2. El método de trabajo empleado y los equipos y materiales utilizados deberán asegurar la protección del trabajador frente al riesgo eléctrico, garantizando, en particular, que el trabajador no pueda contactar accidentalmente con cualquier otro elemento a potencial distinto al suyo.

Entre los equipos y materiales citados se encuentran:

- Los accesorios aislantes (pantallas, cubiertas, vainas, etc.) para el recubrimiento de partes activas o masas.
- Los útiles aislantes o aislados (herramientas, pinzas, puntas de prueba, etc)
- Las pértigas aislantes
- Los dispositivos aislantes o aislados (banquetas, alfombras, plataformas de trabajo, etc.).
- Los equipos de protección individual frente a riesgos eléctricos (guantes, gafas, cascos, etc.).

Existen tres métodos de trabajo en tensión para garantizar la seguridad de los trabajadores que los realizan:

- Método de trabajo a potencial, empleado principalmente en instalaciones y líneas de transporte de alta tensión.
- Método de trabajo a distancia, utilizado principalmente en instalaciones de alta tensión en gama media de tensiones.
- Método de trabajo en contacto con protección aislante en las manos, utilizado principalmente en baja tensión, aunque también se emplea en la gama baja de alta tensión. Este es el método más utilizado en los trabajos realizados en redes aéreas de baja tensión que se detalla a continuación.

5.2.2.6.2 TRABAJOS EN ALTURA

Medidas generales

Destacaremos, entre otras, las siguientes medidas:

Para evitar la caída de objetos:

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

1. Coordinar los trabajos de forma que no se realicen trabajos superpuestos. Sin embargo, si existiera la necesidad ineludible de trabajos simultáneos sobre la misma vertical, se instalarán protecciones (redes, marquesinas, etc.).
2. Acotar y señalizar las zonas con riesgo de caída de objetos.
3. Señalizar y controlar la zona donde se realicen maniobras con cargas suspendidas, que serán manejadas desde fuera de la zona de influencia de la carga, y acceder a esta zona sólo cuando la carga esté prácticamente arriada.
4. Equipos de Protección Individual y Colectiva: Equipos de protección general.

Para evitar la caída de personas:

1. Las plataformas, andamios y pasarelas, así como los desniveles, huecos y aberturas existentes en los pisos de las obras, que supongan para los trabajadores un riesgo de caída de altura superior a 2 metros, se protegerán mediante barandillas u otro sistema de protección colectiva de seguridad equivalente. Las barandillas serán resistentes, tendrán una altura mínima de 90 centímetros y dispondrán de un rodapié, un pasamanos y una protección intermedia que impidan el paso o deslizamiento de los trabajadores.
   La altura de 2,00 m. a la que se hace mención se medirá desde la superficie en la que esté situado el trabajador hasta la del nivel inferior en la que quedaría retenido el mismo si no se dispusiera de un medio de protección.
   La altura mínima de las barandillas se fija, al igual que en otras normativas, en 90 cm. No obstante, se debe considerar que tanto por los ensayos realizados en España, como en otros países europeos, y debido al incremento de la talla media de las personas, la altura mínima de recogida que se hace constar en distintas Normas Europeas, por ejemplo, la Norma UNE 76502:1990 "Andamios de servicio y de trabajo, con elementos prefabricados. Materiales, medidas, cargas de proyecto y requisitos de seguridad", es de 100 cm. Por otra parte, en la Norma UNE-EN 1495:1998 "Plataformas Elevadoras o Plataformas Elevadoras sobre Mástil", la citada altura se fija en 110 cm.
   Se entiende como "otros sistemas de protección colectiva de seguridad equivalente" aquellos destinados a impedir la caída a distinto nivel como pueden ser: cerramiento de huecos con tapas, entablados continuos, mallazos, etc.

2. Los trabajos en altura sólo podrán efectuarse, en principio, con la ayuda de equipos concebidos para tal fin o utilizando dispositivos de protección colectiva, tales como barandillas, plataformas o redes de seguridad. Si por la naturaleza del trabajo ello no fuera posible, deberá disponerse de medios de acceso seguros y utilizarse arnés de seguridad con anclaje u otros medios de protección equivalente.
   Se entiende por "trabajos en altura" aquellos que se ejecutan en un lugar por encima del nivel de referencia, entendiendo como tal la superficie sobre la que se puede caer. Tal y como se indica en el apartado anterior, a partir de 2,00 m. se requiere la protección contra las caídas de altura; ello no significa que cuando se trabaje en alturas inferiores no deban utilizarse los medios y equipos adecuados para cada caso.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

Para la realización de trabajos en altura se pueden plantean tres opciones:

- Utilizar equipos de trabajo específicamente diseñados o proyectados para la naturaleza de la tarea a la que se destinan (plataformas elevadoras, andamios, escaleras, etc.).
  Cada uno de estos equipos deberá cumplir los requisitos establecidos en la normativa que le corresponda. Además de los artículos de la Ordenanza Laboral de la Construcción citados en el apartado anterior (cuando sean de aplicación), la citada normativa incluye: RD 1435/1992, de 27 de noviembre (BOE N° 297, de 11 de diciembre), por el que se dictan las disposiciones de aplicación de la Directiva del Consejo 89/392/CEE, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre máquinas, modificado por el RD 56/1995, de 20 de enero (BOE N° 33, de 8 de febrero); RD 1215/1997 "Equipos de trabajo", modificado por el RD 2177/2004 “Equipos de trabajo en materia de trabajos temporales en altura”; del RD 486/1997 "Lugares de trabajo" ; etc. Asimismo, se tendrá en cuenta la Directiva 2001/45/CE - pendiente de transposición al Derecho español -, de 27 de junio de 2001, por la que se modifica la Directiva 89/655/CEE, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Instalar las protecciones colectivas citadas en este apartado (barandillas, plataformas o redes de seguridad) en función de cada uno de los puestos de trabajo.
  Existen dos tipos diferentes de protecciones colectivas: las que impiden la caída (barandillas, entablados, redes de seguridad tipo U, etc.) y las que simplemente la limitan (redes de seguridad tipos S, T, V , etc.). Resulta más adecuado utilizar las citadas en primer lugar, dado que el nivel de seguridad que proporcionan es mayor.
- Si no es técnicamente posible aplicar ninguna de las dos opciones A o B anteriores se recurrirá a la utilización de protección individual. Esta solución final se llevará a cabo con carácter excepcional previa justificación técnica. Hay que resaltar que en ocasiones, aun a pesar de instalarse medios de protección colectiva, éstos no eliminan totalmente el riesgo, siendo necesario emplear equipos de protección individual como complemento. Estos equipos podrán ser sistemas de sujeción o anticaídas.
  No obstante lo anterior, y siempre que sea posible, se dará preferencia a la protección colectiva frente a la individual, tal y como se especifica en el principio de acción preventiva del artículo 15.1.h) de la LPRL: "anteponer la protección colectiva a la individual".
  En todos los casos es requisito imprescindible que el acceso al lugar donde deba realizase el trabajo en altura sea seguro.

Equipos de Protección Individual y Colectiva:

- Equipo de protección general.
- Arnés anticaídas.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

5.2.2.6.2.1 ESCALERAS DE MANO (RD 1215/199 Y RD 2177/2004)

1. Las escaleras de mano se colocarán de forma que su estabilidad durante su utilización esté asegurada. Los puntos de apoyo de las escaleras de mano deberán asentarse sólidamente sobre un soporte de dimensiones adecuadas y estable, resistente e inmóvil, de forma que los travesaños queden en posición horizontal. Las escaleras suspendidas se fijarán de forma segura y, excepto las de cuerda, de manera que no puedan desplazarse y se eviten los movimientos de balanceo.
2. Se impedirá el deslizamiento de los pies de las escaleras de mano durante su utilización ya sea mediante la fijación de la parte superior o inferior de los largueros, ya sea mediante cualquier dispositivo antideslizante o cualquier otra solución de eficacia equivalente. Las escaleras de mano para fines de acceso deberán tener la longitud necesaria para sobresalir al menos un metro del plano de trabajo al que se accede. Las escaleras compuestas de varios elementos adaptables o extensibles deberán utilizarse de forma que la inmovilización recíproca de los distintos elementos esté asegurada. Las escaleras con ruedas deberán haberse inmovilizado antes de acceder a ellas. Las escaleras de mano simples se colocarán, en la medida de lo posible, formando un ángulo aproximado de 75 grados con la horizontal.
3. El ascenso, el descenso y los trabajos desde escaleras se efectuarán de frente a éstas. Las escaleras de mano deberán utilizarse de forma que los trabajadores puedan tener en todo momento un punto de apoyo y de sujeción seguros. Los trabajos a más de 3,5 metros de altura, desde el punto de operación al suelo, que requieran movimientos o esfuerzos peligrosos para la estabilidad del trabajador, sólo se efectuarán si se utiliza un equipo de protección individual anticaídas o se adoptan otras medidas de protección alternativas. El transporte a mano de una carga por una escalera de mano se hará de modo que ello no impida una sujeción segura. Se prohíbe el transporte y manipulación de cargas por o desde escaleras de mano cuando por su peso o dimensiones puedan comprometer la seguridad del trabajador. Las escaleras de mano no se utilizarán por dos o más personas simultáneamente.
4. No se emplearán escaleras de mano y, en particular, escaleras de más de cinco metros de longitud, sobre cuya resistencia no se tengan garantías. No se admitirá el uso de escaleras de construcción improvisada.
5. Las escaleras de mano se revisarán periódicamente. Se prohíbe la utilización de escaleras de madera pintadas, por la dificultad que ello supone para la detección de sus posibles defectos.
6. Los espacios entre peldaños deben ser iguales, con una distancia entre ellos de 20 a 30 cm., como máximo.
7. Las escaleras estarán provistas de un dispositivo antideslizante en su pie, por ejemplo zapatas.
8. No se aceptarán escaleras de mano empalmadas, a menos que utilicen un sistema especial y recomendable de extensión de la misma.

Escaleras de madera:

9. La madera empleada será sana, libre de nudos, roturas y defectos que puedan disminuir su seguridad.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

10. Los largueros serán de una sola pieza.
11. Los peldaños estarán ensamblados a largueros, prohibiéndose las uniones simplemente efectuadas mediante clavos o amarre con cuerdas.
12. Las escaleras de madera se protegerán de las inclemencias climatológicas mediante barnices transparentes que no oculten sus defectos, prohibiéndose expresamente pintarlas.

Escaleras metálicas:

a. Los largueros serán de una sola pieza. Se prohíben los empalmes improvisados o soldados.
b. Sus elementos tanto largueros como peldaños no tendrán defectos ni bolladuras.

Escaleras de tijera:

13. Independientemente del material que las constituye dispondrán en su articulación superior de topes de seguridad de apertura.
14. Dispondrán además de cadenas o cables situados hacia la mitad de la longitud de los largueros que impidan su apertura accidental, usándose totalmente abierta.

Equipos de Protección Individual y Colectiva:

- Equipo de protección general.
- Arnés anticaídas.

5.2.2.6.2.2 CUERDAS

La utilización de las técnicas de acceso y de posicionamiento mediante cuerdas cumplirá las siguientes condiciones:

1. El sistema constará como mínimo de dos cuerdas con sujeción independiente, una como medio de acceso, de descenso y de apoyo (cuerda de trabajo) y la otra como medio de emergencia (cuerda de seguridad).
2. Se facilitará a los trabajadores unos arneses adecuados, que deberán utilizar y conectar a la cuerda de seguridad.
3. La cuerda de trabajo estará equipada con un mecanismo seguro de ascenso y descenso y dispondrá de un sistema de bloqueo automático con el fin de impedir la caída en caso de que el usuario pierda el control de su movimiento. La cuerda de seguridad estará equipada con un dispositivo móvil contra caídas que siga los desplazamientos del trabajador.
4. Las herramientas y demás accesorios que deba utilizar el trabajador deberán estar sujetos al arnés o al asiento del trabajador o sujetos por otros medios adecuados.
5. El trabajo deberá planificarse y supervisarse correctamente, de manera que, en caso de emergencia, se pueda socorrer inmediatamente al trabajador.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

6. De acuerdo con las disposiciones del artículo 5 del R.D. 1215/1997, se impartirá a los trabajadores afectados una formación adecuada y específica para las operaciones previstas, destinada, en particular, a:
    - Las técnicas para la progresión mediante cuerdas y sobre estructuras.
    - Los sistemas de sujeción.
    - Los sistemas anticaídas.
    - Las normas sobre el cuidado, mantenimiento y verificación del equipo de trabajo y de seguridad.
    - Las técnicas de salvamento de personas accidentadas en suspensión.
    - Las medidas de seguridad ante condiciones meteorológicas que puedan afectar a la seguridad.
    - Las técnicas seguras de manipulación de cargas en altura.

En circunstancias excepcionales en las que, habida cuenta de la evaluación del riesgo, la utilización de una segunda cuerda haga más peligroso el trabajo, podrá admitirse la utilización de una sola cuerda, siempre que se justifiquen las razones.

5.2.2.6.2.3 PLATAFORMA ELEVADORA

Véase “Plataforma elevadora autopropulsada” en el apartado de Maquinaria y Medios Auxiliares.

Equipos de Protección Individual y Colectiva: Equipos de protección general.

5.2.2.6.2.4 Línea de vida.

Las llamadas “Líneas de Vida” proporcionan al usuario un punto de anclaje móvil para el arnés anticaídas en todo el recorrido por los lugares con peligro de caída desde altura, adaptándose a todo tipo de recorridos.

Está compuesta por:

- Una línea (cuerda, cable, carril, etc.) que partiendo de un lugar seguro recorre toda la zona de peligro a la que se ha de acceder.
- Unas piezas intermedias de sujeción (de la cuerda, cable, carril, etc.) que unen la línea a la estructura.
- Un carro (al cual se engancha el arnés anticaídas) que discurre libremente por la línea, teniendo un único punto de entrada-salida (en el lugar seguro) y desplazándose por encima de las piezas intermedias de sujeción sin que haya que soltarlo en ningún tramo del recorrido.

Este sistema permite al usuario enganchar su arnés anticaídas a la línea en lugar seguro y recorrer toda la zona de peligro sin tener que soltar nunca su arnés anticaídas, ya que el carro al cual lo lleve enganchado pasa por todas las piezas intermedias de sujeción de la línea.

El método de trabajo consistirá en:

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

- Verificar el buen estado de los equipos y materiales a utilizar (cuerda, cable, carril, arnés anticaídas, etc.).
- Verificar el estado del elemento donde se realizará el trabajo en altura.
- Instalar la 'línea de vida' que garantice la seguridad en el ascenso, descenso.
- Acceder al elemento en altura (enganchando el arnés anticaídas a la línea de vida).
- Realizar el trabajo.
- Descender del elemento en altura y desmontar la 'línea de vida'.
- Recoger los equipos y materiales.

Equipos de Protección Individual y Colectiva:

- Equipo de protección general.
- Casco con barbuquejo.
- Arnés anticaídas completo.
- Línea de Vida.

5.2.2.6.2.5 MANIPULACIÓN DE CARGAS

5.2.2.6.2.5.1 MANIPULACIÓN MANUAL DE CARGAS (RD 487/1997)

Se evitará en lo posible la manipulación manual de cargas, utilizando medios mecánicos como transpaletas manuales y carretillas automotoras.

Como norma general, nunca se levantarán manualmente cargas superiores a 25 Kg.

Si es preciso realizar labores de manipulación manual de cargas voluminosas, pesadas o irregulares, se pedirá ayuda de uno o varios compañeros si es posible.

En los casos en que se transporte entre 2 o más operarios, sólo uno será el responsable de la maniobra.

En labores de carga manual, manipular las cargas sobre superficies estables, de forma que no sea fácil perder el equilibrio.

Las zonas de trabajo así como sus accesos se mantendrán limpias y libres de obstáculos, los materiales o restos estarán almacenados en los lugares destinados a tal fin.

Cargar los materiales de forma simétrica (levantar enderezando las piernas con la espalda recta y los brazos pegados al cuerpo).

Acondicionar la carga de forma que se impidan los movimientos del contenido.

En el transporte, se tratará de aproximar la carga (su centro de gravedad) lo más posible al cuerpo, andando en pasos cortos y manteniendo el cuerpo erguido.

La carga se transportará de forma que no impida ver y que estorbe lo menos posible el andar natural.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

Se evitará, en la medida de lo posible, el movimiento de rotación del tronco en la manipulación manual de cargas.

Es conveniente que la anchura de la carga no supere la anchura de los hombros 860 cm. aproximadamente.

La profundidad de la carga no debería superar los 50 cm., aunque es recomendable que no supere los 35 cm.

Se prohíbe el transporte y la manipulación de cargas por o desde escaleras de mano cuando su peso o dimensiones puedan comprometer la seguridad del trabajador.

Se evitará manejar cargas subiendo cuestas, escalones o escaleras.

Se deberá evitar las corrientes de aire frío en los locales interiores y las ráfagas de viento en el exterior

El calzado constituirá un soporte adecuado para los pies, será estable, con la suela no deslizante, y proporcionará una protección adecuada del pie contra la caída de objetos.

En el manejo de cargas se seguirán los siguientes pasos:

- Planificar el levantamiento.
- Colocar los pies en frente de la carga, ligeramente paralelos; asir la misma con las palmas de las manos y la base de los dedos, no con la punta de los mismos.
- Sujetar firmemente la carga empleando ambas manos.
- Se situará la carga cerca del cuerpo.
- Se mantendrá la espalda recta.
- No se doblará la espalda al levantar o bajar una carga.
- Se usarán los músculos más fuertes, los de las piernas flexionándolas, nunca los de los brazos o la espalda.

Equipos de Protección Individual y Colectiva:

- Equipo de protección general: ropa de trabajo, guantes de protección mecánica y calzado de seguridad.
- Para trabajos continuados es obligatorio el uso de “cinturón antilumbago”.

5.2.2.6.2.5.2 MANIPULACIÓN MECÁNICA DE CAGAS

Las medidas preventivas para trabajos con Camión Grúa autocargante o Grúa autopropulsada están descritas en el apartado específico para estos trabajos.

Las medidas preventivas para trabajos con Grúa autopropulsada están descritas en el apartado específico para estos trabajos.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

Las medidas preventivas para trabajos con Herramientas de izado están descritas en el apartado específico para estos trabajos.

Como norma general se seguirán las siguientes medidas preventivas:

- Adecuar las cargas correctamente.
- Controlar las maniobras por una persona cualificada.
- Realizar un correcto mantenimiento de los equipos necesarios para realizar las cargas y descargas de los materiales.
- Se prohibirá la permanencia de personas bajo cargas suspendidas.
- Si existieran líneas eléctricas cercanas a las zonas de acopio las maniobras deberán estar guiadas por un trabajador cualificado según el RD 614/2001 De 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgos eléctrico"
- Los materiales se almacenarán de forma racional, de manera que no se produzcan derrumbamientos ni deslizamientos.
- Evitar realizar trabajos en la misma vertical.
- Utilizar cuerda de servicio.
- Los aparatos elevadores, grúas, etc., deberán ser utilizadas solo por personal especializado, un operario cualificado para su trabajo, con el carné correspondiente.
- Se prohíbe retirar las protecciones de los aparatos elevadores, grúas, camión- grúa, etc.
- Colocación de topes.
- Utilizar elementos estrobos y eslingas adecuados al peso que se debe manipular.
- Comprobación del buen estado de las eslingas, cadenas, ganchos, etc.
- Adecuar la maquinaria a utilizar al peso y dimensiones de la carga.
- No se utilizará una máquina para elevar cargas si no está diseñada para ello.

Equipos de Protección Individual y Colectiva:

- Equipo de protección general: ropa de trabajo, guantes de protección mecánica, calzado de seguridad y casco con barbuquejo.

5.2.2.6.2.6 MANIPULACIÓN DE PRODUCTOS QUÍMICOS (RD 379/2001)

El posible efecto nocivo de los contaminantes químicos sobre la salud, debido a su presencia en los ambientes laborales, debe ser considerado en el marco de la acción tóxica que en general pueden ejercer las sustancias químicas.

Se entiende por acción tóxica o toxicidad a la capacidad relativa de un compuesto para ocasionar daños mediante efectos biológicos adversos, una vez ha alcanzado un punto susceptible del cuerpo. Esta posible acción tóxica significa que la exposición a los contaminantes comporta un riesgo, el cual se puede definir como la probabilidad de que produzcan los efectos adversos señalados, bajo las circunstancias concretas de la exposición. La toxicidad es uno de los factores que determinan el riesgo,

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

pero éste responde además a otros factores como la intensidad y la duración de la exposición, la volatilidad del compuesto y el tamaño de las partículas. El concepto de toxicidad se refiere a los efectos biológicos adversos que pueden aparecer tras la interacción de la sustancia con el cuerpo; mientras que el concepto de riesgo incluye además la probabilidad de que se produzca una interacción efectiva.

Clasificación:

- Gases: Penetran fácilmente en el cuerpo por inhalación y suelen absorberse con facilidad. No es frecuente su absorción por piel o por ingestión.
- Líquidos: El mayor riesgo se produce por inhalación de sus vapores, que se comportan como gases, y de sus aerosoles. El contacto con la piel puede producir efectos importantes, en especial en zonas delicadas como los ojos.
- Sólidos: Pueden ser inhalados en forma de polvo o aerosol, pero su penetración profunda en el aparato respiratorio sólo se produce cuando las partículas tienen un tamaño inferior a 5 micras. Es particularmente importante la característica de su posible solubilización en fluidos biológicos (sangre, etc), ya que condiciona el tipo de efecto tóxico.

Ámbito de aplicación:

Se aplica a las instalaciones de almacenamiento, carga y descarga y trasiego de los líquidos inflamables y combustibles comprendidos en la clasificación establecida en el artículo 4, «Clasificación de productos», con las siguientes excepciones:

- Los almacenamientos con capacidad inferior a 50 l de productos de clase B, 250 ll de clase C o 1.000 l de clase D.
- Los almacenamientos integrados dentro de las unidades de proceso, cuya capacidad estará limitada a la necesaria para la continuidad del proceso.
- Las instalaciones en las que se cargan/descargan contenedores cisterna, camiones cisterna o vagones cisterna de líquidos inflamables o combustibles deberán cumplir esta ITC aunque la carga/descarga sea a/de instalaciones de proceso.
- Los almacenamientos regulados por el Reglamento de Instalaciones petrolíferas.
- Los almacenamientos de GLP (gases licuados de petróleo) o GNL (gases naturales licuados) que formen parte de una estación de servicio, de un parque de suministro, de una instalación distribuidora o de una instalación de combustión.
- Los almacenamientos de líquidos en condiciones criogénicas (fuertemente refrigerados).
- Los almacenamientos de sulfuro de carbono.
- Los almacenamientos de peróxidos orgánicos.
- Los almacenamientos de productos cuyo punto de inflamación sea superior a 150 °C.
- Los almacenamientos de productos para los que existan reglamentaciones de seguridad industrial específicas.

Medidas preventivas:

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

Se tendrá en cuenta para el almacenaje, trasiego y operaciones de mantenimiento, lo dispuesto en las instrucciones complementarias ITC MIE-APQ 1 "Almacenamiento de líquidos inflamables y combustibles" e ITC MIE-APQ 7 "Almacenamiento de líquidos tóxicos".

Equipos de Protección Individual y Colectiva:

- Ropa de trabajo
- Guantes de protección frente a agentes químicos
- Calzado de seguridad
- Gafas o pantalla para protección facial
- Mascarilla

5.2.3. RELATIVOS AL PROCESO CONSTRUCTIVO

Nos referimos aquí a los riesgos propios de actividades concretas que afectan sólo al personal que realiza trabajos en las mismas.

Este personal estará expuesto a los riesgos generales indicados en el punto 5.2.1., más los específicos de su actividad.

A tal fin analizamos a continuación las actividades más significativas

5.2.3.1. REPLANTEO Y ESTAQUILADO

Los riesgos propios de esta actividad están incluidos en la descripción de riesgos generales y específicos.

Equipos de Protección Individual:

- Ropa de trabajo con protección frente al frío,
- Calzado de protección.

5.2.3.2. ACOPIO Y MANIPULACIÓN DE MATERIALES

Los riesgos propios de esta actividad están incluidos en la descripción de riesgos generales. A fin de evitar los posibles accidentes, se adoptarán las siguientes medidas preventivas:

Informar a los trabajadores acerca de los riesgos más característicos de esta actividad, accidentes más habituales y forma de prevenirlos haciendo especialmente hincapié sobre los siguientes aspectos:

- Manejo manual de materiales.
- Acopio de materiales, según sus características.
- Manejo / acopio de materiales tóxico / peligrosos.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

Equipos de Protección Individual:

- Equipos de protección general: calzado, casco de seguridad, ropa de trabajo, guantes de protección mecánica.

5.2.3.3. TRANSPORTE DE MATERIALES Y EQUIPOS DENTRO DE LA OBRA

En esta actividad, además de los riesgos generales enumerados en el punto 5.2.1., son previsibles los siguientes:

- Desprendimiento o caída de la carga, o parte de la misma, por ser excesiva o estar mal sujeta.
- Vuelcos.
- Choques contra otros vehículos o máquinas.
- Golpes o enganches de la carga con objetos, instalaciones o tendidos de cables.

A fin de evitar los posibles accidentes, se adoptarán las siguientes medidas preventivas:

- Se cumplirán las normas de tráfico y límites de velocidad establecidas para circular por los viales de obra, las cuales estarán señalizadas y difundidas a los conductores.
- Se prohibirá que las plataformas y/o camiones transporten una carga superior a la identificada como máxima admisible.
- La carga se transportará amarrada con cables de acero, cuerdas o estrobos de suficiente resistencia.
- Se señalizarán con placas normalizadas las partes salientes de la carga y, de producirse estos salientes, no excederán de 1,50 m.
- En las maniobras con riesgo de vuelco del vehículo, se colocarán topes y se ayudarán con un señalista.
- Cuando se tenga que circular o realizar maniobras en proximidad de líneas eléctricas, se instalarán gálibos o topes que eviten aproximarse a la zona de influencia de las líneas.
- No se permitirá el transporte de personas fuera de la cabina de los vehículos.
- No se transportarán, en ningún caso, cargas suspendidas por la pluma con grúas móviles.
- Se revisará periódicamente el estado de los vehículos de transporte y medios auxiliares correspondientes.

Equipos de Protección Individual:

- Equipos de protección general: calzado, casco de seguridad, ropa de trabajo, guantes de protección mecánica.

5.2.3.4. EXCAVACIONES

En esta actividad, además de los riesgos generales enumerados en el punto 5.2.1., son previsibles los siguientes:

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

- Desprendimiento o deslizamiento de tierras.
- Colisiones y vuelcos de maquinaria.
- Riesgos a terceros ajenos al propio trabajo.

A fin de evitar los posibles accidentes, se adoptarán las siguientes medidas preventivas:

- Antes de comenzar los trabajos deberán de tomarse medidas para localizar y eliminar los peligros debidos a cables subterráneos y demás sistemas de distribución.
- Se intentará no trabajar en el interior de las excavaciones, y si se tiene que trabajar en su interior, se entibarán o ataluzarán todas las excavaciones de profundidad igual o superior a 1,3 m (para un terreno estándar) y todas las que se observen en terreno inestable a cualquier profundidad, de manera que se garantice la seguridad de los trabajadores que tienen que llevar a cabo algún trabajo en el interior.
- Se señalizarán las excavaciones, como mínimo a 1 m de su borde. No se acopiarán tierras ni materiales a menos de 2 m del borde de la excavación.
- Las excavaciones en cuyas proximidades deban circular personas, se protegerán con barandillas de señalización y/o contención dependiendo del entorno, de 90 cm. de altura, las cuales se situarán, siempre que sea posible, a 2 m del borde de la excavación.
- Los accesos a las zanjas o trincheras se realizarán mediante escaleras sólidas que sobrepasen en 1 m el borde de estas.
- Las maniobras de la maquinaria estarán dirigidas por una persona distinta del conductor. Las máquinas excavadoras y camiones sólo serán manejados por personal capacitado, con el correspondiente permiso de conducir el cual será responsable, así mismo, de la adecuada conservación de su máquina.
- Estará totalmente prohibida la presencia de operarios trabajando en planos inclinados de terreno, en lugares con fuertes pendientes o debajo de macizos horizontales.

Equipos de Protección Individual:

- Equipos de protección general: calzado, casco de seguridad, ropa de trabajo, guantes de protección mecánica.

5.2.3.5. MOVIMIENTOS DE TIERRA (TERRAPLENES Y RELLENOS)

En esta actividad, además de los riesgos generales enumerados en el punto 5.2.1., son previsibles los siguientes:

- Caídas de materiales de las palas o cajas de los vehículos.
- Caídas de personas desde los vehículos.
- Vuelcos de vehículos por diversas causas (malas condiciones del terreno, exceso de carga, durante las descargas, etc.).

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

- Atropello y colisiones.
- Polvo ambiental.

A fin de evitar los posibles accidentes, se adoptarán las siguientes medidas preventivas:

- No se cargarán los camiones por encima de la carga admisible ni sobrepasando el nivel superior de la caja.
- Se prohíbe el traslado de personas fuera de la cabina de los vehículos.
- Se situarán topes o calzos para limitar la proximidad a bordes de excavaciones o desniveles en zonas de descarga.
- Se limitará la velocidad de vehículos en el camino de acceso y en los viales interiores de la obra a 20 Km/h.
- En caso necesario se procederá al regado de las pistas para evitar la formación de nubes de polvo.
- Se seguirán las indicaciones descritas en la NTP 278: Zanjas. Prevención del desprendimiento de tierras. (Ver anexos).

Equipos de Protección Individual:

- Equipos de protección general: calzado, casco de seguridad, ropa de trabajo, guantes de protección mecánica.

5.2.3.6. TRABAJOS DE ENCOFRADO Y DESENCOFRADO

En esta actividad, además de los riesgos generales enumerados en el punto 5.2.1., son previsibles los siguientes:

- Desprendimiento de tableros.
- Pinchazos con objetos punzantes.
- Caída de elementos del encofrado durante las operaciones de desencofrado.

A fin de evitar los posibles accidentes, se adoptarán las siguientes medidas preventivas:

- El ascenso y descenso a los encofrados se hará con escaleras de mano reglamentarias.
- No permanecerán operarios en la zona de influencia de las cargas durante las operaciones de izado y traslado de tableros, puntales, etc.
- Se sacarán o remacharán todos los clavos o puntas existentes en la madera usada.El desencofrado se realizará siempre desde el lado en que no puedan desprenderse los tableros y arrastrar al operario.
- Se acotará, mediante cinta de señalización, la zona en la que puedan caer elementos procedentes de las operaciones de encofrado o desencofrado.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

Equipos de Protección Individual:

- Equipos de protección general: calzado, casco de seguridad, ropa de trabajo, guantes de protección mecánica.

5.2.3.7. TRABAJOS CON HORMIGÓN

La exposición y manipulación del hormigón, además de los riesgos generales enumerados en el punto 5.2.1., son previsibles los siguientes:

- Salpicaduras de hormigón a los ojos.
- Hundimiento, rotura o caída de encofrados.
- Torceduras de pies, pinchazos, al moverse sobre las estructuras.
- Dermatitis en la piel.
- Aplastamiento o atrapamiento por fallo de entibaciones.
- Lesiones musculares por el manejo de vibradores.
- Electrocución por ambientes húmedos.

A fin de evitar los posibles accidentes, se adoptarán las siguientes medidas preventivas:

Vertidos mediante canaleta:

- Instalar topes de final de recorrido de los camiones hormigonera para evitar vuelcos.
- No situarse ningún operario detrás de los camiones hormigonera en las maniobras de retroceso.

Vertido mediante cubo con grúa:

- Señalizar con pintura el nivel máximo de llenado del cubo para no sobrepasar la carga admisible de la grúa.
- No permanecer ningún operario bajo la zona de influencia del cubo durante las operaciones de izado y transporte de este con la grúa.
- La apertura del cubo para vertido se hará exclusivamente accionando la palanca prevista para ello. Para realizar tal operación se usarán, obligatoriamente, guantes, gafas y, cuando exista riesgo de caída, arnés de seguridad con sistema de anclaje adecuado.
- El guiado del cubo hasta su posición de vertido se hará siempre a través de cuerdas guía.

Equipos de Protección Individual:

- Equipos de protección general: calzado, casco de seguridad, ropa de trabajo, guantes de protección mecánica.
- Gafas de protección.
- Chaleco de alta visibilidad.
- Arnés anticaídas

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

- Rodilleras
- Botas de goma

5.2.3.8. MONTAJE DE ESTRUCTURAS METÁLICAS Y PEABRICADOS

En esta actividad, además de los riesgos generales enumerados en el punto 5.2.1., son previsibles los siguientes:

- Caída de materiales por la mala ejecución de la maniobra de izado y acoplamiento de los mismos o fallo mecánico de equipos.
- Caída de personas desde altura por diversas causas.
- Cortes y golpes por manejo de máquinas-herramientas.
- Vuelco o desplome de piezas prefabricadas.
- Atrapamiento y/o aplastamiento de manos o pies en el manejo de los materiales o equipos.
- Caída de objetos y herramientas sueltas.
- Explosiones o incendios por el uso de gases o por proyecciones incandescentes.

A fin de evitar los posibles accidentes, se adoptarán las siguientes medidas preventivas:

- Se señalizarán y acotarán las zonas en que haya riesgo de caída de materiales por manipulación, elevación y transporte de los mismos.
- No se permitirá, bajo ningún concepto, el acceso de cualquier persona a la zona señalizada y acotada en la que se realicen maniobras con cargas suspendidas.
- El guiado de cargas / equipos para su ubicación definitiva, se hará siempre mediante cuerdas guía manejadas desde lugares fuera de la zona de influencia de su posible caída, y no se accederá a dicha zona hasta el momento justo de efectuar su acople o posicionamiento.
- Se taparán o protegerán con barandillas de señalización y/o contención dependiendo del entorno o, según los casos, se señalizarán adecuadamente los huecos que se generen en el proceso de montaje.
- Se ensamblarán al nivel de suelo, en la medida que lo permita la zona de montaje y capacidad de las grúas, los módulos de estructuras con el fin de reducir en lo posible el número de horas de trabajo en altura y sus riesgos. Si en algún momento tiene que trabajarse en altura se seguirán las medidas de prevención reflejadas para trabajos en altura.
- La zona de trabajo sea de taller o de campo, se mantendrá siempre limpia y ordenada.
- Los equipos / estructuras permanecerán arriostradas, durante toda la fase de montajes hasta que no se efectúe la sujeción definitiva, para garantizar su estabilidad en las peores condiciones previsibles.
- Los andamios que se utilicen cumplirán los requerimientos y condiciones mínimas definidas en la legislación vigente.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

- En el caso de desplazamiento de operarios sobre la estructura, se instalarán líneas de vida para anclaje de los arneses anticaída provistos de absorción de energía., y también en aquellos casos en los que el trabajo no se pueda realizar con una plataforma elevadora o no sea posible montar plataformas de trabajo con barandilla.

De cualquier forma, dado que estas operaciones y maniobras están muy condicionadas por el estado real de la obra en el momento de ejecutarlas, en el caso de detectarse una complejidad especial se elaborará un plan de seguridad específico al efecto.

Colocación de refuerzos y recrecidos:

Durante la ejecución de taladros u otras operaciones, las herramientas estarán amarradas al apoyo por medio de eslingas, al igual que las barras. Estas siempre estarán sujetas al menos por una de sus partes hasta que quede colocada definitivamente.

Equipos de Protección Individual:

- Equipos de protección general: calzado, casco de seguridad, ropa de trabajo, guantes de protección mecánica.
- Gafas de protección.
- Línea de vida
- Absorbedor de energía
- Arnés anticaídas

5.2.3.9. MANIOBRAS DE IZADO, SITUACIÓN EN OBRA Y MONTAJE E EQIPOS Y MATERIALES

En esta actividad, además de los riesgos generales enumerados en el punto 5.2.1., son previsibles los siguientes:

- Caída de materiales, equipos o componentes de los mismos por fallo de los medios de elevación o error en la maniobra.
- Caída de personas desde altura en operaciones de estrobado o desestrobado de las piezas.
- Contactos eléctricos.
- Aprisionamiento/aplastamiento de personas por movimientos incontrolados de la carga.
- Vuelco o caída del medio de elevación.
- Golpes de equipos, en su izado y transporte, contra otras instalaciones (estructuras, líneas eléctricas, etc.). Caída o vuelco de los medios de elevación.

A fin de evitar los posibles accidentes, se adoptarán las siguientes medidas preventivas:

Las medidas de prevención a aplicar en relación con los riesgos inherentes a este tipo de trabajos, que ya se relacionaron, están contempladas y definidas en el punto anterior, destacando especialmente las correspondientes a:

- Señalizar y acotar las zonas de trabajo con cargas suspendidas.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

- No permanecer persona alguna en la zona de influencia de la carga.
- Hacer el guiado de las cargas mediante cuerdas.
- Entrar en la zona de riesgo sólo en el momento del acoplamiento.

Equipos de Protección Individual:

- Equipos de protección general: calzado, casco de seguridad, ropa de trabajo, guantes de protección mecánica.
- Arnés anticaídas, línea de vida y absorbedor de energía.

5.2.4. RELATIVOS A MAQUINARIAS Y HERRAMIENTAS

5.2.4.1. MAQUINARIA DE MOVIMIENTO DE TIERRAS

Riesgos

- Caída de personas a distinto nivel.
- Caída de objetos por desplome o derrumbamiento.
- Choques o contacto con objetos o elementos móviles.
- Golpes o cortes por objetos o herramientas.
- Proyección de fragmentos o partículas.
- Explosiones e incendios.
- Atropellos o golpes con vehículos.
- Atrapamiento por vuelco de máquinas o vehículos.
- Atrapamiento por o entre objetos.
- Contactos térmicos.
- Contactos eléctricos.
- Exposición al ruido.

Equipos de Protección Individual

- Casco de seguridad (a usar cuando se abandone la cabina de la máquina).
- Calzado de seguridad.
- Gafas de seguridad (cuando la máquina no disponga de cabina o se realicen tareas de mantenimiento y haya riesgo de salpicadura) .
- Guantes de cuero para evitar quemaduras y salpicaduras en las manos.
- Protección auditiva cuando se prevean niveles de ruido superiores a 80-85 dB.
- Cinturón antivibratorio para operadores de las máquinas y conductores de los vehículos que lo precisen.
- Chaleco reflectante (a usar cuando se abandone la cabina de la máquina en trabajos nocturnos o lugares con poca iluminación en condiciones de escasa visibilidad y con riesgo de atropello por máquinas o vehículos).

Medidas preventivas

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

Factor humano:

- 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.
- Para acceder a la máquina se tomarán las siguientes precauciones:
- Utilice los peldaños y asideros dispuestos para tal fin, se evitará lesiones por caída.
- Suba y baje de la máquina de forma frontal (mirando hacia ella), asiéndose con ambas manos; lo hará de forma segura.
- No salte nunca directamente al suelo si no es por peligro inminente para su persona.

Previo al comienzo de la jornada:

- Realizar los controles y verificaciones previstas en el libro de instrucciones de la máquina.
- Comprobar visualmente el estado de la máquina. Limpiar cristales y espejos para así tener una mejor visión, comprobar que funcionan los dispositivos luminosos.
- Verificar el panel de mandos y el buen funcionamiento de los diversos órganos de las máquinas, así como frenos, dirección, etc.
- Comprobar antes de arrancar que los mandos están en posición neutra. Tocar el claxon.
- Asegurarse del perfecto estado de las señales ópticas y acústicas.

Durante el desarrollo de la jornada:

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

- No subir o bajar del vehículo en marcha.
- No abandonar la máquina cargada, con el motor en marcha ni con la cuchara subida.
- Queda terminantemente prohibido el transportar pasajeros, bien en la cabina o en cualquier otra parte de la máquina.
- Si se detecta cualquier anomalía en la máquina, se parará y se dará parte a su superior. No se reanudará los trabajos hasta que se halla subsanado la avería.
- Cuando abandone la máquina, se parará el motor y se accionará el mecanismo de frenado, incluso se dispondrá de calzos si fuera necesario.
- Se respetarán los límites de velocidad, la señalización en la obra y de carreteras así como las prioridades y prohibiciones fijadas en el Plan de Seguridad.

Al final de la jornada:

- Estacionar la máquina en las zonas previstas para ello (en ningún caso a menos de 3 metros del borde de zanjas y vaciados).
- Apoyar el cazo o la cuchara en el suelo.
- Accionar el freno de estacionamiento, dejar en punto muerto los diversos mandos, cortar la llave de la batería y sacar la llave de contacto. Desconectar todos los mecanismos de transmisión y bloquear las partes móviles.
- Cerrar la cabina bajo llave.

Factor mecánico:

- Se usará la máquina más adecuada el trabajo a realizar.
- Sólo se usarán máquinas cuyo funcionamiento sea correcto, comprobadas por personal competente.
- Los resguardos y protecciones de partes móviles estarán colocados correctamente. Si se procediera a quitar alguno, se parará la máquina.
- La cabina estará dotada de extintor timbrado y con las revisiones al día.
- Si las máquinas afectan a viales públicos, durante el trabajo dispondrán en su parte superior de luces giratorias de advertencia.
- El maquinista deberá ajustar su asiento para que de este modo pueda alcanzar los controles sin dificultad.
- Para evitar el peligro de vuelco ningún vehículo podrá ir sobrecargado, especialmente aquellos que han de circular por caminos sinuosos.
- También se evitará el exceso de volumen en la carga de los vehículos y su mala repartición.
- Los dispositivos de frenado han de encontrarse en perfectas condiciones, para lo cual se realizarán revisiones frecuentes.

Factor trabajo:

- Las zonas de trabajo se mantendrán en todo momento limpias y ordenadas. Tendrán además la suficiente iluminación para los trabajos a realizar.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

- Se regarán con la frecuencia precisa las áreas en donde los trabajos puedan producir polvaredas.
- Delimitar los accesos y recorridos de los vehículos, siendo estos independientes (siempre que se pueda) de los delimitados para el personal a pie.
- Cuando sea obligatorio el tráfico por zonas de trabajo, estas se delimitarán convenientemente y se indicarán los distintos peligros con sus señales indicativas de riesgo correspondientes.
- La distancia del personal a una máquina que esté trabajando en el mismo tajo vendrá determinada por la suma de la distancia de la zona de influencia de la máquina más 5 metros.
- Existirá una separación entra máquinas que estén trabajando en el mismo tajo de al menos 30 metros.
- Las maniobras de marcha atrás se realizarán con visibilidad adecuada. En caso contrario se contará con la ayuda de otra persona que domine la zona. En ambos casos funcionará en la máquina el dispositivo acústico de marcha atrás.
- Los movimientos de máquinas durante la ejecución de trabajos que puedan producir accidentes serán regulados por personal auxiliar.
- Cualquier máquina o vehículo que vaya cargado tendrán preferencia de paso en pista.
- Se establecerá una limitación de velocidad adecuada para cada máquina.
- Para trabajos en proximidad de líneas eléctricas aéreas consultar las normas dispuestas para ello.

Factor terreno:

- En todo trabajo a realizar con maquinaria de movimiento de tierras se inspeccionarán los tajos a fin de observar posibles desmoronamientos que puedan afectar a las máquinas.
- Para evitar romper en una excavación una conducción enterrada (agua, gas, electricidad, saneamientos, etc.) es imprescindible localizar y señalizar de acuerdo con los planos de la zona. Si a pesar de ello se rompe la misma, se interrumpirán los trabajos, se acordonará la zona (si se precisa) y se dará aviso inmediato.
- Si topa con cables eléctricos, no salga de la máquina hasta haber interrumpido el contacto y alejado la máquina del lugar. Salte entonces, sin tocar a un tiempo el terreno u objeto en contacto con este.
- Cuando el suelo esté en pendiente, frenar la máquina y trabajar con el equipo orientado hacia la pendiente.
- Las pendientes se bajarán siempre con la misma velocidad a la que se sube.
- Se respetarán las distancias al borde del talud, nunca inferiores a 3 metros, debiendo estar señalizado.

5.2.4.2. MAQUINARIA DE TRANSPORTE POR CARRETERA. CAMIONES.

Riesgos

- Atropellos a terceros
- Vuelcos

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

- Quemaduras con zonas calientes del motor, etc.
- Proyección de partículas y sustancias nocivas
- Incendios y explosiones
- Caídas al ascender o descender del vehículo

Equipos de protección individual

- Utilizar guantes protectores durante la sustitución o abastecimiento del aceite lubricante.
- Utilizar calzado de seguridad.
- Usar gafas y guantes de seguridad cuando se manipule aceites, líquidos refrigerantes, ácidos o cualquier sustancia perjudicial para la salud
- Utilice el equipo de protección personal requerido para la zona donde esté, si así se requiere (chaleco reflectante, casco, etc).
- Cerciorarse, a la hora de realizar una maniobra, que no hay nadie alrededor del vehículo y mirar atentamente por los espejos.
- Tener los elementos del vehículo en buen estado, especialmente los espejos y cristales limpios.
- Suba y baje del vehículo por los lugares indicados para ello
- Respete las normas de tráfico y la señalización de obra.
- La lubricación, conservación y reparación de este vehículo puede ser peligrosa si no se hace de acuerdo con las especificaciones del fabricante. No realizar estas operaciones con el motor caliente y limpiar sus derrames.
- Exija que su vehículo sea cargado correctamente, las cargas deben ser estables y estar lo más centradas posible.
- Verificar los niveles de aceite hidráulico, de la transmisión, sistema de frenos, dirección y volquete y comprobar que no haya ninguna fuga.

5.2.4.3. MAQUINAS EXCAVADORAS

Riesgos

- Caída de personas a distinto nivel.
- Caída de objetos por desplome o derrumbamiento.
- Choques o contacto con objetos o elementos móviles.
- Golpes o cortes por objetos o herramientas.
- Proyección de fragmentos o partículas.
- Explosiones e incendios.
- Atropellos o golpes con vehículos.
- Atrapamiento por vuelco de máquinas o vehículos.
- Atrapamiento por o entre objetos.
- Contactos térmicos.
- Contactos eléctricos.
- Exposición al ruido.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

Equipos de Protección Individual

- Casco de seguridad (a usar cuando se abandone la cabina de la máquina).
- Calzado de seguridad.
- Guantes de cuero.
- Protección auditiva.
- Cinturón antivibratorio para operadores de las máquinas y conductores de los vehículos que lo precisen.
- Chaleco reflectante (a usar cuando se abandone la cabina de la máquina en trabajos nocturnos o lugares con poca iluminación en condiciones de escasa visibilidad y con riesgo de atropello por máquinas o vehículos).
- Serán de aplicación todas las normas recogidas en el apartado “Maquinaria de movimiento de tierras en general”.
- Cuando los productos de la excavación se carguen directamente sobre el camión no se pasará la cuchara por encima del mismo.
- Como norma general se circulará marcha adelante y con la cuchara bajada. No se circulará en punto muerto.
- No se empleará el brazo como grúa.
- No se abandonará la máquina con el motor en marcha ni con la cuchara elevada.
- Para desplazarse sobre un terreno en pendiente orientar el brazo hacia la parte de abajo tocando casi el suelo.
- Cuidado con las pendientes de trabajo, no se superará el 20% para terrenos húmedos ni el 30% para terrenos secos pero deslizantes.

5.2.4.4. GRÚA AUTOPROPULSADA

Riesgos

- Caída de personas a distinto nivel (durante el estribado o recepción de la carga).
- Caída de objetos desprendidos (por fallo del circuito hidráulico o frenos, por choque de la carga o del extremo de la pluma contra obstáculo, por rotura de cables o de otros elementos auxiliares como ganchos y poleas y por enganche o estribado deficiente de la carga).
- Golpes y cortes por objetos y herramientas (golpe por la carga durante la maniobra o por rotura del cable).
- Atrapamientos por o entre objetos (entre elementos auxiliares como ganchos, eslingas, poleas o por la propia carga).
- Atrapamiento por vuelco de máquinas o vehículos (vuelco por nivelación defectuosa, por fallo del terreno donde se asienta, por sobrepasarse el máximo momento de carga admisible o por efecto del viento).
- Atropellos o golpes con vehículos.
- Sobreesfuerzos (durante la preparación de la carga).
- Contactos eléctricos (por contacto con línea eléctrica).

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

- Contactos térmicos (por contacto con partes metálicas calientes).
- Exposición a contaminante químico: gases (por gases de escape motores combustión por reglaje defectuoso).
- Exposición a agente físico: ruido.

Equipos de Protección Individual

- Casco de seguridad (a usar cuando se abandone la cabina de la máquina).

- Calzado de seguridad con puntera reforzada y suela antideslizante.

- Guantes de protección.

- Chaleco reflectante (a usar cuando se abandone la cabina de la máquina en trabajos nocturnos o lugares con poca iluminación en condiciones de escasa visibilidad y con riesgo de atropello por máquinas o vehículos).

- Cinturón de banda ancha de cuero para las vértebras dorsolumbares.

Medidas preventivas

Formación y condiciones del operador

- El manejo lo realizará personas con formación específica y práctica en esta labor (se estará en posesión de las acreditaciones exigidas por la legislación vigente).
- No operar la grúa si el operario no está en perfectas condiciones físicas. Avisar en caso de enfermedad.

Comprobaciones previas (precauciones)

- La grúa que se utilice será la adecuada, en cuanto a su fuerza de elevación y estabilidad, a la carga que deba izar.
- Limpie sus zapatos del barro o grava que pudieran tener antes de subir a la cabina.
- Antes de la utilización de la grúa habrán de haberse revisado los cables, desechando aquellos que presenten un porcentaje de hilos rotos igual o superior al 10%, se comprobará el correcto funcionamiento de los embragues de giro y elevación de carga y pluma. Esta maniobra se hará en vacío.

Emplazamiento

Antes de la colocación de la grúa se estudiará el lugar más idóneo, teniendo en cuenta para ello lo siguiente:

- Deben evitarse las conducciones eléctricas, teniendo en cuenta que ni la pluma, ni el cable, ni la carga pueden pasar en ningún caso a menos de 5 metros de una línea eléctrica.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

- Cuando la grúa se encuentre con los gatos estabilizadores en posición de trabajo, los neumáticos del camión no deben estar en contacto con el suelo
- Está prohibido pasar con cargas por encima de personas.

Estabilidad

- En la proximidad a taludes, zanjas, etc. no se permitirá ubicar la grúa sin permiso del Responsable de la Obra que indicará las distancias de seguridad a la misma y tomará medidas de refuerzo y entibación que fuesen precisas. En general no se permitirá la colocación a menos de 2 m del borde del talud.
- Mantenga la máquina alejada de terrenos inseguros, propensos a hundimientos y asegúrese que el terreno está suficientemente bien compactado.
- Estabilizadores (apoyos telescópicos). Posicionada la máquina, obligatoriamente se extenderán completamente y se utilizarán los apoyos telescópicos de la misma, aun cuando la carga a elevar con respecto al tipo de grúa aparente como innecesaria esta operación. Dichos estabilizadores deberán apoyarse en terreno firme.

Posicionamiento correcto

- Los estabilizadores se apoyarán sobre tablones o traviesas de reparto.
- Extendidos los estabilizadores se calculará el área que encierran, comprobando con los diagramas que debe llevar el camión, que es suficiente para la carga y la inclinación requerida.
- Sólo en aquellos casos en donde la falta de espacio impida el uso de los apoyos telescópicos se procederá al izado de la carga sin mediación de estos cuando se cumpla:
    - Comprobación de la posibilidad de llevar a cabo el transporte de la carga (verificación diagramas, peso carga, inclinación, etc.).
    - Antes de operar con la grúa se dejará el vehículo frenado, calzadas sus ruedas y los estabilizadores.
    - No desplazar la carga por encima del personal.
    - Se transportará la carga evitando oscilaciones pendulares de la misma.

Peso de la carga

- Con anterioridad al izado se conocerá con exactitud o, en su defecto, se calculará el peso de la carga que se deba elevar.
- Se prohíbe sobrepasar la carga máxima admitida por el fabricante de la grúa, en función de la longitud en servicio del brazo.

Medios de protección

- El gancho de la grúa autopropulsada estará dotado de pestillo de seguridad, en prevención del riesgo de desprendimiento de carga.
- Deberán ir indicadas las cargas máximas admisibles para los distintos ángulos de inclinación.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

Choque contra objetos

- Cuando se trabaje sin carga se elevará el gancho para librar personas y objetos.
- Asegure la inmovilización del brazo de la grúa antes de iniciar ningún desplazamiento.

Precauciones durante el izado

- Levante una sola carga cada vez y siempre verticalmente.
- Mantenga siempre la vista en la carga. Si debe mirar hacia otro lado pare las maniobras.
- Si la carga, después de izada, se comprueba que no está correctamente situada, debe volver a bajarse despacio.
- No realice nunca arrastres de cargas o tirones sesgados. La grúa puede volcar y en el mejor de los casos, las presiones y esfuerzos realizados pueden dañar los sistemas hidráulicos del brazo.
- Evite pasar el brazo de la grúa, con carga o sin ella, sobre el personal.
- No se permitirá la permanencia de personal en la zona del radio de acción de la grúa, para lo cual previamente se habrá señalizada y acotada esta zona.
- No debe permitirse a otras personas viajar sobre el gancho, eslingas o cargas.
- No debe abandonarse el mando de la máquina mientras penda una carga del gancho.

Condiciones sobre la carga izada

- Los materiales que deban ser elevados por la grúa obligatoriamente deben estar sueltos y libres de todo esfuerzo que no sea el de su propio peso.
- Las cargas estarán adecuadamente sujetas mediante flejes o cuerdas. Cuando proceda se usarán bateas emplintadas.
- Las cargas suspendidas se gobernarán mediante cuerdas o cabos para la ubicación de la carga en el lugar deseado.
- Si la carga o descarga del material no fuera visible por el operario se colocará un encargado que señalice las maniobras debiendo cumplir únicamente aquellas que este último le señale.

Señalista

- En caso de que el operario que maneje la grúa no pueda ver parte del recorrido, precisará la asistencia de un señalista. Para comunicarse entre ellos emplearán el código del Anexo VI del R.D. 485/1997 (sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo) y el código de señales definido por la norma UNE-003, los cuales deberán conocer perfectamente.
- En todo momento la maniobra será dirigida por un único operario que será el que tenga el mando de la grúa, excepto en la parte del recorrido en el que éste no pueda ver la carga, en la que dirigirá la maniobra el señalista.
- El operario que esté dirigiendo la carga ignorará toda señal proveniente de otras personas, salvo una señal de parada de emergencia, señal que estará clara para todo el personal involucrado.

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

- No se permitirá dar marcha atrás sin la ayuda de un señalista (tras la máquina puede haber operarios y objetos).
- Señalización
- Si fuese necesario ocupar transitoriamente la acera se canalizará el tránsito de los peatones por el exterior de la misma, con protección de vallas metálicas de separación de áreas.
- Se acotarán a nivel de terreno las zonas que se vean afectadas por los trabajos, para evitar el paso o permanencia del tránsito de peatones o de otros operarios en la zona, ante una eventual caída de objetos, materiales o herramientas.

Distancias de seguridad

En presencia de líneas eléctricas debe evitarse que el extremo de la pluma, cables o la propia carga se aproxime a los conductores a una distancia menor que las indicadas a continuación dependiendo de la tensión nominal de la línea eléctrica.

Tensión nominal instalación (kV)	Distancia mínima Dprox-2 (m)
< 66	3
66 < V_n < 220	5
V_n > 220	7

Si no es posible realizar el trabajo en adecuadas condiciones de seguridad, guardando las distancias de seguridad, se lo comunicará al Responsable de los Trabajos quién decidirá las medidas a adoptar (solicitud a la Compañía Eléctrica del corte del servicio durante el tiempo que requieran los trabajos, instalación de pantallas de protección, colocación de obstáculos en el suelo, etc.).

Contacto eléctrico con línea eléctrica aérea

En el caso de contacto con una línea eléctrica aérea el conductor de la grúa seguirá las siguientes instrucciones:

- Permanecerá en la cabina y maniobrará haciendo que cese el contacto.
- Alejará el vehículo del lugar, advirtiendo a las personas que allí se encuentran que no deben tocar la máquina.
- Si no es posible cesar el contacto ni mover el vehículo, permanecerá en la cabina indicando a todas las personas que se alejen del lugar, hasta que le confirmen que la línea ha sido desconectada.
- Si el vehículo se ha incendiado y se ve forzado a abandonarlo podrá hacerlo:
- Comprobando que no existen cables de la línea caídos en el suelo o sobre el vehículo, en cuyo caso lo abandonará por el lado contrario.
- Descenderá de un salto, de forma que no toque el vehículo y el suelo a un tiempo. Procurará caer con los pies juntos y se alejará dando pasos cortos, sorteando sin tocar los objetos que se encuentren en la zona.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

5.2.4.5. CAMIÓN AUTOCARGANTE

Riesgos

- Caída de personas a distinto nivel (durante el estribado o recepción de la carga).
- Golpes por caída de objetos desprendidos (por fallo del circuito hidráulico o frenos, por choque de la carga o del extremo de la pluma contra obstáculo, por rotura de cables o de otros elementos auxiliares como ganchos y poleas, por enganche o estribado deficiente de la carga o por desestabilización del camión sobre sus calzos).
- Atrapamientos por o entre objetos (entre elementos auxiliares como ganchos, eslingas, poleas o por la propia carga).
- Atrapamiento por vuelco de máquinas o vehículos (vuelco por nivelación defectuosa, por fallo del terreno donde se asienta, por sobrepasarse el máximo momento de carga admisible o por efecto del viento).
- Atropellos o golpes con vehículos.
- Sobreesfuerzos (durante la preparación de la carga).
- Contactos eléctricos (por contacto con línea eléctrica).
- Contactos térmicos.
- Exposición a contaminante químico: gases (por gases de escape motores combustión por reglaje defectuoso).
- Exposición a agente físico: ruido.

Equipos de Protección Individual

- Casco de seguridad (a usar cuando se abandone la cabina de la máquina).
- Calzado de seguridad con puntera reforzada y suela antideslizante.
- Guantes de protección.
- Chaleco reflectante (a usar cuando se abandone la cabina de la máquina en trabajos nocturnos o lugares con poca iluminación en condiciones de escasa visibilidad y con riesgo de atropello por máquinas o vehículos).
- Cinturón de banda ancha de cuero para las vértebras dorsolumbares.

Medidas preventivas

Formación y condiciones del operador

- El manejo lo realizará personas con formación específica y práctica en esta labor (se estará en posesión de las acreditaciones exigidas por la legislación vigente).
- No operar el camión si no se está en perfectas condiciones físicas. Avisar en caso de enfermedad.

Comprobaciones previas (precauciones)

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

- La grúa que se utilice será la adecuada, en cuanto a su fuerza de elevación y estabilidad, a la carga que deba izar.
- Limpie sus zapatos del barro o grava antes de subir a la cabina. Si se resbalan los pedales durante una maniobra o durante la marcha, puede provocar accidentes.
- Antes de la utilización de la grúa habrán de haberse revisado los cables, desechando aquellos que presenten un porcentaje de hilos rotos igual o superior al 10%.
- Antes de utilizar la grúa se comprobará el correcto funcionamiento de los sistemas hidráulicos de la pluma. Esta maniobra se hará en vacío.

Emplazamiento

- Antes de la colocación de la grúa se estudiará el lugar más idóneo, teniendo en cuenta que deben evitarse las conducciones eléctricas, teniendo en cuenta que ni la pluma, ni el cable, ni la carga pueden pasar en ningún caso a menos de 5 metros de una línea eléctrica.
- Cuando la grúa se encuentre con los gatos estabilizadores en posición de trabajo, los neumáticos del camión no deben estar en contacto con el suelo
- Está prohibido pasar con cargas por encima de personas.

Estabilidad

- Mantenga la máquina alejada de terrenos inseguros, propensos a hundimientos o en proximidad a taludes y excavaciones. La distancia mínima al borde de una excavación será de 2 m.
- Estabilizadores (apoyos telescópicos). Posicionada la máquina, obligatoriamente se extenderán completamente y se utilizarán los apoyos telescópicos de la misma siempre, deberán apoyarse en terreno firme. Los estabilizadores se apoyarán sobre tablones o traviesas de reparto.
- Extendidos los estabilizadores se calculará el área que encierran, comprobando con los diagramas que debe llevar el camión, que es suficiente para la carga y la inclinación requerida.
- Sólo en aquellos casos en donde la falta de espacio impida el uso de los apoyos telescópicos se procederá al izado de la carga sin mediación de estos cuando se cumpla:
    - Comprobación de la posibilidad de llevar a cabo el transporte de la carga (verificación diagramas, peso carga, inclinación, etc.).
    - Antes de operar con la grúa se dejará el vehículo frenado, calzadas sus ruedas y los estabilizadores.
    - No desplazar la carga por encima del personal.
    - Se transportará la carga evitando oscilaciones pendulares de la misma.

Peso de la carga

- Con anterioridad al izado se conocerá con exactitud o, en su defecto, se calculará el peso de la carga que se deba elevar.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

- Se prohíbe sobrepasar la carga máxima admitida por el fabricante de la grúa, en función de la longitud en servicio del brazo.

Medios de protección

- El gancho de la grúa estará dotado de pestillo de seguridad, en prevención del riesgo de desprendimiento de carga.
- Deberán ir indicadas las cargas máximas admisibles para los distintos ángulos de inclinación.

Choque contra objetos

- Cuando se trabaje sin carga se elevará el gancho para librar personas y objetos.
- Asegure la inmovilización del brazo de la grúa antes de iniciar ningún desplazamiento.

Precauciones durante el izado

- Levante una sola carga cada vez y siempre verticalmente.
- Mantenga siempre la vista en la carga. Si debe mirar hacia otro lado pare las maniobras.
- Si la carga, después de izada, se comprueba que no está correctamente situada, debe volver a bajarse despacio.
- No realice nunca arrastres de cargas o tirones sesgados. La grúa puede volcar o dañar los sistemas hidráulicos del brazo.
- No debe permitirse a otras personas viajar sobre el gancho, eslingas o cargas.
- No debe abandonarse el mando de la máquina mientras penda una carga del gancho.

Condiciones sobre la carga izada

- Las cargas estarán adecuadamente sujetas mediante flejes o cuerdas. Cuando proceda se usarán bateas emplintadas.
- Las cargas suspendidas se gobernarán mediante cuerdas o cabos para la ubicación de la carga en el lugar deseado.
- Si la carga o descarga del material no fuera visible por el operador se colocará un encargado que señalice las maniobras debiendo cumplir únicamente aquellas que este último le señale. Emplearán el código del Anexo VI del R.D. 485/1997 (sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo) y el código de señales definido por la norma UNE-003.
- Señalista
- En todo momento la maniobra será dirigida por un único operario que será el que tenga el mando de la grúa, excepto en la parte del recorrido en el que éste no pueda ver la carga, en la que dirigirá la maniobra el señalista.
- El operario que esté dirigiendo la carga ignorará toda señal proveniente de otras personas, salvo una señal de parada de emergencia, señal que estará clara para todo el personal involucrado.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

- No se permitirá dar marcha atrás sin la ayuda de un señalista (tras la máquina puede haber operarios y objetos).

Señalización

- Si fuese necesario ocupar transitoriamente la acera se canalizará el tránsito de los peatones por el exterior de la misma, con protección de vallas metálicas de separación de áreas.
- Se acotarán a nivel de terreno las zonas que se vean afectadas por los trabajos, para evitar el paso o permanencia del tránsito de peatones o de otros operarios en la zona, ante una eventual caída de objetos, materiales o herramientas.

Distancias de seguridad

En presencia de líneas eléctricas debe evitarse que el extremo de la pluma, cables o la propia carga se aproxime a los conductores a una distancia menor que las indicadas a continuación dependiendo de la tensión nominal de la línea eléctrica:

Tensión nominal instalación (kV)	Distancia mínima Dprox-2 (m)
< 66	3
66 < V_n < 220	5
V_n > 220	7

Si no es posible realizar el trabajo en adecuadas condiciones de seguridad, guardando las distancias de seguridad, se lo comunicará al Responsable de los Trabajos quién decidirá las medidas a adoptar (solicitud a la Compañía Eléctrica del corte del servicio durante el tiempo que requieran los trabajos, instalación de pantallas de protección, colocación de obstáculos en el suelo, etc.).

Contacto eléctrico con línea eléctrica aérea

En el caso de contacto con una línea eléctrica aérea el conductor de la grúa seguirá las siguientes instrucciones:

- Permanecerá en la cabina y maniobrará haciendo que cese el contacto.
- Alejará el vehículo del lugar, advirtiendo a las personas que allí se encuentran que no deben tocar la máquina.
- Si no es posible cesar el contacto ni mover el vehículo, permanecerá en la cabina indicando a todas las personas que se alejen del lugar, hasta que le confirmen que la línea ha sido desconectada.
- Si el vehículo se ha incendiado y se ve forzado a abandonarlo podrá hacerlo:
- Comprobando que no existen cables de la línea caídos en el suelo o sobre el vehículo, en cuyo caso lo abandonará por el lado contrario.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

- Descenderá de un salto, de forma que no toque el vehículo y el suelo a un tiempo. Procurará caer con los pies juntos y se alejará dando pasos cortos, sorteando sin tocar los objetos que se encuentren en la zona.

5.2.4.6. CAMIÓN HORMIGONERA

Riesgos

- Caída de personas a distinto nivel.
- Caída de personas al mismo nivel.
- Caída de objetos desprendidos.
- Choque contra objetos inmóviles.
- Choque o contacto con elementos móviles (por manejo canaleta).
- Golpes y cortes por objetos y herramientas.
- Proyección de fragmentos o partículas.
- Atrapamientos por o entre objetos (durante el despliegue, montaje y desmontaje de las canaletas).
- Atrapamiento por vuelco de máquinas o vehículos (caída a zanjas).
- Atropellos o golpes con vehículos.
- Sobreesfuerzos.
- Contactos térmicos.
- Contactos eléctricos.
- Exposición a sustancias nocivas o tóxicas.
- Exposición a agente físico: ruido.

Equipos de Protección Individual

- Casco de seguridad (a usar cuando se abandone la cabina de la máquina).
- Calzado de seguridad.
- Guantes de seguridad contra agresivos mecánicos y contra la acción del cemento que eviten aparición de dermatitis.
- Chaleco reflectante (a usar cuando se abandone la cabina de la máquina en trabajos nocturnos o lugares con poca iluminación en condiciones de escasa visibilidad y con riesgo de atropello por máquinas o vehículos).

Medidas preventivas

- El manejo lo realizará personas con formación específica y práctica en esta labor.
- El ascenso y descenso al camión hormigonera se realizará frontalmente al mismo, haciendo uso de los peldaños y asideros dispuestos para tal fin, evitando el ascenso a través de las llantas y el descenso mediante saltos.

Vuelco de la máquina

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

Se evitará que las zonas de acceso o circulación de los camiones se haga por rampas que superen una pendiente de 20% (como norma general), en prevención de atoramientos o vuelco de los camiones hormigoneras.

Operación de vertido

- Para evitar la aproximación excesiva de la máquina a bordes de taludes y evitar vuelcos o desprendimientos se señalizarán dichos bordes, no permitiendo el acercamiento de maquinaria pesada a menos de 2 metros.
- La puesta en estación y los movimientos del camión-hormigonera durante las operaciones de vertido, serán dirigidas por un señalista, en prevención de los riesgos por maniobras incorrectas.
- Durante las operaciones de vertido se calzarán todas las ruedas, con el fin de evitar deslizamientos o movimientos por fallo de los frenos.

Atrapamientos

- El operario que despliegue el canal de vertido de hormigón del camión hormigonera, deberá prestar sumo cuidado para no verse expuesto a amputaciones traumáticas por cizallamiento en la operación de basculamiento y encaje de los módulos de propagación.
- Una vez que acabe el hormigonado se recogerá la canaleta hasta la posición de lavado del camión hormigonera para evitar movimientos incontrolados.

Mantenimiento

- La limpieza de la cuba y canaletas se efectuará en los lugares previamente indicados, en prevención de riesgos por la realización de trabajos en zonas próximas a otros tajos.
- El mantenimiento y las intervenciones en el motor se realizarán por personal formado para dichos trabajos previendo las proyecciones de líquidos a altas temperaturas, incendio por líquidos inflamables o atrapamientos por manipulación de motores en marcha o partes en movimiento.

Riesgo eléctrico

Se señalizará la existencia de líneas aéreas eléctricas mediante banderolas que impidan el paso a vehículos que superen el gálibo marcado.

5.2.4.7. CAMIÓN BASCULANTE

Riesgos

- Caída de personas a distinto nivel.
- Caída de personas al mismo nivel.
- Caída de objetos desprendidos.
- Choque contra objetos inmóviles.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

- Golpes y cortes por objetos y herramientas.
- Proyección de fragmentos o partículas.
- Atrapamiento por vuelco de máquinas o vehículos (caída a zanjas).
- Atropellos o golpes con vehículos.
- Sobreesfuerzos.
- Contactos eléctricos.

Equipos de protección individual

- Casco de seguridad (a usar cuando se abandone la cabina de la máquina).
- Calzado de seguridad.
- Guantes de seguridad contra agresivos mecánicos.
- Chaleco reflectante (a usar cuando se abandone la cabina de la máquina en trabajos nocturnos o lugares con poca iluminación en condiciones de escasa visibilidad y con riesgo de atropello por máquinas o vehículos).

Medidas preventivas

Serán de aplicación todas las normas recogidas en el apartado “Maquinaria de movimiento de tierras en general”.

Formación

El personal encargado del manejo de esta máquina será especialista y estará en posesión del preceptivo carnet de conducir.

Carga de la caja

Las cajas de camiones se irán cargando de forma uniforme y compensando las cargas para no sobrecargar por zonas.

Una vez llegado al como de la caja, si se trata de materiales sueltos, se procederá a su tapado mediante lona o red para evitar su caída o derrame durante su transporte.

Durante las operaciones de carga permanecerá dentro de la cabina (si tiene visera de protección) o alejado del área de trabajo de la máquina cargadora.

Actuaciones seguras

- La caja será bajada inmediatamente después de efectuada la descarga y antes de emprender la marcha.
- Si por cualquier circunstancia tuviera que parar en rampa el vehículo quedará frenado y calzado con topes.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

- La velocidad de circulación estará en consonancia con la carga transportada, la visibilidad y las condiciones del terreno.
- En todo momento se respetarán las normas marcadas en el código de circulación vial así como la señalización de la obra.
- Si se agarrota el freno evite colisiones frontales o contra otros vehículos de su porte. Intente la frenada por roce lateral lo más suavemente posible o bien introdúzcase en terreno blando.
- Las maniobras dentro del recinto de obra se harán sin brusquedades, anunciando con antelación las mismas, auxiliándose del personal de obra.

Vuelco de la maquinaria

- En la aproximación al borde de la zona de vertido, tendrá especialmente en cuenta la estabilidad del vehículo, asegurándose que dispone de un tope limitador sobre el suelo siempre que se estime oportuno.
- Cuando se descargue material en las proximidades de una zanja se aproximará a una distancia máxima de 1 metro garantizando ésta mediante topes.

Contacto eléctrico

Para prevenir el contacto de la caja de camión en el momento de bascular, se señalizará la existencia de líneas aéreas eléctricas mediante banderolas que impidan el paso a vehículos que superen el gálibo marcado.

Mantenimiento

- Cualquier operación de revisión con el basculante levantado se hará impidiendo su descenso mediante enclavamiento.
- Los caminos de circulación interna de la obra se cuidarán en previsión de barrizales excesivos que mermen la seguridad de la circulación.

5.2.4.8. DUMPER AUTOVOLQUETE

Riesgos

- Caída de personas al mismo y distinto nivel.
- Caída de objetos desprendidos.
- Choque contra objetos inmóviles.
- Golpes y cortes por objetos y herramientas.
- Proyección de fragmentos o partículas.
- Atrapamiento por vuelco de máquinas o vehículos (caída a zanjas).
- Atropellos o golpes con vehículos.
- Sobreesfuerzos.

Equipos de protección individual

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

- Casco de seguridad.
- Calzado de seguridad. Cinturón antivibratorio.
- Guantes de seguridad contra agresivos mecánicos.
- Chaleco reflectante (a usar cuando se abandone la cabina de la máquina en trabajos nocturnos o lugares con poca iluminación en condiciones de escasa visibilidad y con riesgo de atropello por máquinas o vehículos).

Medidas preventivas

- Serán de aplicación todas las normas recogidas en el apartado “Maquinaria de movimiento de tierras en general”.
- No se permitirá el acceso ni la conducción del dúmper o autovolquete sin la debida autorización.
- No se sobrecargará la caja ni se colmará la misma ya que en su desplazamiento puede ir perdiendo de forma peligrosa parte de la misma. El dúmper elegido debe ser el apropiado al volumen de tierras a mover.
- En ningún caso se llenará el cubilete hasta un nivel en que la carga dificulte la visibilidad del conductor.
- Asegúrese siempre de tener una perfecta visibilidad frontal, evitará accidentes. Los dúmper se deben conducir mirando al frente, evite que la carga le haga conducir con el cuerpo inclinado mirando por los laterales de la máquina.
- Para descarga de materiales en proximidad de bordes de taludes se colocarán topes de tal forma que se impida la excesiva aproximación del dúmper al borde.
- No se admitirán máquinas que no vengan con la protección de cabina antivuelco instalada o pórtico de seguridad.
- Asimismo estos vehículos dispondrán de cinturón de seguridad que impida que en caso de vuelco el conductor pueda salir despedido.
- Antes de emprender la marcha el basculante deberá estar bajado.
- Al circular cuesta abajo debe estar metida una marcha, nunca debe hacerse en punto muerto.
- La velocidad máxima de circulación en obra será de 20 km/h (deberá existir por ello la pertinente señal en obra).
- En el caso de circular por vía pública cumplirán las indicaciones del código de circulación, por ello deberán estar matriculados y tendrán una luz rotativa indicando su presencia y desplazamiento.
- Si por cualquier circunstancia tuviera que parar en rampa el vehículo quedará frenado y calzado con topes.
- Está absolutamente prohibido transportar personas.
- El conductor deberá utilizar cinturón antivibratorio.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

5.2.4.9. CAGADORES Y EXCAVADORAS COMPACTOS (BOB-CAT)

Riesgos

- Caída de personas al mismo y distinto nivel.
- Caída de objetos desprendidos.
- Choque contra objetos inmóviles.
- Golpes y cortes por objetos y herramientas.
- Proyección de fragmentos o partículas.
- Atrapamiento por vuelco de máquinas o vehículos (caída a zanjas).
- Atropellos o golpes con vehículos.
- Sobreesfuerzos.

Equipos de protección individual

- Casco de seguridad (a usar cuando se abandone la cabina de la máquina).
- Calzado de seguridad.
- Guantes de seguridad contra agresivos mecánicos.
- Chaleco reflectante (a usar cuando se abandone la cabina de la máquina en trabajos nocturnos o lugares con poca iluminación en condiciones de escasa visibilidad y con riesgo de atropello por máquinas o vehículos).

Medidas preventivas

- Serán de aplicación todas las normas recogidas en el apartado “Maquinaria de movimiento de tierras en general”.
- No se permitirá el acceso ni la conducción de la máquina “bob-cat” sin la debida autorización.
- No se sobrecargará la pala ni se colmará la misma ya que en su desplazamiento puede ir perdiendo de forma peligrosa parte de la misma. La máquina y sus accesorios elegidos deben ser apropiados a la operación a realizar.
- Para descarga de materiales en proximidad de bordes de taludes se colocarán topes de tal forma que se impida la excesiva aproximación de la máquina al borde.
- No se admitirán máquinas que no vengan con la protección de cabina antivuelco instalada o pórtico de seguridad. Asimismo estos vehículos dispondrán de cinturón de seguridad que impida que en caso de vuelco el conductor pueda salir despedido.
- En el caso de circular por vía pública cumplirán las indicaciones del código de circulación, por ello deberán estar matriculados y tendrán una luz rotativa indicando su presencia y desplazamiento.
- Si por cualquier circunstancia tuviera que parar en rampa el vehículo quedará frenado y calzado con topes.
- Está absolutamente prohibido transportar personas.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

5.2.4.10. COMPACTADORES DE TAMBOR LISO

Riesgos

- Caída de personas al mismo nivel.
- Choque contra objetos inmóviles.
- Atrapamientos, golpes y cortaduras por accesorios de máquinas y elementos móviles.
- Vibraciones.
- Quemaduras por contacto con fluidos a alta temperatura.
- Contacto con sustancias nocivas
- Incendios por fallo eléctrico y/o combustión de líquidos inflamables
- Explosiones por rotura de las conducciones que llevan el fluido (aceite, aire comprimido)

Equipos de protección individual

- Casco de seguridad.
- Calzado de seguridad.
- Guantes de seguridad frente a contacto de líquidos nocivos.
- Chaleco reflectante (a usar cuando se abandone la máquina en trabajos nocturnos o lugares con poca iluminación en condiciones de escasa visibilidad o con riesgo de atropello por máquinas o vehículos).

Medidas preventivas

- No lleve ropas sueltas, brazaletes, cadenas, cabellos largos no recogidos….
- Haga todas las operaciones de limpieza y mantenimiento con la herramienta desconectada de su fuente de alimentación.
- Compruebe que la instalación neumática o hidráulica de la máquina es la adecuada
- Esta herramienta únicamente debe ser utilizada por personal autorizado y debidamente instruido, con una formación específica adecuada.
- Las rejillas y chapas de protección que evitan el contacto con piezas móviles deben permanecer en su sitio, bien ajustadas.
- Seguir las normas establecidas por el fabricante para el funcionamiento y mantenimiento de la máquina

5.2.4.11. MÁQUINAS HERRAMIENTAS

Riesgos

- Cortes.
- Quemaduras.
- Golpes.
- Proyección de fragmentos.
- Caída de objetos.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

- Contactos con la energía eléctrica.
- Riesgo eléctrico.
- Exposición a agente físico: ruido.
- Exposición a agente físico: vibraciones.
- Explosiones por trasiego de instrumentos.

Equipos de protección individual

- Casco de seguridad.
- Guantes de cuero.
- Botas de seguridad.
- En los trabajos con riesgo de proyección de partículas se deberá hacer uso de gafas de seguridad contra impactos mecánicos.

Medidas preventivas

- Las máquinas-herramientas eléctricas a utilizar en esta obra, estarán protegidas eléctricamente mediante doble aislamiento.
- Los motores eléctricos de las máquinas-herramientas estarán protegidos por la carcasa y resguardos propios de cada aparato para evitar los riesgos de atrapamientos o de contacto con la energía eléctrica.
- Las transmisiones motrices por correas estarán siempre protegidas mediante bastidor que soporte una malla metálica, dispuesta de tal forma, que permitiendo la observación de la correcta transmisión motriz, impida el atrapamiento de los operarios o de los objetos.
- Se prohíbe realizar operaciones o manipulaciones en la máquina accionada por transmisiones por correas en marcha. Las reparaciones, ajustes, etc., se realizarán a motor parado, para evitar accidentes.
- El montaje y ajuste de transmisiones por correas se realizará mediante ”montacorreas” (o dispositivos similares), nunca con destornilladores, las manos, etc., para el riesgo de atrapamiento.
- Las transmisiones mediante engranajes accionados mecánicamente estarán protegidas mediante un bastidor soporte de un cerramiento a base de una malla metálica, que permitiendo la observación del buen funcionamiento de la transmisión, impida el atrapamiento de personas u objetos.
- Las máquinas en situación de avería o de semiavería, que no respondan a todas las órdenes recibidas como se desea, pero si a algunas, se paralizarán inmediatamente quedando señalizadas mediante una señal de peligro con la leyenda:”NO CONECTAR, EQUIPO (O MÁQUINA) AVERIADO”, retirando la manguera de alimentación, y si los lleva quitando los fusibles o contadores.
- Los letreros con leyendas de ”MÁQUINA AVERIADA”, ”MÁQUINA FUERA DE SERVICIO”, etc., serán instalados y retirados por la misma persona.
- Toda maquinaria a emplear en esta obra dispondrá de los medios de protección (en todos los sentidos) originales de fábrica. Aquella máquina que por su antigüedad o por cualquier otra

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

razón no disponga de los medios de protección exigibles según Normativa, Plan de Seguridad y Salud o del Responsable de Proyecto (Dirección Facultativa), será rechazado.

- Las máquinas-herramientas con capacidad de corte, tendrán el disco protegido mediante una carcasa antiproyecciones.
- Las máquinas-herramientas no protegidas eléctricamente mediante el sistema de doble aislamiento, tendrán sus carcasas de protección de motores eléctricos, etc., conectadas a la red de tierras en combinación con los disyuntores diferenciales del cuadro eléctrico general de obra.
- Las máquinas-herramientas a utilizar en lugares en los que existen productos inflamables o explosivos (disolventes inflamables, explosivos, combustible y similares), estarán protegidos mediante carcasas antideflagrantes.
- En ambientes húmedos la alimentación para las máquinas-herramienta no protegidas con doble aislamiento, se realizará mediante conexión a transformadores a 24 V.
- El transporte aéreo mediante grúa de las máquinas-herramienta (mesa de sierra, tronzadora, dobladora, etc.) se realizará ubicándola flejada en el interior de una batea emplintada resistente, para evitar el riesgo de caída de la carga.
- En prevención de los riegos por inhalación de polvo ambiental, las máquinas- herramientas con producción de polvo se utilizarán en vía húmeda, para eliminar la formación de atmósferas nocivas.
- Siempre que no sea posible lo indicado en el punto anterior, las máquinas- herramienta con producción de polvo se utilizarán a sotavento, para evitar el riesgo por trabajar en el interior de atmósferas nocivas.
- Las máquinas herramientas de alta sonoridad (ruidosas) se utilizarán a una distancia mínima del mismo de 10 metros (como norma general), para evitar el riesgo por alto nivel acústico (compresores, grupos electrógenos, etc.).
- Se prohíbe en esta obra la utilización de herramientas accionadas mediante combustibles líquidos.
- Se prohíbe el uso de máquinas herramientas el personal no autorizado para evitar accidentes por impericia.
- Se prohíbe dejar las herramientas eléctricas de corte o taladro, abandonadas en el suelo, para evitar accidentes.
- Las conexiones eléctricas de todas las máquinas-herramienta a utilizar en esta obra mediante clemas, estarán siempre protegidas con su correspondiente carcasa anticontactos eléctricos.
- Siempre que sea posible, las mangueras de presión para accionamiento de máquinas herramientas, se instalarán de forma aérea. Se señalizarán mediante cuerdas de banderolas, los lugares de cruce aéreo de las vías de circulación interna, para prevenir los riegos de tropiezo o corte del circuito de presión.

5.2.4.12. CARRESTANTES DE IZADO Y DE TENDIDO

Riesgos

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

- Vuelco.
- Atrapamiento de extremidades con partes móviles.
- Quemaduras.

Protecciones personales:

- Casco de seguridad homologado.
- Ropa de trabajo adecuada.
- Guantes de protección.

Protecciones colectivas:

- Toma de tierra.

Medidas preventivas

- Situar el cabrestante correctamente buscando una buena salida de los cables y respetando la distancia horizontal entre la máquina y el apoyo, que debe ser mayor a dos veces la altura de este.
- Nivelar correctamente la máquina y bajar las patas traseras y delanteras hasta la suspensión de la misma. El anclaje de la máquina se realizará con estrobos sujetos a los ojales posteriores de esta.
- La máquina se conectará a un electrodo de puesta a tierra.
- No se repostará combustible con la máquina en funcionamiento.
- Mientras la máquina está en marcha, queda prohibido tocar las partes móviles de esta, y se evitará acercarse a ella con ropas anchas o sueltas.
- No arrancar la máquina en lugares cerrados o poco ventilados.
- No tocar el escape de la máquina ni las partes cercanas al mismo.

5.2.4.13.MÁQUINAS DE COMPRESIÓN

Riesgos:

- Atrapamiento de extremidades
- Proyección de objetos
- Golpes

Protecciones personales:

- Casco de seguridad homologado.
- Ropa de trabajo adecuada.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

- Botas de seguridad.
- Gafas de seguridad.
- Guantes de trabajo.

Medidas preventivas

- No superar nunca los valores especificados de presión o fuerza del equipo.
- La presión hidráulica no se aplicará a través de mangueras retorcidas.
- La bomba no se arrancará a no ser que la válvula esté en posición neutra.
- Se proporcionará apoyo firme a la bomba y cabeza de la prensa.
- No se repostará combustible con la máquina en funcionamiento.
- No arrancar la máquina en lugares cerrados o poco ventilados.
- No tocar el escape de la máquina ni las partes cercanas al mismo.
- No tocar la cabeza de la prensa mientras esté operando.
- Asegurar que se ha cerrado convenientemente la cabeza antes de comenzar la compresión.
- No transportar el equipo sosteniéndolo por las mangueras.

5.2.4.13.1 COMPRESOR

Riesgos

- Atrapamiento por o entre objetos.
- Atrapamiento por vuelco de máquinas.
- Choque contra objetos móviles (caída de máquina por terraplén).
- Exposición a agente físico: ruido.
- Exposición a agente físico: vibraciones.
- Rotura de la manguera de presión.
- Exposición a sustancias nocivas o tóxicas (emanación de gases tóxicos por escape del motor).
- Contactos térmicos.
- Incendio o explosiones.

Equipos de Protección Individual

- Casco de seguridad.
- Calzado de seguridad.
- Protectores auditivos (para realizar las maniobras de arranque y parada).
- Guantes de goma o PVC.

Medidas preventivas

- Los compresores se situarán en lugares ventilados, nunca junto a la entrada de pozos o galerías.
- Las operaciones de mantenimiento y de abastecimiento de combustible se efectuarán con el motor parado en prevención de incendios o de explosión.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

- Se mantendrá a una distancia mayor de 2 metros del borde de coronación de cortes y taludes (para evitar el desprendimiento de la cabeza del talud por sobrecarga).
- El compresor se situará en terreno horizontal, con sus ruedas calzadas y con la lanza de arrastre en posición horizontal.
- Con el fin de evitar atrapamientos por órganos móviles, quemaduras e incluso disminuir los niveles de ruido, las carcasas deberán permanecer siempre cerradas.
- Es preferible el uso de compresores con bajo nivel de sonoridad, advirtiendo en caso contrario el alto nivel sonoro en la zona alrededor del compresor.
- Se procurará que los trabajadores permanezcan alejados a unos 15 metros de distancia del compresor, evitando así los riesgos producidos por el ruido.
- Las mangueras se protegerán de las agresiones, distribuyéndose evitando zona de pasos de vehículos. Si se distribuyen verticalmente se sostendrán sobre soportes tipo catenarias o cables.
- Se procederá periódicamente a la revisión de elementos del compresor tales como mangueras, carcasas, bridas de conexión y empalme, etc. para evitar un desgaste o deterioro excesivo, procediendo a la sustitución en caso necesario.

5.2.4.13.2 MARTILLO NEUMÁTICO

Riesgos

- Caída de personas a distinto nivel.
- Caída de personas al mismo nivel.
- Golpes y cortes por objetos o herramientas.
- Proyección de fragmentos o partículas.
- Sobreesfuerzo.
- Exposición a temperatura ambientales extremas.
- Contactos eléctricos.
- Atrapamiento por o entre objetos.
- Exposición a agente físico: ruido.
- Exposición a agente físico: vibraciones.
- Rotura de la manguera de presión o proyecciones de aire comprimidos al efectuar conexiones.

Equipos de Protección Individual

- Casco de seguridad.
- Calzado de seguridad.
- Protectores auditivos.
- Guantes.
- Mascarilla antipolvo.
- Gafas para proyección de partículas.
- Cinturón lumbar antivibraciones.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

- Chaleco reflectante (en trabajos nocturnos o lugares con poca iluminación en condiciones de escasa visibilidad y con riesgo de atropello por máquinas o vehículos).

Medidas preventivas

- Previamente al comienzo de los trabajos se deberá tener conocimiento del trazado de conducciones enterradas (gas, electricidad, agua, etc.) y solicitar el corte de suministro de la compañía en caso necesario.
- Los compresores se situarán en lugares ventilados, nunca junto a la entrada de pozos o galerías.
- Las operaciones de mantenimiento y de abastecimiento de combustible se efectuarán con el motor parado en prevención de incendios o de explosión.
- Se revisará con periódicamente el estado de las mangueras de presión y compresores, así como los empalmes efectuados en dichas mangueras.
- Las mangueras se distribuirán por zonas donde no haya tránsito de vehículos, protegiéndose de posibles agresiones mecánicas.
- En aquellas situaciones donde exista riesgo de caída de altura, se procurará una protección colectiva (barandilla, etc.) y en el caso de que no sea posible se recurrirá al uso de arnés de seguridad (anticaídas o sujeción) y se dispondrá de los puntos fuertes adecuados para el amarre de los mismos.
- Manejar el martillo agarrado a la cintura-pecho. En ocasiones puede emplearse un caballete de apoyo para trabajos en horizontal.
- No se hará palanca con el martillo en marcha.

5.2.4.14. GRUPOS ELECTRÓGENOS

Riesgos

- Choque contra objetos inmóviles.
- Choques o contacto con objetos o elementos móviles.
- Atrapamiento por o entre objetos.
- Contactos térmicos.
- Contactos eléctricos.
- Incendio.
- Ruido.
- Sobreesfuerzo.

Equipos de protección individual

- Casco de seguridad
- Calzado de seguridad
- Protectores auditivos
- Guantes

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

- Chaleco reflectante (en trabajos nocturnos o lugares con poca iluminación en condiciones de escasa visibilidad y con riesgo de atropello por máquinas o vehículos).

Medidas preventivas

- Los equipos estarán situados en lugares ventilados, alejados de los puestos de trabajo (dado el ruido) y, en cualquier caso, alejados de bocas de pozos, túneles y similares.
- Se asentará sobre superficies planas y niveladas y si dispone de ruedas estas se calzarán.
- Todos los órganos de transmisión (poleas, correas,...) estarán cubiertos con resguardos fijos o móviles.
- Los bordes de conexión estarán protegidos ante posibles contactos directos.
- Se dispondrá de extintor de polvo químico o CO2 cerca del equipo.
- El grupo electrógeno deberá contar con un cuadro eléctrico que disponga de protección diferencial y magnetotérmica frente a las corrientes de defecto y contra sobrecargas y cortocircuitos.
- Los cuadros eléctricos a los que alimenta el generador contarán con diferenciales y magnetotérmicos en caja normalizada, puesta a tierra de las masas metálicas, señal indicativa de riesgo eléctrico e imposibilidad de acceso de partes en tensión.
- Las conexiones se realizarán correctamente, mediante las preceptivas clavijas.
- La conexión a tierra se realizará mediante picas de cobre. La resistencia del terreno será la adecuada para la sensibilidad de los diferenciales, recomendándose de forma genérica que no sea superior a los 20 .
- Cada vez que se utilice o cambie de situación y diariamente se comprobará que existe una correcta puesta a tierra de las masas.

5.2.4.15.EQUIPO DE SOLDADURA OXIACTILÉNICA Y OXICORTE

Riesgos

- Caída de personas a distinto nivel.
- Caída de personas al mismo nivel.
- Pisadas sobre objetos.
- Golpes o cortes por objetos o herramientas.
- Atrapamientos por o entre objetos (en manipulación de botellas).
- Contactos térmicos (quemaduras por salpicadura de metal incandescentes y contactos con los objetos calientes que se están soldando).
- Proyecciones de fragmentos o partículas.
- Exposición a contaminantes químicos: humos metálicos (humos y gases de soldadura, intensificado por sistemas de extracción localiza inexistentes o ineficientes).
- Incendio y/o explosión (durante los procesos de encendido y apagado, por uso incorrecto del soplete, por montaje incorrecto o encontrarse en mal estado, por retorno de llama, por fugas o sobrecalentamientos incontrolados de las botellas de gases).

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

- Exposiciones a agentes físicos radiaciones no ionizantes (radiaciones en las bandas de UV visible e IR del espectro en dosis importantes nocivas para los ojos, procedentes del soplete y del metal incandescente del arco de soldadura).

Equipos de protección individual

- Casco de seguridad.
- Calzado de seguridad.
- Polainas de cuero.
- Yelmo de soldador (casco y careta de protección)
- Pantalla de protección de sustentación manual.
- Guantes de cuero de manga larga.
- Manguitos de cuero.
- Mandil de cuero.
- Arnés de seguridad (cuando el trabajo así lo requiera).

Medidas preventivas

Normas generales

- Se prohíben los trabajos de soldadura y corte, en locales donde se almacenan materiales inflamables, combustibles, donde exista riesgo de explosión o en el interior de recipientes que hayan contenido sustancias inflamables.
- Para trabajar en recintos que hayan contenido sustancias explosivas o inflamables, se debe limpiar con agua caliente y desgasificar con vapor de agua, por ejemplo. Además se comprobará con la ayuda de un medidor de atmósferas peligrosas (explosímetro), la ausencia total de gases.
- Se debe evitar que las chispas producidas por el soplete alcancen o caigan sobre las botellas, mangueras o líquidos inflamables.
- No utilizar el oxígeno para limpiar o soplar piezas o tuberías, etc., o para ventilar una estancia, pues el exceso de oxígeno incrementa el riesgo de incendio.
- Los grifos y manorreductores de las botellas de oxígeno deben estar siempre limpios de grasas, aceites o combustible de cualquier tipo. Las grasas pueden inflamarse espontáneamente por acción del oxígeno.
- Si una botella de acetileno se calienta por cualquier motivo, puede explosionar; cuando se detecta esta circunstancia se debe cerrar el grifo y enfriarla con agua, si es preciso durante horas.
- Si se incendia el grifo de una botella de acetileno, se tratará de cerrarlo y si no se consigue, se apagará con un extintor de nieve carbónica o de polvo.
- Después de un retroceso de llama o de un incendio del grifo de una botella de acetileno, debe comprobarse que la botella no se calienta sola.
- Uso de equipos de protección

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

- El operario no deberá trabajar con la ropa manchada de grasa, disolventes o cualquier otra sustancia inflamable.
- Cuando se trabaje en altura y sea necesario utilizar cinturón de seguridad, éste se deberá proteger para evitar que las chispas lo puedan quemar.
- Las proyecciones de partículas de metal fundido, pueden producir quemaduras al soldador. Para evitar el riesgo, obligatoriamente el soldador utilizará las prendas enumeradas con anterioridad.

Normas de utilización de botellas

- Las botellas deben estar perfectamente identificadas en todo momento, en caso contrario deben utilizarse y devolverse al proveedor.
- Todos los equipos, canalizaciones y accesorios deben ser los adecuados a la presión y gas a utilizar.
- Las botellas de acetileno llenas se deben mantener en posición vertical, al menos 12 horas antes de ser utilizadas. En caso de tener que tumbarlas, se debe mantener el grifo con el orificio de salida hacia arriba, pero en ningún caso a menos de 50 cm del suelo.
- Los grifos de las botellas de oxígeno y acetileno deben situarse de forma que sus bocas de salida apunten en sentidos opuestas.
- Las botellas en servicio deben estar libres de objetos que las cubran total o parcialmente.
- Las botellas deben estar a una distancia entre 5 y 10 m de la zona de trabajo.
- Antes de empezar una botella comprobar que el manómetro marca “cero” con el grifo cerrado.
- Si el grifo de una botella se atasca, no se debe forzar la botella, se debe devolver al suministrador marcando convenientemente la deficiencia detectada.
- Antes de colocar el manorreductor, debe purgarse el grifo de la botella de oxígeno, abriendo un cuarto de vuelta y cerrando con la mayor brevedad.
- Colocar el manorreductor con el grifo de expansión totalmente abierto, después de colocarlo se debe comprobar que no existen fugas utilizando agua jabonosa, pero nunca con llama. Si se detectan fugas se debe proceder a su reparación inmediatamente.
- Abrir el grifo de la botella lentamente, en caso contrario el reductor de presión podría quemarse.
- Las botellas no deben comunicarse completamente pues podría entrar aire. Se debe conservar siempre una ligera sobre presión en su interior.
- Cerrar los grifos de las botellas después de cada sesión de trabajo. Después de cerrar el grifo de la botella se debe descargar siempre el manorreductor, las mangueras y el soplete.
- La llave de cierre debe estar sujeta a cada botella en servicio, para cerrarla en caso de incendio. Un buen sistema es atarla al manorreductor.
- Las averías en los grifos de las botellas deben ser solucionadas por el suministrador, evitando en todo caso él desmontarlos.
- No sustituir las juntas de fibra por otras de goma o cuero.
- Si como consecuencia de estar sometidas a bajas temperaturas se hiela el manorreductor de alguna botella utilizar paños de agua caliente para deshelarlas.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

Mangueras

- Las mangueras deben estar siempre en perfectas condiciones de uso y sólidamente fijadas a las tuercas de empalme.
- Las mangueras deben conectarse a las botellas correctamente sabiendo que las de oxígeno son rojas y las de acetileno negras, teniendo estas últimas un diámetro mayor que las primeras.
- Se debe evitar que las mangueras entren en contacto con superficies calientes, bordes afilados, ángulos vivos o caigan sobre ellas chispas procurando que no formen bucles.
- Las mangueras no deben atravesar vías de circulación de vehículos o personas sin estar protegidas con apoyos de paso de suficiente resistencia a la compresión.
- Antes de iniciar el proceso de soldadura se debe comprobar que no existen pérdidas en las conexiones de las mangueras utilizando, por ejemplo, agua jabonosa. Nunca se utilizará una llama para efectuar la comprobación.
- No se deberá trabajar con las mangueras situadas sobre los hombros o entre las piernas.
- Las mangueras no deben dejarse enrolladas sobre las ojivas de las botellas.
- Después de un retorno accidental de llama, se deben desmontar las mangueras y comprobar que no han sufridos daños. En caso afirmativo se deben sustituir por unas nuevas desechando las deterioradas.

Soplete

- El soplete debe manejarse con cuidado y en ningún caso se golpeará con él.
- En la operación de encendido debería seguirse la siguiente secuencia de actuación:
- Abrir lentamente y ligeramente la válvula del soplete correspondiente al oxígeno.
- Abrir la válvula del soplete correspondiente al acetileno de ¾ de vuelta.
- Encender la mezcla con un encendedor o llama piloto.
- Aumentar la entrada del combustible hasta que la llama no despida humo.
- Acabar de abrir el oxígeno según necesidades.
- Verificar el manorreductor.
- En la operación de apagado debería cerrarse primero la válvula de acetileno y después la del oxígeno.
- No colgar nunca el soplete en las botellas, ni siquiera apagado.
- No depositar los sopletes conectados a las botellas en recipientes cerrados.
- La reparación de los sopletes la deben realizar técnicos especializados.
- Limpiar periódicamente las toberas del soplete pues la suciedad acumulada facilita el retorno de llama. Para limpiar las toberas se puede utilizar una aguja de latón.
- Si el soplete tiene fugas se debe dejar de utilizar inmediatamente y proceder a su reparación. Hay que tener en cuenta que fugas de oxígeno en locales cerrados pueden ser muy peligrosas.

Retorno de llama

- En caso de retorno de llama se deben seguir los siguientes pasos:
- Cerrar la llave de paso del oxígeno interrumpiendo la alimentación a la llama interna.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

- Cerrar la llave de paso del acetileno y después las llaves de alimentación de ambas botellas.
- En ningún caso se deben doblar las mangueras para interrumpir el paso del gas.
- Efectuar las comprobaciones pertinentes para averiguar las causas y proceder a solucionarlas.

Exposición a radiaciones

- Se protegerá mediante pantallas opacas el puesto del soldador, evitando así riesgos para el resto del personal.
- Las radiaciones producidas en las operaciones de soldadura oxiacetilénica pueden dañar a los ojos y cara del operador por lo que estos deberán protegerse adecuadamente contra sus efectos utilizando gafas de montura integral combinados con protectores de casco y sujeción manual adecuadas al tipo de radiaciones emitidas.
- Resulta muy conveniente el uso de placas filtrantes fabricadas de cristal soldadas que se oscurecen y aumentan la capacidad de protección en cuanto se enciende el arco de soldadura; tienen la ventaja que el oscurecimiento se produce casi instantáneamente y en algunos tipos en tan sólo 0,1 ms.
- Las pantallas o gafas deberán ser reemplazadas cuando se rayen o deterioren.
- Para prevenir las quemaduras por salpicaduras, contactos con objetos calientes o proyecciones, deben utilizarse adecuados equipos de protección individual.

Exposición a humos y gases

- Siempre que sea posible se trabajará en zonas o recintos especialmente preparados para ello y dotados de sistemas de ventilación general y extracción localizada suficientes para eliminar el riesgo.
- Es recomendable que los trabajos de soldadura se realicen en lugares fijos. Si el tamaño de las piezas a soldar lo permite es conveniente disponer de mesas especiales dotadas de extracción localizada lateral o posterior.
- Cuando es preciso desplazarse debido al gran tamaño de la pieza a soldar se deben utilizar sistemas de aspiración desplazables, siendo el caudal de aspiración función de la distancia entre el punto de soldadura y la boca de aspiración.

Mantenimiento

- Se procederá al cumplimiento de los métodos de mantenimiento preventivo aconsejados por el propio fabricante de la máquina, tanto en su periodicidad, como en los elementos por él destacados como más susceptibles de sufrir averías.

5.2.4.16. EQUIPO DE SOLDADURA ELÉCTRICA

Riesgos

- Caída de personas a distinto nivel.
- Caída de personas al mismo nivel.
- Caída de objetos en manipulación.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

- Pisadas sobre objetos.
- Golpes o cortes por objetos o herramientas.
- Contactos térmicos (quemaduras por salpicadura de metal incandescentes y contactos con los objetos calientes que se están soldando).
- Contactos eléctricos.
- Explosiones.
- Incendios.
- Proyecciones de fragmentos o partículas.
- Exposición a contaminantes químicos: humos metálicos (humos y gases de soldadura, intensificado por sistemas de extracción localiza inexistentes o ineficientes).
- Exposiciones a agentes físicos radiaciones no ionizantes (radiaciones en las bandas de UV visible e IR del espectro en dosis importantes nocivas para los ojos, procedentes del soplete y del metal incandescente del arco de soldadura).

Equipos de protección individual

- Casco de seguridad.
- Calzado de seguridad.
- Polainas de cuero.
- Yelmo de soldador (casco y careta de protección)
- Pantalla de protección de sustentación manual.
- Guantes de cuero de manga larga.
- Manguitos de cuero.
- Mandil de cuero.
- Arnés de seguridad (cuando el trabajo así lo requiera).

Uso de equipos de protección

Exposición a partículas incandescentes

- Cuando se trabaje en altura y sea necesario utilizar cinturón de seguridad, éste se deberá proteger para evitar que las chispas lo puedan quemar.
- Las proyecciones de partículas de metal fundido, pueden producir quemaduras al soldador. Para evitar el riesgo, obligatoriamente el soldador utilizará las prendas enumeradas con anterioridad.

Exposición a radiaciones

- Se protegerá mediante pantallas opacas el puesto del soldador, evitando así riesgos para el resto del personal.
- Las radiaciones producidas en las operaciones de soldadura pueden dañar a los ojos y cara del operador por lo que estos deberán protegerse adecuadamente contra sus efectos utilizando gafas de montura integral combinados con protectores de casco y sujeción manual adecuadas al tipo de radiaciones emitidas.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

- Resulta muy conveniente el uso de placas filtrantes fabricadas de cristal soldadas que se oscurecen y aumentan la capacidad de protección en cuanto se enciende el arco de soldadura; tienen la ventaja que el oscurecimiento se produce casi instantáneamente y en algunos tipos en tan sólo 0,1 ms.
- Las pantallas o gafas deberán ser reemplazadas cuando se rayen o deterioren.
- Para prevenir las quemaduras por salpicaduras, contactos con objetos calientes o proyecciones, deben utilizarse adecuados equipos de protección individual.
- Exposición a humos y gases
- Siempre que sea posible se trabajará en zonas o recintos especialmente preparados para ello y dotados de sistemas de ventilación general y extracción localizada suficientes para eliminar el riesgo.
- Es recomendable que los trabajos de soldadura se realicen en lugares fijos. Si el tamaño de las piezas a soldar lo permite es conveniente disponer de mesas especiales dotadas de extracción localizada lateral o posterior.
- Cuando es preciso desplazarse debido al gran tamaño de la pieza a soldar se deben utilizar sistemas de aspiración desplazables, siendo el caudal de aspiración función de la distancia entre el punto de soldadura y la boca de aspiración.

Mantenimiento

- Se procederá al cumplimiento de los métodos de mantenimiento preventivo aconsejados por el propio fabricante de la máquina, tanto en su periodicidad, como en los elementos por él destacados como más susceptibles de sufrir averías.

Medidas preventivas

Riesgo eléctrico

- Obligatoriamente esta máquina estará protegida contra los contactos eléctricos indirectos por un dispositivo diferencial y puesta a tierra, además para el circuito secundario se dispondrá de limitador de tensión en vacío.
- Se revisarán periódicamente los revestimientos de las mangueras eléctricas de alimentación de la máquina, aislamiento de los bornes de conexión, aislamiento de la pinza y sus cables.

Incendios y explosiones

- Se prohíben los trabajos de soldadura y corte, en locales donde se almacenan materiales inflamables, combustibles, donde exista riesgo de explosión o en el interior de recipientes que hayan contenido sustancias inflamables.
- Para trabajar en recipientes que hayan contenido sustancias explosivas o inflamables, se debe limpiar con agua caliente y desgasificar con vapor de agua, por ejemplo. Además se comprobará con la ayuda de un medidor de atmósferas peligrosas (explosímetro), la ausencia total de gases.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

- Se debe evitar que las chispas producidas por el soplete alcancen o caigan sobre las botellas, mangueras o líquidos inflamables.
- El operario no deberá trabajar con la ropa manchada de grasa, disolventes o cualquier otra sustancia inflamable.

5.2.4.17.RADIALES Y ESMERILADOAS

Riesgos

- Choques o contacto con objetos o elementos móviles.
- Cortes por objetos o herramientas.
- Proyección de fragmentos o partículas (rotura del disco).
- Contactos térmicos.
- Contactos eléctricos.

Equipos de Protección Individual

- Casco de seguridad.
- Gafas de seguridad antiproyecciones o pantallas faciales.
- Guantes de cuero.
- Mandiles de trabajo (según trabajos).

Medidas preventivas

- Sólo se permitirá su uso a personas autorizadas, con conocimientos sobre sus riesgos, medidas preventivas y con habilidades para su manejo con seguridad.
- Sólo se utilizarán radiales con el interruptor del tipo “hombre muerto”.
- La presión que se ejerza con el disco no será excesiva ni lo apretará lateralmente contra las piezas ya que la sobrepresión puede originar la rotura del disco o calentamiento excesivo de la herramienta.

Revisiones previas

- Diariamente, antes de utilizar la radial se debe inspeccionar el estado de la herramienta, cables, enchufe, carcasa, protección, disco; a fin de verificar deterioro en aislamiento, ajuste de las piezas, roturas, grietas o defectos superficiales en disco, etc. Repare o notifique los daños observados.
- El resguardo del disco debe estar puesto y firmemente ajustado, de modo que proteja en todo momento al operario que la utiliza de la proyección de fragmentos en caso de rotura accidental del disco.
- Verifique que el disco no se emplee a una velocidad mayor que la recomendada por el fabricante, ni que se ha colocado un disco de mayor diámetro, ya que pueden saltar trozos de disco al aumentar considerablemente la velocidad periférica del disco.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

- Verifique la perfecta colocación de tuercas o platos fija-discos en la máquina, que es importante para el funcionamiento correcto y seguro del disco, así como el perfecto equilibrado del disco.

Cambio del disco

- Se seleccionará el disco correspondiente con el material a cortar o desbarbar.
- Antes de cambiar un disco, inspeccione minuciosamente el disco a instalar para detectar posibles daños, y practique una prueba de sonido, con un ligero golpe seco utilizando un instrumento no metálico. Si el disco está estable y sin daños, dará un tono metálico limpio ("ring"), de lo contrario, si el sonido es corto, seco o quebrado, el disco no deberá utilizarse.
- No utilizar un disco con fecha de fabricación superior al año y medio, aunque su aspecto exterior sea bueno; este factor y la humedad pueden ser motivo de rotura del disco en condiciones de trabajo normales.
- Todos los discos nuevos deben girar a la velocidad de trabajo y con el protector puesto al menos durante un minuto antes de aplicarle trabajo y sin que haya nadie en línea con la abertura del protector.
- Utilizar gafas de seguridad y poner pantallas que protejan a compañeros de las proyecciones durante el uso de la radial.

Desconexión

- Desconecte la herramienta (desenchufándola) al inspeccionarla, cambiar el disco o realizar algún ajuste.
- Para depositar la máquina será necesario que el disco se encuentre completamente parado.

5.2.4.18.TALADRADORAS DE MANO

Riesgos

- Atrapamientos.
- Golpes y cortes por objetos o herramientas.
- Proyección de fragmentos o partículas.
- Proyecciones por rotura de broca.
- Contacto eléctrico.

Equipos de Protección Individual

- Casco de seguridad.
- Gafas de seguridad antiproyecciones.
- Guantes de cuero.
- Botas de seguridad.

Medidas preventivas

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

- Se seleccionará la broca adecuada para el material a perforar, así como el diámetro correspondiente al orificio deseado.
- Se evitará tratar de agrandar los orificios realizando movimientos circulares ya que la broca se puede partir.
- El taladro deberá sujetarse firmemente pero no se deberá presionar en exceso ya que se puede llegar a partir la broca.
- Para taladrar piezas pequeñas se deberán sujetar previamente y de forma firme las mismas empleando, si fuese necesario, mordazas.
- Para cambiar las obras se empleará la llave que acompaña al equipo, debiéndose desconectar previamente de la red.
- En los momentos en los que no se usa deberá colocarse en lugar seguro y asegurándose de la total detención del giro de la broca.

Riesgo eléctrico

- Las conexiones de efectuarán con las correspondientes clavijas.
- El cable de alimentación estará en buen estado.

Uso de Equipo de Protección Individual

- En los trabajos con riesgo de proyección de partículas se deberá hacer uso de gafas de seguridad contra impactos mecánicos.

5.2.4.19.COMPACTADORES DE PATA DE CABRA

Riesgos

- Golpes y atrapamientos por vuelco de la máquina
- Ruidos y vibraciones
- Atrapamientos por o entre objetos
- Partículas proyectadas
- Contactos térmicos y eléctricos
- Inhalación, ingestión y contactos con sustancias tóxicas
- Explosiones e incendios

Equipos de protección individual

- Casco de seguridad.
- Gafas de seguridad antiproyecciones.
- Guantes de cuero.
- Botas de seguridad.

Medidas preventivas

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

- Asegurarse de que no existen objetos depositados y que no haya nadie en el radio de acción de la máquina.
- No abrir la tapa de los distintos circuitos con el motor en funcionamiento ni caliente
- No situar la máquina cerca de bordes de zanjas y excavaciones
- Evitar usar teléfonos o fuentes de ignición al repostar o realizar tareas de mantenimiento

5.2.4.20.HERRAMIENTAS MANUALES

Riesgos

- Golpes y cortes por objetos o herramientas.
- Proyección de fragmentos o partículas.
- Pisadas sobre objetos.
- Trastornos musculoesqueléticos.

Equipos de protección individual

- Casco de seguridad.
- Guantes de cuero.
- Botas de seguridad.
- En los trabajos con riesgo de proyección de partículas se deberá hacer uso de gafas de seguridad contra impactos mecánicos.

Medidas preventivas generales

- Antes de usarlas, inspeccionar cuidadosamente mangos, filos, zonas de ajuste, partes móviles, cortantes y susceptibles de proyección.
- Se utilizarán exclusivamente para la función que fueron diseñados.

Características generales que se deben cumplir

- Tienen que estar construidas con materiales resistentes, serán las más apropiadas por sus características y tamaño a la operación a realizar y no tendrán defectos ni desgaste que dificulten su correcta utilización. La unión entre sus elementos será firme, para evitar cualquier rotura o proyección de los mismos.
- Los mangos o empuñaduras serán de dimensión adecuada, no tendrán bordes agudos ni superficies resbaladizas y serán aislantes en caso necesario. Las cabezas metálicas deberán carecer de rebabas.
- Se adaptarán protectores adecuados a aquellas herramientas que lo admitan.
- Efectuar un mantenimiento de las herramientas manuales realizándose una revisión periódica, por parte de personal especializado, del buen estado, desgaste, daños, etc.
- Además, este personal se encargará del tratamiento térmico, afilado y reparación de las herramientas que lo precisen. Retirar de uso las que no estén correctamente.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

Instrucciones generales para su manejo

- Seleccionar y realizar un uso de las herramientas manuales adecuado al tipo de tarea, (utilizarlas en aquellas operaciones para las que fueron diseñadas). De ser posible, evitar movimientos repetitivos o continuados.
- Mantener el codo a un costado del cuerpo con el antebrazo semidoblado y la muñeca en posición recta.
- Usar herramientas livianas, bien equilibradas, fáciles de sostener y de ser posible, de accionamiento mecánico, 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, 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.

Medidas preventivas específicas

Cinceles y punzones

- Se comprobará el estado de las cabezas, desechando aquellos que presenten rebabas o fisuras.
- Se transportaran guardados en fundas portaherramientas.
- El filo se mantendrá en buen uso, y no se afilarán salvo que la casa suministradora indique tal posibilidad.
- Cuando se hayan de usar sobre objetos pequeños, éstos se sujetarán adecuadamente con otra herramienta.
- Se evitará su uso como palanca.
- Las operaciones de cincelado se harán siempre con el filo en la dirección opuesta al operario.

Martillos

- Se inspeccionará antes de su uso, rechazando aquellos que tengan el mango defectuoso.
- Se usarán exclusivamente para golpear y sólo con la cabeza.
- No se intentarán componer los mangos rajados.
- Las cabezas estarán bien fijadas a los mangos, sin holgura alguna.
- No se aflojarán tuercas con el martillo.
- Cuando se tenga que dar a otro trabajador, se hará cogido por la cabeza. Nunca se lanzará.
- No se usarán martillos cuyas cabezas tengan rebabas.
- Cuando se golpeen piezas que tengan materiales que puedan salir proyectados, el operario empleará gafas contra impacto.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

- En ambientes explosivos o inflamables, se utilizarán martillos cuya cabeza sea de bronce, madera o poliester.

Alicates

- Para cortar alambres gruesos, se girará la herramienta en un plano perpendicular al alambre, sujetando uno de los extremos del mismo; emplear gafas contra impactos.
- No se usarán para aflojar o soltar tornillos.
- Nunca se usarán para sujetar piezas pequeñas a taladrar.
- Se evitará su uso como martillo.

Destornilladores

- Se transportarán en fundas adecuadas, nunca sueltos en los bolsillos.
- Las caras estarán siempre bien amoladas.
- Hoja y cabeza estarán bien sujetas.
- No se girará el vástago con alicates.
- El vástago se mantendrá siempre perpendicular a la superficie del tornillo.
- No se apoyará el cuerpo sobre la herramienta.
- Se evitará sujetar con la mano, ni apoyar sobre el cuerpo la pieza en la que se va a atornillar, ni se pondrá la mano detrás o debajo de ella.

Limas

- Se mantendrán siempre limpias y sin grasa.
- Tendrán el mango bien sujeto.
- Las piezas pequeñas se fijarán antes de limarlas.
- Nunca se sujetará la lima para trabajar por el extremo libre.
- Se evitarán los golpes para limpiarlas.

Llaves

- Se mantendrán siempre limpias y sin grasa.
- Se utilizarán únicamente para las operaciones que fueron diseñadas. Nunca se usarán para martillear, remachar o como palanca.
- Para apretar o aflojar con llave inglesa, hacerlo de forma que la quijada que soporte el esfuerzo sea la fija.
- No empujar nunca la llave, sino tirar de ella.
- Evitar emplear cuñas. Se usarán las llaves adecuadas a cada tuerca.
- Evitar el uso de tubos para prolongar el brazo de la llave.

5.2.4.21.HERRAMIENTAS DE IZADO

Riesgos

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

- Cortes.
- Quemaduras.
- Golpes.
- Proyección de fragmentos.
- Caída de objetos.
- Contactos con la energía eléctrica.
- Riesgo eléctrico.
- Atrapamientos.
- Vuelco de recipiente que contiene la carga.

- **Equipos de protección individual**
- Casco de seguridad.
- Guantes de cuero.
- Botas de seguridad.
- En los trabajos con riesgo de proyección de partículas se deberá hacer uso de gafas de seguridad contra impactos mecánicos.
- Cinturón antilumbago.
- Arnés anticaídas para trabajos en altura.

Medidas preventivas

- Las piezas serán de buena construcción, material sólido y de resistencia adecuada.
- No debería tirarse de las cadenas, cables o cuerdas que estén aprisionadas debajo de una carga, ni se harán rodar cargas sobre ellas.
- No se dejarán a la intemperie más que el tiempo necesario de trabajo para evitar su deterioro y pérdida de características mecánicas.
- Debería indicarse en lugar visible la carga máxima útil admisible.
- Las cargas deberían ser levantadas, bajadas y trasladadas lentamente.
- Resulta práctico hacer una señal en la cuerda o cable que indique el punto máximo de descenso de la carga.
- Los tornillos empleados en la fabricación de estos aparatos deberían tener rosca de largo suficiente para permitir apretarlos en caso de necesidad.
- Aquellos que se empleen para fijar los mecanismos estarán provistos de contratuerca eficaz o arandela elástica. Los frenos instalados deberían ser capaces de resistir vez y media la carga máxima a manipular.
- Debería existir un código de señales que fuera conocido por todos los operarios que intervengan en trabajos relacionados con el izado y arrastre de cargas.
- Todos los ganchos estarán provistos de pestillo de seguridad eficaz que se revisará periódicamente.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

- Todos los engranajes, ejes y mecanismos en general de los distintos aparatos deberán mantenerse lubricados y limpios.
- Todas las piezas sometidas a desgaste deberían ser observadas periódicamente.
- Los aparatos deben ser conservados en perfecto estado y orden de trabajo.
- Los aparatos deberían ser inspeccionados en su posición de trabajo al menos una vez por semana por el operario u otra persona competente.
- Los cables, cadenas, cuerdas, ganchos, etc., deberían examinarse cada día que se utilicen por el operario o personal designado. Se recomienda una inspección completa cada tres meses con expedición de certificado.
- Los brazos del trabajador se extenderán alternativamente lo más posible cuando tiren del elemento de tracción.
- El elemento de tracción no se enrollará en la mano, sino que se asirá fuertemente.
- Los pies asentarán sobre base sólida, separados o uno adelantado al otro, según el caso.
- La espalda se mantendrá siempre recta.
- Se prohibirá terminantemente situarse bajo la carga suspendida.

Eslingas

- Deberá ser adecuada a la carga y a los esfuerzos que ha de soportar.
- En ningún caso deberá superarse la carga de trabajo de la eslinga, debiéndose conocer, por tanto, el peso de las cargas a elevar. Para cuando se desconozca, el peso de una carga se podrá calcular multiplicando su
- volumen por la densidad del material de que está compuesta. A efectos prácticos conviene recordar las siguientes densidades relativas:
    - Madera: 0,8.
    - Piedra y hormigón: 2,5.
    - Acero, hierro, fundición: 8.
- En caso de duda, el peso de la carga se deberá estimar por exceso.
- En caso de elevación de cargas con eslingas en las que trabajen los ramales inclinados, se deberá verificar la carga efectiva que van a soportar.
- Al considerar el ángulo de los ramales para determinar la carga máxima admitida por las eslingas, debe tomarse el ángulo mayor.
- Es recomendable que el ángulo entre ramales no sobrepase los 90º y en ningún caso deberá sobrepasar los 120º, debiéndose evitar para ello las eslingas cortas.
- Cuando se utilice una eslinga de tres o cuatro ramales, el ángulo mayor que es preciso tener en cuenta es el formado por los ramales opuestos en diagonal.
- La carga de maniobra de una eslinga de cuatro ramales debe ser calculada partiendo del supuesto de que el peso total de la carga es sustentado por:
    - Tres ramales, si la carga es flexible.
    - Dos ramales, si la carga es rígida.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

- En la carga a elevar, los enganches o puntos de fijación de la eslinga no permitirán el deslizamiento de ésta, debiéndose emplear, de ser necesario, distanciadores, etc. Al mismo tiempo los citados puntos deberán encontrarse convenientemente dispuestos en relación al centro de gravedad.
- En la elevación de piezas de gran longitud es conveniente el empleo de pórticos.
- Los cables de las eslingas no deberán trabajar formando ángulos agudos, debiéndose equipar con guardacabos adecuados.
- Las eslingas no se apoyarán nunca sobre aristas vivas, para lo cual deberán intercalarse cantoneras o escuadras de protección.
- Los ramales de dos eslingas distintas no deberán cruzarse, es decir, no montarán unos sobre otros, sobre el gancho de elevación, ya que uno de los cables estaría comprimido por el otro pudiendo, incluso, llegar a romperse.
- Antes de la elevación completa de la carga, se deberá tensar suavemente la eslinga y elevar aquélla no más de 10 cm. para verificar su amarre y equilibrio. Mientras se tensan las eslingas no se deberán tocar la carga ni las propias eslingas.
- Cuando haya de moverse una eslinga, aflojarla lo suficiente para desplazarla sin que roce contra la carga.
- Nunca se tratará de desplazar una eslinga situándose bajo la carga.
- Nunca deberá permitirse que el cable gire respecto a su eje.
- En caso de empalmarse eslingas, deberá tenerse en cuenta que la carga a elevar viene limitada por la menos resistente.
- La eslinga no deberá estar expuesta a radiaciones térmicas importantes ni alcanzar una temperatura superior a los 60 ºC. Si la eslinga está constituida
- Exclusivamente por cable de acero, la temperatura que no debería alcanzarse sería de 80º.
- Las eslingas se almacenarán en lugar seco, bien ventilado y libre de atmósferas corrosivas o polvorientas.
- No estarán en contacto directo con el suelo, suspendiéndolas de soportes de madera con perfil redondeado o depositándolas sobre estacas o paletas.
- No exponer las eslingas al rigor del sol o al efecto de temperaturas elevadas.
- A fin de evitar roturas imprevistas, es necesario inspeccionar periódicamente el estado de todos los elementos que constituyen la eslinga.
- La frecuencia de las inspecciones estará en relación con el empleo de las eslingas y la severidad de las condiciones de servicio. Como norma general se inspeccionarán diariamente por el personal que las utilicen y trimestralmente como máximo por personal especializado.
- Las eslingas se deben engrasar con una frecuencia que dependerá de las condiciones de trabajo, pudiéndose determinar a través de las inspecciones.
- Para el engrase deberán seguirse las instrucciones del fabricante, poniendo especial cuidado para que el alma del cable recupere la grasa perdida. Como norma general, para que la lubricación sea eficaz, se tendrá en cuenta:
- Limpiar previamente el cable mediante cepillo o con aire comprimido, siendo aconsejable la utilización de un disolvente para eliminar los restos de grasa vieja.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

- Utilizar el lubricante adecuado.
- Engrasar el cable a fondo.
- Aunque una eslinga trabaje en condiciones óptimas, llega un momento en que sus componentes se han debilitado, siendo necesario retirarla del servicio y sustituirla por otra nueva.
- El agotamiento de un cable se puede determinar de acuerdo con el número de alambres rotos que según la O.G.S.H.T. es de más del 10% de los mismos contados a lo largo de dos tramos del cableado, separados entre sí por una distancia inferior a ocho veces su diámetro.
- También se considerará un cable agotado:
- Por rotura de un cordón.
    - Cuando la pérdida de sección de un cordón del cable, debido a rotura de sus alambres visibles en un paso de cableado, alcance el 40% de la sección total del cordón.
    - Cuando la disminución de diámetro del cable en un punto cualquiera del mismo alcance el 10% en los cables de cordones o el 3% los cables cerrados.
    - Cuando la pérdida de sección efectiva, por rotura de alambres visibles, en dos pasos de cableado alcance el 20% de la sección total.
    - Además de los criterios señalados para la sustitución de un cable, también deberá retirarse si presenta algún otro defecto considerado como grave, como por ejemplo aplastamiento, formación de nudos, cocas, etc.
- Asimismo, una eslinga se desechará cuando presente deficiencias graves en los accesorios y terminales, tales como:
    - Puntos de picadura u oxidación avanzada.
    - Deformaciones permanentes (doblados, aplastamientos, alargamientos, etc.).
    - Zonas aplanadas debido al desgaste.
    - Grietas.
    - Deslizamiento del cable respecto a los terminales.
    - Tuercas aflojadas.

Poleas

- Las poleas de engranajes deberían tener sus partes diseñadas con un factor de seguridad, bajo la carga máxima nominal, no menor de 8 para acero fundido y 5 para acero forjado.
- Las poleas de cadena deberían disponer de engranaje de tornillo sin fin irreversible u otro dispositivo que soporte automáticamente las cargas cuando el izado se detenga. Las gargantas tendrán los bordes redondeados, superficie lisa y dimensiones tales que el cable o cuerda corra libremente sin rozar con el motón u otras partes de suspensión. Las poleas de cadena dispondrán de gargantas con cavidades que acomoden los eslabones. La anchura mínima de la garganta será la del diámetro del elemento de tracción, para limitar la fatiga y aumentar su duración. Las partes exteriores de las poleas deberían estar

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

protegidas con resguardos cerrados adecuados que eviten colocar el elemento de tracción fuera de lugar y que las manos sean atrapadas.

- Debería evitarse la flexión de los cables en sentido inverso, puesto que la influencia de las poleas sobre ellos es mayor que la de los tambores.
- En las gargantas redondas da mejor resultado el cable Lang. En cambio, en las vaciadas y en V las de arrollamiento cruzado.
- Las poleas deberían ser de acero soldado, forjado o fundición nodular, porque dan mejor resultado. Las de construcción soldada son menos pesadas.
- El diámetro de las poleas debe ser como mínimo 10 veces el diámetro del elemento de tracción.

Cuerdas

- Las cuerdas estarán compuestas de fibra de la mejor calidad, como ábaca u otras artificiales, que soporten al menos 800 Kg/cm2.
- Las cuerdas deberían llevar una etiqueta con los siguientes datos:
- Nombre del abastecedor o fabricante.
- Fecha de puesta en servicio.
- Carga máxima admisible.
- Cuando haya que hacer algún corte se efectuarán ligaduras de hilos a ambos lados de aquél.
- Las cuerdas no deben arrastrarse sobre superficies ásperas o con arena.
- Si las cuerdas están mojadas, deberían colgarse en rollos sueltos en lugar seco, alejadas del calor excesivo, hasta que se sequen. Es conveniente limpiarlas si están sucias. Las cuerdas deben colgarse sobre espigas o ganchos galvanizados o clavijas de madera. También pueden enrollarse sobre plataformas de rejillas de madera, a unos 15 cm. del suelo, en lugar bien ventilado y lejos de fuentes de calor y humedad.
- Las cuerdas deberán protegerse contra la congelación, ácidos y sustancias destructoras, así como de los roedores.

Cables

- Los cables estarán libres de defectos: cocas, oxidación, alambres rotos, flojos o desgastados, distorsiones, etc.
- Los ojales y gazas deberían tener incorporados guardacabos adecuados.
- Los ramales ascendente y descendente del cable deben estar en el mismo plano de las gargantas y poleas para evitar que el cable salte.
- El ángulo de desviación, o deflexión, máxima que forme el cable desde la polea principal al borde del tambor de arrollamiento debería ser:
    - 2º cuando el tambor es liso.
    - 4º cuando el tambor es acanalado.
    - 1º30' cuando se emplee cable antigiratorio nunca inferior a medio grado.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

- Cuando exista algún cable con alambres rotos, cuya proporción no impida su utilización, se quitarán aquéllos con unas tenazas a ras de la superficie.
- Los cables se han de lubricar con grasas libres de ácidos y de buena adherencia.
- Los cables deben desbobinarse o desenrollarse correctamente, recogiéndose siempre sobre bobina o en rollo.

Cadenas

- Las cadenas serán de hierro forjado o de acero, así como los demás accesorios: anillos, ganchos, argollas.
- Las cadenas para izar y para eslingas deberían ser destempladas o normalizadas a intervalos que no excedan de:
    - 6 meses las de diámetro inferiores a 12,5 mm.
    - 6 meses las usadas para acarrear metal fundido.
    - 12 meses las demás.
- Se enrollarán en tambores, ejes o poleas con ranuras de tamaño y forma que permitan trabajar suavemente sin torceduras.
- Las cadenas estarán libres de cocas, nudos y torceduras. Se dispondrán almohadillas entre las aristas vivas y las cadenas.
- Debe prohibirse hacer empalmes alambrando, insertando tornillos entre eslabones, etc. Serán reparadas por personas cualificadas para ello y no deben enderezarse o colocar eslabones a martillazos.
- Las cadenas deberían retirarse cuando:
    - No presenten seguridad debido a sobrecargas o a destemple defectuoso o impropio.
    - Se hayan alargado más del 5% de su longitud.
    - El desgaste en los enlaces de los eslabones exceda de una cuarta parte del grueso original del eslabón.
- Las cadenas deberían ser lubricadas a intervalos frecuentes y regulares cuando estén enrolladas en tambores o pasen sobre poleas, excepto cuando puedan retener y recoger arena o arenilla y cuando sirvan de eslingas.
- Las cadenas se guardarán colgándolas de ganchos, colocadas de forma que los trabajadores no sufran sobreesfuerzos, en condiciones que reduzcan al mínimo la oxidación.
- Las cadenas que hayan estado expuestas durante horas a temperaturas extremadamente bajas serán calentadas ligeramente.

5.2.4.22.MEDIOS AUXILIARES

5.2.4.22.1 PLATAFORMA ELEVADORA AUTOPROPULSADA

Riesgos

- Caída de personas a distinto nivel.
- Caída de objetos en manipulación.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

- Golpes por objetos o herramientas.
- Atrapamiento por o entre objetos.
- Atrapamiento por vuelco de máquina o vehículos.
- Exposición a las condiciones atmosféricas (derivados del trabajo realizado a la intemperie).
- Contacto eléctrico con líneas eléctricas aéreas.
- Atropellos o golpes con vehículos.

Equipos de Protección Individual

- Casco.
- Calzado de seguridad.
- Cinturón portaherramientas.

Medidas preventivas

Antes de comenzar la maniobra

- Antes de utilizar la plataforma, asegurarse de que todos los sistemas funcionan perfectamente y que todos los dispositivos de seguridad incorporados operan de modo satisfactorio.
- Se debe tener en cuenta el estado del tiempo antes de trabajar con la plataforma en exteriores. No elevar la pluma si la velocidad del viento excede de 38 Km/h. No utilizar la plataforma cerca de líneas de tendido eléctrico.
- El usuario deberá asegurarse de que el personal operador, entienda perfectamente el manejo de la plataforma.
- Respetar todas las recomendaciones de precaución e instrucciones de los adhesivos colocados en el bastidor portante, en la pluma y en la plataforma.

Durante el desplazamiento

- Antes de manejar los mandos de desplazamiento de la máquina, comprobar la posición de la torre con respecto al sentido de marcha previsto.
- Colocar la pluma siempre orientada en la dirección de desplazamiento. Una persona debe guiar la maniobra si algún obstáculo impide la visibilidad. Se debe reconocer previamente el terreno por donde se ha de desplazar la plataforma, si es necesario a pie.
- La plataforma no deberá conducirse, ni circular por pendientes de más de 5 grados de inclinación.
- Evitar las arrancadas y paradas bruscas ya que originan un aumento de la carga y puede provocar el vuelco de la máquina o una avería estructural.

Durante la maniobra

- Antes de elevar la pluma de la plataforma, esta deberá encontrarse situada sobre una superficie firme y perfectamente horizontal, con los neumáticos inflados a la presión correcta. Durante el trabajo la plataforma ha de estar correctamente nivelada.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

- Comprobar siempre que haya espacio suficiente para el giro de la parte posterior de la superestructura antes de hacer girar la pluma.
- No deberá rebasarse la capacidad nominal máxima de carga. Esta comprende el peso del personal, los accesorios y todos los demás elementos colocados o incorporados a la plataforma. Las cargas deberán distribuirse uniformemente por el piso de la plataforma elevadora.

Generales

- Utilizar siempre el equipo de protección personal y la ropa de trabajo apropiada para cada tarea u operación, llevar siempre colocado un arnés de seguridad cuando se encuentre en la plataforma.
- Rehusar utilizar o subir a una plataforma que no funcione correctamente.
- No permitir que ninguna persona carente de autorización utilice la plataforma.
- No manipular materiales voluminosos, ni elevar cargas con la plataforma.
- Ante una situación de vuelco inminente, comenzar a retraer la pluma. Nunca bajarla, ni extenderla, ya que con ello se agravaría el problema.
- Los mandos inferiores de control prioritario sólo deben utilizarse en caso de emergencia.

5.2.4.22.2 ESCALERAS MANUALES

Riesgos

- Caída de personas a distinto nivel.
- Caída de objetos en manipulación.
- Caída de objetos desprendidos.
- Golpes y cortes por objetos o herramientas.
- Exposición a las condiciones atmosféricas (derivados del trabajo realizado a la intemperie).
- Deslizamientos y vuelcos por apoyos incorrectos y rotura de la escalera por defectos ocultos.
- Los derivados de los usos inadecuados o de los montajes peligrosos (empalme de escaleras, formación de plataformas de trabajo, escaleras ”cortas” para la altura a salvar, etc.).
- Contacto eléctrico.

Equipos de Protección Individual

- Casco.
- Calzado de seguridad.
- Arnés o cinturón de seguridad para trabajos por encima de 3,5 metros de altura.
- Cuerdas de amarre.
- Cinturón portaherramientas.

Medidas preventivas

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

- Antes de subir a una escalera portátil, verificar que las suelas del calzado no tienen barro, grasa, aceite u otra sustancia que pueda ocasionar resbalones.
- Cuando emplee una escalera para subir a un techo, andamio, plataforma, etc., la parte superior de la escalera ha de sobrepasar por lo menos 1 metro.
- Los trabajos a más de 3,5 metros de altura, desde el punto de operación al suelo, que requieran movimientos o esfuerzos peligrosos para la estabilidad del trabajador, solo se efectuarán si se utiliza cinturón de seguridad o se adoptan otras medidas de protección alternativas.
- Siempre que sea posible se utilizará otros medios de elevación adecuados para personas, sobre todo en trabajos arriesgados en fachadas y cruces aéreos.

Transporte

Para transportar una escalera se debe hacer con la parte delantera baja, mirando bien por donde se pisa para evitar tropezar y golpear a otras personas. Para transportar una escalera muy larga, deberá pedirse ayuda a un compañero.

Caída a distinto nivel

- Nunca subirá a una escalera más de una persona.
- Se prohíbe el transporte y manipulación de cargas por o desde la escalera cuando por su peso o dimensiones puedan comprometer la seguridad del trabajador.
- Subir y bajar de una escalera debe hacerse siempre de frente a ella utilizando las dos manos para asirse a los peldaños (no a los largueros).
- No se ocuparán nunca los últimos peldaños, se colocará a una distancia del punto de trabajo que permita mantener el equilibrio, no se estirará el cuerpo para alcanzar puntos alejados, se desplazará la escalera.
- Se prohíbe específicamente, desplazar, mover o hacer saltar la escalera con un operario sobre la misma. Para los desplazamientos será necesario bajarse cuantas veces sea preciso.

Señalización

Cuando se coloque la escalera frente a una puerta o en una zona de paso se adoptarán medidas como bloquear el paso y señalizar la ubicación de la escalera.

Estabilidad

- Antes de utilizar una escalera portátil, verificar sus condiciones y rechazar aquellas que no ofrezcan garantías de seguridad.
- Las escaleras portátiles se utilizarán de la forma y con las limitaciones establecidas por el fabricante.
- Las escaleras deben colocarse con una inclinación correcta. La relación entre longitud de la escalera y la separación en el punto de apoyo será de 4 a 1.
- Las escaleras no deben usarse como soporte de andamios, ni en cualquier otro cometido distinto de aquél para el que han sido diseñadas y construidas.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

- No se emplearán escaleras de mano de más de 5 metros de longitud de cuya resistencia no se tengan garantías.
- Los pies de la escalera deben apoyarse en una superficie sólida y bien nivelada, nunca sobre ladrillos, bidones, cajas, etc.
- En el caso de escaleras simples, la parte superior se sujetará, si es necesario, al paramento o estructura sobre el que se apoya y cuando éste no permita un apoyo estable, se sujetará al mismo mediante una abrazadera u otros dispositivos equivalentes.

Subida de equipos o cargas

- Si han de llevarse herramientas u objetos, deben usarse bolsas o cajas colgadas del cuerpo, de forma que las manos queden libres.
- No se debe subir una carga de más de 30 kg sobre una escalera no reforzada.

Riesgo eléctrico

Se prestará especial atención y se mantendrán las distancias de seguridad con líneas eléctricas en tensión. Su manejo será vigilado directamente por el Jefe de Trabajo (Responsable de los Trabajos), delimitando la zona de trabajo e indicando la prohibición de desplazar la escalera.

Escaleras de tijera

- La posición de trabajo es la de máxima abertura.
- Nunca se emplearán como borriquetas donde fijar sobre sus peldaños plataformas de trabajo.
- El operario no debe situarse “a caballo” sobre ella. Se aconseja que la posición del trabajador sea tal que su cintura no sobrepase el último peldaño.

Mantenimiento

- Cuando no se usan, las escaleras portátiles deben almacenarse cuidadosamente y no dejarlas abandonadas sobre el suelo, en lugares húmedos, etc.
- Debe existir un lugar cubierto y adecuado para guardar las escaleras después de usarlas.
- Las escaleras portátiles no deben pintarse, ya que la pintura puede ocultar a la vista defectos o anomalías que pudieran resultar peligrosas. Todo lo más, se le puede aplicar un barniz completamente transparente o aceite de linaza.

Condiciones técnicas

Escaleras manuales en general:

- No se admitirá el uso de escaleras de construcción improvisada.
- Los espacios entre peldaños deben ser iguales, con una distancia entre ellos de 20 a 30 cm, como máximo.
- Las escaleras estarán provistas de un dispositivo antideslizante en su pie, por ejemplo zapatas.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

- No se aceptarán escaleras de mano empalmadas, a menos que utilicen un sistema especial y recomendable de extensión de la misma.

Escaleras de madera:

- La madera empleada será sana, libre de nudos, roturas y defectos que puedan dismuir su seguridad.
- Los largueros serán de una sola pieza.
- Los peldaños estarán ensamblados a largueros, prohibiéndose las uniones simplemente efectuadas mediante clavos o amarre con cuerdas.
- Las escaleras de madera se protegerán de las inclemencias climatológicas mediante barnices transparentes que no oculten sus defectos, prohibiéndose expresamente pintarlas.

Escaleras metálicas:

- Los largueros serán de una sola pieza. Se prohíben los empalmes improvisados o soldados.
- Sus elementos tanto largueros como peldaños no tendrán defectos ni bolladuras.

Escaleras de tijera:

- Independientemente del material que las constituye dispondrán en su articulación superior de topes de seguridad de apertura.
- Dispondrán además de cadenas o cables situados hacia la mitad de la longitud de los largueros que impidan su apertura accidental, usándose totalmente abierta.

5.2.5. RELATIVOS AL ENTORNO

5.2.5.1. CRUCES CON OTRAS LÍNEAS AÉREAS

- La realización de trabajos en la proximidad de líneas de energía eléctrica representa un grave riesgo para las personas que los ejecutan.
- Antes de iniciar cualquier trabajo próximo a líneas de energía eléctrica, se dispondrá de los medios de protección personal y colectivos necesarios.
- Se solicitara a la empresa propietaria de las líneas a cruzar el descargo de las mismas.
- Además de las medidas indicadas en “Riesgos Eléctricos” del apartado de Riesgos Específicos, serán de aplicación las medidas propias de los siguientes apartados:

Cruzamiento por debajo de Línea:

- Para el caso del tendido de cables por debajo de instalaciones en tensión, se tendrá en cuenta que se deben mantener, como siempre, las distancias de seguridad de la Tabla I del R.D. 614/2001 (en función de la tensión mayor de las existentes en las distintas instalaciones

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

cruzadas), y además se debe proteger frente al riesgo de una posible tensión por inducción poniendo a tierra tanto el cable a tender, como las máquinas de tiro y frenado y los apoyos.

- En el caso de condiciones climática adversas no se iniciarán los trabajos, y en el caso de estar trabajando, se suspenderán.
- Ante la rotura de Líneas aérea, ya sea por encima o por debajo, es importante avisar al encargado de tajo el cual tomará las siguientes medidas:
    1. Si la rotura ha sido producida por una maquinaria es importante que la maquinaria permanezca en su punto solicitando auxilio mediante la bocina. Una vez que se garantice que se pueda abandonar la máquina con seguridad, descienda por la escalera normalmente y desde el último peldaño se saltará lo más lejos posible evitando tocar la tierra y la máquina a la vez.
    2. Nadie se acercará a la máquina bajo ningún concepto.
    3. Acotar la zona afectada. Debe quedar balizada e impidiendo su acceso.
    4. Si fuera necesario, prever reordenación del tráfico.
    5. Aviso a los servicios de acerías del organismo competente, indicando: Ubicación de la avería. Rutas de acceso a la obra. Datos de la canalización. Datos de la obra. Datos de la persona que realiza la llamada (D.N.I., teléfono). Para el caso de rotura, los números de teléfono de emergencia (bomberos y otros servicios de urgencia), figurarán en un cartel fácilmente visible colocado en las oficinas, vestuarios y otros lugares visibles.

5.2.5.2. CRUZAMIENTOS CON CARRETERAS, CAMINOS Y RÍOS

Cruce con Carreteras y Caminos

- Se realizará poniendo en práctica las medidas necesarias para evitar accidentes de trabajo y ocasionar las mínimas dificultades en el tráfico rodado y peatonal.
- Deberá recabarse autorización expresa de la propiedad de la carretera a cruzar y atenerse a las recomendaciones técnicas o de seguridad que ella determine.
- Además se seguirá lo dispuesto en el apartado de “Señalización” del punto “Riesgos específicos”.

Cruce aéreo:

- Habrá que tener en cuenta fundamentalmente las distancias de seguridad, de acuerdo con los gálibos establecidos en las carreteras e interponer barreras físicas, para asegurar el cumplimiento de esas separaciones en el proceso de tendido de los conductores sobre las carreteras.
- Se montarán protecciones sobre la carretera a cruzar.
- La protección a utilizar consistirá en dos pórticos, realizado cada uno de ellos con dos postes y un travesaño, todo ello de madera, colocados uno a cada lado de la carretera.
- Para mayor seguridad es conveniente colocar en sentido longitudinal a los travesaños de los postes de madera un cable de 12 a 16 mm. de diámetro colocando unos pistolos a tierra y

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

amarrados de tal forma que en caso de escape de un conductor y, como consecuencia rompiese un travesaño, el conductor quede suspendido por el cable de acero.

- En su definición se observarán las siguientes prescripciones :
    - La protección se construirá de tal manera que no pueda volcarse hacia el elemento que se protege.
    - La protección será lo suficientemente resistente para soportar la caída del conductor, en caso de rotura.
    - Los apoyos y travesaños del pórtico estarán adecuadamente consolidados.
    - Las distancias verticales mínimas del cable en el tendido a la rasante de la carretera serán las exigidas por los gálibos establecidos en las carreteras.
    - Los pórticos deberán tener la longitud mínima de vez y media la proyección horizontal de la separación entre los conductores extremos de la línea que se va a tender.
    - Es muy importante, en el tendido de los conductores en el cruce, considerar la posible componente vertical hacia abajo que por la orografía del terreno pueda crear en los apoyos, para que en ningún caso el conductor pueda soltarse, debido a esa componente, y proyectarse sobre la línea inferior.
    - Para reforzar la seguridad, en el caso de considerarlo conveniente, se colocarán señales de tráfico (de obras, de limitación de velocidad, etc.), e incluso un operario con una señal roja indicadora de peligro, en ambas direcciones de la carretera a cruzar.

5.2.5.3. SERVICIOS AFECTADOS

Teléfono:

Se realizarán mediante la interposición de barreras físicas, que impidan todo contacto accidental con las líneas telefónicas. Las barreras deben estar fijadas en forma segura y resistir los esfuerzos mecánicos habituales. Si las barreras son metálicas se considerarán como masas y se aplicará una de las medidas de protección previstas contra contactos indirectos.

Ante una rotura de cable telefónico es importante avisar al encargado del tajo, el cual tomará las siguientes medidas.

1. Acotar la zona afectada. Debe quedar balizada e impidiendo su acceso.
2. Si fuera necesario, prever la reordenación del tráfico.
3. Aviso a los servicios de averías del organismo competente, indicado:
    - Ubicación de la avería.
    - Rutas de acceso a la obra.
    - Datos de la canalización. Datos de la obra.
    - Datos de la persona que realiza la llamada (D.N.I., teléfono)
4. Permanecer en espera de la llegada de los servicios de averías, mientras se informa al Coordinador de Seguridad y Técnico de Prevención.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

Para el caso de rotura, los números de teléfono de emergencia (bomberos y otros servicios de urgencia), figurarán en un cartel fácilmente visible colocado en las oficinas, vestuarios y otros lugares visibles.

Agua:

Se debe asegurar que el cable a tender no caiga sobre la instalación de agua. Para evitar esto último se usarán protecciones mecánicas y eléctricas estándar ("porterías" de madera con un entramado de mallas y cuerdas dieléctricas a lo largo de todo el cruzamiento).

Ante una rotura de canalización de agua a presión es importante avisar al encargado del tajo, el cual tomará las siguientes medidas.

1. Acotar la zona afectada. Debe quedar balizada e impidiendo su acceso.
2. Si fuera necesario, prever la reordenación del tráfico.
3. Aviso a los servicios de averías del organismo competente, indicado:
    - Ubicación de la avería.
    - Rutas de acceso a la obra.
    - Datos de la canalización. Datos de la obra.
    - Datos de la persona que realiza la llamada (D.N.I., teléfono)
4. Permanecer en espera de la llegada de los servicios de averías, mientras se informa al Coordinador de Seguridad y Técnico de Prevención.

Para el caso de rotura, los números de teléfono de emergencia (bomberos y otros servicios de urgencia), figurarán en un cartel fácilmente visible colocado en las oficinas, vestuarios y otros lugares visibles.

Gas:

Se debe asegurar que el cable a tender no caiga sobre la instalación de gas. Para evitar esto último se usarán protecciones mecánicas y eléctricas estándar ("porterías" de madera con un entramado de mallas y cuerdas dieléctricas a lo largo de todo el cruzamiento).

Ante una rotura de canalización de gas es importante avisar al encargado del tajo, el cual tomará las siguientes medidas.

1. Acotar la zona afectada. Debe quedar balizada e impidiendo su acceso.
2. Si fuera necesario, prever la reordenación del tráfico.
3. Aviso a los servicios de averías del organismo competente, indicado:
    - Ubicación de la avería.
    - Rutas de acceso a la obra.
    - Datos de la canalización. Datos de la obra.
    - Datos de la persona que realiza la llamada (D.N.I., teléfono)

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

4. Permanecer en espera de la llegada de los servicios de averías, mientras se informa al Coordinador de Seguridad y Técnico de Prevención.

Para el caso de rotura, los números de teléfono de emergencia (bomberos y otros servicios de urgencia), figurarán en un cartel fácilmente visible colocado en las oficinas, vestuarios y otros lugares visibles.

5.3. A TERCEROS

La parte en intemperie de los trabajos suponen un riesgo debido a que circulan por ellos personas ajenas a las obras.

Los pozos y zanjas abiertos producen un riesgo de posibles caídas de terceras personas o de vehículos en los mismos.

A fin de evitar los posibles accidentes, se adoptarán las siguientes medidas preventivas:

- Se señalizarán, de acuerdo con la normativa vigente, los cruces de calzada, tomándose las medidas de seguridad que cada caso requiera.
- En las excavaciones para las cimentaciones y en las zanjas que permanezcan abiertas se instalarán las protecciones adecuadas que no sólo indiquen la existencia del riesgo, sino que además lo prevengan adecuadamente.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

6. INSTALACIONES ELÉCTRICAS PROVISIONALES

La acometida eléctrica general alimentará una serie de cuadros de distribución de los distintos contratistas, los cuales se colocarán estratégicamente para el suministro de corriente a sus correspondientes instalaciones, equipos y herramientas propias de los trabajos.

6.1. RIESGOS PREVISIBLES

Los riesgos implícitos a estas instalaciones son los característicos de los trabajos y manipulación de elementos (cuadros, conductores, etc.) y herramientas eléctricas, que pueden producir accidentes por contactos tanto directos como indirectos. Como riesgos más frecuentes de estas instalaciones tenemos:

- Contactos eléctricos directos o indirectos.
- Derivados de caídas de tensión en la instalación por sobrecarga.
- Mal funcionamiento de los mecanismos y sistemas de protección.
- Caída del personal al mismo y a distinto nivel.

6.2. MEDIDAS PEVENTIVAS

Las principales medidas preventivas a aplicar en instalaciones, elementos y equipos eléctricos serán los siguientes:

6.2.1. CUADROS DE DISTRIBUCIÓN

Serán estancos, permanecerán todas las partes bajo tensión inaccesibles al personal y estarán dotados de las siguientes protecciones:

- Interruptor general.
- Protecciones contra sobrecargas y cortocircuitos.
- Diferencial de 300 mA.
- Toma de tierra de resistencia máxima 20 Ω.
- Diferencial de 30 mA para las tomas monofásicas que alimentan herramientas o útiles portátiles.
- Tendrán señalizaciones de peligro eléctrico. Solamente podrá manipular en ellos el electricista.

Los conductores aislados utilizados tanto para acometidas como para instalaciones, serán de 1.000 voltios de tensión nominal como mínimo.

6.2.2. PROLONGADORES, CLAVIJAS, CONEXIONES Y CABLES

Los prolongadores, clavijas y conexiones serán de tipo intemperie con tapas de seguridad en tomas de corriente hembras y de características tales que aseguren el aislamiento, incluso en el momento de conectar y desconectar

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

Los cables eléctricos serán del tipo intemperie sin presentar fisuras y de suficiente resistencia a esfuerzos mecánicos.

Los empalmes y aislamientos en cables se harán con manguitos y cintas aislantes vulcanizadas.

Las zonas de paso se protegerán contra daños mecánicos.

6.2.3. HERRAMIENTAS Y ÚTILES PORTÁTILES

Las lámparas eléctricas portátiles tendrán el mango aislante y un dispositivo protector de la lámpara de suficiente resistencia. En estructuras metálicas y otras zonas de alta conductividad eléctrica se utilizarán transformadores para tensiones de 24 V.

Todas las herramientas, lámparas y útiles serán de doble aislamiento.

Todas las herramientas, lámparas y útiles eléctricos portátiles, estarán protegidos por diferenciales de alta sensibilidad (30 mA).

6.2.4. MÁQUINAS Y EQUIPOS ELÉCTRICOS

Además de estar protegidos por diferenciales de media sensibilidad (300 mA), irán conectados a una toma de tierra de 20 Ω de resistencia máxima y llevarán incorporado a la manguera de alimentación el cable de tierra conectado al cuadro de distribución.

6.2.5. NOMAS DE CARÁCTER GENERAL

- Bajo ningún concepto se dejarán elementos de tensión, como puntas de cables terminales, etc., sin aislar.
- Las operaciones que afecten a la instalación eléctrica, serán realizadas únicamente por el electricista.
- Cuando se realicen operaciones en cables cuadros e instalaciones eléctricas, se harán sin tensión.
- Todos los trabajos de mantenimiento de la red eléctrica provisional de la obra serán realizados por personal capacitado.
- Queda terminantemente prohibido puentear las protecciones.
- Se realizará una adecuada comprobación y mantenimiento periódico de las instalaciones, equipos, herramientas de la obra.
- Se darán instrucciones sobre las medidas a adoptar en caso de incendio o accidente de origen eléctrico.

Se realizará un adecuado mantenimiento y revisiones periódicas de las distintas instalaciones, equipos y herramientas eléctricas, para analizar y adoptar las medidas necesarias en función de los resultados de dichas revisiones.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

7. CONDICIONES AMBIENTALES

Los trabajadores no deberán estar expuestos a niveles sonoros ni a factores externos nocivos (gases, vapores,...).

En caso de que algunos trabajadores deban penetrar en una zona cuya atmósfera pudiera contener sustancias tóxicas o nocivas, o no tener oxígeno en cantidad suficiente o ser inflamable, la atmósfera confinada deberá ser controlada y se deberán adoptar medidas adecuadas para prevenir cualquier peligro.

7.1. VENTILACIÓN

Teniendo en cuenta los métodos de trabajo y las cargas físicas impuestas a los trabajadores, estos deberán disponer de aire limpio en cantidad suficiente. En caso de que se utilice una instalación de ventilación, deberá mantenerse en buen estado de funcionamiento y los trabajadores no deberán estar expuestos a corrientes de aire que perjudiquen su salud.

7.2. TEMPERATURA

La temperatura debe ser la adecuada para el organismo humano durante el tiempo de trabajo que se apliquen y las cargas físicas impuestas a los trabajadores.

La temperatura de los locales de descanso, de los locales para el personal de guardia, de los servicios higiénicos, de los comedores y de los locales de primeros auxilios deberá corresponder al uso específico de dichos locales.

7.3. FACTORES ATMOSFÉRICOS

Deberá protegerse a los trabajadores contra las inclemencias atmosféricas que puedan comprometer su seguridad y salud.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

8. MEDIDAS DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

Cada contratista dispondrá en obra de extintores de Polvo o Gas en número suficiente para cubrir las necesidades de los riesgos de incendio que generen los trabajos que realiza, así como para la protección de sus instalaciones y oficinas, almacenes, vehículos etc.

Estos extintores deberán ser de fácil acceso y manipulación.

Los locales destinados a descanso de los trabajadores, comedores y vestuarios estarán en perfecto estado de limpieza y en ellos se prohíbe hacer fuego.

8.1. REVISIONES PERIÓDICAS

La persona designada al efecto por los distintos contratistas comprobará periódicamente el estado de los extintores y sustituirá los descargados o bajos de presión.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

9. FORMACIÓN E INFORMACIÓN 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.

9.1. 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.

9.2. CHARLA SOBRE RIESGOS ESPECÍFICOS

Dirigidas a los grupos de trabajadores sujetos a riesgos concretos en función de las actividades que desarrollen. Serán impartidas por los Mandos directos de los trabajos o Técnicos de Seguridad, estos serán los técnicos de seguridad de cada una de las empresas que participan en la ejecución de la obra.

Si, sobre la marcha de los trabajos, se detectasen situaciones de especial riesgo en determinadas profesiones o fases de trabajo, se programarían Charlas Específicas, impartidas por el Técnico de Seguridad encaminadas a divulgar las medidas de protección necesarias en las actividades a que se refieran.

Entre los temas más importantes a desarrollar en estas charlas estarán los siguientes:

- Riesgos eléctricos.
- Riesgos de soldadura eléctrica y oxicorte.
- Uso de máquinas, manejo de herramientas.
- Manejo de cargas de forma manual y con medios mecánicos.
- Empleo de plataformas y escaleras

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

10. REUNIONES DE SEGURIDAD

Para que la política de mentalización, motivación y responsabilización de los mandos de obra en el campo de la prevención de accidentes sea realmente efectiva, son muy importantes las Reuniones de Seguridad en las que la Dirección de Obra, los Mandos responsables de la ejecución de los trabajos, los trabajadores y el personal de Seguridad analicen conjuntamente aspectos relacionados exclusivamente con la prevención de accidentes.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

11. MEDICINA ASISTENCIAL Y PRIMEROS AUXILIOS

Partiendo de la imposibilidad humana de conseguir el nivel de riesgo cero, es necesario prever las medidas que disminuyan las consecuencias de los accidentes que, inevitablemente puedan producirse. Esto se llevará a cabo a través de tres situaciones:

- Control médico de los empleados.
- La organización de medios de actuación rápida y primeros auxilios a accidentados.
- La medicina asistencial en caso de accidente o enfermedad profesional.

11.1. CONTROL MÉDICO

Tal como establece la Legislación Vigente, todos los trabajadores que intervengan en la construcción de las obras objeto de este Estudio, pasarán los reconocimientos médicos previstos en función del riesgo a que, por su oficio u ocupación, vayan a estar sometidos.

11.2. MEDIOS DE ACTUACIÓN Y PRIMEROS AUXILIOS

La primera asistencia médica a los posibles accidentados será realizada por los Servicios Médicos de la Mutua Laboral concertada por cada contratista o, cuando la gravedad o tipo de asistencia lo requiera por los Servicios de Urgencia de los Hospitales Públicos o Privados más próximos.

En la obra se dispondrá, en todo momento, de un vehículo para hacer una evacuación inmediata, de un medio de comunicación (teléfono) y de un Botiquín y, además, habrá personal con unos conocimientos básicos de Primeros Auxilios, con el fin de actuar en casos de urgente necesidad.

Así mismo se dispondrá, igualmente, en obra de una "nota" escrita, colocada en un lugar visible y de la que se informará y dará copia a todos los contratistas, que contendrá una relación con las direcciones y teléfonos de los Hospitales, ambulancias más cercanas, así como los médicos locales.

11.3. MEDICINA ASISTENCIAL EN CASO DE ACCIDENTE O ENFERMEDAD PROFESIONAL

El contratista debe acreditar que este servicio queda cubierto por la organización de la Mutua Laboral con la que debe tener contratada póliza de cobertura de incapacidad transitoria, permanente o muerte por accidente o enfermedad profesional.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

12. VESTUARIOS Y ASEOS

En la zona destinada a instalaciones de contratistas. Montarán casetas prefabricadas de aseos, vestuarios y local para comedor, de acuerdo con el número de personas previstas por cada contratista, según las condiciones mínimas establecidas en el anexo IV parte A del R.D.1627/97.

Los vestuarios tendrán dimensiones suficientes, dispondrán de asientos, armarios para guardar la ropa y efectos personales. Estos armarios estarán provistos de 2 llaves, una de las cuales se entregará al trabajador, y otra quedará en la oficina para casos de emergencia.

A los vestuarios se acoplaran salas de aseo, que dispondrán de lavabos y duchas, con agua corriente fría y caliente, contando al menos de 1 por cada 10 trabajadores. Estos locales se equiparán con número suficiente de retretes.

Los suelos, paredes y techos de los aseos, vestuarios y duchas serán continuos, lisos e impermeables, en tonos claros y con materiales que permitan el lavado con líquidos desinfectantes o antisépticos con la frecuencia necesaria.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

13. RECURSOS PREVENTIVOS

Según se indica en el artículo 4 de la Ley 54/2003, la presencia de Recursos Preventivos, cualquiera que sea la modalidad de organización de dichos recursos, será de obligación en las diferentes fases de la obra en los siguientes casos:

- Cuando los riesgos puedan verse agravados o modificados en el desarrollo del proceso o la actividad, por la concurrencia de operaciones diversas que se desarrollan sucesiva o simultáneamente y que hagan preciso el control de la correcta aplicación de los métodos de trabajo.
- Cuando se realicen actividades o procesos que reglamentariamente sean considerados como peligrosos o con riesgos especiales.
- Cuando la necesidad de dicha presencia sea requerida por la Inspección de Trabajo y Seguridad Social, si las circunstancias del caso así lo exigieran debido a las condiciones de trabajo detectadas.
- Se consideran recursos preventivos, a los que el empresario podrá asignar la presencia, los siguientes:
- Uno o varios trabajadores designados de la empresa.
- Uno o varios miembros del servicio de prevención propio de la empresa.
- Uno o varios miembros del o los servicios de prevención ajenos concertados por la empresa. Cuando la presencia sea realizada por diferentes recursos preventivos éstos deberán colaborar entre sí.

Los recursos preventivos a que se refiere el apartado anterior deberán tener la capacidad suficiente, disponer de los medios necesarios y ser suficientes en número para vigilar el cumplimiento de las actividades preventivas, debiendo permanecer en el centro de trabajo durante el tiempo en que se mantenga la situación que determine su presencia.

Además, el empresario podrá asignar la presencia de forma expresa a uno o varios trabajadores de la empresa que, sin formar parte del servicio de prevención propio ni ser trabajadores designados, reúnan los conocimientos, la cualificación y la experiencia necesarios en las actividades o procesos de la obra y cuenten con la formación preventiva correspondiente, como mínimo, a las funciones del nivel básico.

Por otra parte, en el artículo 7 de la Ley 54/2003 se establece la presencia de recursos preventivos en las obras de construcción, en el cual se indica lo siguiente:

- La preceptiva presencia de recursos preventivos se aplicará a cada contratista.
- La presencia de los recursos preventivos de cada contratista será necesaria cuando, durante la obra, se desarrollen trabajos con riesgos especiales.
- La preceptiva presencia de recursos preventivos tendrá como objeto vigilar el cumplimiento de las medidas incluidas en el plan de seguridad y salud en el trabajo y comprobar la eficacia de éstas.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

Además, en el 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. BOE núm. 127 del viernes 29 de mayo de 2006, se dice que:

«La presencia en el centro de trabajo de los recursos preventivos de cada contratista prevista en la disposición adicional decimocuarta de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales se aplicará a las obras de construcción reguladas en este real decreto, con las siguientes especialidades:

- El plan de seguridad y salud determinará la forma de llevar a cabo la presencia de los recursos preventivos.
- Cuando, como resultado de la vigilancia, se observe un deficiente cumplimiento de las actividades preventivas, las personas a las que se asigne la presencia deberán dar las instrucciones necesarias para el correcto e inmediato cumplimiento de las actividades preventivas y poner tales circunstancias en conocimiento del empresario para que éste adopte las medidas necesarias para corregir las deficiencias observadas, si éstas no hubieran sido aún subsanadas.

Cuando, como resultado de la vigilancia, se observe ausencia, insuficiencia o falta de adecuación de las medidas preventivas, las personas a las que se asigne esta función deberán poner tales circunstancias en conocimiento del empresario, que procederá de manera inmediata a la adopción de las medidas necesarias para corregir las deficiencias y a la modificación del plan de seguridad y salud en los términos previstos en el artículo 7.4 de este real decreto.

Zaragoza, enero de 2026
El Ingeniero Industrial al servicio de
ENERLAND GENERACIÓN SOLAR 14, S.L.



Ignacio Navarro Chinorias
Colegiado Nº 3947 del C.O.I.I.A.R

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

PLIEGO DE CONDICIONES

ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja
con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

ÍNDICE PLIEGO DE CONDICIONES

1. NORMATIVA LEGAL DE APLICACIÓN 3
1.1. DISPOSICIONES DE LAS NORMAS LEGALES Y REGLAMENTARIAS APLICABLES A LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LA OBRA 3
1.2. NORMAS LEGALES Y APLICABLES A LAS CONDICIONES DE SEGURIDAD DE LOS ELEMENTOS, MAQUINARIA, ÚTILES, HERRAMIENTAS, EQUIPOS Y SISTEMAS PRREVENTIVOS A UTILIZAR O APLICAR EN LA OBRA 4

2. PRESCRIPCIONES DE LOS MEDIOS DE SEGURIDAD 7
2.1. EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL 7
2.2. PROTECCIONES COLECTIVAS 8
2.2.1. SEÑALIZACIÓN 8
2.3. PRESCRIPCIONES DE LOS MEDIOS AUXILIARES 9
2.3.1. ESCALERAS MANUALES EN GENERAL 9
2.3.2. ESCALERAS DE MADERA 9
2.3.3. ESCALERAS METÁLICAS 10
2.3.4. ESCALERAS DE TIJERA 10

3. OBLIGACIONES DE LAS PARTES IMPLICADAS 11
3.1. PROMOTOR 11
3.2. DIRECCIÓN FACULTATIVA 11
3.3. COORDINADOR DE SEGURIDAD Y SALUD DURANTE LA EJECUCIÓN 11
3.4. CONTRATISTAS Y SUBCONTRATISTAS 12
3.5. TRABAJADORES AUTÓNOMOS 13

4. ORGANIZACIÓN DE LA PREVENCIÓN EN OBRA 15
4.1. TRAMITACIÓN DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD 15
4.2. ORGANIGRAMA DE SEGURIDAD EN OBRA 15
4.3. RESPONSABLES DE SEGURIDAD A PIE DE OBRA 15
4.4. ORGANIZACIÓN PRREVENTIVA DE LA EMPRESA CONTRATADA 16

5. REUNIONES DE SEGURIDAD EN OBRA 17
5.1. COMITÉ DE SEGURIDAD Y SALUD EN OBRA 17
5.2. DELEGADOS DE PREVENCIÓN 17
5.3. SERVICIOS DE PREVENCIÓN 18

6. MEDIDAS DE ACTUACIÓN EN CASO DE EMERGENCIA Y ANTE RIESGO GRAVE E INMINENTE 19
6.1. PIMEROS AUXILIOS Y ASISTENCIA SANITARIA 20
6.2. BOTIQUÍN 20
6.3. EXTINCIÓN DE INCENDIOS 20

7. COMUNICACIÓN DE ACCIDENTES E INCIDENTES 22

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

8. SERVICIOS HIGIÉNICOS.....23

9. FORMACIÓN E INFORMACIÓN A LOS TRABAJADORES.....24

10. VIGILANCIA DE LA SALUD.....25

11. RECURSOS PREVENTIVOS.....26

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

1. NORMATIVA LEGAL DE APLICACIÓN

1.1. DISPOSICIONES DE LAS NORMAS LEGALES Y REGLAMENTARIAS APLICABLES A LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LA OBRA

Son de obligado cumplimiento las disposiciones contenidas en:

- Constitución Española de 27 de diciembre de 1978.
- R.D. Legislativo 1/1995, de 24 de marzo, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley del Estatuto de los Trabajadores.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- R.D. 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba los Reglamentos de los Servicios de Prevención.
- Ley 54/2003, de 12 de Diciembre, de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales.
- R.D. 171/2004, de 30 de Enero, por el que se desarrolla el artículo 24 de la Ley 31/1995, de 8 de Noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, en materia de coordinación de actividades empresariales.
- R.D. 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- R.D. 604/2006, de 19 de mayo, por el que se modifican el R.D. 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, y el R.D. 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción. BOE núm. 127 del viernes 29 de mayo de 2006.
- Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el Sector de la Construcción.
- R.D. 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. BOE núm. 204 de 25 de agosto
- R.D. 337/2010, de 19 de marzo, por el que se modifican el R.D. 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención; el R.D. 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 R.D. 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en obras de construcción. BOE nº 71 23/03/2010
- Orden TIN/1071/2010, de 27 de abril, sobre los requisitos y datos que deben reunir las comunicaciones de apertura o de reanudación de actividades en los centros de trabajo
- Ley 38/1999, de 5 de noviembre, de Ordenación de la Edificación.
- R.D. 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- 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.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

1.2. NORMAS LEGALES Y APLICABLES A LAS CONDICIONES DE SEGURIDAD DE LOS ELEMENTOS, MAQUINARIA, ÚTILES, HERRAMIENTAS, EQUIPOS Y SISTEMAS PRREVENTIVOS A UTILIZAR O APLICAR EN LA OBRA

Son de obligado cumplimiento las disposiciones contenidas en:

- R.D. 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- 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.
- R.D. 487/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores.
- R.D. 488/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas al trabajo con equipos que incluyen pantallas de visualización.
- R.D. 664/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos durante el trabajo.
- R.D. 374/2001, de 6 de abril sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo.
- R.D. 665/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo.
- R.D. 349/2003, de 21 de marzo, por el que se modifica el R.D. 665/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo, y por el que se amplía su ámbito de aplicación a los agentes mutágenos.
- R.D. 1124/2000, de 16 de junio, por el que se modifica el R.D. 665/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo
- R.D. 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- R.D. 1407/1992, de 20 de noviembre, por el que se regulan las condiciones para la comercialización y libre circulación intracomunitaria de los equipos de protección individual.
- 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.
- R.D. 2177/2004, de 12 de noviembre, por el que se modifica el R.D. 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización de los trabajadores de los equipos de trabajo, en materia de trabajos temporales en altura.
- R.D. 1644/2008, de 10 de octubre, por el que se establecen las normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas.
- Directiva 2006/42/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 17 de mayo de 2006 relativa a las máquinas y por la que se modifica la Directiva 95/16/CE (refundición).
- R.D. 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.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

- R.D. 286/2006, de 10 de marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido.
- R.D. 1311/2005, de 4 de noviembre, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores frente a los riesgos derivados o que puedan derivarse de la exposición a vibraciones mecánicas
- R.D. 330/2009, de 13 de marzo, por el que se modifica el R.D. 1311/2005, de 4 de noviembre, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores frente a los riesgos derivados o que puedan derivarse de la exposición a vibraciones mecánicas
- Orden de 23 de mayo de 1977, por la que se aprueba el Reglamento de Aparatos Elevadores para Obras.
- Orden de 30 de junio de 1966, por la que se aprueba el Reglamento de Aparatos Elevadores, Ascensores y Montacargas.
- R.D. 2291/1985, de 8 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de Aparatos de Elevación y Manutención.
    - ITC-MIE-AEM 2: Instrucción Técnica Complementaria referente a grúa torre desmontables para obras.
    - R.D. 836/2003, de 27 de junio, por el que se aprueba una nueva Instrucción técnica complementaria "MIE-AEM-2" del Reglamento de aparatos de elevación y manutención, referente a grúas torre para obras u otras aplicaciones.
    - ITC-MIE-AEM 4: Instrucción Técnica Complementaria sobre grúas móviles autopropulsadas usadas.
    - R.D. 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.
- R.D. 2267/2004, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales.
- R.D. 473/1988, de 30 de marzo, por el que se dictan las disposiciones de aplicación de la Directiva del Consejo de las Comunidades Europeas 76/767/CEE sobre Aparatos a Presión.
- R.D. 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- R.D. 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión. Instrucciones Técnicas Complementarias.
- R.D. 223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09.
- R.D. 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23
- R.D. 2060/2008, de 12 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de equipos a presión y sus instrucciones técnicas complementarias.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

- R.D. 379/2001, de 6 de abril, por el que se aprueba el Reglamento de almacenamiento de productos químicos y sus instrucciones técnicas complementarias.
    - MIE-APQ-1: Almacenamiento de líquidos inflamables y combustibles.
    - MIE-APQ-5: Almacenamiento y utilización de botellas y botellones de gases comprimidos, licuados y disueltos a presión.
    - MIE-APQ-6: Almacenamiento de líquidos corrosivos.
    - MIE-APQ-7: Almacenamiento de líquidos tóxicos.
- R.D. 717/2010, de 28 de mayo, por el que se modifican el R.D. 363/1995, de 10 de marzo, por el que se aprueba el Reglamento sobre clasificación, envasado y etiquetado de sustancias peligrosas y el R.D. 255/2003, de 28 de febrero, por el que se aprueba el Reglamento sobre clasificación, envasado y etiquetado de preparados peligrosos.
- UNE 58-101-92, “Aparatos pesados de elevación. Condiciones de resistencia y seguridad en las grúas torre desmontables para obras”, parte I “Condiciones de diseño y fabricación”, parte II “Condiciones de instalación y utilización”, parte III “Documentación” y parte IV “Vida de la grúa”.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

2. PRESCRIPCIONES DE LOS MEDIOS DE SEGURIDAD

2.1. EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

Los Equipos de Protección Individual, en adelante EPI´s, 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.

Los EPI que se utilicen en la obra deberán cumplir con la reglamentación que sobre comercialización (diseño y fabricación) les afecta, a fin de garantizar las exigencias técnicas que de los mismos se requieren. En este sentido, a los EPI les es de aplicación todo lo dispuesto en la legislación vigente:

- R.D. 1407/1992, de 20 de noviembre, por el que se regulan las condiciones para la comercialización y libre circulación intracomunitaria de los equipos de protección individual.
- O.M. de 16 de mayo de 1994, por el que se modifica el R.D. 1407/1992.
- R.D. 159/1995, de 3 de febrero, por el que se modifica el R.D. 1407/1992.
- O.M. de 20 de febrero de 1997, por la que se modifica el anexo del R.D. 159/1995.

en lo relativo a su diseño, fabricación y comercialización.

Con carácter general, a la hora de la elección, las características que deben reunir los EPI´s son:

- Adecuados a las condiciones existentes en el lugar de trabajo.
- Tener en cuenta las condiciones anatómicas y fisiológicas, así como el estado de salud del trabajador.
- Adecuarse al portador, tras los ajustes adecuados.

Otros aspectos a tener en cuenta con respecto al uso de los equipos son los que a continuación se indican:

- Todos los equipos de protección individual tanto de uso personal como colectiva tendrán fijado un período de vida útil, desechándose a su término.
- Cuando por las circunstancias del trabajo se produzca un deterioro más rápido de lo habitual en un determinado equipo o prenda, se repondrá independientemente de la duración prevista o fecha de entrega.
- Todo equipo o prenda de protección que haya sufrido un trato límite, es decir, el máximo para el que fue concebido será desechado y repuesto al momento.
- Aquellos equipos o prendas de protección que por su uso hayan adquirido más holguras o tolerancias superiores a las admitidas por el fabricante, serán repuestos inmediatamente.
- El uso de un equipo o una prenda de protección nunca deberá representar un riesgo por sí mismo.

Todo E.P.I. entregado a los trabajadores, cumplirá la normativa existente respecto de la homologación, por lo que llevarán estampados marcado “CE” indicativo de que el producto es conforme con las “exigencias esenciales de salud y seguridad”.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

2.2. PROTECCIONES COLECTIVAS

2.2.1. SEÑALIZACIÓN

Sin perjuicio de lo dispuesto específicamente en otras normativas particulares, la señalización de seguridad y salud en el trabajo se utilizará siempre que el análisis de los riesgos existentes, de las situaciones de emergencia previsibles y de las medidas preventivas adoptadas, ponga de manifiesto la necesidad de:

- Llamar la atención de los trabajadores sobre la existencia de determinados riesgos, prohibiciones u obligaciones.
- Alertarlos tras una emergencia que requiera medidas urgentes de protección o evacuación.
- Facilitar a los trabajadores la localización e identificación de determinados medios o instalaciones de protección, evacuación, emergencia o primeros auxilios.
- Orientar o guiar a los trabajadores que realicen determinadas maniobras peligrosas.

La señalización no deberá considerarse una medida sustitutoria de las medidas técnicas y organizativas de protección colectiva, ni de formación e información y se utilizará cuando mediante estas últimas no haya sido posible eliminar riesgos o reducirlos suficientemente. Por otro lado, la señalización deberá permanecer en tanto persista la situación que la motiva.

Los medios y dispositivos de señalización deberán ser, según los casos, limpiados, mantenidos y verificados regularmente y reparados o sustituidos cuando sea necesario, de forma que conserven en todo momento sus cualidades intrínsecas y de funcionamiento. Las señalizaciones que necesiten de una fuente de energía dispondrán de alimentación de emergencia que garantice su funcionamiento en caso de interrupción de aquélla, salvo que el riesgo desaparezca con el corte de suministro.

Las señales se instalarán a una altura y en una posición apropiadas con relación al ángulo visual, teniendo en cuenta posibles obstáculos, en la proximidad inmediata del riesgo u objeto que deba señalizarse o, cuando se trate de un riesgo general en el acceso a la zona de riesgo.

El lugar de emplazamiento de la señal deberá estar bien iluminado, ser accesible y visible. A fin de evitar la disminución de la eficacia de la señalización no se utilizarán demasiadas señales próximas entre sí. Se retirarán cuando deje de existir la situación que las justificaba.

Existirán señales de advertencia, obligación, prohibición, contraincendios, salvamento-socorro; la forma, dimensión y colores de las distintas señales se atendrán a lo dispuesto específicamente en los anexos ll y III del R.D. 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo; así como a las especificaciones contenidas en el Anexo Vll del mismo R.D.

Como norma general la relación de señales en forma de panel que pueden ser de aplicación en la obra es:

- Señales de prohibición:
    - Entrada prohibida a personas no autorizadas.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

  - Atención, peligro obras.
  - Peligro, paso de cargas suspendidas.
  - Prohibido maniobrar en la instalación eléctrica.
- Señales de obligación:
  - Protección obligatoria de la cabeza.
  - Protección obligatoria de los pies.
  - Protección obligatoria de las manos.
  - Protección individual obligatoria contra caídas.
  - Vía obligatoria para peatones.
- Lucha contra incendios:
  - Extintor.
  - Dirección que debe seguirse.
- Señales de salvamento o socorro:
  - Primeros auxilios.
  - Salida de socorro.
  - Dirección que debe seguirse.
  - Teléfono de salvamento y primeros auxilios.

Además de las indicadas pueden existir otras señales de advertencia u obligación (caída a distinto nivel, protección de la vista, etc.) y ser necesarias su colocación debido a los riesgos que se presenten durante la realización de los trabajos.

2.3. PRESCRIPCIONES DE LOS MEDIOS AUXILIARES

2.3.1. ESCALERAS MANUALES EN GENERAL

No se admitirá el uso de escaleras de construcción improvisada.

Los espacios entre peldaños deben ser iguales, con una distancia entre ellos de 20 a 30 cm, como máximo.

Las escaleras estarán provistas de un dispositivo antideslizante en su pie, por ejemplo, zapatas.

No se aceptarán escaleras de mano empalmadas, a menos que utilicen un sistema especial y recomendable de extensión de la misma.

2.3.2. ESCALERAS DE MADERA

La madera empleada será sana, libre de nudos, roturas y defectos que puedan disminuir su seguridad.

Los largueros serán de una sola pieza.

Los peldaños estarán ensamblados a largueros, prohibiéndose las uniones simplemente efectuadas mediante clavos o amarre con cuerdas.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

Las escaleras de madera se protegerán de las inclemencias climatológicas mediante barnices transparentes que no oculten sus defectos, prohibiéndose expresamente pintarlas.

2.3.3. ESCALERAS METÁLICAS

Los largueros serán de una sola pieza. Se prohíben los empalmes improvisados o soldados.

Sus elementos tanto largueros como peldaños no tendrán defectos ni abolladuras.

2.3.4. ESCALERAS DE TIJERA

Independientemente del material que las constituye dispondrán en su articulación superior de topes de seguridad de apertura.

Dispondrán además de cadenas o cables situados hacia la mitad de la longitud de los largueros que impidan su apertura accidental, usándose totalmente abierta.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

3. OBLIGACIONES DE LAS PARTES IMPLICADAS

3.1. PROMOTOR

El Promotor es cualquier persona física o jurídica por cuenta de la cual se realiza la obra.

Cuando en la ejecución de la obra intervenga más de una empresa, o una empresa y trabajadores autónomos o diversos trabajadores autónomos, el promotor antes del inicio de los trabajos o tan pronto como se constate dicha circunstancia, designará un Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra.

La designación de los coordinadores no eximirá al promotor de sus responsabilidades.

3.2. DIRECCIÓN FACULTATIVA

Son el técnico o técnicos competentes designados por el Promotor, encargados de la dirección y del control de la ejecución de la obra.

Cuando no sea necesaria la designación de coordinador de seguridad y salud, la dirección facultativa asumirá partes de las funciones a desempeñar por del coordinador, en concreto:

- Deberá aprobar el Plan de Seguridad y Salud, antes del comienzo de la obra.
- Adoptará las medidas necesarias para que sólo las personas autorizadas accedan a la obra.
- Facilitar el Libro de incidencias, tenerlo en su poder y en caso de anotación, estará obligado a remitir, en el plazo de 24 horas, una copia a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social de la provincia en la que se realiza la obra.

3.3. COORDINADOR DE SEGURIDAD Y SALUD DURANTE LA EJECUCIÓN

El Coordinador en materia de Seguridad y Salud es el técnico competente integrado en la Dirección Facultativa, designado por el Promotor para llevar a cabo las tareas que se mencionan en artículo 9 del R.D. 1627/1997.

Durante la ejecución de la obra deberá desarrollar las siguientes funciones:

- Coordinar la aplicación de los principios generales de prevención y de seguridad.
- Al tomar las decisiones técnicas y de organización con el fin de planificar los distintos trabajos o fases de trabajo que vayan a desarrollarse simultánea o sucesivamente.
- Al estimar la duración requerida para la ejecución de estos distintos trabajos o fases de trabajo.
- Coordinar las actividades de la obra para garantizar que los Contratistas y, en su caso, los Subcontratistas y los Trabajadores Autónomos apliquen de manera coherente y responsable los principios de la acción preventiva que se recogen en el artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales durante la ejecución de la obra y, en particular, en las tareas o actividades a que se refiere el artículo 10 del R.D. 1627/1997.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

- Aprobar el Plan de Seguridad y Salud elaborado por el Contratista y, en su caso, las modificaciones introducidas en el mismo.
- Organizar la coordinación de actividades empresariales previstas en el artículo 24 de la ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- Coordinar las acciones y funciones de control de la aplicación correcta de los métodos de trabajo.
- Adoptar las medidas necesarias para que sólo las personas autorizadas puedan acceder a la obra.

3.4. CONTRATISTAS Y SUBCONTRATISTAS

El contratista es la persona física o jurídica que asume contractualmente ante el Promotor, con medios humanos y materiales propios y ajenos, el compromiso de ejecutar la totalidad o parte de las obras con sujeción al proyecto y al contrato.

El subcontratista es la persona física o jurídica que asume contractualmente ante el Contratista, Empresario Principal, el compromiso de realizar determinadas partes o instalaciones de la obra, con sujeción al proyecto por el que se rige su ejecución.

Cada Contratista en aplicación del Estudio de Seguridad y Salud o en su caso el Estudio Básico, elaborará un Plan de Seguridad y Salud en el trabajo en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen las previsiones contenidas en el Estudio o Estudio Básico, en función de su propio sistema de ejecución de la obra. En dicho Plan se incluirán, en su caso, las propuestas de medidas alternativas de prevención que el contratista proponga con la correspondiente justificación técnica, que no podrá implicar disminución de los niveles de protección previstos en el Estudio o Estudio Básico.

En el caso de Planes de Seguridad y Salud elaborados en aplicación del Estudio de Seguridad y Salud las propuestas de medidas alternativas de prevención incluirán la valoración económica de las mismas, que no podrá implicar disminución del importe total, de acuerdo con el segundo párrafo del apartado 4 del artículo 5 del R.D. 1627/1997.

El Plan de Seguridad y Salud deberá ser aprobado antes del inicio de la obra por el Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra.

Cuando no sea necesaria la designación de Coordinador, las funciones que se le atribuyen en los párrafos anteriores serán asumidas por la dirección facultativa.

El Plan de Seguridad y Salud podrá ser modificado por el Contratista en función del proceso de ejecución de la obra, de la evolución de los trabajos y de las posibles incidencias o modificaciones que puedan surgir a lo largo de la obra, pero siempre con la aprobación expresa de los párrafos anteriores.

Los Contratistas y Subcontratistas estarán obligados a:

- Aplicar los principios de la acción preventiva que se recogen en el artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, en particular al desarrollar las tareas o actividades indicadas en el artículo 10 del R.D. 1627/1997.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

- Cumplir y hacer cumplir a su personal lo establecido en el Plan de Seguridad y Salud al que se refiere el artículo 7 de dicho R.D.
- Cumplir la normativa en materia de prevención de riesgos laborales, teniendo en cuenta, en su caso, las obligaciones sobre coordinación de actividades empresariales previstas en el artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- Informar y proporcionar las instrucciones a los Trabajadores Autónomos sobre todas las medidas que se hayan de adoptar en lo que se refiere a su seguridad y salud en la obra.
- Atender las indicaciones y cumplir las instrucciones del Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra o, en su caso, de la Dirección Facultativa.

Los Contratistas y los Subcontratistas serán responsables de la ejecución correcta de las medidas preventivas fijadas en el Plan de Seguridad y Salud en lo relativo a las obligaciones que les correspondan a ellos directamente o, en su caso, a los Trabajadores Autónomos por ellos contratados.

Las responsabilidades de los Coordinadores, de la Dirección Facultativa y del Promotor no eximirán de sus responsabilidades a los Contratistas y a los Subcontratistas.

3.5. TRABAJADORES AUTÓNOMOS

Trabajador Autónomo es la persona física distinta del Contratista y del Subcontratista, que realiza de forma personal y directa una actividad profesional, sin sujeción a un contrato de trabajo, y que asume contractualmente ante el Promotor, el Contratista o el Subcontratista el compromiso de realizar determinadas partes o instalaciones de la obra.

Estarán obligados a:

- Aplicar los principios de la acción preventiva que se recogen en el artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, en particular al desarrollar las tareas o actividades indicadas en el artículo 10 del R.D. 1627/1997.
- Cumplir las disposiciones mínimas de seguridad y salud establecidas en el anexo IV del citado R.D., durante la ejecución de la obra.
- Cumplir las obligaciones en materia de prevención de riesgos que establece para los trabajadores el artículo 29, apartados 1 y 2, de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- Ajustar su actuación en la obra conforme a los deberes de coordinación de actividades empresariales establecidos en el artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, participando en particular en cualquier medida de actuación coordinada que se hubiera establecido.
- Utilizar equipos de trabajo que se ajusten a lo dispuesto en el 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.
- Elegir y utilizar equipos de protección individual en los términos previstos en el R.D. 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Atender las indicaciones y cumplir las instrucciones del Coordinador en materia de seguridad y de salud durante la ejecución de la obra o, en su caso, de la Dirección Facultativa.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

Por otra parte, los Trabajadores Autónomos deberán cumplir lo establecido en el Plan de Seguridad y Salud aprobado.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

4. ORGANIZACIÓN DE LA PREVENCIÓN EN OBRA

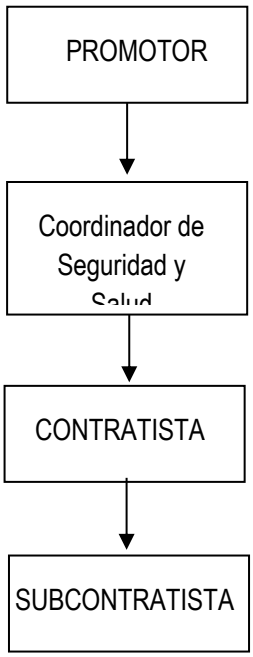
4.1. TRAMITACIÓN DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

El presente estudio de seguridad y salud se facilitará a las empresas contratistas para que tal y como establece el art. 7 del R.D. 1627/97, elaboren el correspondiente plan de seguridad y salud para la obra, en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen las previsiones contenidas en el estudio o estudio básico, en función de su propio sistema de ejecución de la obra.

En dicho plan se incluirán, en su caso, las propuestas de medidas alternativas de prevención que el contratista proponga, con la correspondiente justificación técnica, que no podrán implicar disminución de los niveles de protección previstos en el estudio o estudio básico.

El plan de seguridad y salud deberá ser aprobado, antes del inicio de la obra, por el coordinador de seguridad y salud durante la ejecución de la obra.

4.2. ORGANIGRAMA DE SEGURIDAD EN OBRA



4.3. RESPONSABLES DE SEGURIDAD A PIE DE OBRA

La organización de la seguridad en la obra es responsabilidad del Promotor, quien designará (cuando corresponda) al coordinador en materia de seguridad y salud en la fase de ejecución de obra, con las competencias y funciones descritas en el apartado de Obligaciones de las partes implicadas.

Cada empresa contratista contará a pie de obra un responsable de seguridad y salud, que corresponderá con una persona de acreditada competencia, siendo la encargada de organizar, dirigir

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

y mantener el control y supervisión de los trabajos realizados por empleados de su Empresa, así como de los realizados por otras Empresas subcontratadas. Como norma general tendrá asignadas las siguientes funciones:

- Organizar los trabajos dentro del ámbito de su competencia, para garantizar la realización de los mismos con las suficientes garantías de seguridad.
- Supervisar y controlar de forma continuada el cumplimiento de las normas de seguridad por parte de trabajadores propios como de trabajadores subcontratados.
- Permitir el acceso de sólo personal autorizado/cualificado a los lugares de especial peligrosidad, o a la realización de actividades de especial riesgo (trabajos en altura, eléctricos, etc.).
- Permitir la manipulación de maquinaria y vehículos sólo a aquél personal que posea los permisos necesarios y/o reglamentarios, y estén suficientemente formados y adiestrados.
- Permitir el uso de máquinas, máquinas-herramientas sólo al personal suficientemente formado y adiestrado en su uso.
- Controlar que las instalaciones provisionales de obra no presentan riesgos para los trabajadores.
- Procurar que la obra se encuentre en buen estado de orden y limpieza.
- Controlar el uso efectivo de los Equipos de Protección Individual (EPI´s) necesarios para los trabajos, así como se encargará de su suministro y reposición.
- Supervisar la correcta ubicación y funcionamiento de las protecciones colectivas (barandillas de protección, redes, pasarelas, etc.), no permitiendo los trabajos si estas no existen o han sido anuladas.
- Controlar el buen estado y correcto funcionamiento de la maquinaría y medios auxiliares empleados.
- Supervisar que se cumple con las normas y procedimientos establecidos, especialmente con las cinco reglas de oro, para trabajos en instalaciones eléctricas.
- Informar puntualmente a su inmediato superior de los incumplimientos que se produzcan en materia de seguridad.
- Suspender la actividad en caso de riesgo grave e inminente para la seguridad de los trabajadores.
- Tener en su poder una lista con las direcciones y teléfonos de los centros sanitarios y de extinción de incendios más cercanos, por si fuese necesario en caso de accidente.

4.4. ORGANIZACIÓN PRREVENTIVA DE LA EMPRESA CONTRATADA

La modalidad de organización de los recursos para el desarrollo de las actividades preventivas de las distintas Empresas que desarrollen los trabajos deberá estar contemplada en lo expresado en el capítulo III del R.D. 39/1997 por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

5. REUNIONES DE SEGURIDAD EN OBRA

A lo largo de la ejecución del proyecto, se deben realizar reuniones de seguridad en obra, donde se traten todos aquellos aspectos que afecten a la seguridad de la misma, y especialmente se haga un seguimiento y control sobre los incumplimientos detectados.

A estas reuniones podrán asistir además de las empresas contratistas, subcontratistas y trabajadores autónomos, el coordinador de seguridad y salud durante la ejecución de la obra (en el caso en que sea necesario su nombramiento), la dirección facultativa y el promotor o representante del mismo.

5.1. COMITÉ DE SEGURIDAD Y SALUD EN OBRA

El Comité de Seguridad y Salud es el órgano paritario y colegiado de participación destinado a la consulta regular y periódica de las actuaciones de la empresa en materia de prevención de riesgos.

Según la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, se constituirá un Comité de Seguridad y Salud en todas las empresas o centros de trabajo que cuenten con 50 o más trabajadores.

El Comité estará formado por los Delegados de Prevención, de una parte, y por el empresario y/o sus representantes en número igual al de los Delegados de Prevención, de la otra.

En las reuniones del Comité de Seguridad y Salud participarán, con voz pero sin voto, los Delegados Sindicales y los responsables técnicos de la prevención en la empresa que no estén incluidos en la composición a al que se refiere el párrafo anterior.

El Comité de Seguridad y Salud se reunirá trimestralmente y siempre que lo solicite alguna de las representaciones en el mismo, adoptando sus propias normas de funcionamiento.

Dicho esto, y dado que el número máximo de trabajadores en la obra es muy inferior a 50, no se hace necesario la existencia de este órgano.

5.2. DELEGADOS DE PREVENCIÓN

Los Delegados de Prevención son los representantes de los trabajadores con funciones específicas en materia de prevención de riesgos en el trabajo, reflejadas en el artículo 36 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales (L.P.R.L.).

El número de Delegados de Prevención en la Empresa viene determinado en el artículo 35 de la citada Ley, pudiendo ser:

El Delegado de Personal cuando este exista (artículo 35.2 de la L.P.R.L.).

Por elección por mayoría entre los trabajadores si en el centro de trabajo no hay representantes con antigüedad suficiente (adicional 4ª de la L.P.R.L.).

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

Cualquier otro trabajador designado por los trabajadores o sus representantes según lo dispuesto en el convenio colectivo (artículo 35.4 de la L.P.R.L.).

5.3. SERVICIOS DE PREVENCIÓN

El Servicio de Prevención es el conjunto de medios humanos y materiales necesarios para realizar las actividades preventivas a fin de garantizar la adecuada protección de la seguridad y la salud de los trabajadores, asesorando y asistiendo para ello al empresario, a los trabajadores ya sus representantes y a los órganos de representación especializados. Para el ejercicio de sus funciones, el empresario deberá facilitar a dicho servicio el acceso a la información y documentación a que se refiere el apartado 3 del artículo 30 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

Los servicios de Prevención deberán estar en condiciones de proporcionar a la empresa el asesoramiento y apoyo que precise en función de los tipos de riesgo en ella existentes y en lo referente a:

- El diseño, aplicación y coordinación de los planes y programas de actuación preventiva.
- La evaluación de los factores de riesgo que pueden afectar a la seguridad y la salud de los trabajadores en los términos previstos en el artículo 16 de esta Ley.
- La determinación de las prioridades en la adopción de las medidas preventivas adecuadas y la vigilancia de su eficacia.
- La información y formación de los trabajadores.
- La prestación de los primeros auxilios y planes de emergencia.
- La vigilancia de la salud de los trabajadores en relación con los riesgos derivados del trabajo.

El Servicio de Prevención que tendrá carácter interdisciplinario, debiendo sus medios ser apropiados para cumplir sus funciones. Para ello, la formación, especialidad, capacitación, dedicación y número de componentes de estos servicios, así como sus recursos técnicos deberán ser suficientes a adecuados a las actividades preventivas a desarrollar, en función de las siguientes circunstancias:

- Tamaño de la empresa.
- Tipos de riesgo a los que puedan encontrarse expuestos los trabajadores.
- Distribución de riesgos en la empresa.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

6. MEDIDAS DE ACTUACIÓN EN CASO DE EMERGENCIA Y ANTE RIESGO GRAVE E INMINENTE

El riesgo grave e inminente, se trata de una situación especial, que la Ley define como:

"... aquél que resulte probable racionalmente que se materialice en un futuro inmediato y pueda suponer un daño grave para la salud de los trabajadores.

En el caso de exposición a agentes susceptibles de causar daños graves a la salud de los trabajadores, se considerará que existe un riesgo grave e inminente cuando sea probable racionalmente que se materialice en un futuro inmediato una exposición a dichos agentes de la que puedan derivarse daños graves para la salud, aun cuando éstos no se manifiesten de forma inmediata."

Cuando los trabajadores estén o puedan estar expuestos a un Riesgo Grave e Inminente, el empresario está obligado a:

Informar lo antes posible a todos los trabajadores afectados de la existencia de dicho Riesgo y de las medidas preventivas adoptadas o que, en su caso, deban adoptarse.

Tomar medidas y dar instrucciones para que los trabajadores puedan interrumpir su actividad, y en caso necesario, abandonar de inmediato el lugar de trabajo. No se puede exigir a los trabajadores que reanuden su trabajo mientras no esté resuelto el problema.

Disponer lo necesario para que un trabajador que, sin la posibilidad de ponerse en contacto con su superior jerárquico, entrara en conocimiento de una situación de Riesgo Grave e Inminente para él u otros, esté en condiciones (en función de sus conocimientos y medios técnicos disponibles) de tomar las medidas necesarias para evitar las consecuencias de dicho peligro.

En caso de Riesgo Grave e Inminente:

Los trabajadores afectados tienen derecho a interrumpir su actividad e incluso a abandonar el lugar de trabajo, si lo estiman necesario. También informarán del Riesgo a su superior jerárquico y Servicio de Prevención o equivalente.

Si el empresario no toma o no permite tomar las medidas necesarias (ver más arriba) para garantizar la Seguridad y Salud de los trabajadores, los representantes de éstos podrán acordar, por mayoría de sus miembros (si la situación es lo bastante urgente, basta con la decisión mayoritaria de los Delegados de Prevención, la paralización de la actividad de los trabajadores afectados. La empresa y la autoridad laboral serán informadas inmediatamente de dicho acuerdo, y la segunda lo anulará o ratificará en un plazo de 24 horas.

Los trabajadores o sus representantes no pueden sufrir perjuicio alguno derivado de la adopción de las medidas mencionadas, salvo que se demuestre que han obrado de mala fe o cometido negligencia grave.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

Una vez indicado esto, cualquier trabajador que observe en obra una situación que a su juicio pueda entrañar un riesgo grave e inminente para él o para sus compañeros, informará de ello a su inmediato superior (encargado, jefe de trabajos, jefe de obra, etc.), el que una vez evaluada la situación actuará conforme a lo indicado en los párrafos anteriores, adoptará las medidas de seguridad oportunas e informará a su vez a su inmediato superior y su servicio de prevención, con objeto de que adopten ellos también las medidas adecuadas.

6.1. PIMEROS AUXILIOS Y ASISTENCIA SANITARIA

Como medida general, cada grupo de trabajo o brigada contará con un botiquín de primeros auxilios completo, revisado mensualmente, que estará ubicado en lugar accesible, próximo a los trabajos y conocido por todos los trabajadores, siendo el Jefe de Brigada (Encargado o Capataz) el responsable de revisar y reponer el material.

En caso de producirse un accidente durante la realización de los trabajos, se procederá según la gravedad que presente el accidentado.

Ante los accidentes de carácter leve, se atenderá a la persona afectada en el botiquín instalado a pie de obra, cuyo contenido se detalla más adelante.

Si el accidente tiene visos de importancia (grave) se acudirá al Centro Asistencial de la mutua a la cual pertenece la Contrata o Subcontrata, (para lo cual deberán proporcionar la dirección del centro asistencial más cercano de la mutua a la que pertenezca), donde tras realizar un examen se decidirá su traslado o no a otro centro.

Si el accidente es muy grave, se procederá de inmediato al traslado del accidentado al Hospital más cercano.

Por todo lo anterior, cada grupo de trabajo deberá disponer de un teléfono móvil y un medio de transporte, que le permita la comunicación y desplazamiento en caso de emergencia.

6.2. BOTIQUÍN

El contenido mínimo del botiquín será: desinfectantes y antisépticos autorizados, gasas estériles, algodón hidrófilo, venda, esparadrapo, apósitos adhesivos, tijeras, pinzas y guantes desechables.

Junto al botiquín se dispondrá de un cartel en el que figuren de forma visible los números de teléfonos necesarios en caso de urgencias como los del hospital más próximo, centro asistencial, más cercano, de la mutua de las distintas empresas intervinientes, servicio de ambulancias, bomberos, policía local,...

6.3. EXTINCIÓN DE INCENDIOS

Este apartado tiene por objeto dar una serie de recomendaciones relativas a la actuación contra el fuego en el caso de que éste llegara a producirse.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

En primer lugar, se intentará sofocar el conato de incendio y si se observara que no se puede dominar el incendio, se avisará de inmediato al servicio Municipal de Bomberos.

Para hacer funcionar los extintores portátiles se seguirán los siguientes pasos:

1. Sacar la anilla que hace de seguro.
2. Abrir la válvula de gas impulsor de botellín adosado (si es de presión incorporada no tiene este paso).
3. Apretar la pistola dirigiendo el chorro a la base de las llamas y barrer en abanico.

La posición más ventajosa para atacar el fuego es colocarse de espaldas al viento en el exterior, o a la corriente en el interior de un local.

Es elemental dirigir el chorro de salida hacia la base de las llamas, barriendo en zigzag y desde la parte más próxima hacia el interior del incendio.

Si se utilizan sobre líquidos inflamables, no se debe aproximar mucho al fuego ya que se corre el peligro de que se proyecte el líquido al exterior. Hay que barrer desde lejos y acercarse poco a poco al fuego.

Siempre que las actuaciones para atacar no se dificulten grandemente a consecuencia del humo, no deben abrirse puertas y ventanas; provocarían un tiro que favorecerían la expansión del incendio.

Recordar que a falta de protección respiratoria, una protección improvisada es colocarse un pañuelo húmedo cubriendo la entrada de las vías respiratorias, procurando ir agachado a ras del suelo, pues el humo por su densidad tiende a ir hacia arriba.

Si se inflaman las ropas, no correr, las llamas aumentarían. Revolcarse por el suelo y/o envolverse con manta o abrigo. Si es otra la persona que vemos en dicha situación, tratar de detenerla de igual forma.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

7. COMUNICACIÓN DE ACCIDENTES E INCIDENTES

El Empresario cumplimentará el parte de accidente de trabajo (según el modelo oficial) en aquellos accidentes de trabajo o recaídas que conlleven la ausencia del accidentado del lugar de trabajo de, al menos, un día, salvedad hecha del día en que ocurrió el accidente, previa baja médica.

Dicho documento será remitido por la Empresa a la Mutua o Entidad Gestora o Colaboradora de la Seguridad Social, que tiene a su cargo la protección por accidente de trabajo, en el plazo máximo de 5 días hábiles, contados desde la fecha en que se produjo el accidente o desde la fecha de la baja médica.

Aquellos accidentes ocurridos en el centro de trabajo o por desplazamiento en jornada de trabajo que provoquen el fallecimiento del trabajador, que sean considerados como graves o muy graves, o que el accidente ocurrido en un centro de trabajo afecte a más de cuatro trabajadores, pertenezcan o no en su totalidad a la plantilla de la Empresa, esta además de cumplimentar el parte de accidente comunicará éste hecho, en el plazo máximo de 24 horas, por telegrama u otro medio de comunicación análogo, a la Autoridad Laboral de la provincia donde haya ocurrido el accidente, debiendo constar en la comunicación la razón social, domicilio y teléfono de la Empresa, nombre del accidentado, dirección completa del lugar donde ocurrió el accidente así como una breve descripción del mismo.

La relación de accidentes de trabajo ocurridos sin baja médica deberá cumplimentarse mensualmente en aquellos accidentes de trabajo que no hayan causado baja médica.

Dicho documento será remitido por la Empresa, en los modelos oficiales, a la entidad gestora de accidentes de trabajo en los plazos que marca la legislación vigente.

Finalmente, todo incidente o accidente ocurrido en obra debe quedar registrado, debiendo notificarse en todos los casos al Coordinador de Seguridad y Salud, o a la Dirección Facultativa cuando no fuera necesaria su designación, a la mayor brevedad posible.

Todo accidente ocurrido en la obra debe ser investigado por la empresa a la que pertenezca el trabajador, elaborando el preceptivo informe de investigación de accidentes, que deberá ser archivado junto con el resto de documentación del accidente. Este informe estará a disposición del Coordinador de Seguridad y Salud, y de la Dirección Facultativa.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

8. SERVICIOS HIGIÉNICOS

En aplicación de lo exigido a este respecto por la normativa aplicable, anexo IV parte A del R.D.1627/97, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción se deberán destinar los servicios higiénicos (vestuarios, retretes y lavabos) necesarios para los trabajadores.

En el caso en que se utilicen instalaciones provisionales (casetas o similar), se garantizará para todo el periodo que abarque la ejecución, mientras exista personal imputable a la misma.

Las instalaciones se mantendrán en adecuadas condiciones de higiene y limpieza, quedando totalmente prohibido el almacenamiento de sustancias y material de obra en su interior, pues su uso no es el de almacén.

Los suelos, paredes y techos serán lisos e impermeables, permitiendo la limpieza necesaria, debiendo encontrarse los vestuarios próximos a las salas de aseo.

Además, en la obra, los trabajadores dispondrán de suficiente agua potable, la cual se mantendrá en recipientes adecuados para su conservación e higiene y marcados con el nombre de su contenido.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

9. FORMACIÓN E INFORMACIÓN A LOS TRABAJADORES

De conformidad con los artículos 18 y 19 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, los contratistas y subcontratistas deberán garantizar que los trabajadores reciban una información adecuada de todas las medidas que hayan de adoptarse en lo que se refiere a su seguridad y su salud en la obra.

La información deberá ser comprensible para los trabajadores afectados. Al ingresar en la obra se informará al personal de los riesgos específicos de los trabajos a los cuales van a ser asignados, así como las medidas de seguridad que deberán emplear personal y colectivamente.

Se insistirá en la importancia del uso de los medios preventivos puestos a su disposición, enseñando su correcto uso y explicando las situaciones peligrosas a que la negligencia o la ignorancia pueden llevar.

Conforme al artículo 8 del R.D. 773/1997, de 30 de mayo, el empresario deberá informar a los trabajadores, previamente al uso de los equipos, de los riesgos contra los que les protegen, así como de las actividades u ocasiones en las que deben utilizarse.

Asimismo, deberá proporcionarles instrucciones, preferentemente por escrito, sobre la forma correcta de utilizarlos y mantenerlos.

El empresario garantizará la formación y organizará, en su caso, sesiones de entrenamiento, para la correcta utilización de los Equipos de Protección Individual, especialmente cuando se requieran la utilización simultánea de varios equipos que por su especial complejidad así lo haga necesaria.

Eligiendo al personal más cualificado, se impartirán cursillos de socorrismo y primeros auxilios, de forma de que en cada obra disponga de algún socorrista con todos los medios que precise.

Por otra parte, conforme el artículo 5 del 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, los trabajadores y los representantes de los trabajadores deberán recibir una formación e información adecuadas sobre los riesgos derivados de la utilización de los equipos de trabajo, así como las medidas de prevención y protección que hayan de adoptarse.

La información suministrada preferentemente por escrito deberá contener, como mínimo, las indicaciones relativas a:

- Las condiciones y forma correcta de utilización de los equipos de trabajo, teniendo en cuenta las instrucciones del fabricante, así como las situaciones o formas de utilización anormales y peligrosas que puedan preverse.
- Las conclusiones que, en su caso, se puedan obtener de la experiencia adquirida en la utilización de los equipos de trabajo.
- Cualquier otra información de utilidad preventiva.

Igualmente, se informará a los trabajadores sobre la necesidad de prestar atención a los riesgos derivados de los equipos de trabajo presentes en su entorno de trabajo inmediato, o de las modificaciones introducidas en los mismos, aun cuando no los utilicen directamente.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

10. VIGILANCIA DE LA SALUD

El empresario garantizará a los trabajadores a su servicio la vigilancia periódica de su estado de salud en función de los riesgos inherentes al trabajo.

Las medidas de vigilancia y control de la salud de los trabajadores se llevarán a cabo respetando siempre el derecho a la intimidad y a la dignidad de la persona del trabajador y la confidencialidad de toda la información relacionada con su estado de salud.

Atendiendo a esta obligación, todo trabajador que se incorpore a la obra habrá pasado un reconocimiento médico que avale su aptitud médica para el desempeño de las actividades que vaya a realizar.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

11. RECURSOS PREVENTIVOS

Según se indica en el artículo 4 de la Ley 54/2003, la presencia de Recursos Preventivos, cualquiera que sea la modalidad de organización de dichos recursos, será de obligación en las diferentes fases de la obra en los siguientes casos:

Cuando los riesgos puedan verse agravados o modificados en el desarrollo del proceso o la actividad, por la concurrencia de operaciones diversas que se desarrollan sucesiva o simultáneamente y que hagan preciso el control de la correcta aplicación de los métodos de trabajo.

Cuando se realicen actividades o procesos que reglamentariamente sean considerados como peligrosos o con riesgos especiales.

Cuando la necesidad de dicha presencia sea requerida por la Inspección de Trabajo y Seguridad Social, si las circunstancias del caso así lo exigieran debido a las condiciones de trabajo detectadas.

Se consideran recursos preventivos, a los que el empresario podrá asignar la presencia, los siguientes:

Uno o varios trabajadores designados de la empresa.

Uno o varios miembros del servicio de prevención propio de la empresa.

Uno o varios miembros del o los servicios de prevención ajenos concertados por la empresa. Cuando la presencia sea realizada por diferentes recursos preventivos éstos deberán colaborar entre sí.

Los recursos preventivos a que se refiere el apartado anterior deberán tener la capacidad suficiente, disponer de los medios necesarios y ser suficientes en número para vigilar el cumplimiento de las actividades preventivas, debiendo permanecer en el centro de trabajo durante el tiempo en que se mantenga la situación que determine su presencia.

Además, el empresario podrá asignar la presencia de forma expresa a uno o varios trabajadores de la empresa que, sin formar parte del servicio de prevención propio ni ser trabajadores designados, reúnan los conocimientos, la cualificación y la experiencia necesarios en las actividades o procesos de la obra y cuenten con la formación preventiva correspondiente, como mínimo, a las funciones del nivel básico.

Por otra parte, en el artículo 7 de la Ley 54/2003 se establece la presencia de recursos preventivos en las obras de construcción, en el cual se indica lo siguiente:

La preceptiva presencia de recursos preventivos se aplicará a cada contratista.

La presencia de los recursos preventivos de cada contratista será necesaria cuando, durante la obra, se desarrollen trabajos con riesgos especiales.

La preceptiva presencia de recursos preventivos tendrá como objeto vigilar el cumplimiento de las medidas incluidas en el plan de seguridad y salud en el trabajo y comprobar la eficacia de éstas.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

Además, según el R.D. 604/2006, de 19 de mayo, por el que se modifican el R.D. 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, y el R.D. 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción. BOE núm. 127 del viernes 29 de mayo de 2006.dice que:

La presencia en el centro de trabajo de los recursos preventivos de cada contratista prevista en la disposición adicional decimocuarta de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales se aplicará a las obras de construcción reguladas en este R.D., con las siguientes especialidades:

- **El plan de seguridad y salud determinará la forma de llevar a cabo la presencia de los recursos preventivos.**

Cuando, como resultado de la vigilancia, se observe un deficiente cumplimiento de las actividades preventivas, las personas a las que se asigne la presencia deberán dar las instrucciones necesarias para el correcto e inmediato cumplimiento de las actividades preventivas y poner tales circunstancias en conocimiento del empresario para que éste adopte las medidas necesarias para corregir las deficiencias observadas, si éstas no hubieran sido aún subsanadas.

Cuando, como resultado de la vigilancia, se observe ausencia, insuficiencia o falta de adecuación de las medidas preventivas, las personas a las que se asigne esta función deberán poner tales circunstancias en conocimiento del empresario, que procederá de manera inmediata a la adopción de las medidas necesarias para corregir las deficiencias y a la modificación del plan de seguridad y salud en los términos previstos en el artículo 7.4 de este R.D.

Zaragoza, enero de 2026

El Ingeniero Industrial al servicio de
ENERLAND GENERACIÓN SOLAR 14, S.L.



Ignacio Navarro Chinorias
Colegiado Nº 3947 del C.O.I.I.A.R

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

PRESUPUESTO

ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja
con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

ÍNDICE PRESUPUESTO

1. MEDICIONES Y PRESUPUESTO 2
1.1. CAPÍTULO I: EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL 3
1.2. CAPÍTULO II: PROTECCIONES COLECTIVAS 4
1.3. CAPÍTULO III: PROTECCIONES DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA 4
1.4. CAPÍTULO IV: MEDICINA PREVENTIVA Y PRIMEROS AUXILIOS 4
1.5. CAPÍTULO V: VIGILANCIA Y FORMACIÓN 5
1.6. CAPÍTULO VI: INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR 5
1.7. RESUMEN CAPÍTULOS 6

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

1. MEDICIONES Y PRESUPUESTO

El objeto de este documento es definir las unidades de obra asignadas según previsiones del desarrollo de este Plan de Seguridad y Salud Laboral.

En relación a este capítulo, se incluyen y valoran:

- Las protecciones personales.
- Las protecciones colectivas no integradas en máquinas e instalaciones (no se incluyen los andamios, plataformas, escaleras, protecciones mecánicas o eléctricas de máquinas y cuadros, etc., por considerarlas elementos integrantes de los medios de producción).
- Las protecciones para las instalaciones eléctricas provisionales.
- La Medicina Preventiva y Primeros Auxilios previstos para los trabajadores.
- Las horas de personal dedicadas a formación, vigilancia y reuniones de seguridad.
- Los costes, incluyendo limpieza y mantenimiento, de las instalaciones de Higiene y bienestar.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

1.1. CAPÍTULO I: EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

CAPÍTULO 1: PROTECCIONES PERSONALES				
UD.	**DENOMINACION**	**CANTIDAD**	**UNITARIO**	**TOTAL**
Ud.	Casco de seguridad básico homologado	15	7,03 €	105,38 €
Ud.	Gafa antipolvo y anti-impactos	12	16,63 €	199,52 €
Ud.	Gafa sopletero	6	12,54 €	75,21 €
Ud.	Pantalla de soldador	6	38,85 €	233,08 €
Ud.	Cristal pantalla de soldador	12	6,20 €	74,39 €
Ud.	Pantalla facial	9	16,46 €	148,15 €
Ud.	Mascarilla antipolvo	405	2,07 €	836,85 €
Ud.	Protector auditivo (tapón)	270	0,41 €	111,58 €
Ud.	Protector auditivo (casco)	9	15,98 €	143,81 €
Ud.	Arnés para trabajos en altura con dispositivo de anticaída móvil y línea de vida	4	374,83 €	1.499,31 €
Ud.	Grupo de respiración autónomo	1	1.370,65 €	1.370,65 €
Ud.	Mono o buzo de trabajo	15	19,84 €	297,55 €
Ud.	Impermeable	15	10,06 €	150,84 €
Ud.	Guantes dieléctricos	6	70,94 €	425,66 €
Ud.	Guantes de uso general	67	2,89 €	193,82 €
Ud.	Guantes de cuero	33	5,44 €	179,56 €
Ud.	Botas impermeables al agua y a la humedad	15	29,96 €	449,42 €
Ud.	Botas de seguridad de cuero	15	48,90 €	733,54 €
Ud.	Botas dieléctricas	6	90,23 €	541,37 €
Ud.	Mandil soldador	6	35,80 €	214,81 €
Ud.	Manguitos soldador	6	11,71 €	70,25 €
Ud.	Chaleco reflectante	15	14,46 €	216,96 €
TOTAL CAPÍTULO 1				**8.271,72 €**

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

1.2. CAPÍTULO II: PROTECCIONES COLECTIVAS

No se incluyen protecciones propias de andamios, máquinas, etc., por considerarlas parte integrante de los medios de producción.

CAPÍTULO 2: PRROTECCIONES COLECTIVAS				
UD.	DENOMINACION	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
Ud.	Señal normalizada de tráfico con soporte metálico, incluida la colocación	4	41,00 €	164,00 €
Ud.	Cartel indicativo de riesgo con soporte metálico, incluida la colocación	4	48,00 €	192,00 €
Ud.	Cartel indicativo de riesgo sin soporte metálico, incluida la colocación	4	41,00 €	164,00 €
Mts.	Cordón de balizamiento reflectante, incluidos soportes, colocación y desmontaje	166	2,00 €	332,00 €
Mts.	Cinta plástica de balizamiento en colores blanco y rojo	90	0,30 €	27,00 €
Ud.	Valla autónoma metálica de contención peatones	100	37,00 €	3.700,00 €
Ud.	Jalón de señalización, incl. colocación	20	35,00 €	700,00 €
Ud.	Señalización y protección de zanjas con chapas en cruces y caminos	6	28,00 €	168,00 €
Hrs.	Camión de riego, incluido el conductor	116	48,00 €	5.568,00 €
Ud.	Mampara antiproyecciones	6	53,00 €	318,00 €
M2	Entibada excavación	0	14,00 €	0,00 €
Hrs.	Mano de obra de señalización	194	20,00 €	3.880,00 €
Hrs.	Mano de obra de brigada de seguridad empleada en mantenimiento y reposición de protecciones	77	20,00 €	1.540,00 €
Ud.	Teléfono móvil disponible en obra, incluida conexión y utilización	5	247,00 €	1.235,00 €
Ud.	Extintor de polvo polivalente de 6 Kg, incluido el soporte	5	103,00 €	515,00 €
TOTAL CAPÍTULO 2				**18.503,00 €**

1.3. CAPÍTULO III: PROTECCIONES DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA

CAPÍTULO 3: PROTECCIÓNES INSTALACIÓN ELÉCTRICA				
UD.	DENOMINACION	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
Ud.	Instalación de puesta a tierra compuesta por cable de cobre, electrodo conectado a tierra en masas metálicas, etc.	5	75,00 €	375,00 €
Ud.	Interruptor diferencial de media sensibilidad (300 mA),incluida instalación	10	82,00 €	820,00 €
Ud.	Interruptor diferencial de alta sensibilidad (30 mA), incluida instalación	10	90,00 €	900,00 €
TOTAL CAPÍTULO 3				**2.095,00 €**

1.4. CAPÍTULO IV: MEDICINA PREVENTIVA Y PRIMEROS AUXILIOS

CAPÍTULO 4: MEDICINA PREVENTIVA Y PRIMEROS AUXILIOS				
UD.	DENOMINACION	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
Ud.	Botiquín	5	41,63 €	208,15 €
Ud.	Reposición material sanitario durante el transcurso de la obra	1	34,73 €	34,73 €
Ud.	Desfibrilador (con instalación)	1	2.410,00 €	2.410,00 €
Ud.	Reconocimiento médico obligatorio	15	34,80 €	522,00 €
TOTAL CAPÍTULO 4				**3.174,88 €**

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

1.5. CAPÍTULO V: VIGILANCIA Y FORMACIÓN

CAPÍTULO 5: VIGLANCIA Y FORMACIÓN				
UD.	DENOMINACION	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
Ud.	Reunión mensual de la Comisión de seguridad de la obra	9	89,25 €	803,25 €
Hrs.	Formación de Seguridad e Higiene en el trabajo	15	28,94 €	434,10 €
Uds.	Formación desfibrilador	1	48,70 €	48,70 €
Ud.	Control y asesoramiento de seguridad (visitas técnicas)	39	303,74 €	11.845,86 €
TOTAL CAPÍTULO 5				**13.131,91 €**

No se han valorado las horas de dedicación de los mandos a funciones de vigilancia y asesoramiento de seguridad por considerarlas integradas en sus funciones de producción.

1.6. CAPÍTULO VI: INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR

CAPÍTULO 6: INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR				
UD.	DENOMINACION	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
Ud.	Recipiente para recogida de basuras	2	20,66 €	41,32 €
Meses	Alquiler de barracón para vestuarios	9	275,00 €	2.475,00 €
Meses	Alquiler de barracón para comedor	9	275,00 €	2.475,00 €
Ud.	Taquilla metálica individual con llave	17	35,10 €	596,70 €
Ud.	Banco de madera capacidad 5 personas	3	26,00 €	78,00 €
Ud.	Mesa de melamina para comedor de obra con capacidad para 10 personas	3	55,10 €	165,30 €
Ud.	Horno microondas, capacidad 20 l, con plato giratorio incorporado	2	41,30 €	82,60 €
Ud.	Radiador de infrarrojos	2	68,88 €	137,76 €
Meses	Alquiler de barracón para aseos con dos duchas, doslavabos, dos WC y un termo eléctrico	9	220,41 €	1.983,69 €
Ud.	Material recambiable WC (dosificador jabón, papel WC..)	9	6,20 €	55,80 €
Ud.	Fosa séptica reglamentaria	1	1.377,00 €	1.377,00 €
Hrs.	Mano de obra empleada en limpieza y conservación de instalaciones de personal	77	11,71 €	901,67 €
Ud.	Suministro de agua para aseos y energía eléctrica para vestuarios y aseos totalmente terminados	1	172,10 €	172,10 €
TOTAL CAPÍTULO 6				**10.541,94 €**

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

1.7. RESUMEN CAPÍTULOS

PRESUPUESTO GENERAL		
1	CAPÍTULO 1: PROTECCIONES PERSONALES	8.271,72 €
2	CAPÍTULO 2: PRROTECCIONES COLECTIVAS	18.503,00 €
3	CAPÍTULO 3: PROTECCIÓNES INSTALACIÓN ELÉCTRICA	2.095,00 €
4	CAPÍTULO 4: MEDICINA PREVENTIVA Y PRIMEROS AUXILIOS	3.174,88 €
5	CAPÍTULO 5: VIGLANCIA Y FORMACIÓN	13.131,91 €
6	CAPÍTULO 6: INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR	10.541,94 €
TOTAL PRESUPUESTO DE SEGURIDAD Y SALUD		**55.718,45 €**

Asciende el presente presupuesto de Seguridad y Salud para los trabajos de ejecución del proyecto a la cantidad de **CINCUENTA Y CINCO MIL SETECIENTOS DIECIOCHO** euros con **CUARENTA Y CINCO** céntimos **(55.718,45 €).**

Zaragoza, enero de 2026

El Ingeniero Industrial al servicio de
ENERLAND GENERACIÓN SOLAR 14, S.L.



Ignacio Navarro Chinorias
Colegiado Nº 3947 del C.O.I.I.A.R

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

PLANOS

ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja
con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

ÍNDICE DE PLANOS

A continuación, se adjuntan una serie de esquemas indicativos/explicativos de distintas medidas a adoptar.

- SEÑALIZACIÓN I
- SEÑALIZACIÓN II
- TOPE DE RETROCESO DE VERTIDO DE TIERRAS
- BARANDILLA DE PROTECCIÓN
- PROTECCIÓN EN ZANJAS I
- PROTECCIÓN EN ZANJAS II
- BALIZAMIENTO EN CORTES DE CARRETERA CON DESVÍO
- PÓRTICO DE BALIZAMIENTO EN LÍNEAS ELÉCTRICAS AÉREAS
- TERRAPLENES Y RELLENOS
- CÓDIGO DE SEÑALES PARA MANIOBRAS I
- CÓDIGO DE SEÑALES PARA MANIOBRAS II
- EQUIPOS PARA TRABAJOS EN ALTURA
- RIESGOS ELÉCTRICOS I
- RIESGOS ELÉCTRICOS II
- RIESGOS ELÉCTRICOS III
- RIESGOS ELÉCTRICOS IV
- RIESGOS ELÉCTRICOS V
- TRABAJOS DE SOLDADURA

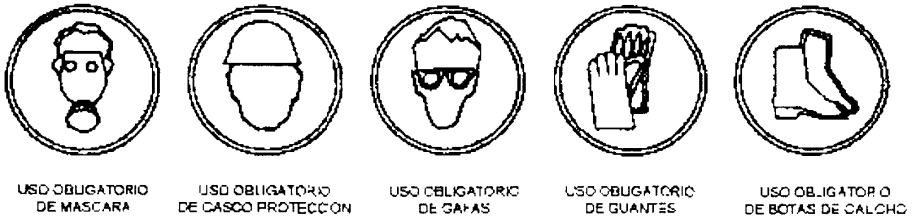
Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

PROHIBIDO



OBLIGACION



ADVERTENCIA DE PELIGRO



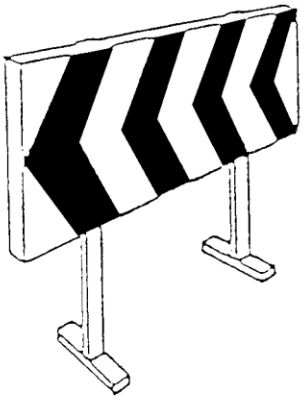
INFORMACION

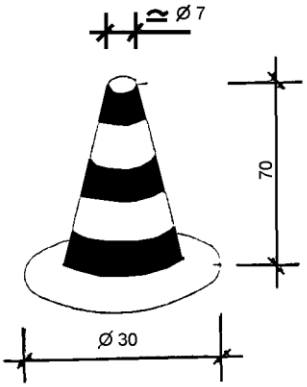


SEÑALIZACIÓN I

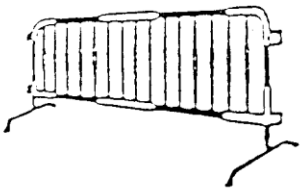
Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

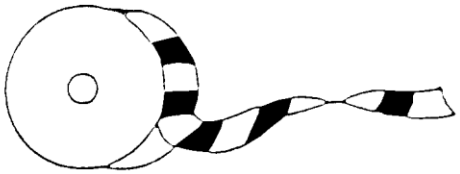




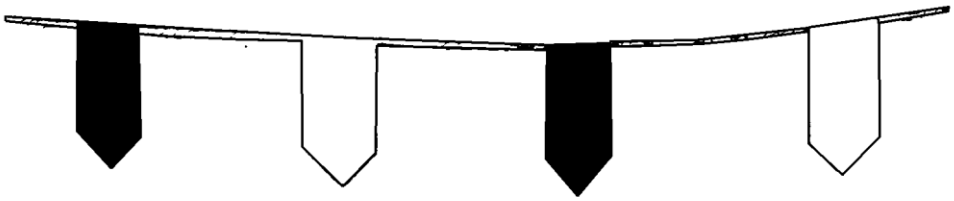
CONO BALIZAMIENTO



VALLAS DESVIO TRAFICO



CINTA BALIZAMIENTO

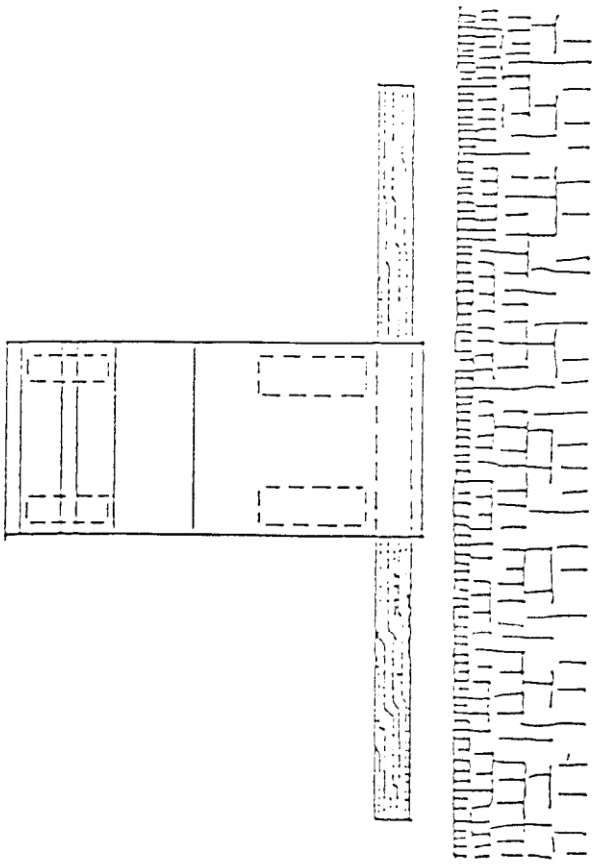


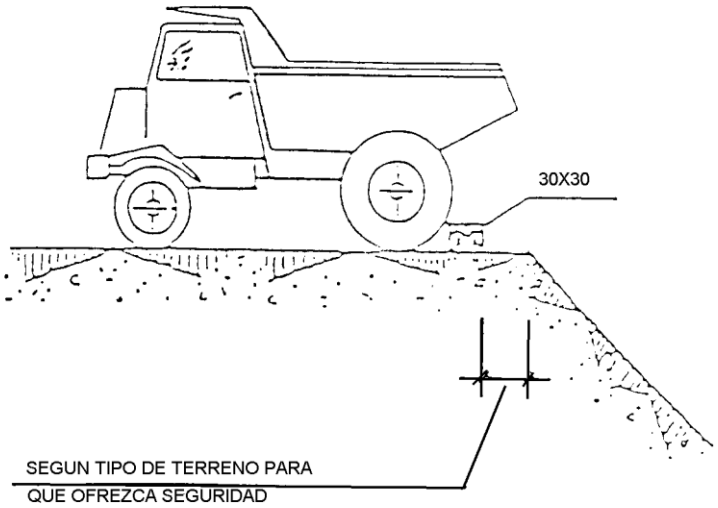
CORDON BALIZAMIENTO

SEÑALIZACIÓN II

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

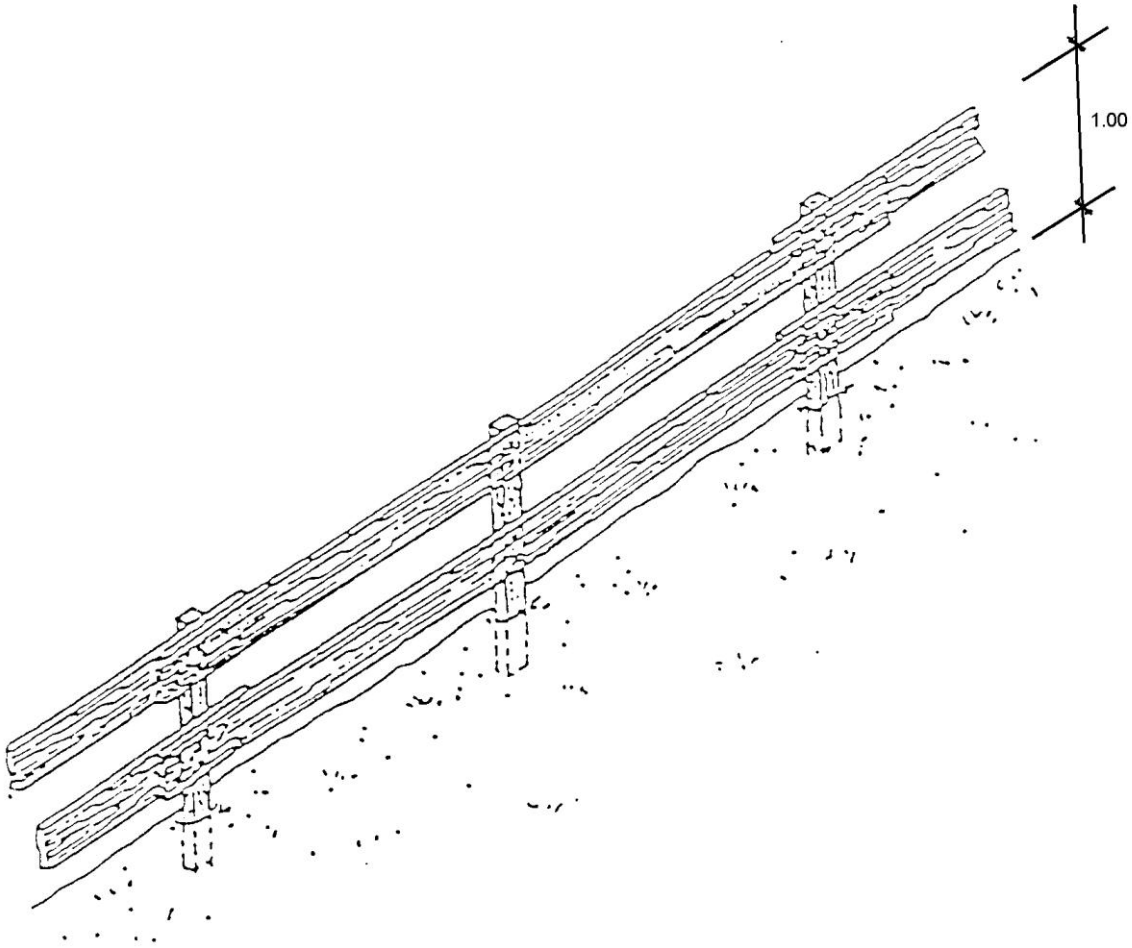




TOPE DE RETROCESO DE VERTIDO DE TIERRAS

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

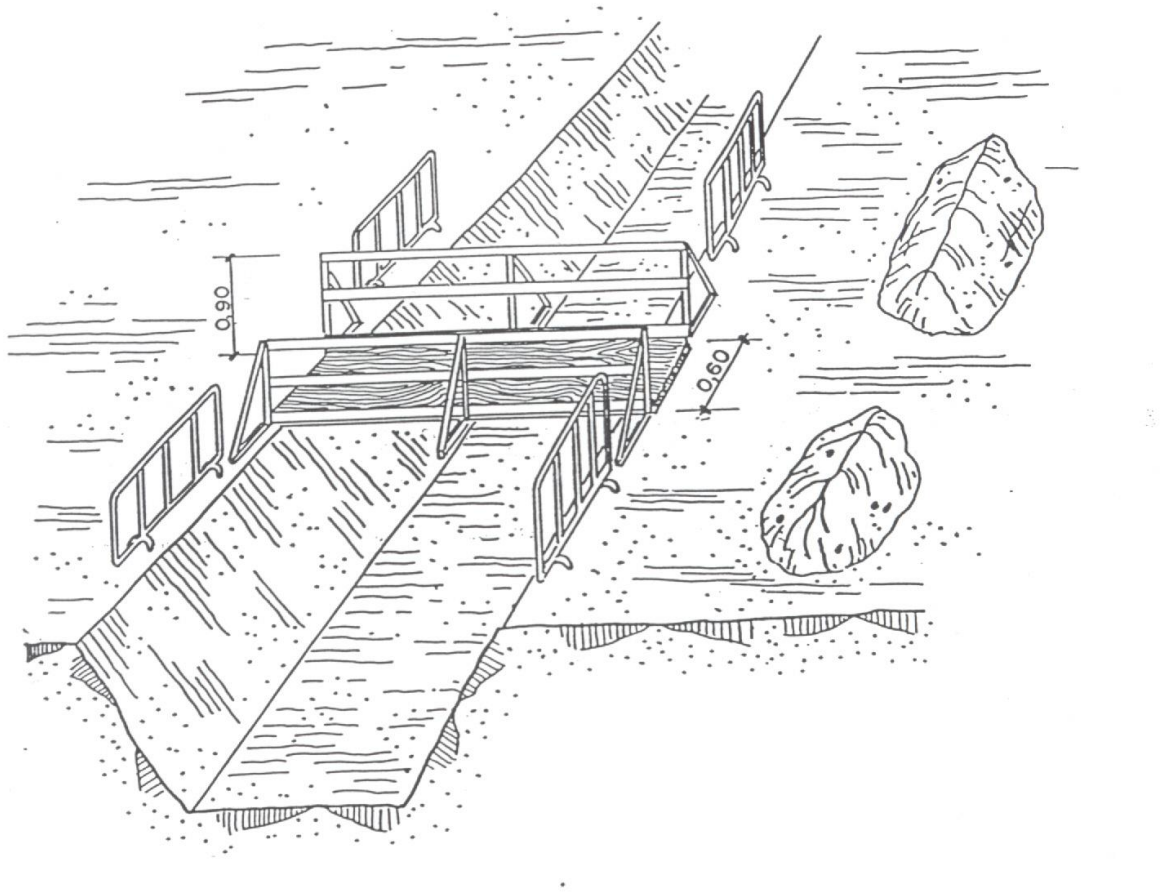
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO



BARANDILLA DE PROTECCIÓN

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

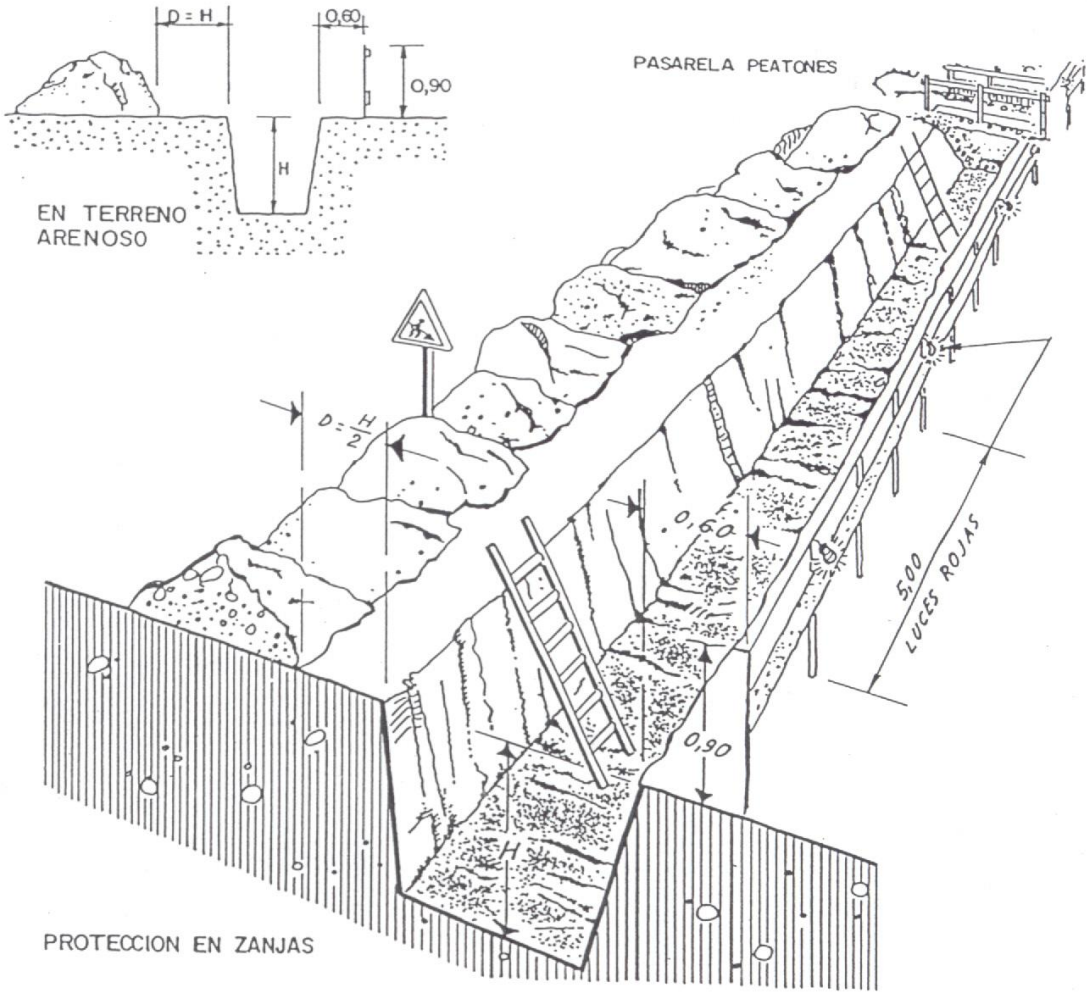
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO



PROTECCIÓN EN ZANJAS I

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

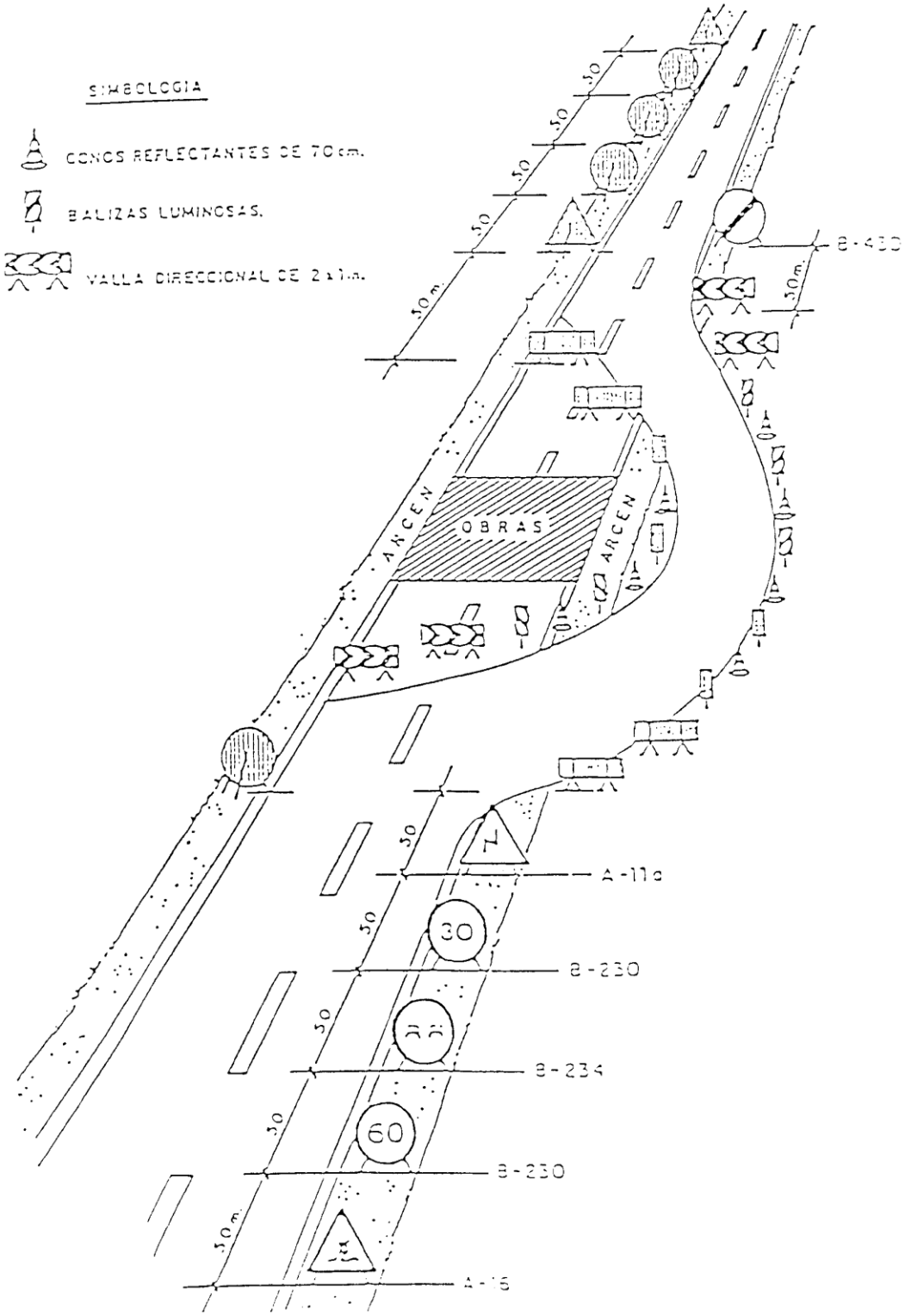
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO



PROTECCIÓN EN ZANJAS II

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

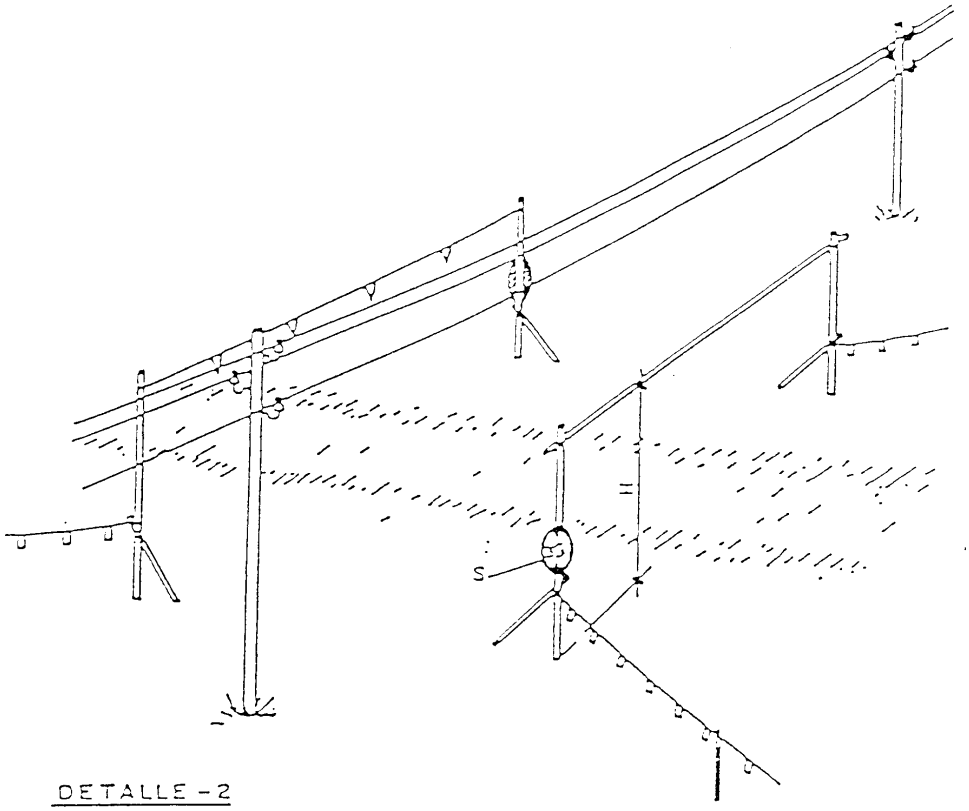
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO



BALIZAMIENTO EN CORTES DE CARRETERA CON DESVÍO

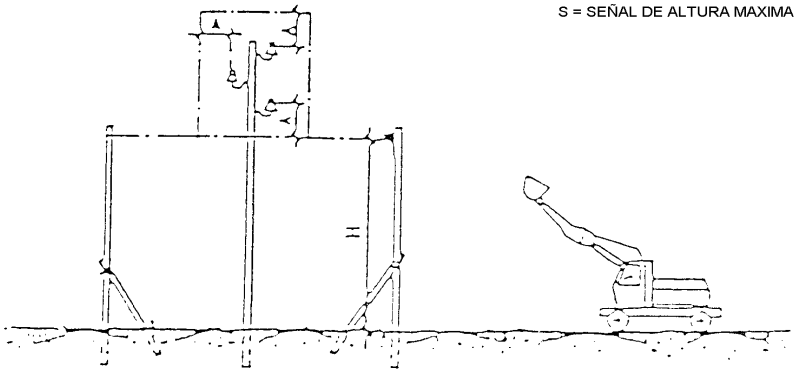
Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO



DETALLE - 2

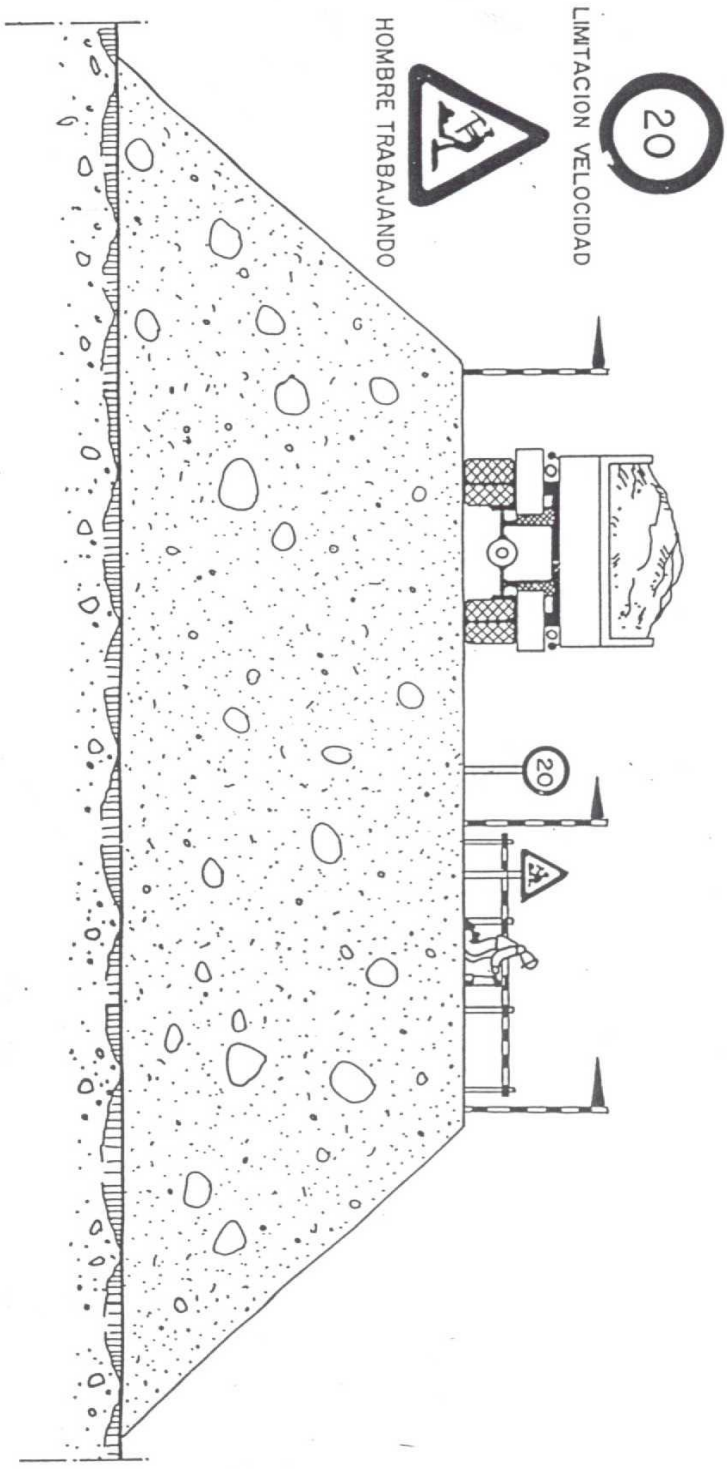
H = PASO LIBRE
S = SEÑAL DE ALTURA MAXIMA



PÓRTICO DE BALIZAMIENTO EN LÍNEAS ELÉCTRICAS AÉREAS

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO



TERRAPLENES Y RELLENOS

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

CODIGO DE SEÑALES DE MANIOBRAS

Si se quiere que no haya confusiones peligrosas cuando el maquinista o enganchador cambien de una máquina 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



CÓDIGO DE SEÑALES PARA MANIOBRAS I

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

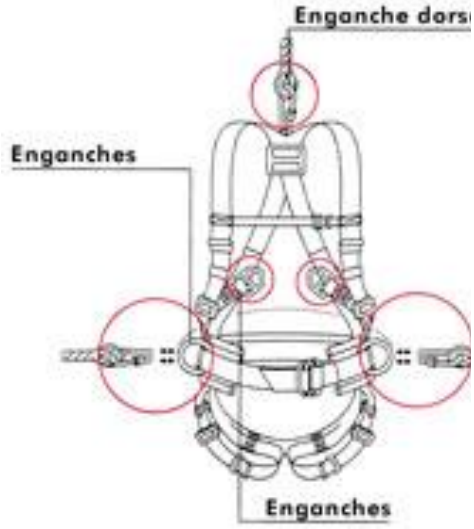
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO



CÓDIGO DE SEÑALES PARA MANIOBRAS II

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO





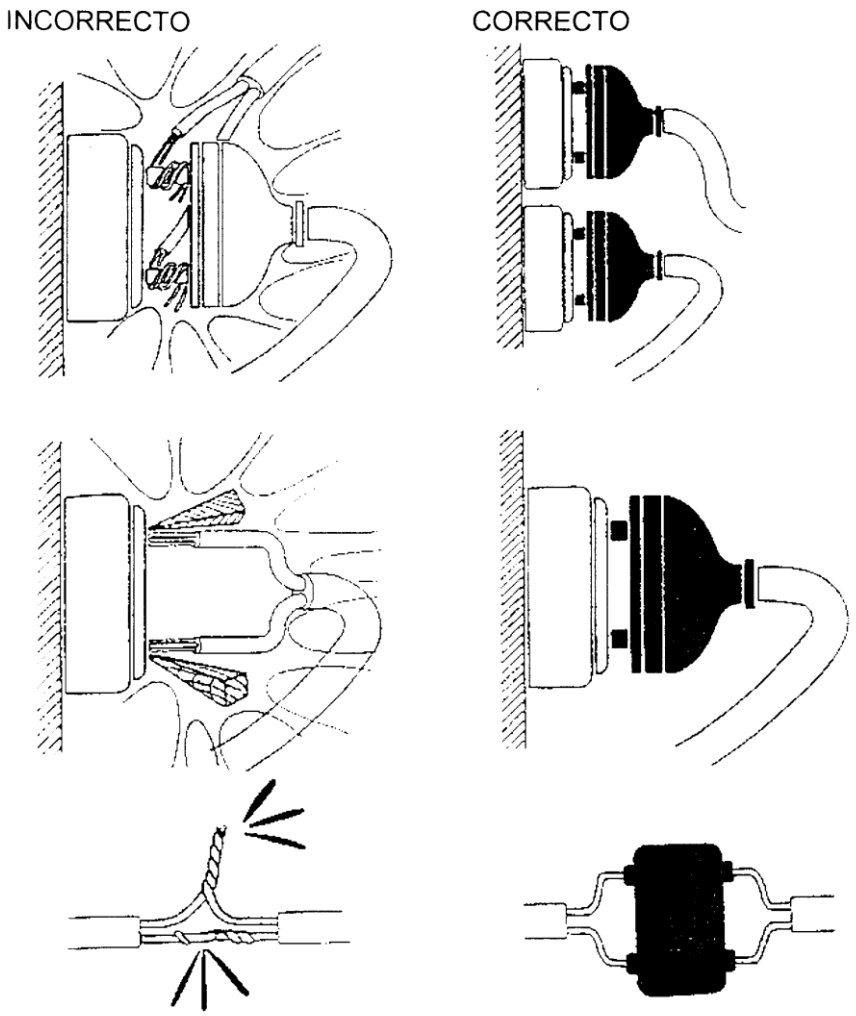




EQUIPOS PARA TRABAJOS EN ALTURA

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

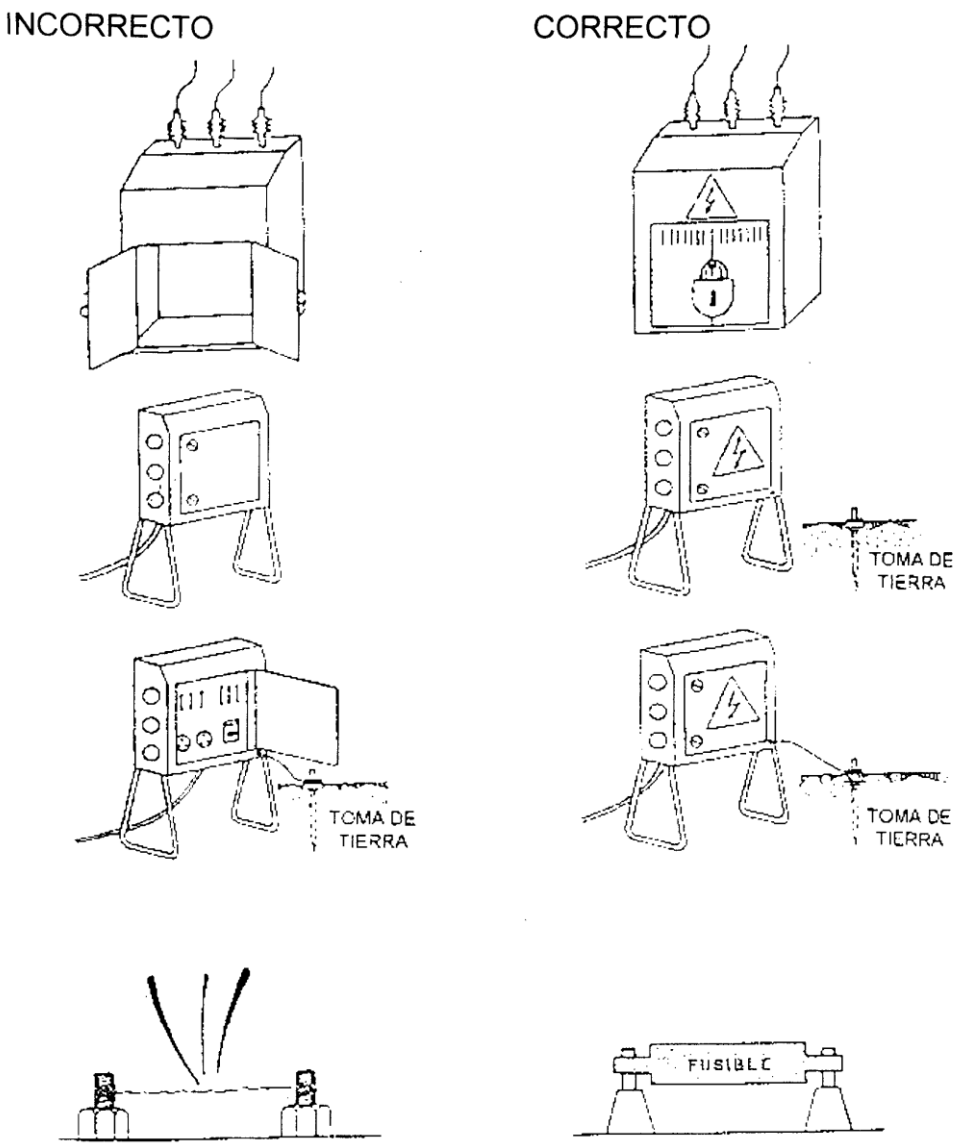
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO



RIESGOS ELÉCTRICOS I

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

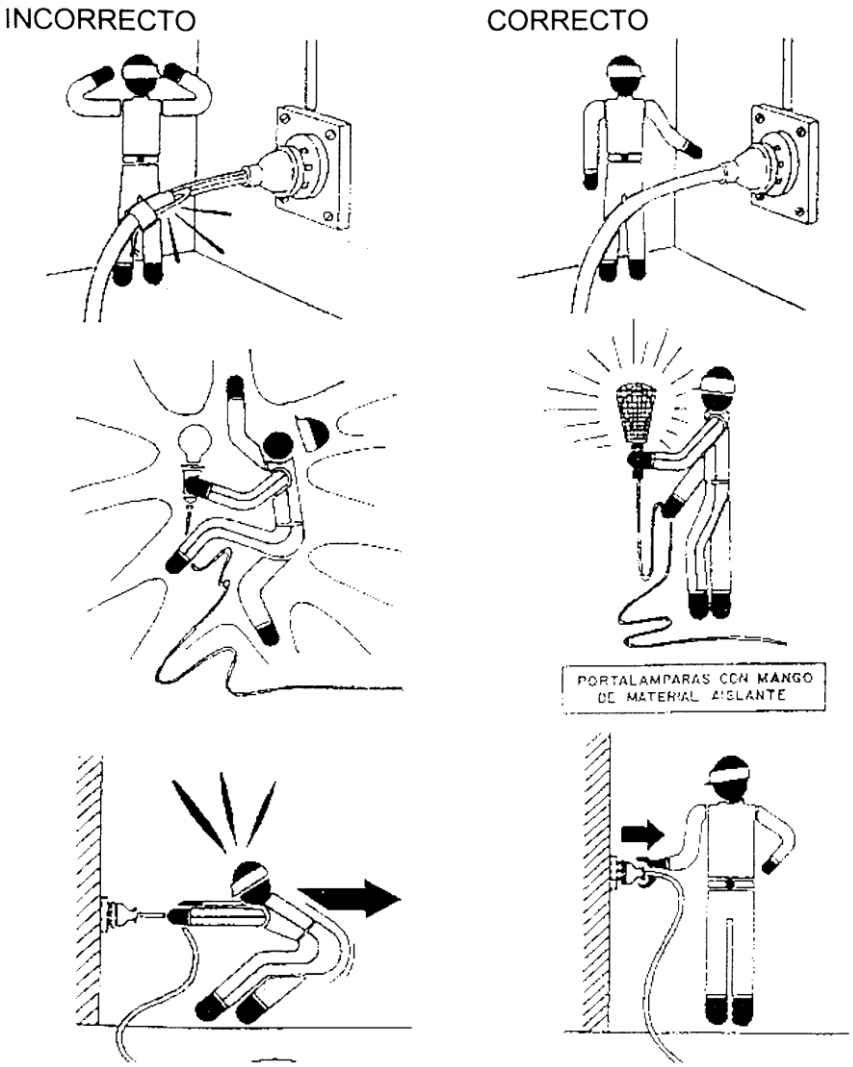
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO



RIESGOS ELÉCTRICOS II

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO



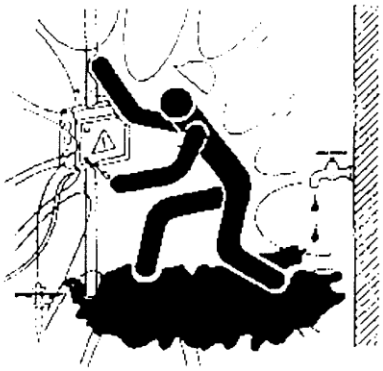
RIESGOS ELÉCTRICOS III

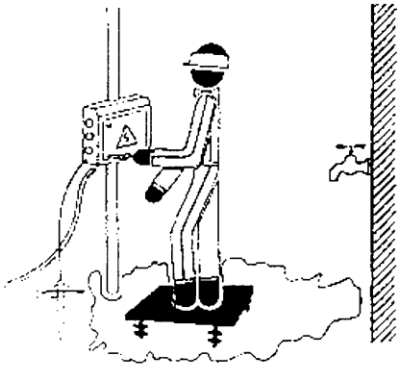
Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

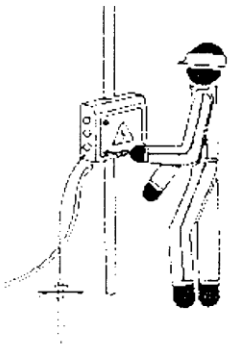
INCORRECTO

CORRECTO







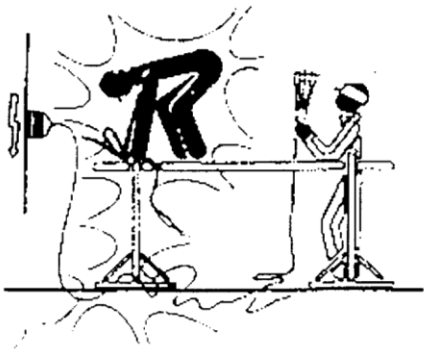


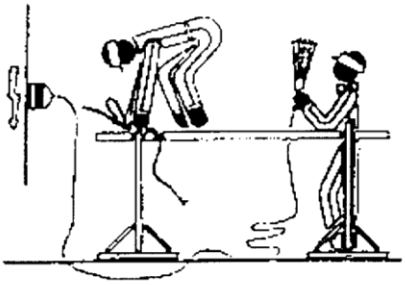
RIESGOS ELÉCTRICOS IV

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

INCORRECTO **CORRECTO**





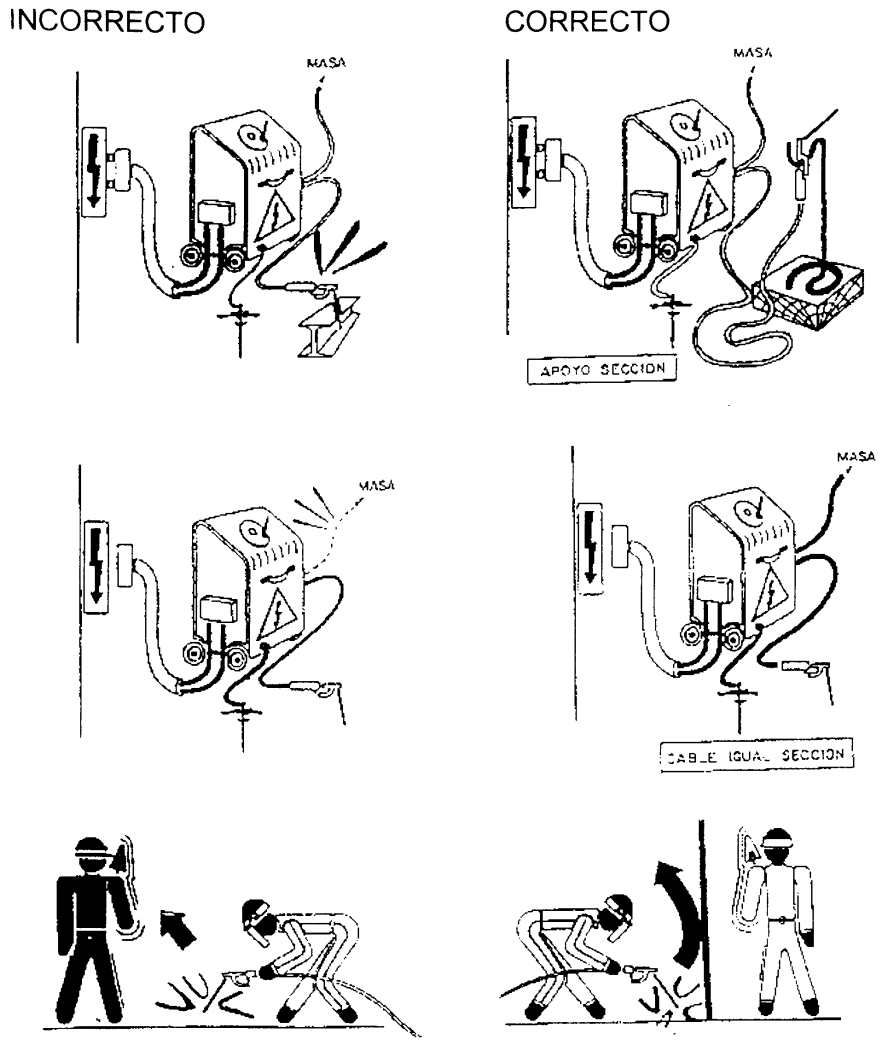




RIESGOS ELÉCTRICOS V

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO



TRABAJOS DE SOLDADURA

Zaragoza, enero de 2026

El Ingeniero Industrial al servicio de
ENERLAND GENERACIÓN SOLAR 14, S.L.

Ignacio Navarro Chinorias
Colegiado Nº 3947 del C.O.I.I.A.R

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja
con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

ANEXOS

ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

ÍNDICE ANEXOS

1. ANEXOS.....3

1.1. LISTADO DE TELÉFONOS DE EMERGENCIA EN OBRA 3

1.2. ACTA DE ACEPTACIÓN DEL PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD POR PARTE DE CONTRATAS Y SUBCONTRATAS..... 4

1.3. NTP-278 ZANJAS: PREVENCIÓN DEL DESPRENDIMIENTO DE TIERRAS 5

1.3.1. DEFINICIÓN..... 5

1.3.2. MEDIDAS DE PREVENCIÓN..... 5

2. CONCLUSIONES 19

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

1. ANEXOS

1.1. LISTADO DE TELÉFONOS DE EMERGENCIA EN OBRA

TELÉFONOS Y DIRECCIONES DE INTERÉS

EN CASO DE EMERGENCIA

Centros asistenciales		
Hospital	**Dirección**	**Teléfono**

Emergencias	
	Teléfono
Bomberos	080
Policía Local	092
Guardia Civil	062
Policía Nacional	091
Protección Civil	006
Información Toxicológica	91-562-04-20

Otros	
Coordinación de Emergencias	112
Es el Centro de **Coordinación de Emergencias** existente en todas las comunidades autónomas, donde se podrá solicitar atención sanitaria, extinción de incendios y salvamento, seguridad ciudadana y protección civil.	

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

1.2. ACTA DE ACEPTACIÓN DEL PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD POR PARTE DE CONTRATAS Y SUBCONTRATAS

ACEPTACIÓN DEL PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD DE LAS SUBCONTRATAS Y TRABAJADORES AUTÓNOMOS

Nombre de la obra:

Situación:

Contratista Principal:

Empresa Subcontratista o Trabajador Autónomo:

Adjuntamos copia del *Acta de Aprobación del Plan de Seguridad* y *del Plan de Seguridad y Salud de la Obra,* a efecto de cumplir con lo establecido en el artículo 7 del R.D. 1627/97, de entregar una copia del mismo a las personas u órganos con responsabilidad en materia de prevención en las empresas intervinientes o concurrentes en la Obra; y a los representantes de los trabajadores, para que puedan presentar por escrito y de forma razonada, las sugerencias y alternativas que estimen oportunas.

Entendiéndose el ***conocimiento y aceptación*** por parte de la Empresa o Trabajador Autónomo de los riesgos y medidas preventivas propuestas en el Plan de Seguridad y Salud, teniendo en cuenta las indicaciones contenidas en el apartado 4 del artículo 7 del R.D. 1627/97.

Ruego nos remitan el original debidamente firmado y sellado

..... a ..... , de ..... de 20...

Fdo.:	Fdo.
EMPRESA CONTRATISTA	EMPRESA SUBCONTRATISTA
Nombre, firma y sello	Nombre, firma y sello

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

1.3. NTP-278 ZANJAS: PREVENCIÓN DEL DESPRENDIMIENTO DE TIERRAS

1.3.1. DEFINICIÓN

En los trabajos llevados a cabo en zanjas se producen con frecuencia accidentes graves o mortales a causa del desprendimiento de tierras. Por ello es necesario adoptar aquellas medidas que garanticen la seguridad de los trabajadores que tienen que llevar a cabo labores en el interior de las mismas.

Se entiende por zanja una excavación larga y angosta realizada en el terreno.

Esta NTP contempla la excavación de zanjas realizadas con medios manuales o mecánicos que cumplan las siguientes características:

- Anchura máxima ⍰ 2 m.
- Profundidad máxima ⍰7 m.
- Nivel freático inferior a la profundidad o rebajado.
- No se incluyen los terrenos rocosos ni blandos o expansivos.

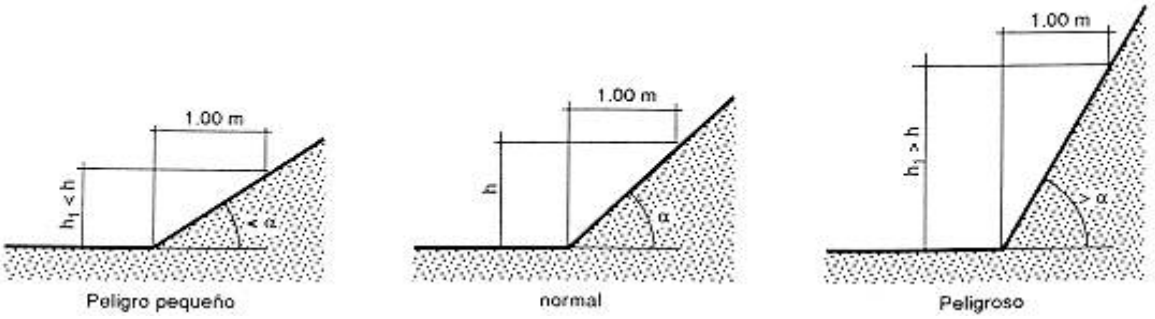
Con carácter general se deberá considerar peligrosa toda excavación que, en terrenos corrientes, alcance una profundidad de 0,80 m y 1,30 m en terrenos consistentes.

1.3.2. MEDIDAS DE PREVENCIÓN

En todos los casos se deberá llevar a cabo un estudio previo del terreno con objeto de conocer la estabilidad del mismo. La experiencia en el lugar de ubicación de las obras podrán avalar las características de cortes del terreno.

En general se adoptarán las precauciones necesarias para evitar derrumbamientos, según la naturaleza y condiciones del terreno.

Las excavaciones de zanjas se ejecutarán con una inclinación de talud provisional adecuadas a las características del terreno, debiéndose considerar peligrosa toda excavación cuya pendiente sea superior a su talud natural (Fig. 1).



Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

Fig. 1: Talud natural de αº

Dado que los terrenos se disgregan y pueden perder su cohesión bajo la acción de los elementos atmosféricos, tales como la humedad, sequedad, hielo o deshielo, dando lugar a hundimientos, es recomendable calcular con amplios márgenes de seguridad la pendiente de los tajos.

En las excavaciones de zanjas se podrán emplear bermas escalonadas, con mesetas no menores de 0,65 m y contramesetas no mayores de 1,30 m en cortes ataluzados del terreno con ángulo entre 60º y 90º para una altura máxima admisible en función del peso específico aparente del terreno y de la resistencia simple del mismo.

Si se emplearan taludes más acentuados que el adecuado a las características del terreno, o bien se lleven a cabo mediante bermas que no reúnan las condiciones indicadas, se dispondrá una entibación que por su forma, materiales empleados y secciones de éstos ofrezcan absoluta seguridad, de acuerdo a las características del terreno: entibación cuajada, semicuajada o ligera.

La entibación debe ser dimensionada para las cargas máximas previsibles en las condiciones más desfavorables.

Las entibaciones han de ser revisadas al comenzar la jornada de trabajo, tensando los codales que se hayan aflojado. Se extremarán estas prevenciones después de interrupciones de trabajo de más de un día y/o de alteraciones atmosféricas como lluvias o heladas.

Los productos de la excavación que no hayan de retirarse de inmediato, así como los materiales que hayan de acopiarse, se apilarán a la distancia suficiente del borde de la excavación para que no supongan una sobrecarga que pueda dar lugar a desprendimientos o corrimientos de tierras en los taludes, debiéndose adoptar como mínimo el criterio de distancias de seguridad indicado en la Fig. 2.

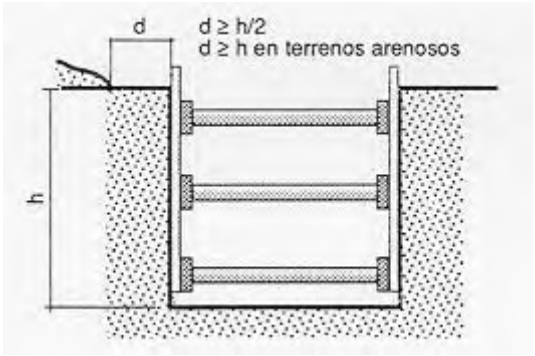


Fig. 2

Cuando en los trabajos de excavación se empleen máquinas, camiones, etc. que supongan una sobrecarga, así como la existencia de tráfico rodado que transmita vibraciones que puedan dar lugar a

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

desprendimientos de tierras en los taludes, se adoptarán las medidas oportunas de refuerzo de entibaciones y balizamiento y señalización de las diferentes zonas.

Cuando las excavaciones afecten a construcciones existentes, se hará previamente un estudio en cuanto a la necesidad de apeos en todas las partes interesadas en los trabajos, los cuales podrán ser aislados o de conjunto, según la clase de terreno y forma de desarrollarse la excavación, y en todo caso se calculará y ejecutará la manera que consoliden y sostengan las zonas afectadas directamente, sin alterar las condiciones de estabilidad del resto de la construcción.

En general las entibaciones o parte de éstas se quitarán sólo cuando dejen de ser necesarias y por franjas horizontales, comenzando por la parte inferior del corte.

En zanjas de profundidad mayor de 1,30 m., siempre que haya operarios trabajando en su interior, se mantendrá uno de retén en el exterior, que podrá actuar como ayudante de trabajo y dará la alarma caso de producirse alguna emergencia.

En la obra se dispondrá de palancas, cuñas, barras, puntales, tablones, etc. que no se utilizarán para la entibación y se reservarán para equipo, de salvamento, así como de otros medios que puedan servir para eventualidades o socorrer a los operarios que puedan accidentarse.

Si al excavar surgiera cualquier anomalía no prevista, se comunicará a la Dirección técnica. Provisionalmente el contratista adoptará las medidas que estime necesarias.

1.3.2.1. CORTES SIN ENTIBACIÓN: TALUDES

Para profundidades inferiores a 1,30 m en terrenos coherentes y sin solicitación de viales o cimentaciones, podrán realizarse cortes verticales sin entibar.

En terrenos sueltos o que estén solicitados deberá llevarse a cabo una entibación adecuada.

Para profundidades mayores el adecuado ataluzado de las paredes de excavación constituye una de las medidas más eficaces frente al riesgo de desprendimiento de tierras.

La tabla 1 sirve para determinar la altura máxima admisible en metros de taludes libres de solicitaciones, en función del tipo de terreno, del ángulo de inclinación de talud ß no mayor de 60º y de la resistencia a compresión simple del terreno (Fig. 3).

Tabla 1. Determinación de la altura máxima admisible para taludes libres de solicitaciones

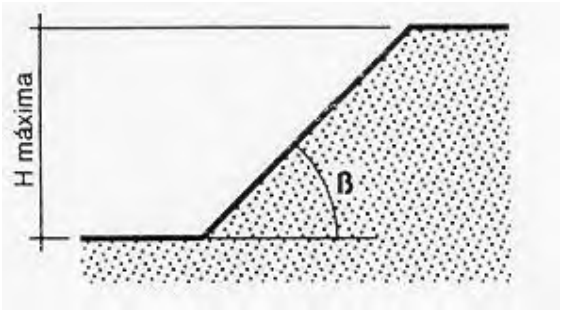
Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

Tipo de terreno	Angulo de talud β	Resistencia a compresión simple Ru en kg/cm²				
		0,250	0,375	0,500	0,625	≥ 0,750
Arcilla y limos muy plásticos	30	2,40	4,60	6,80	7,00	7,00
	45	2,40	4,00	5,70	7,00	7,00
	60	2,40	3,60	4,90	6,20	7,00
Arcilla y limos de plasticidad media	30	2,40	4,90	7,00	7,00	7,00
	45	2,40	4,10	5,90	7,00	7,00
	60	2,40	3,60	4,90	6,30	7,00
Arcilla y limos poco plásticos, arcillas arenosas y arenas arcillosas	30	4,50	7,00	7,00	7,00	7,00
	45	3,20	5,40	7,00	7,00	7,00
	60	2,50	3,90	5,30	6,80	7,00
		(H máx. en m)*				

***Valores intermedios se interpolarán linealmente**

FIg.3



La altura máxima admisible H máx. en cortes ataluzados del terreno, provisionales, con ángulo comprendido entre 60º y 90º (talud vertical), sin solicitación de sobrecarga y sin entibar podrá determinarse por medio de la tabla 2 en función de la resistencia a compresión simple del terreno y del peso específico aparente de éste. Como medida de seguridad en el trabajo contra el "venteo" o pequeño desprendimiento se emplearán bermas escalonadas con mesetas no menores de 0,65 m y contramesetas no mayores de 1,30 m (Fig. 4).

Tabla 2: Altura máxima admisible H máx. en m*

Resistencia a compresión simple Ru en Kg/cm²	Peso específico aparente γ en g/cm³				
	2,20	2,10	2,00	1,90	1,80
0,250	1,06	1,10	1,15	1,20	1,25
0,300	1,30	1,35	1,40	1,45	1,50
0,400	1,70	1,80	1,90	2,00	2,10
0,500	2,10	2,20	2,30	2,45	2,60
0,600	2,60	2,70	2,80	2,95	3,10
0,700	3,00	3,15	3,30	3,50	3,70
0,800	3,40	3,60	3,80	4,00	4,20
0,900	3,90	4,05	4,20	4,45	4,70
1,000	4,30	4,50	4,70	4,95	5,20
1,100	4,70	4,95	5,20	5,20	5,20
≥ 1,200	5,20	5,20	5,20	5,20	5,20

*** Valores intermedios se interpolarán linealmente**

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

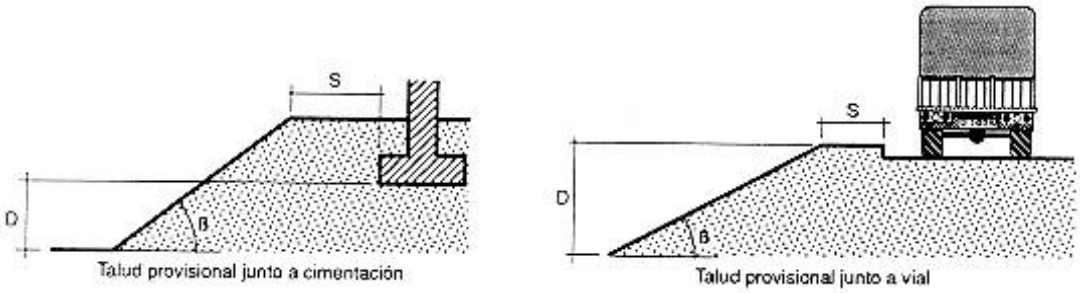


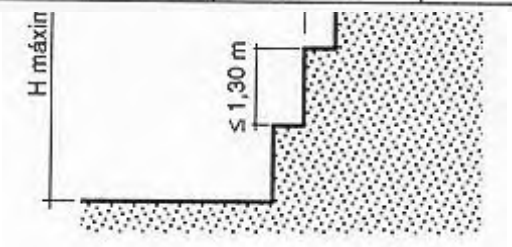
Fig. 4

El corte de terreno se considerará solicitado por cimentaciones, viales y acopios equivalentes, cuando la separación horizontal "S" (Fig. 5), entre la coronación del corte y el borde de la solicitación, sea mayor o igual a los valores "S" de la tabla 3.

Fig. 5

Tabla 3: Determinación de la distancia de seguridad (S en fig. 5) para cargas próximas al borde de una zanja

Tipo de solicitación	Angulo de talud	
	β > 60°	β ≤ 60°
Cimentaciones	D	D
Vial o acopios equivalentes	D	D/2



En excavaciones junto a cimentaciones enrasadas o más profundas, se deberá comprobar si existe peligro de levantamiento del fondo. En general no existe peligro siempre que se verifique (Fig. 6) que:

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

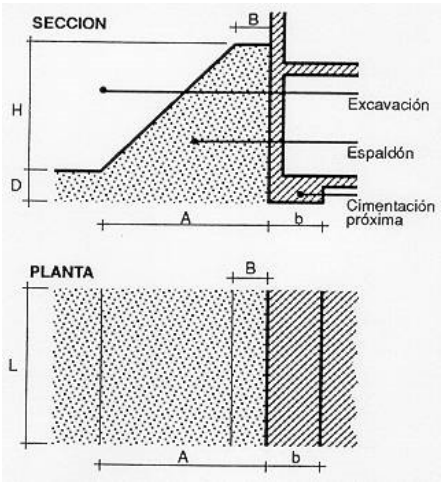


Fig. 6

siendo:

$qs \leq 0{,}9\ (m.Rw + n)$

qs = Tensión de comprobación que transmite la cimentación al terreno en su plano de apoyo en Kg/cm^2.

Rw = Resistencia a compresión simple del terreno en Kg/cm^2.

m = Factor de influencia (tabla 4).

n = Sobrecarga debida al espaldón en Kg/cm^2. (Tabla 5) Para valores de

A < b, debe tomarse en general n = 0

Tabla 4: Cálculo del factor de influencia, m*.

	D/b									
b/L	0,00	0,50	1,00	1,50	2,00	2,50	3,00	4,00	5,00	6,00
< 0,1	1,00	1,19	1,38	1,57	1,76	1,95	2,14	2,52	2,90	3,28
0,1	1,04	1,23	1,42	1,61	1,80	1,99	2,18	2,56	2,94	3,32
0,2	1,03	1,27	1,46	1,65	1,84	2,03	2,22	2,60	2,98	3,36
0,3	1,13	1,32	1,51	1,70	1,89	2,08	2,27	2,65	3,03	3,41
0,4	1,17	1,36	1,55	1,74	1,93	2,12	2,31	2,69	3,07	3,45
0,5	1,22	1,41	1,60	1,79	1,98	2,17	2,36	2,74	3,12	3,50
0,6	1,26	1,45	1,64	1,83	2,02	2,21	2,40	2,78	3,16	3,54
0,7	1,30	1,49	1,68	1,87	2,06	2,25	2,44	2,82	3,20	3,58
0,8	1,35	1,54	1,73	1,92	2,11	2,30	2,49	2,87	3,25	3,63
0,9	1,39	1,58	1,77	1,96	2,15	2,34	2,53	2,91	3,29	3,67
≥ 1,0	1,44	1,63	1,82	2,01	2,20	2,39	2,58	2,96	3,34	3,72

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

***Siendo (fig. 6):**

b = Ancho de la cimentación en dirección normal al corte en m.

L = Largo de la cimentación en dirección paralela al corte en m.

D = Desnivel entre el plano de apoyo de la cimentación y el fondo de la excavación en m.

Tabla 5: Cálculo de la sobrecarga debida al espaldón, n, en Kg/cm²

Siendo (fig. 6):

A = Ancho en pie del espaldón en m.

B = Ancho en coronación del espaldón en m. H = Profundidad del corte en m.

Peso específico aparente del terreno γ en g/cm³	$\frac{A+B}{2A}$ · H en m.						
	1	2	3	4	5	6	7
2,20	0,22	0,44	0,66	0,88	1,10	1,32	1,54
2,00	0,20	0,40	0,60	0,80	1,00	1,20	1,40
1,80	0,18	0,36	0,54	0,72	0,90	1,08	1,26
1,60	0,16	0,32	0,48	0,64	0,80	0,96	1,12

Cuando no sea posible emplear taludes como medida de protección contra el desprendimiento de tierras en la excavación de zanjas y haya que realizar éstas mediante cortes verticales de sus paredes se deberán entibar éstas en zanjas iguales o mayores a 1,30 m de profundidad. Igual medida se deberá tomar si no alcanzan esta profundidad en terrenos no consistentes o si existe solicitación de cimentación próxima o vial.

El tipo de entibación a emplear vendrá determinado por el de terreno en cuestión, si existen o no solicitaciones y la profundidad del corte (tabla 6).

Tabla 6: Elección del tipo de cimentación

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

Tipo de terreno	Solicitación	Profundidad P del corte en m.			
		< 1,30	1,30-2,00	2,00-2,50	> 2,50
Coherente	Sin solicitación	*	Ligera	Semicuajada	Cuajada
	Solicitación de vial	Ligera	Semicuajada	Cuajada	Cuajada
	Solicitación de cimentación	Cuajada	Cuajada	Cuajada	Cuajada
Suelto	Indistintamente	Cuajada	Cuajada	Cuajada	Cuajada

*** Entibación no necesaria en general**

La Norma Tecnológica NTE-ADZ/1976 "Acondicionamiento del terreno. Desmontes: Zanjas y pozos", establece el criterio para determinar si el corte en el terreno puede considerarse sin solicitación de cimentación próxima o vial, dándose esta circunstancia cuando se verifique que:

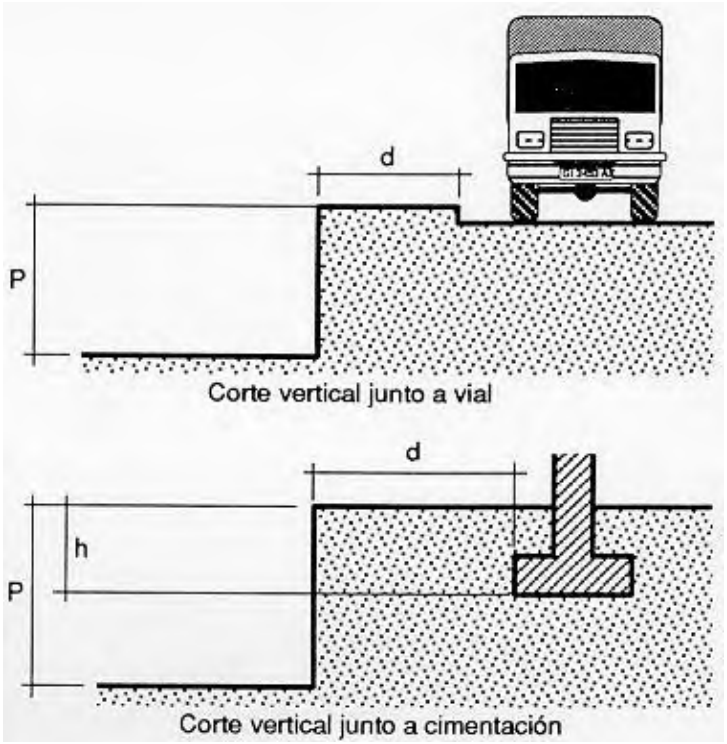
$P \leq (h + d/2$ ó $P \leq d/2$ respectivamente, (Fig. 7)

Siendo:

P = Profundidad del corte.

h = Profundidad del plano de apoyo de la cimentación próxima. En caso de cimentación con pilotes, h se medirá hasta la cara inferior del encepado.

d = Distancia horizontal desde el borde de coronación del corte a la cimentación o vial.



Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

Fig. 7

En algunos casos puede ser interesante emplear una combinación de talud y entibación. (Fig. 8)

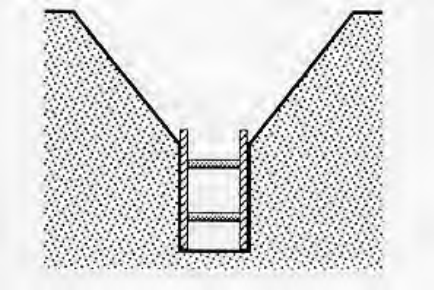


Fig. 8

1.3.2.2. SISTEMAS DE ENTIBACIÓN USUALES

Por entibación se entiende toda fortificación para contención de tierras, realizada generalmente con madera.

Entibación con tablas horizontales

Se emplea cuando el corte se lleva a cabo en un terreno con suficiente cohesión que le permite ser autoestable mientras se efectúa la excavación. Mediante la alternancia excavación (0,80 m a 1,30 m) y entibación, se alcanza la profundidad total de la zanja (Fig. 9).

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

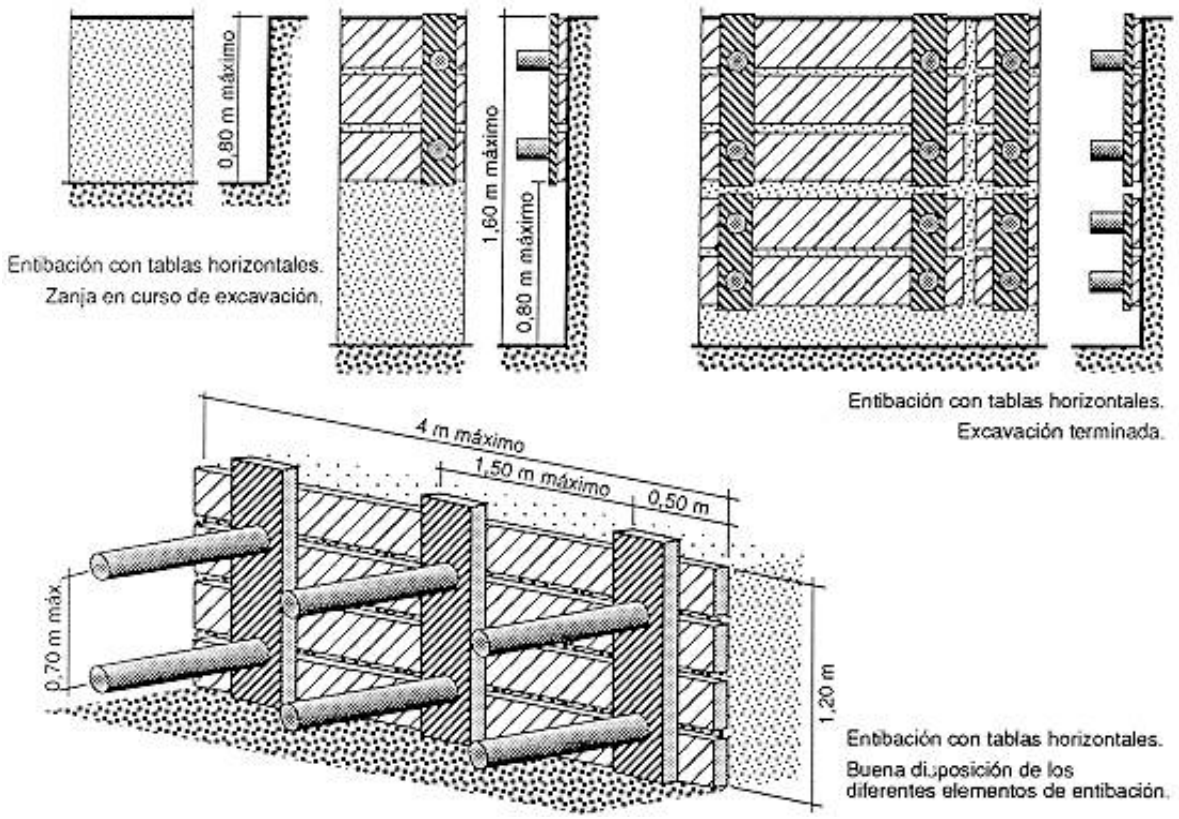


Fig. 9

Entibación con tablas verticales

Cuando el terreno no presenta la suficiente cohesión o no se tiene garantía de ello, es más aconsejable llevar a cabo la entibación con tablas verticales, que en caso de que el terreno presente una aceptable cohesión y resistencia se excava por secciones sucesivas de hasta 1,50 - 1,80 m de profundidades máximas, en tramos longitudinales variables que en ningún caso deberán pasar de 4 m; y en caso de que el terreno presente poco o ninguna cohesión deberán hincarse las tablas verticales en los citados tramos antes de proceder a la excavación de las tierras alcanzándose la profundidad prevista en sucesivas etapas.

Independientemente de que la entibación se realice con tablas horizontales o verticales, éstas podrán cubrir totalmente las paredes de la excavación (entibación cuajada), el 50% (entibación semicuajada) e incluso menos de esta proporción (entibación ligera).

La Norma Tecnológica NTE-ADZ/1976 permite determinar su empleo en función de la profundidad de excavación, del tipo de terreno y de que exista solicitación de cimentación o vial (Tabla 6), mediante las tablas nº 7, 8, 9, 10, 11, 12 puede determinarse la separación y grosores de los distintos elementos que constituyen la entibación de los principales casos.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

Tabla: 7

ENTIBACION SEMICUAJADA

E ↓
↓ q → S

Determinación de la separación vertical S en cm entre ejes de apoyo, en función del grueso mínimo E en mm del Tablero y del empuje total q en kg/cm², o viceversa

Grueso mínimo del tablero E en mm						Separación vertical S en cm
20	25	30	52	65	76	
0,17	0,27	0,39	1,20	1,87	2,53	30
0,06	0,10	0,14	0,43	0,68	0,92	50
		0,06	0,19	0,30	0,41	75
			0,10	0,16	0,23	100

Grueso mínimo del tablero E en mm

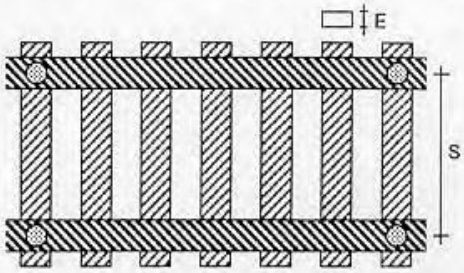


Tabla 9

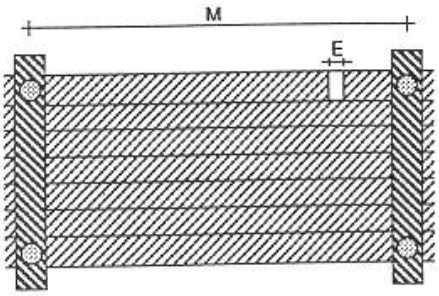
ENTIBACION CUAJADA

E ↓
↓ q → M

Determinación de la separacione horizontal M en cm, en función del grueso mínimo E en mm del tablero y del empuje total q en kg/cm², o viceversa

Grueso mínimo del tablero E en mm			Separación horizontal M o A en cm
52	65	76	
0,21	0,33	0,46	100
0,13	0,21	0,29	125
0,07	0,15	0,20	150
0,05	0,09	0,15	175
0,03	0,06	0,10	200

Empuje q en kg/cm²



Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

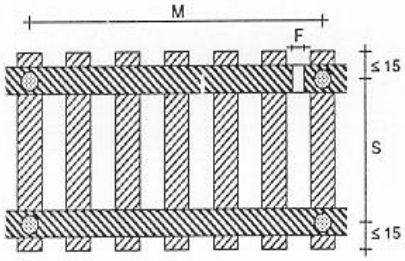
ENTIBACION SEMICUAJADA

↓ F ↓ → q → S → M

Determinación de las separaciones entre codales, vertical S en cm y horizontal M en cm, en función del grueso mínimo F en mm del cabecero y del empuje total q en kg/cm², o viceversa

Grueso mínimo del cabecero F en mm			Separación vertical S + 30 en cm	Separación horizontal M en cm
52	65	76		
0,12	0,20	0,27	50	100
0,08	0,12	0,17	50	125
0,04	0,05	0,12	50	150
	0,05	0,09	50	175
0,10	0,16	0,22	60	100
0,06	0,10	0,14	60	125
	0,07	0,10	60	150
	0,04	0,07	60	175
0,08	0,12	0,18	76	100
0,05	0,08	0,10	75	125
		0,08	75	150
0,07	0,12	0,16	80	100
0,06	0,07	0,10	80	125
	0,05	0,07	80	150
0,06	0,00	0,12	100	100
	0,00	0,08	100	125
0,00	0,00	0,00	100	100
	0,00	0,00	100	125

Empuje q en kg/cm²



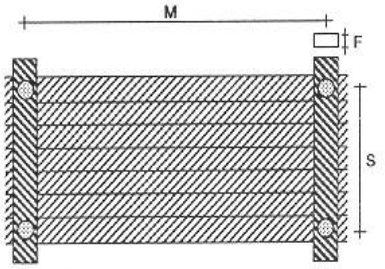
ENTIBACION CUAJADA

↓ F ↓ → q → S → M

Determinación de las separaciones entre codales, vertical S en cm y horizontal M en cm, en función del grueso mínimo F en mm del cabecero y del empuje total q en kg/cm², o viceversa

Grueso mínimo del cabecero F en mm			Separación vertical S en cm	Separación horizontal M en cm
52	65	76		
0,36	0,56	0,76	30	100
0,20	0,31	0,43	40	
0,12	0,20	0,27	50	
0,09	0,14	0,19	60	
0,26	0,45	0,60	30	125
0,16	0,25	0,34	40	
0,10	0,16	0,22	50	
0,07	0,11	0,15	60	
0,24	0,37	0,50	30	150
0,13	0,21	0,28	40	
0,08	0,13	0,18	50	
0,06	0,09	0,12	60	
0,20	0,32	0,43	30	175
0,11	0,18	0,24	40	
0,07	0,11	0,15	50	
0,05	0,08	0,11	60	
0,18	0,28	0,38	30	200
0,10	0,15	0,21	40	
0,06	0,10	0,13	50	
0,04	0,07	0,09	60	

Empuje q en kg/cm²



Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

Tabla 11

ENTIBACION LIGERA

↓ F ↓ → q → S → M

Determinación de las separaciones entre codales, vertical S en cm y horizontal M en cm, en función del grueso mínimo F en mm del cabecero y del empuje total q en kg/cm², o viceversa.

Grueso mínimo del cabecero F en mm			Separación vertical S en cm	Separación horizontal M en cm
52	65	76		
0,10	0,16	0,23	30	100
0,06	0,10	0,14	30	125
	0,07	0,10	30	150
	0,05	0,07	30	175
		0,05	30	200
0,06	0,10	0,13	50	100
0,04	0,06	0,08	50	125
	0,04	0,06	50	150
		0,04	50	175
0,04	0,06	0,09	75	100
	0,04	0,06	75	125
		0,04	75	150
	0,05	0,06	100	100
Empuje q en kg cm³		0,04	100	125

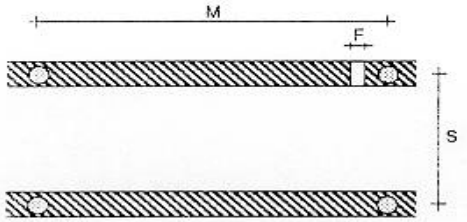


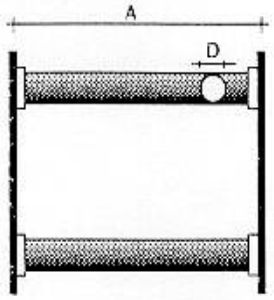
Tabla 12

ENTIBACIONES CUAJADA, SEMICUAJADA Y LIGERA

↓ H max ↓ D

Determinación del diámetro mínimo D en cm del codal, de longitud ≤ 2 m, libre de pandeo y de aplastamiento del durmiente, en función del empuje horizontal H en kg que soporta, o viceversa.
Siendo en zanjas con entibación:
Ligera: H = 1,50 q.M.S.
Cuajada o semicuajada: H = 0,75 q.M.S.

H max. en kg	1.570	1.900	2.260	2.650	3.080	3.530
D en cm	10	11	12	13	14	15



1.3.2.3. OTROS SISTEMAS DE ENTIBACIÓN

Además de los vistos existen otros sistemas que se alejan de los tradicionales, que son seguros frente al riesgo de atrapamiento de personas por desprendimiento de tierras, pero que en general requieren de medios que sólo disponen empresas especializadas, conociéndose con el nombre de entibaciones especiales, tales son el sistema Quillery, el Heidbrader, el Lamers, los que emplean dispositivos deslizantes, etc. Por ser el más accesible al común denominador de las empresas destacaremos aquí el primero de los mencionados.

Sistema Quillery

Es aplicable hasta una profundidad recomendable de 3,50 m en terrenos de buena cohesión.

Consiste en unos paneles de revestimiento de longitud 2-2,50 m que se preparan en las proximidades de la zanja y que una vez abierta ésta se introducen en la misma. Si la profundidad sobrepasa los 2-2,50 m se realiza en una primera fase hasta esta profundidad y en una segunda fase se alcanzan los 3,50 m de profundidad máxima recomendable (Fig. 10)

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

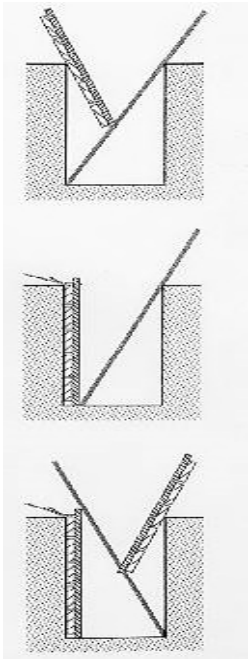


Fig. 10: Colocación de los paneles con ayuda de una pértiga

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0003947
IGNACIO NAVARRO CHINORIAS
VISADO Nº. : VD00940-26A
DE FECHA : 04/03/2026
E-VISADO

2. CONCLUSIONES

Según el artículo 5 del Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición, el adjudicatario de las obras está obligado a presentar al director facultativo para su aprobación, un plan que refleje cómo llevar a cabo las obligaciones que le incumban en relación con los residuos de construcción y demolición que se vayan a producir en obra, en particular con el siguiente contenido:

- Una estimación de la cantidad, expresada en toneladas y en metros cúbicos, de los residuos de construcción y demolición que se generarán en la obra, codificados con arreglo a la lista europea de residuos publicada por Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos, o norma que la sustituya.
- 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 su segregación.
- Los planos de las instalaciones previstas para el almacenamiento, manejo, separación y, en su caso, otras operaciones de gestión de los residuos de construcción y demolición dentro de la obra. Posteriormente, dichos planos podrán ser objeto de adaptación a las características particulares de la obra y sus sistemas de ejecución, previo acuerdo de la dirección facultativa de la obra.
- Las prescripciones particulares del proyecto, en relación con el almacenamiento, manejo, separación y, en su caso, otras operaciones de gestión de los residuos de construcción y demolición dentro de la obra.
- Una valoración del coste previsto de la gestión de los residuos de construcción y demolición que formará parte del presupuesto del proyecto en capítulo independiente.

Con todo lo anteriormente expuesto, junto con los planos y el presupuesto reflejado, los técnicos que suscriben entienden que queda suficientemente desarrollado el Plan de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición para el proyecto descrito en los documentos.

Zaragoza, enero de 2026

El Ingeniero Industrial al servicio de
ENERLAND GENERACIÓN SOLAR 14, S.L.



Ignacio Navarro Chinorias
Colegiado Nº 3947 del C.O.I.I.A.R

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01256-26 y VISADO electrónico VD00940-26A de 04/03/2026. CSV = FVVCRWJECXLFVEAR verificable en https://coiiar.e-gestion.es