



# HOJA DE CONTROL DE FIRMAS ELECTRÓNICAS



## Instituciones

Firma institución:

Firma institución:

Firma institución:

Firma institución:

## Ingenieros

Nombre:

Nombre:

Colegio:

Colegio:

Número colegiado/a:

Número colegiado/a:

Firma colegiado/a:

Firma colegiado/a:

Nombre:

Nombre:

Colegio:

Colegio:

Número colegiado/a:

Número colegiado/a:

Firma colegiado/a:

Firma colegiado/a:

Nombre:

Nombre:

Colegio:

Colegio:

Número colegiado/a:

Número colegiado/a:

Firma colegiado/a:

Firma colegiado/a:

Obra:

# SUBESTACIÓN ELÉCTRICA 400/30 kV “LIBIENERGY”

EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE FRAGA  
(PROVINCIA DE HUESCA)

Documento:

## PROYECTO MODIFICADO

Titular:



Autor:



Mayo de 2023

	<p style="text-align: center;"><b>SUBESTACIÓN ELÉCTRICA 400/30 kV</b>  <b>“LIBIENERGY”</b>          EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE FRAGA          (PROVINCIA DE HUESCA)</p>	<p style="text-align: center;">MAYO DE 2023</p>	<p style="text-align: center; font-size: small;">COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA</p> <p style="text-align: center; font-size: x-small;">Nº.Colegiado.: 0002207          DAVID GAVÍN ASSO</p> <p style="text-align: center; font-size: x-small;">VISADO Nº. : VD02065-23A          FECHA : 15/5/23</p> <p style="text-align: center; font-size: large; font-weight: bold; color: blue;">E-VISADO</p>
---	---	---	---

## ÍNDICE GENERAL DEL PROYECTO

### DOCUMENTO 1. MEMORIA

- ANEXO 1. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS
- ANEXO 2. PREVENCIÓN DE INCENDIOS
- ANEXO 3. ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN
- ANEXO 4. RELACIÓN DE BIENES Y DERECHOS AFECTADOS
- ANEXO 5. ESTUDIOS DE CAMPOS MAGNÉTICOS
- ANEXO 6. DECLARACIÓN RESPONSABLE

### DOCUMENTO 2. PRESUPUESTO

### DOCUMENTO 3. PLANOS

**Zaragoza, Mayo de 2023**

El Ingeniero Industrial al servicio de SATEL



David Gavín Asso  
 Colegiado Nº 2.207 del C.O.I.I.A.R.



# DOCUMENTO Nº1

# MEMORIA

	<p><b>SUBESTACIÓN ELÉCTRICA 400/30 kV</b>  <b>“LIBIENERGY”</b>          EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE FRAGA          (PROVINCIA DE HUESCA)</p>	<p style="text-align: right;">MAYO DE 2023</p>
---	---	--

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA

Nº Colegiado.: 0002207  
DAVID GAVÍN ASSO

VISADO Nº : VD02065-23A  
MAYO DE 2023 : 15/5/23

E-VISADO

## ÍNDICE DOCUMENTO Nº 1

<b>1. ANTECEDENTES .....</b>	<b>1</b>
<b>2. OBJETO Y ALCANCE.....</b>	<b>3</b>
<b>3. PETICIONARIO Y PROMOTOR .....</b>	<b>5</b>
<b>4. NORMATIVA LEGAL .....</b>	<b>6</b>
<b>5. DESCRIPCIÓN DE LA SUBESTACIÓN.....</b>	<b>8</b>
<b>5.1 EMPLAZAMIENTO DE LAS INSTALACIONES .....</b>	<b>8</b>
<b>5.2 INSTALACIÓN ELÉCTRICA .....</b>	<b>9</b>
5.2.1 CONEXIÓN A LA RED .....	9
5.2.2 CONFIGURACIÓN .....	9
5.2.3 PARÁMETROS BÁSICOS DE DISEÑO .....	10
5.2.4 TRANSFORMADOR DE POTENCIA.....	11
5.2.5 SISTEMA DE 400 kV.....	11
5.2.5.1 GENERALIDADES .....	11
5.2.5.2 INTERRUPTORES DE POTENCIA.....	13
5.2.5.3 SECCIONADORES CON P.A.T. DE LÍNEA.....	13
5.2.5.4 SECCIONADORES DE BARRAS .....	14
5.2.5.5 TRANSFORMADORES DE INTENSIDAD POSICIÓN LINEA A S.E. HIBERUS .....	14
5.2.5.6 TRANSFORMADORES DE INTENSIDAD POSICIÓN DE TRANSFORMADOR .....	14
5.2.5.7 TRANSFORMADORES DE INTENSIDAD POSICIÓN LINEA A S.E. ALMENDRA PROMOTORES ...	15
5.2.5.8 TRANSFORMADORES DE TENSIÓN INDUCTIVOS.....	15
5.2.5.9 AUTOVÁLVULAS .....	16
5.2.6 EMBARRADOS.....	16
5.2.6.1 GENERALIDADES .....	16
5.2.6.2 EMBARRADO DE 400 kV .....	17
5.2.6.3 EMBARRADO DE 30 kV .....	17
5.2.7 SISTEMA DE 30 kV.....	17
5.2.7.1 SALIDA DE 30 kV .....	17
5.2.7.2 REACTANCIA.....	18
5.2.7.3 CELDAS 30 kV .....	19
5.2.8 TRANSFORMADORES DE SERVICIOS AUXILIARES .....	22
5.2.9 BATERÍAS DE CONDENSADORES COMPACTAS DE 3 MVar .....	22
5.2.10 SERVICIOS AUXILIARES .....	23
5.2.11 SISTEMA DE BAJA TENSIÓN, CORRIENTE ALTERNA .....	23

 	<b>SUBESTACIÓN ELÉCTRICA 400/30 kV</b> <b>“LIBIENERGY”</b> EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE FRAGA (PROVINCIA DE HUESCA)	MAYO DE 2023 
--	--	--

5.2.12	SISTEMA DE BAJA TENSIÓN, CORRIENTE CONTINUA .....	23
5.2.13	SISTEMA DE PUESTA A TIERRA .....	24
5.2.13.1	RED DE TIERRA INFERIORES .....	24
5.2.13.2	RED DE TIERRA AÉREA.....	24
<b>5.3</b>	<b>CUADROS DE CONTROL Y ARMARIOS DE PROTECCIONES.....</b>	<b>24</b>
5.3.1	UNIDADES DE CONTROL.....	24
5.3.2	ARMARIOS DE CONTROL Y ARMARIOS DE PROTECCIONES.....	25
<b>5.4</b>	<b>EQUIPOS DE MEDIDA FISCAL.....</b>	<b>28</b>
<b>5.5</b>	<b>SISTEMAS COMPLEMENTARIOS .....</b>	<b>28</b>
<b>5.6</b>	<b>GRUPO ELECTRÓGENO.....</b>	<b>29</b>
<b>5.7</b>	<b>OBRA CIVIL.....</b>	<b>29</b>
5.7.1	OBRA CIVIL INTEMPERIE .....	29
5.7.1.1	DESCRIPCIÓN.....	29
5.7.1.2	MOVIMIENTO DE TIERRAS .....	29
5.7.1.3	SISTEMA DE TIERRAS.....	30
5.7.1.4	SANEAMIENTO .....	30
5.7.1.5	ACCESOS Y VIALES .....	30
5.7.1.6	TRANSFORMADOR DE POTENCIA .....	31
5.7.1.7	ESTRUCTURAS METÁLICAS.....	31
5.7.1.8	CANALIZACIONES ELÉCTRICAS .....	31
5.7.1.9	CIERRE DE LA SUBESTACIÓN .....	31
5.7.1.10	ELEMENTOS AUXILIARES DE SEGURIDAD.....	32
5.7.2	OBRA CIVIL EDIFICIOS .....	32
5.7.2.1	MOVIMIENTO DE TIERRAS .....	32
5.7.2.2	CIMENTACIÓN.....	32
5.7.2.3	RED ENTERRADA DE SANEAMIENTO.....	33
5.7.2.4	SOLERA.....	33
5.7.2.5	ESTRUCTURA.....	33
5.7.2.6	CUBIERTAS .....	33
5.7.2.7	ALBAÑILERÍA .....	33
5.7.2.8	SOLADOS Y ALICATADOS.....	33
5.7.2.9	CARPINTERÍA.....	34
5.7.2.10	CERRAJERÍA .....	34
5.7.2.11	INSTALACIONES.....	34
5.7.2.12	VIDRIERÍA .....	34

	<b>SUBESTACIÓN ELÉCTRICA 400/30 kV</b> <b>“LIBIENERGY”</b> EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE FRAGA (PROVINCIA DE HUESCA)	MAYO DE 2023 
---	--	--

5.7.2.13	PINTURA .....	34
<b>5.8</b>	<b>ESTRUCTURA METÁLICA .....</b>	<b>34</b>
<b>5.9</b>	<b>NORMATIVA PREVENCIÓN DE INCENDIOS .....</b>	<b>34</b>
5.9.1	PARQUE INTEMPERIE .....	35
5.9.2	EDIFICIO DE MANDO Y CONTROL .....	35
<b>5.10</b>	<b>DESMANTELAMIENTO DE LA SUBESTACIÓN .....</b>	<b>36</b>
5.10.1	INTRODUCCIÓN .....	36
5.10.2	OBRAS DE DESMANTELAMIENTO .....	36
5.10.3	MEDIDAS CORRECTORAS Y RESTAURACIÓN PAISAJÍSTICA .....	36
<b>5.11</b>	<b>PRODUCCIÓN Y GESTIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN .....</b>	<b>36</b>
<b>5.12</b>	<b>LIMITACIÓN DE LOS CAMPOS MAGNÉTICOS .....</b>	<b>37</b>
<b>6.</b>	<b>PLAZO DE EJECUCIÓN .....</b>	<b>38</b>
<b>7.</b>	<b>CONCLUSIÓN .....</b>	<b>39</b>

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02700-23 y VISADO electrónico VD02065-23A de 15/05/2023. CSV = FVP0V1L6SEWBXHK7 verificable en <https://coiilar.e-gestion.es>

	<p style="text-align: center;"><b>SUBESTACIÓN ELÉCTRICA 400/30 kV</b>  <b>“LIBIENERGY”</b>          EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE FRAGA          (PROVINCIA DE HUESCA)</p>	<p style="text-align: center;">MAYO DE 2023</p>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p style="text-align: center; font-size: small;">COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA</p> <p style="text-align: center; font-size: x-small;">Nº Colegiado.: 0002207 DAVID GAVÍN ASSO</p> <p style="text-align: center; font-size: x-small;">VISADO Nº : VD02065-23A DE FECHA : 15/5/23</p> <p style="text-align: center; font-size: large; font-weight: bold; color: blue;">E-VISADO</p> </div>
---	---	---	---

## 1. ANTECEDENTES

La sociedad Libienergy del Este S.L., tiene proyectada la instalación de la Planta fotovoltaica “CSF Libienergy Peñalba 1” (40 MVA), la sociedad Libienergy Ex Solar S.L., tiene proyectada la instalación de la Planta fotovoltaica “CSF Libienergy Peñalba 2” (40 MVA) y la sociedad Libienergy Aragonesa S.L.U. tiene proyectada la instalación de la Planta fotovoltaica “CSF Libienergy Aragonesa” (35 MVA), todas ellas en el término municipal de Fraga, en la provincia de Huesca.

Por otra parte, la sociedad Jorge Energy IV S.L., tiene proyectada la instalación de la Planta Fotovoltaica “PSFV Hiberus Solar”, que evacuará dicha energía en la subestación 400/30kV “Hiberus”. Esta subestación, se enlaza con la subestación 400/30kV “Libienergy” mediante una línea de 400kV. La energía generada por la Subestación “Libienergy” y “Hiberus” se evacuará conjuntamente en un único circuito a la subestación “Almendra Promotores”.

Estas plantas fotovoltaicas (en adelante se usará el acrónimo PSFV) disponen de acceso a la red de transporte en la subestación de “Almendra”, propiedad de REE.

Siendo que todas las plantas de generación se ubican en parajes cercanos, los titulares de estas instalaciones de generación están de acuerdo en proyectar unas infraestructuras comunes de evacuación, al objeto de aprovechar sinergias y así minimizar el posible impacto ambiental que se generaría en el caso de tener que ejecutar infraestructuras de evacuación de forma independiente para cada una de las instalaciones hasta la subestación de “LIBIENERGY”.

En la línea de lo anteriormente expuesto, la propuesta de realización de infraestructuras comunes de evacuación para varias instalaciones tiene una serie de ventajas, que quedan resumidas a continuación:

- Se reducen sustancialmente las infraestructuras de nueva construcción, tanto líneas eléctricas como subestaciones, al aplicar el criterio de utilizar, en la medida de lo posible, una misma instalación de evacuación para varias instalaciones.
- Se tiene un menor coste de inversión inicial, tanto en el volumen general como en la inversión individual por instalación.
- Así mismo, minimiza los costes de mantenimiento posterior de las instalaciones.
- Se minimizan las pérdidas de energía, optimizando el aprovechamiento de los recursos naturales.
- Facilita la tramitación administrativa de las infraestructuras al tratarse de una sola instalación a legalizar.
- Maximiza el aprovechamiento de las infraestructuras de conexión a la red de transporte ya existentes.
- Implica un menor impacto ambiental y una mayor receptividad social hacia las infraestructuras a construir.

Por todo ello, y en línea con la positiva valoración que la administración tiene de estas soluciones conjuntas, los promotores implicados han optado por ella en detrimento de proyectar infraestructuras individuales de la energía generada por cada planta fotovoltaica.

El 12 de noviembre del 2020 se visó en el colegio de Ingenieros Industriales de Aragón y Rioja, con número de visado VD03709-20A, el Proyecto de la Subestación Eléctrica 400/30 kV “Libienergy”.

	<p style="text-align: center;">SUBESTACIÓN ELÉCTRICA 400/30 kV  “LIBIENERGY”  EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE FRAGA  (PROVINCIA DE HUESCA)</p>	<p style="text-align: center;">MAYO DE 2023</p>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p style="text-align: center; font-size: small;">COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS  INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA</p> <p style="text-align: center; font-size: x-small;">Nº.Colegiado.: 0002207  DAVID GAVÍN ASSO</p> <p style="text-align: center; font-size: x-small;">VISADO Nº. : VD02065-23A  DEFECHA : 15/5/23</p> <p style="text-align: center; font-size: large; font-weight: bold;">E-VISADO</p> </div>
---	---	---	---

El presente proyecto modificado se basa en la reubicación de la Subestación 400/30 kV “LIBIENERGY” en una nueva parcela con respecto al emplazamiento que contempla el proyecto visado mencionado anteriormente, exponiendo en el mismo las modificaciones del proyecto, el estudio, descripción y cálculo de las obras e instalaciones necesarias para llevar a cabo dicha subestación en las nuevas coordenadas.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02700-23 y VISADO electrónico VD02065-23A de 15/05/2023. CSV = FVP0V1L6SEWBXHK7 verificable en <https://coiilar.e-gestion.es>

	<p style="text-align: center;"><b>SUBESTACIÓN ELÉCTRICA 400/30 kV</b>  <b>“LIBIENERGY”</b>          EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE FRAGA          (PROVINCIA DE HUESCA)</p>	<p style="text-align: center;">MAYO 2023</p>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p style="text-align: center; font-size: small;">COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA</p> <p style="text-align: center; font-size: x-small;">Nº Colegiado.: 0002207 DAVID GAVÍN ASSO</p> <p style="text-align: center; font-size: x-small;">VISADO Nº : VD02065-23A FECHA : 15/5/23</p> <p style="text-align: center; font-size: large; font-weight: bold;">E-VISADO</p> </div>
---	---	--	---

## 2. OBJETO Y ALCANCE

El objeto del presente proyecto modificado es redefinir la nueva ubicación de la Subestación 400/30 kV “LIBIENERGY”, ubicada en el término municipal de Fraga (provincia de Huesca), definiendo la infraestructura eléctrica necesaria para la evacuación de la energía generada por las plantas fotovoltaicas “CSF LIBIENERGY PEÑALBA 1”, “CSF LIBIENERGY PEÑALBA 2”, “CSF LIBIENERGY ARAGONESA”, que están proyectados en la zona, y la energía que proviene del resto de la planta fotovoltaica “PSFV Hiberus Solar” asociadas a la subestación “HIBERUS” mediante una línea 400 kV.

El Proyecto consiste en la definición de una subestación eléctrica de transformación para la evacuación mediante una LAAT para su posterior evacuación a la red de transporte de la energía generada por las nuevas plantas fotovoltaicas proyectadas más la energía generada en la Subestación eléctrica “HIBERUS”, objeto de otro proyecto.

Para la evacuación de las nuevas plantas fotovoltaicas pertenecientes a Libienergy del Este S.L., Libienergy Ex Solar S.L. y Libienergy Aragonesa S.L.U., se proyecta una nueva subestación de configuración simple barra, con un transformador 400/30 kV, de 140 MVA de potencia total, dos posiciones de línea de 400kV en el parque intemperie y celdas tipo GIS en la configuración de 30 kV.

Toda la potencia producida por todas las plantas, más la generada en la subestación “HIBERUS”, será evacuada a través de la línea de 400kV “S.E. LIBIENERGY – S.E. ALMENDRA PROMOTORES”, objeto de otro proyecto.

Los niveles de tensión de la subestación son 400 kV (Posición de transformador y posiciones de línea), y 30 kV (evacuación de las plantas fotovoltaicas mediante 9 circuitos, tres asociadas a cada planta). En el proyecto de la subestación se incluyen las instalaciones y servicios auxiliares necesarios para su correcto funcionamiento.

De forma adicional, se proyecta un edificio de control en donde se instalará el control de las instalaciones comunes y las celdas de 30 kV, así como otras instalaciones.

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 el 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.

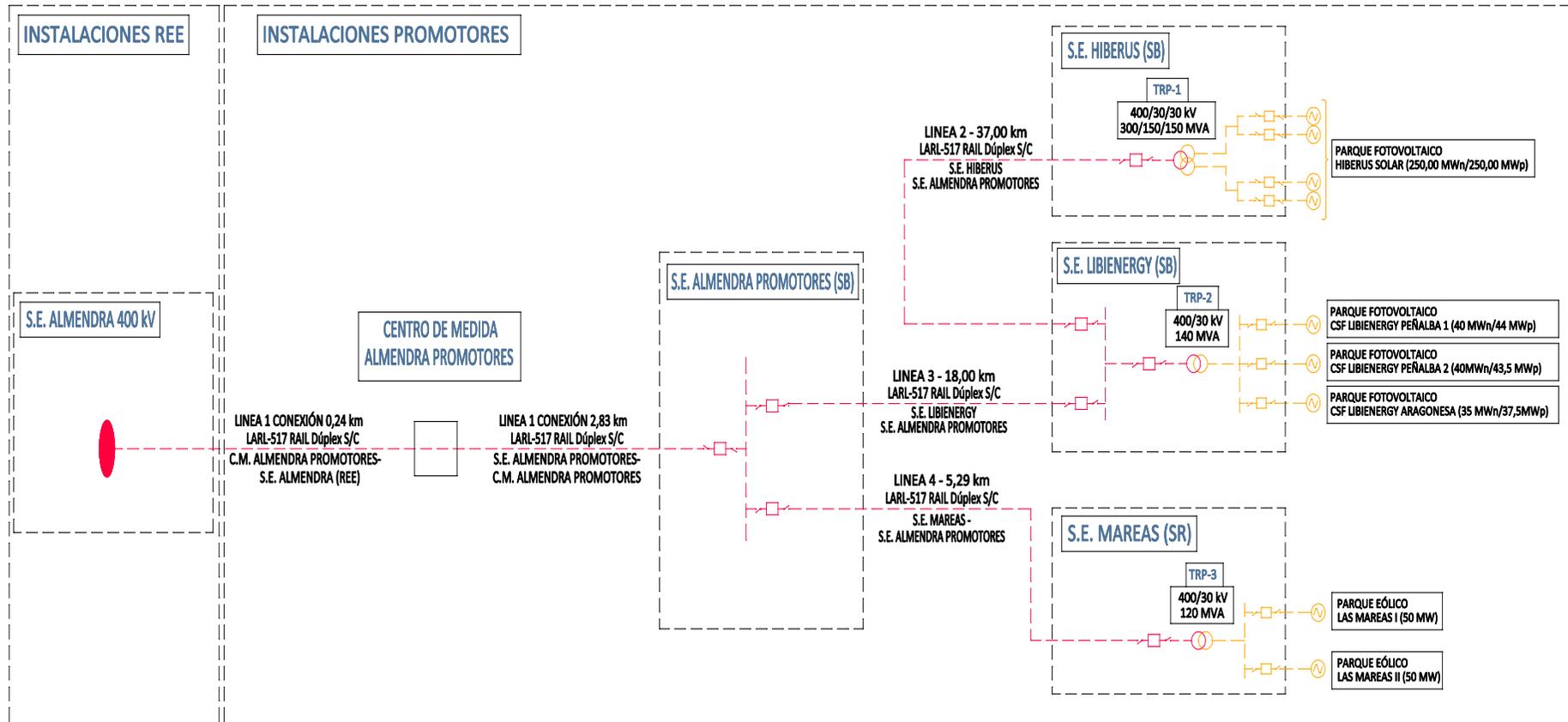
En la siguiente imagen, puede verse en mayor detalle el esquema global de las Instalaciones Eléctricas implicadas:



# SUBESTACIÓN ELÉCTRICA 400/30 kV "LIBIENERGY"

EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE FRAGA  
(PROVINCIA DE HUESCA)

**COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA**  
 Nº.Colegiado.: 0002207  
 DAVID GAVIN ASSO  
**VISADO Nº. : VD02065-23A**  
 MAYO 2023 : 15/3/23  
**E-VISADO**



	<p><b>SUBESTACIÓN ELÉCTRICA 400/30 kV</b>  <b>“LIBIENERGY”</b>          EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE FRAGA          (PROVINCIA DE HUESCA)</p>	<p>MAYO 2023</p>	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> <p style="font-size: 8px; margin: 0;">COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA</p> <p style="font-size: 8px; margin: 0;">Nº.Colegiado.: 0002207 DAVID GAVÍN ASSO</p> <p style="font-size: 8px; margin: 0;"><b>VISADO Nº. : VD02065-23A</b> DEFECHA : 15/5/23</p> <p style="font-size: 12px; margin: 0; text-align: center;"><b>E-VISADO</b></p> </div>
---	---	------------------	--

### 3. PETICIONARIO Y PROMOTOR

Las entidades promotoras de la instalación objeto del presente Proyecto son las siguientes sociedades mercantiles:

**-JORGE ENERGY IV S.L.**

CIF B99555302  
 Avenida de la Academia General Militar, nº 52  
 50015 Zaragoza (España)

**-LIBIENERGY DEL ESTE S.L.**

CIF B02613289  
 Plaza Benjamín Palencia, nº2, Entreplanta  
 02002 Albacete (España)

**-LIBIENERGY EX SOLAR S.L.**

-CIF B02613305  
 -Plaza Benjamín Palencia, nº2, Entreplanta  
 -02002 Albacete (España)

**-LIBIENERGY ARAGONESA S.L.U.**

-CIF B02613727  
 -Plaza Benjamín Palencia, nº2, Entreplanta  
 -02002 Albacete (España)

Todas ellas en la actualidad en proceso de constitución de una sociedad conjunta, cuyo único objeto es la tramitación, construcción y explotación de la Subestación “Libienergy” y de la LAAT (objeto de otro Proyecto) hasta la SET Almendra Promotores, llamada:

**-COLECTORA HIBERUS-LIBIENERGY, S.L.**

-CIF (En constitución)  
 -Dirección (En constitución)

	<p><b>SUBESTACIÓN ELÉCTRICA 400/30 kV</b>  <b>“LIBIENERGY”</b>          EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE FRAGA          (PROVINCIA DE HUESCA)</p>	<p>MAYO DE 2023</p>	<div style="border: 2px solid blue; padding: 5px;"> <p style="font-size: small; text-align: center;">COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA</p> <p>Nº Colegiado.: 0002207  <small>DAVID GAVÍN ASSO</small></p> <p style="font-weight: bold; font-size: small;">VISADO Nº : VD02065-23A  <small>DE FECHA : 15/5/23</small></p> <p style="font-size: x-large; font-weight: bold; text-align: center; color: blue;">E-VISADO</p> </div>
---	---	---------------------	---

#### 4. NORMATIVA LEGAL

En la redacción de la presente documentación se han tenido en cuenta las Normas y Reglamentos que a continuación se indican.

##### •Obra civil y estructuras

- ✓ Real Decreto 314/2006 de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- ✓ Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural.

##### •Instalaciones eléctricas

- ✓ 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 01a 09.
- ✓ Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.
- ✓ Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión y sus Instrucciones técnicas complementarias ITC-BT.
- ✓ 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 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. (excepto los Capítulos II, IV, V y el anexo I derogados por el R.D. 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. 1955/2000 de 1 de Diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- ✓ Real Decreto 647/2020, de 7 de julio, por el que se regulan aspectos necesarios para la implementación de los códigos de red de conexión de determinadas instalaciones eléctricas.
- ✓ Real Decreto-ley 23/2020, de 23 de junio, por el que se aprueban medidas en materia de energía y en otros ámbitos para la reactivación económica.
- ✓ Real Decreto 413/2014, de 6 de junio, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos.
- ✓ Ley 24/2013 de 26 de Diciembre, del Sector Eléctrico.
- ✓ P.O. 12.1 Solicitudes de acceso para la conexión de nuevas instalaciones a la red de transporte (Recogido en la resolución de 11-02-2005, BOE 01/03/05).

	<p style="text-align: center;">SUBESTACIÓN ELÉCTRICA 400/30 kV "LIBIENERGY" EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE FRAGA (PROVINCIA DE HUESCA)</p>	<p style="text-align: center;">MAYO 2023</p>	<div style="border: 1px solid blue; padding: 2px;"> <p style="text-align: center; font-size: small;">COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA</p> <p style="text-align: center; font-size: x-small;">Nº Colegiado.: 0002207 DAVID GAVÍN ASSO</p> <p style="text-align: center; font-size: x-small;">VISADO Nº : VD02065-23A DEFECHA : 15/5/23</p> <p style="text-align: center; font-size: large; font-weight: bold; color: blue;">E-VISADO</p> </div>
---	--	--	---

- ✓ P.O. 12.2 Instalaciones conectadas a la red de transporte: requisitos mínimos de diseño, equipamiento, funcionamiento y seguridad y puesta en servicio (Recogido en la resolución de 11-02-2005, BOE 01/03/05).
- ✓ Normas Particulares de la Compañía Eléctrica de la zona.
- ✓ Normas UNE y CEI aplicables.
- ✓ Recomendaciones UNESA aplicables.

•**Seguridad y Salud**

- ✓ Ley 54/2003, de 24 de marzo, por la que se reforma el marco normativo de la prevención de riesgos laborales.

•**Normativa ambiental**

- ✓ Real Decreto Legislativo 1/2008, de 11 de enero, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Evaluación de Impacto Ambiental de proyectos.
- ✓ 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.

•**Varios**

- ✓ 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"

	<b>SUBESTACIÓN ELÉCTRICA 400/30 kV</b> <b>“LIBIENERGY”</b> EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE FRAGA (PROVINCIA DE HUESCA)	MAYO DE 2023 
---	--	--

## 5. DESCRIPCIÓN DE LA SUBESTACIÓN

### 5.1 EMPLAZAMIENTO DE LAS INSTALACIONES

La Subestación “LIBIENERGY” objeto del presente proyecto, está ubicada en la provincia de Huesca, y más concretamente en el Término Municipal de Fraga, parcela 15 del polígono 63. Su planta tendrá unas dimensiones máximas exteriores de 103,20 por 89,60 metros, quedando en total una superficie construida de 9.246,72 m<sup>2</sup>.

La Subestación “LIBIENERGY” está situada en el paraje denominado “Partida Baja”, en el Término Municipal de Fraga, provincia de Huesca, a unos 10,5 km al suroeste de la población de Fraga (Huesca).

El acceso a la misma se realizará por la carretera N-II, a la altura de las proximidades de la población de Fraga. Dicha carretera, se comunica con la “Autopista del Ebro” (E-90) concretamente en las coordenadas (X: 277.444,10 m E, Y: 4.596.474,03 m N, Coordenadas ETRS89 UTM H31).

Las posiciones de las esquinas que conforman la explanada de la Subestación “LIBIENERGY” en coordenadas UTM son las siguientes:

VÉRTICE	COORDENADAS (HUSO 30 – ETRS89)	
	X <sub>UTM</sub>	Y <sub>UTM</sub>
1	770.284,92	4.596.067,39
2	770.386,02	4.596.034,85
3	770.357,65	4.595.946,70
4	770.256,56	4.595.979,24

Las posiciones de las esquinas que conforman el vallado de la Subestación “LIBIENERGY” en coordenadas UTM son las siguientes:

VÉRTICE	COORDENADAS (HUSO 30 – ETRS89)	
	X <sub>UTM</sub>	Y <sub>UTM</sub>
A	770.285,89	4.596.065,50
B	770.384,13	4.596.033,88
C	770.356,68	4.595.948,59
D	770.258,44	4.595.980,21

La situación y emplazamiento de la instalación queda reflejada en los planos que forman parte del Documento “Planos”.

El certificado catastral de la parcela en la que se sitúa la Subestación es el siguiente:

	<b>SUBESTACIÓN ELÉCTRICA 400/30 kV</b> <b>“LIBIENERGY”</b> EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE FRAGA (PROVINCIA DE HUESCA)	<div style="border: 2px solid blue; padding: 5px;"> <p style="text-align: center; margin: 0;">COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA</p> <p style="margin: 0;">Nº Colegiado.: 0002207 DAVID GAVÍN ASSO</p> <p style="margin: 0;">VISADO Nº.: VD02065-23A MAYO DE 2023 : 15/5/23</p> <p style="text-align: center; font-weight: bold; font-size: 1.2em;">E-VISADO</p> </div>
---	--	--



### CONSULTA DESCRIPTIVA Y GRÁFICA DE DATOS CATASTRALES DE BIEN INMUEBLE

Referencia catastral: 22155A063000150000GQ

#### DATOS DESCRIPTIVOS DEL INMUEBLE

**Localización:**  
 Polígono 63 Parcela 15  
 PARTIDA BAJA. FRAGA [HUESCA]

**Clase:** RÚSTICO  
**Uso principal:** Agrario  
**Superficie construida:** 54 m2  
**Año construcción:** 1985

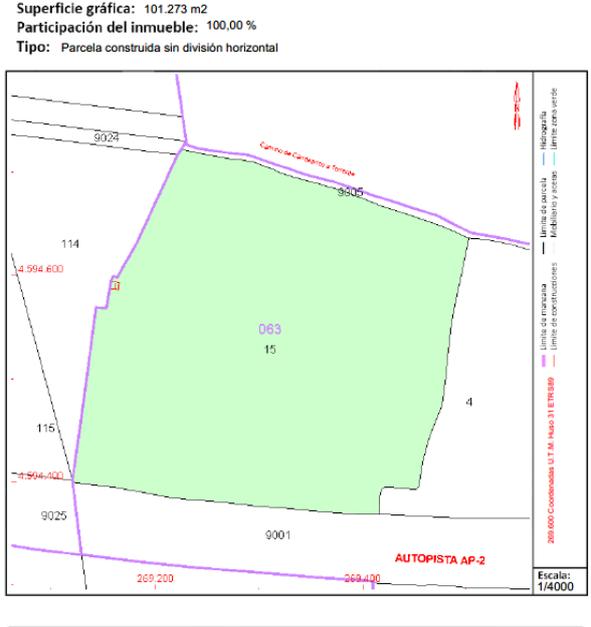
**Construcción**

Destino	Escalera / Planta / Puerta	Superficie m <sup>2</sup>
AGRARIO	/00/01	54

**Cultivo**

Subparcela	Cultivo/aprovechamiento	Intensidad Productiva	Superficie m <sup>2</sup>
0	C- Labor o Labradío seco	03	101.219

#### PARCELA



## 5.2 INSTALACIÓN ELÉCTRICA

### 5.2.1 CONEXIÓN A LA RED

En la subestación objeto del presente Proyecto se transforma la energía que llegan de las plantas fotovoltaicas “CSF LIBIENERGY PEÑALBA 1” de 40 MVA nominales en 3 circuitos de 30 kV, “CSF LIBIENERGY PEÑALBA 2” de 40 MVA nominales en 3 circuitos de 30 kV, “CSF LIBIENERGY ARAGONESA” de 35 MVA nominales en 3 circuitos de 30 kV y las asociadas a la subestación “HIBERUS” (La cual evacúa mediante una posición de línea-transformador, dicho transformador tiene 300 MVAs).

El total de la energía se evacua a través de una línea aérea de 400 kV, hasta la Subestación “ALMENDRA PROMOTORES”, y ésta se enlazará con la subestación “ALMENDRA” haciendo de enlace con Red Eléctrica de España. Desde este punto de la red es desde el cual se efectuará la conexión con la red de transporte nacional propiedad de REE.

### 5.2.2 CONFIGURACIÓN

Todos los elementos de la Subestación se ubicarán en un recinto vallado de dimensiones máximas de 103,20 por 89,60 metros, en el que se situarán, los sistemas de 400 kV y el edificio que alojará las celdas de 30 kV, así como los cuadros de control, SSAA y otras instalaciones necesarias.

La subestación eléctrica será de tipo intemperie y posee la siguiente configuración:

- ✓ Una (1) posición intemperie de transformador de potencia 400/30 kV, de 120/140 MVA, con regulación en carga.
- ✓ Dos (2) posiciones de línea de 400 kV.

	<b>SUBESTACIÓN ELÉCTRICA 400/30 kV</b> <b>“LIBIENERGY”</b> EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE FRAGA (PROVINCIA DE HUESCA)	MAYO DE 2023	COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA N.º Colegiado.: 0002207 DAVID GAVÍN ASSO VISADO N.º : VD02065-23A DE FECHA : 15/5/23 <b>E-VISADO</b>
---	--	--------------	--

- ✓ Una (1) posición de barras 400 kV.
- ✓ Un conjunto de celdas de 36 kV formado por celdas blindadas aisladas en SF<sub>6</sub> con configuración de simple barra repartidas en 3 embarrados y relés de protección incorporados constituido por:
  - Nueve (9) Posiciones de llegada líneas procedentes de las PSFV “CSF LIBIENERGY PEÑALBA 1”, “CSF LIBIENERGY PEÑALBA 2” y “CSF LIBIENERGY ARAGONESA”.
  - Tres (3) Posiciones de baterías de condensadores.
  - Tres (3) Posiciones de transformador, lado 30 kV.
  - Tres (3) Posiciones de transformador de servicios auxiliares.
  - Tres (3) baterías de condensadores de 3 MVar.
  - Tres (3) transformadores de SSAA de 50 kVA.
- ✓ Sistema integrado de control y protección (SICOP).
- ✓ Sistema de Servicios Auxiliares formado por tres transformadores de MT/BT y baterías de corriente continua de 125Vcc.
- ✓ Grupo electrógeno de 100 kVAs para el suministro alternativo de los SSAA de la subestación.
- ✓ Sistema de comunicaciones en tiempo real mediante fibra óptica, para el telemando y las protecciones comunicadas.
- ✓ Sistemas de protección contra incendios y de detección de intrusos.

### 5.2.3 PARÁMETROS BÁSICOS DE DISEÑO

Las características eléctricas de la apararmenta serán:

Nivel de tensión del parque	400 kV	30 kV
Tensión nominal	400 kVef	30 kVef
Tensión más elevada para el material	420 kVef	36 kVef
Frecuencia nominal	50 Hz	50 Hz
Tensión soportada a frecuencia industrial	-	70 kVef
Tensión soportada bajo impulso tipo rayo	1.425 kVcr	170 kVcr
Conexión del neutro	Rígido a tierra	A través de reactancia
Intensidad nominal del embarrado	3.150 A	1.250 A
Intensidad nominal posición de línea	3.150 A	630 A
Intensidad nominal posición de transformador	3.150 A	1.250 A
Intensidad máxima de defecto trifásico	50 kA	25 kA
Duración máxima del defecto trifásico	0,5 s	0,5 s

	<b>SUBESTACIÓN ELÉCTRICA 400/30 kV</b> <b>“LIBIENERGY”</b> EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE FRAGA (PROVINCIA DE HUESCA)	MAYO DE 2023	COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA N.º Colegiado.: 0002207 DAVID GAVÍN ASSO <b>VISADO N.º : VD02065-23A</b> MAYO DE 2023 : 15/5/23 <b>E-VISADO</b>
---	--	--------------	---

#### 5.2.4 TRANSFORMADOR DE POTENCIA

El parque intemperie dispondrá del siguiente transformador de potencia:

- ✓ Un (1) transformador Trifásico de 120/140 MVA, para la evacuación de las plantas fotovoltaicas “CSF LIBIENERGY PEÑALBA 1”, “CSF LIBIENERGY PEÑALBA 2” y “CSF LIBIENERGY ARAGONESA” con regulación en carga.

De las siguientes características:

##### TRANSFORMADOR DE POTENCIA TRIFÁSICO TR1

- ✓ Potencia nominal transformador trifásico..... 120/140 MVA
- ✓ Relación de transformación..... 400 ± 10x1,5% / 30 kV
- ✓ Grupo de conexión..... YNd11
- ✓ Frecuencia nominal..... 50 Hz
- ✓ Refrigeración..... ONAN – ONAF
- ✓ Tensión de cortocircuito ( $U_{cc}$ ) ..... 15%

El transformador dispondrá de regulación en carga con tomas y de los siguientes accesorios:

- ✓ Depósito de expansión.
- ✓ Indicador de nivel de aceite.
- ✓ Desecador de silicagel.
- ✓ Protección Buchholz.
- ✓ Termómetro.
- ✓ Válvula de alivio de sobrepresión.
- ✓ Tapón de vaciado y toma de muestras.
- ✓ Válvulas de filtrado.
- ✓ Radiadores desmontables con válvula de independización.
- ✓ Calzas aislantes.

#### 5.2.5 SISTEMA DE 400 kV

##### 5.2.5.1 GENERALIDADES

La parte de la subestación con nivel de tensión de 400 kV se encontrará ubicada en un recinto vallado en el que se instalará el embarrado, el transformador de potencia, las dos posiciones de línea y la aparamenta en dicho nivel de tensión (interruptores, seccionadores con puesta a tierra, seccionadores de barras transformadores de intensidad, transformadores de tensión y autoválvulas), así como sus correspondientes estructuras metálicas de soporte. También se instalarán elementos del esquema de 30 kV tales como las reactancias de puesta a tierra del sistema, las baterías de condensadores y el aparellaje necesario para su maniobra.

Las barras de 30 kV del parque interior recibirán la energía generada en las plantas fotovoltaicas “CSF LIBIENERGY PEÑALBA 1”, “CSF LIBIENERGY PEÑALBA 2” y “CSF LIBIENERGY ARAGONESA” que serán evacuadas al sistema, junto con la energía generada por la subestación “HIBERUS” mediante una línea de 400 kV, por medio de una línea aérea de alta tensión de 400 kV que enlazará con la subestación “Almendra Promotores”. Se dispondrá por lo tanto de una posición de transformador de

	<p><b>SUBESTACIÓN ELÉCTRICA 400/30 kV</b>  <b>“LIBIENERGY”</b>          EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE FRAGA          (PROVINCIA DE HUESCA)</p>	<p>MAYO DE 2023</p>	<p>COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA          N.º Colegiado.: 0002207          DAVID GAVÍN ASSO  <b>VISADO N.º : VD02065-23A</b>          DE FECHA : 15/5/23  <b>E-VISADO</b></p>
---	---	---------------------	---

potencia, elevador y dos posiciones de línea, con sus correspondientes equipos de medida y facturación. En el Documento 3, “Planos” se incluyen los esquemas unifilares y la disposición en planta de la aparamenta que se va a describir a continuación.

La topología en el parque de 400 kV será de simple barra, formada por una posición de transformador de potencia (400/30kV 140 MVA) y dos posiciones de líneas. El nivel de 400 kV estará constituido por:

Cada una de las dos posiciones de línea estarán constituidas por:

- ✓ Un (1) pórtico de línea formado por un juego de tres (3) cadenas de aisladores de 420 kV.
- ✓ Un juego de tres (3) pararrayos autoválvula de óxido metálico, con contador de descargas en zona salida línea.
- ✓ Un juego de tres (3) transformadores de tensión tipo inductivo para medida y protección.
- ✓ Un (1) conjunto de tres (3) seccionadores unipolares, con puesta a tierra, para salida de línea de 420 kV.
- ✓ Un (1) conjunto de tres (3) seccionadores unipolares, tipo pantógrafo, para conexión a barras de 420 kV.
- ✓ Un (1) conjunto de tres (3) interruptores monofásicos automáticos de 420 kV de corte en SF<sub>6</sub>.
- ✓ Un juego de tres (3) transformadores de intensidad para medida y protección.
- ✓ Un (1) aislador de 420 kV.

La posición de transformador estará constituida por:

- ✓ Un juego de tres (3) pararrayos autoválvula de óxido metálico, con contador de descargas junto al transformador.
- ✓ Un (1) conjunto de tres (3) seccionadores unipolares, tipo pantógrafo, para conexión a barras de 420 kV.
- ✓ Un (1) conjunto de tres (3) interruptores monofásicos automáticos de 420 kV de corte en SF<sub>6</sub>.
- ✓ Un juego de tres (3) transformadores de intensidad para medida y protección.
- ✓ Un (1) aislador de 420 kV.

La posición de barras estará constituida por:

- ✓ Un juego de tres (3) transformadores de tensión tipo inductivo para medida y protección.

Las líneas de 400 kV estarán protegidas mediante una protección direccional de neutro (67N), una protección de distancia (21) y otra protección diferencial longitudinal (87L).

La parte del transformador de potencia estará protegida mediante tres relés de sobreintensidad de fase (50), más una protección de sobreintensidad de neutro para faltas a tierra (51N).

	<p><b>SUBESTACIÓN ELÉCTRICA 400/30 kV</b>  <b>“LIBIENERGY”</b>          EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE FRAGA          (PROVINCIA DE HUESCA)</p>	<div style="border: 2px solid blue; padding: 5px; text-align: center;"> <p>COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA</p> <p>Nº Colegiado.: 0002207  <small>DAVID GAVÍN ASSO</small></p> <p><b>VISADO Nº. : VD02065-23A</b>  <small>MAYO DE 2023 : 15/5/23</small></p> <p><b>E-VISADO</b></p> </div>
---	---	---

La actuación de la protección diferencial (87T) y la de las protecciones del propio transformador (63N-63BJ-63B-26), estarán concentradas en un relé de disparo y bloqueo (86), con rearme manual, que dispara los interruptores del transformador.

Las protecciones propias del transformador y la protección diferencial dan orden de disparo a los interruptores situados a ambos lados del transformador, mientras que las protecciones de sobreintensidad del transformador, disparan al interruptor de nivel de tensión al que van asociadas.

En el lado de alta tensión se dispondrá de contador electrónico combinado de energía activa y reactiva bidireccional.

En las posiciones de línea, se dispondrá de la medida de tensión de las mismas.

Los circuitos de intensidad y tensión de los equipos de medida y protección, estarán alimentados de los transformadores de intensidad y tensión correspondientes.

#### 5.2.5.2 INTERRUPTORES DE POTENCIA

Para la apertura y cierre de cada posición de 400 kV, se han previsto la instalación un juego de tres interruptores automáticos unipolares de SF<sub>6</sub>, para montaje en intemperie.

Sus características principales son:

✓ Tensión de servicio [kV] .....	420
✓ Frecuencia [Hz] .....	50
✓ Intensidad nominal de servicio [A] .....	4.000
✓ Poder de corte nominal bajo cortocircuito [kA] .....	50
✓ Tensión de ensayo con onda 1,2/50 µs [kV].....	1.425

Los interruptores estarán dotados de mando eléctrico de operación acumulada en el resorte.

Se instalarán un total de 3 juegos de 3 interruptores monopolares de 400 kV.

#### 5.2.5.3 SECCIONADORES CON P.A.T. DE LÍNEA

Para poder efectuar el seccionamiento de las líneas, se ha previsto el montaje de tres seccionadores unipolares para 420 kV por cada una de las dos posiciones de línea, de tipo intemperie, de doble apertura lateral.

Las características técnicas principales de estos seccionadores son las siguientes:

✓ Tensión nominal [kV] .....	420
✓ Frecuencia [Hz] .....	50
✓ Intensidad nominal de servicio [A] .....	3.150
✓ Intensidad admisible de corta duración [kA].....	50
✓ Intensidad admisible (valor cresta) [kA] .....	105
✓ Mando.....	AE-90

Los seccionadores estarán equipados con accionamiento por motor eléctrico.

Se instalarán un total de 2 juegos de 3 seccionadores unipolares con cuchillas de puesta a tierra de 400 kV.

	<p style="text-align: center;"><b>SUBESTACIÓN ELÉCTRICA 400/30 kV</b>  <b>“LIBIENERGY”</b>          EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE FRAGA          (PROVINCIA DE HUESCA)</p>	<p style="text-align: right;">MAYO DE 2023</p>
---	---	--

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA

Nº Colegiado.: 0002207  
DAVID GAVÍN ASSO

VISADO Nº : VD02065-23A  
MAYO DE 2023 : 15/5/23

E-VISADO

#### 5.2.5.4 SECCIONADORES DE BARRAS

Para poder efectuar el seccionamiento del embarrado, se ha previsto el montaje de tres seccionadores unipolares para 420 kV, tipo pantógrafos, por cada una de las tres posiciones, de tipo intemperie.

Las características técnicas principales de estos seccionadores son las siguientes:

- ✓ Tensión nominal [kV] ..... 420
- ✓ Frecuencia [Hz] ..... 50
- ✓ Intensidad nominal de servicio [A] ..... 3.150
- ✓ Intensidad admisible de corta duración [kA] ..... 50
- ✓ Intensidad admisible (valor cresta) [kA] ..... 105
- ✓ Mando ..... AE-90

Los seccionadores estarán equipados con accionamiento por motor eléctrico.

Se instalarán un total de 3 juegos de 3 seccionadores unipolares tipo pantógrafos de 400kV.

#### 5.2.5.5 TRANSFORMADORES DE INTENSIDAD POSICIÓN LINEA A S.E. HIBERUS

Se instalarán junto al seccionador de línea de 400 kV, tres transformadores de intensidad que alimentarán los circuitos de medida y protección.

A continuación, se describen las principales características de estos transformadores:

- ✓ Tensión más elevada [kV] ..... 420
- ✓ Tensión de servicio [kV] ..... 400
- ✓ Frecuencia [Hz] ..... 50
- ✓ Relación de transformación [A] ..... 400-800/5-5-5-5
- ✓ Potencias y clases de precisión
- ✓ Arrollamientos de medida ..... 20 VA cl. 0.2s
- ✓ Arrollamientos de medida para telecontrol ..... 20 VA cl. 0,5-3P
- ✓ Arrollamientos de protección 1 ..... 30 VA cl. 5P20
- ✓ Arrollamientos de protección 2 ..... 30 VA cl. 5P20

#### 5.2.5.6 TRANSFORMADORES DE INTENSIDAD POSICIÓN DE TRANSFORMADOR

Se instalarán junto al interruptor de 400 kV, tres transformadores de intensidad que alimentarán los circuitos de medida y protección.

A continuación, se describen las principales características de estos transformadores:

- ✓ Tensión más elevada [kV] ..... 420
- ✓ Tensión de servicio [kV] ..... 400
- ✓ Frecuencia [Hz] ..... 50
- ✓ Relación de transformación [A] ..... 200-400/5-5-5-5
- ✓ Potencias y clases de precisión

	<b>SUBESTACIÓN ELÉCTRICA 400/30 kV</b> <b>“LIBIENERGY”</b> EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE FRAGA (PROVINCIA DE HUESCA)	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: auto;"> <p style="text-align: center; font-size: small;">COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA</p> <p style="text-align: center; font-size: x-small;">Nº Colegiado.: 0002207 DAVID GAVÍN ASSO</p> <p style="text-align: center; font-size: x-small;">VISADO Nº : VD02065-23A DE FECHA : 15/5/23</p> <p style="text-align: center; font-size: large; font-weight: bold; color: blue;">E-VISADO</p> </div>
---	--	---

- ✓ Arrollamientos de medida ..... 20 VA cl. 0.2s
- ✓ Arrollamientos de medida para telecontrol ..... 30 VA cl. 0,5-3P
- ✓ Arrollamientos de protección 1 ..... 30 VA cl. 5P20
- ✓ Arrollamientos de protección 2 ..... 30 VA cl. 5P20

#### 5.2.5.7 TRANSFORMADORES DE INTENSIDAD POSICIÓN LINEA A S.E. ALMENDRA PROMOTORES

Se instalarán junto al seccionador de línea de 400 kV, tres transformadores de intensidad que alimentarán los circuitos de medida y protección.

A continuación, se describen las principales características de estos transformadores:

- ✓ Tensión más elevada [kV] ..... 420
- ✓ Tensión de servicio [kV] ..... 400
- ✓ Frecuencia [Hz] ..... 50
- ✓ Relación de transformación [A] ..... 600-1.200/5-5-5-5
- ✓ Potencias y clases de precisión
- ✓ Arrollamientos de medida ..... 20 VA cl. 0.2s
- ✓ Arrollamientos de medida para telecontrol ..... 20 VA cl. 0,5-3P
- ✓ Arrollamientos de protección 1 ..... 30 VA cl. 5P20
- ✓ Arrollamientos de protección 2 ..... 30 VA cl. 5P20

#### 5.2.5.8 TRANSFORMADORES DE TENSIÓN INDUCTIVOS

En ambas posiciones de línea y en la posición del embarrado, se instalarán un juego de tres transformadores de tensión inductivos (por posición) cuyas características eléctricas más importantes son:

- ✓ Tensión más elevada [kV] ..... 420
- ✓ Tensión de servicio [kV] ..... 400
- ✓ Frecuencia [Hz] ..... 50
- ✓ Relación de transformación [kV]: ..... 400:√3 / 0,11:√3-0,11:√3-0,11:3

Potencias y clase de precisión

- ✓ Arrollamiento de medida ..... 20 VA, cl 0.2
- ✓ Arrollamiento protección 1 ..... 30 VA, cl 0.5-3P
- ✓ Arrollamiento protección 2 ..... 30 VA, cl 0.5-3P

Todos los juegos de transformadores de intensidad y tensión de medida y protección llevarán sus correspondientes cajas para formación de tensiones e intensidades consistentes en armarios de poliéster de aproximadamente 500 x 400 x 300 mm, en cuya placa de montaje se alojan las bornas y elementos de protección necesarios para la unificación de las señales.

	<p style="text-align: center;"><b>SUBESTACIÓN ELÉCTRICA 400/30 kV</b>  <b>“LIBIENERGY”</b>          EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE FRAGA          (PROVINCIA DE HUESCA)</p>	<p style="text-align: center;">MAYO DE 2023</p>
---	---	---

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA

Nº Colegiado.: 0002207  
 DAVID GAVÍN ASSO

**VISADO Nº : VD02065-23A**  
 MAYO DE 2023 : 15/5/23

E-VISADO

### 5.2.5.9 AUTOVÁLVULAS

Para proteger la instalación contra las sobretensiones de origen atmosférico, o las que por cualquier otra causa pudieran producirse, se han proyectado el montaje de tres juegos de tres pararrayos tipo autoválvula, un juego por cada posición de 400 kV.

Las características más significativas son las siguientes:

- ✓ Tensión de servicio continuo  $U_c$  [kV]..... 264
- ✓ Tensión asignada  $U_r$  [kV] ..... 330
- ✓ Corriente de descarga asignada [kA] ..... 20
- ✓ Clase..... 4
- ✓ Nivel de aislamiento [kV] ..... 1.425
- ✓ Servicio ..... Intemperie

Las autoválvulas a utilizar serán de óxido de zinc con recubrimiento exterior de porcelana y cada una de las autoválvulas a instalar irá equipada con un contador de descargas y se instalará sobre soporte metálico individual.

### 5.2.6 EMBARRADOS

#### 5.2.6.1 GENERALIDADES

Los embarrados principales y auxiliares se elegirán de forma que las temperaturas máximas previstas no provoquen calentamientos por encima de 40 °C sobre la temperatura ambiente. Asimismo, soportarán los esfuerzos electrodinámicos y térmicos de las corrientes de cortocircuito previstas, sin que se produzcan deformaciones permanentes.

A continuación, se reflejan las intensidades nominales y de diseño, tanto en régimen permanente como en condiciones de cortocircuito, apreciándose que se han elegido unos valores para el diseño de embarrados superiores a los nominales con un margen de seguridad suficiente:

Sistema de 400 kV:

Posición línea a S.E. Hiberus

- ✓ Intensidad nominal de la instalación ..... 433,01 A
- ✓ Intensidad de cortocircuito soportada: ..... 50 kA

Posición línea a S.E. Almendra Promotores

- ✓ Intensidad nominal de la instalación ..... 635,085 A
- ✓ Intensidad de cortocircuito soportada: ..... 50 kA

Posición de transformador 140/120 MVA lado 400kV

- ✓ Intensidad nominal de la instalación ..... 202,073 A
- ✓ Intensidad de cortocircuito soportada: ..... 50 kA

Sistema de 30 kV:

CSF LIBIENERGY PEÑALBA 1:

- ✓ Intensidad nominal de la instalación: ..... 855,33 A

	<b>SUBESTACIÓN ELÉCTRICA 400/30 kV</b> <b>“LIBIENERGY”</b> EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE FRAGA (PROVINCIA DE HUESCA)	MAYO DE 2023 <div style="border: 2px solid blue; padding: 5px; width: fit-content; margin: auto;"> <p style="font-size: small; margin: 0;">COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA</p> <p style="margin: 0;">Nº.Colegiado.: 0002207 DAVID GAVÍN ASSO</p> <p style="margin: 0;">VISADO Nº. : VD02065-23A DE FECHA : 15/5/23</p> <p style="font-size: large; font-weight: bold; margin: 0; color: blue;">E-VISADO</p> </div>
---	--	---

✓ Intensidad de cortocircuito soportada: ..... 25 kA

**CSF LIBIENERGY PEÑALBA 2:**

✓ Intensidad nominal de la instalación: ..... 855,33 A

✓ Intensidad de cortocircuito soportada: ..... 25 KA

**CSF LIBIENERGY ARAGONESA:**

✓ Intensidad nominal de la instalación: ..... 748,42 A

✓ Intensidad de cortocircuito soportada: ..... 25 kA

**5.2.6.2 EMBARRADO DE 400 kV**

El embarrado de 400 kV estará constituido por tubo de Aluminio de diámetro int./ext. 150/134 mm (sección 3.567 mm<sup>2</sup>), que admite un paso de corriente permanente de 3.890 A, montado sobre aisladores cerámicos.

La conexión de la aparata de alta tensión se realizará mediante cable dúplex de aluminio – acero LARL-517, RAIL, cuyas características son:

✓ Sección total ..... 516,80 mm<sup>2</sup>

✓ Composición: ..... 45+7 hilos de aluminio y acero respectivamente

✓ Diámetro: ..... 29,61 mm

✓ Peso: ..... 1.600 kg/km

✓ Resistencia eléctrica (a 20º C): ..... 0,0584 Ω/km

✓ Corriente admisible (sin sol y sin viento): ..... 863,23 A (Por conductor)

Las conexiones entre el conductor citado anteriormente y los diferentes elementos se realizará a través de racores de conexión de fabricación con técnica de ánodo masivo, de diseño circular y equipados con tornillería de acero inoxidable.

Se emplearán conectores bimetálicos en caso de unión de metales de electronegatividades diferentes (cobre-aluminio).

**5.2.6.3 EMBARRADO DE 30 kV**

En la salida de bornas del devanado secundario del transformador de potencia, hasta su conexión con los terminales, el embarrado estará constituido por tubo de aluminio 120 mm de diámetro exterior y 106 mm de diámetro interior (sección 2.485 mm<sup>2</sup>), que admite un paso de corriente permanente de 3.100 A.

La conexión entre los embarrados de salida del transformador de potencia y cada una de las 3 celdas de transformador de 30 kV se hace a través de dos ternas de cable de potencia de 630 mm<sup>2</sup> de cobre, tipo RH5Z1 18/30 kV y terminales flexibles, que soportan una intensidad máxima de 1.092,72 A.

**5.2.7 SISTEMA DE 30 kV**

**5.2.7.1 SALIDA DE 30 kV**

En la salida de media tensión del transformador 400/30 kV se colocará la siguiente aparata de exterior:

	<b>SUBESTACIÓN ELÉCTRICA 400/30 kV</b> <b>“LIBIENERGY”</b> EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE FRAGA (PROVINCIA DE HUESCA)	MAYO DE 2023 <div style="border: 2px solid blue; padding: 5px; width: fit-content; margin: auto;"> <p style="font-size: small; margin: 0;">COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA</p> <p style="margin: 0;">Nº Colegiado.: 0002207 DAVID GAVÍN ASSO</p> <p style="margin: 0;">VISADO Nº : VD02065-23A DEFECHA : 15/5/23</p> <p style="font-size: large; font-weight: bold; margin: 0; color: blue;">E-VISADO</p> </div>
---	--	---

Un juego de tres (3) unidades de pararrayos autoválvula de óxido metálico con envoltura polimérica de las siguientes características:

- ✓ Tensión asignada ..... 36 kV
- ✓ Tensión máxima de servicio continuo ..... 29 kV
- ✓ Clase ..... 2
- ✓ Distancia de fuga mínima ..... 900 mm
- ✓ Corriente de descarga asignada ..... 10 kA
- ✓ Nivel de aislamiento ..... 170 kV
- ✓ Servicio ..... Intemperie

Nueve (9) aisladores apoyo.

Dieciocho (18) terminales exteriores para cable 18/30 kV. (6 asociados a cada parque)

Una (1) unidad de Transformador de Intensidad Toroidal, para protección contra faltas a tierra, a instalar en la puesta a tierra de la reactancia, con las características siguientes:

- ✓ Tensión nominal ..... 36 kV
- ✓ Relación de transformación ..... 500 / 5 A
- ✓ Clase de precisión ..... 15 VA 5P20

Tres (3) unidades de Transformadores de Intensidad para protección de la reactancia, a instalar en el primario de ésta, de las siguientes características:

- ✓ Tensión nominal ..... 36 kV
- ✓ Relación de transformación ..... 500 / 5 A
- ✓ Clase de precisión ..... 15 VA 5P20

Tres (3) unidades de seccionadores unipolares para desconexión de la reactancia, a instalar en el primario de ésta, de las siguientes características:

- ✓ Tensión nominal ..... 36 kV
- ✓ Intensidad nominal ..... 630 A
- ✓ Intensidad de corta duración ..... 25 kA
- ✓ Mando ..... Manual

La conexión de las celdas de media tensión con el transformador de potencia se realizará mediante cable aislado instalado en canal de cables o bajo tubo hasta el bastidor donde se realizará la conversión subterránea y desde donde partirá el embarrado hasta las bornas del transformador.

El embarrado hasta el transformador de potencia será de tubo o pletina de cobre de las dimensiones adecuadas para soportar la intensidad que circule por el conductor.

Los terminales de conexión se adecuarán a los tipos de bornas del transformador y la celda.

### 5.2.7.2 REACTANCIA

Con objeto de poder detectar las faltas monofásicas que se produzcan en la barra de 30 kV se dispondrá de una reactancia en la salida de 30 kV del transformador. La ausencia de esta reactancia provoca que, ante una falta de estas características, no haya circulación de corrientes por tierra y, sin

	<b>SUBESTACIÓN ELÉCTRICA 400/30 kV</b> <b>“LIBIENERGY”</b> EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE FRAGA (PROVINCIA DE HUESCA)	MAYO 2023	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> <p style="font-size: 8px; margin: 0;">COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA</p> <p style="font-size: 8px; margin: 0;">Nº Colegiado.: 0002207 DAVID GAVÍN ASSO</p> <p style="font-size: 8px; margin: 0;">VISADO Nº : VD02065-23A MAYO 2023 : 15/5/23</p> <p style="font-size: 12px; margin: 0; text-align: center;"><b>E-VISADO</b></p> </div>
---	--	-----------	--

embargo, se produzcan sobretensiones cosa no deseable. La corriente de falta se limita a 500 A y una duración de falta de 30 segundos. La reactancia tendrá las siguientes características:

- ✓ Tipo ..... Trifásica en baño de aceite mineral
- ✓ Instalación..... Intemperie
- ✓ Numero de fases ..... 3
- ✓ Frecuencia nominal..... 50 Hz
- ✓ Modo de refrigeración..... ONAN
- ✓ Conexión ..... Zig-Zag (ZNO)
- ✓ Máxima corriente de falta a tierra (por neutro) ..... 500 A
- ✓ Duración máxima de la falta a tierra ..... 30 s
- ✓ Máxima corriente en régimen continuo (falta resistente) ..... 50 A
- ✓ Impedancia homopolar de fase ..... 70/104 Ω

### 5.2.7.3 CELDAS 30 kV

#### 5.2.7.3.1 GENERALIDADES

Las celdas son del tipo blindado y encapsulado trifásico con aislamiento de gas hexafluoruro de azufre (SF<sub>6</sub>).

El conjunto de celdas para maniobra está formado por tres embarrados simple barra distinguidos con las siguientes celdas en cada uno:

- Embarrado A (Posiciones de A.1 a A.6):
  - ✓ Una (1) Posición de transformador.
  - ✓ Tres (3) Posiciones de Línea.
  - ✓ Una (1) Posición de SSAA.
  - ✓ Una (1) Posición de BBCC.
  - ✓ Medida de Tensión en Barras
- Embarrado B (Posiciones de B.1 a B.6):
  - ✓ Una (1) Posición de transformador.
  - ✓ Tres (3) Posiciones de Línea.
  - ✓ Una (1) Posición de SSAA.
  - ✓ Una (1) Posición de BBCC.
  - ✓ Medida de Tensión en Barras
- Embarrado C (Posiciones de C.1 a C.6):
  - ✓ Una (1) Posición de transformador.
  - ✓ Tres (3) Posiciones de Línea.
  - ✓ Una (1) Posición de SSAA.
  - ✓ Una (1) Posición de BBCC.

	<b>SUBESTACIÓN ELÉCTRICA 400/30 kV</b> <b>“LIBIENERGY”</b> EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE FRAGA (PROVINCIA DE HUESCA)	<div style="border: 1px solid blue; padding: 5px;"> <p style="text-align: center; font-size: small;">COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA</p> <p>Nº.Colegiado.: 002207  <small>DAVID GAVÍN ASSO</small></p> <p style="text-align: center; font-weight: bold; font-size: small;">VISADO Nº : VD02065-23A  <small>MAYO 2023 : 15/5/23</small></p> <p style="text-align: center; font-size: x-large; font-weight: bold; color: blue;">E-VISADO</p> </div>
---	--	---

- ✓ Medida de Tensión en Barras

Características generales de las celdas:

- ✓ Tensión nominal de aislamiento:..... 36 kV
- ✓ Tensión de servicio: ..... 30 kV
- ✓ Intensidad nominal del embarrado: .....1.250 A
- ✓ Corriente de cortocircuito simétrica admisible: ..... 25 kA

5.2.7.3.2 POSICIONES DE LÍNEA

- Tres detectores de presencia de tensión capacitivos
- Tres transformadores de intensidad:
  - ✓ Nivel de aislamiento .....0,72 kV
  - ✓ Relación de transformación.....300 - 600 / 5-5 A
  - ✓ Potencia y clase de precisión devanado 1 ..... 15 VA, cl. 0,5
  - ✓ Potencia y clase de precisión devanado 2 ..... 30 VA, cl. 5P20
- Un interruptor automático:
  - ✓ Nivel de aislamiento ..... 36 kV
  - ✓ Intensidad nominal .....630 A
  - ✓ Poder de corte en cortocircuito..... 25 kA
  - ✓ Capacidad de cierre en cortocircuito..... 63 kA
  - ✓ Ciclo de maniobra ..... O-0,3 s-CO-15 s-CO
- Un seccionador de barras con puesta a tierra:
  - ✓ Nivel de aislamiento ..... 36 kV
  - ✓ Intensidad nominal .....630 A
  - ✓ Intensidad de corta duración..... 25 kA
  - ✓ Mando de las cuchillas.....Manual

5.2.7.3.3 POSICIONES DE TRANSFORMADOR

- Tres detectores de presencia de tensión
- Tres transformadores de intensidad:
  - ✓ Nivel de aislamiento ..... 0,72 kV
  - ✓ Relación de transformación..... 600 – 1.200/5-5-5A
  - ✓ Potencia y clase de precisión devanado 1 ..... 10 VA, cl. 0,5
  - ✓ Potencia y clase de precisión devanado 2 ..... 30 VA, cl. 5P20
  - ✓ Potencia y clase de precisión devanado 3 ..... 30 VA, cl. 5P20
- Un interruptor automático:
  - ✓ Nivel de aislamiento ..... 36 kV

 	<b>SUBESTACIÓN ELÉCTRICA 400/30 kV</b> <b>“LIBIENERGY”</b> EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE FRAGA (PROVINCIA DE HUESCA)	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: auto;">         COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA          N.º Colegiado.: 0002207          DAVID GAVÍN ASSO  <b>VISADO N.º : VD02065-23A</b>          MAYO DE 2023 : 15/5/23  <b>E-VISADO</b> </div>
--	--	--

- ✓ Intensidad nominal ..... 1.250 A
- ✓ Poder de corte en cortocircuito..... 25 kA
- ✓ Capacidad de cierre en cortocircuito..... 80 kA
- ✓ Ciclo de maniobra ..... 0-0,3 s-CO-3 min-CO
- Un seccionador de barras con puesta a tierra
  - ✓ Nivel de aislamiento ..... 36 kV
  - ✓ Intensidad nominal ..... 1.250 A
  - ✓ Intensidad de corta duración..... 25 kA
  - ✓ Mando de las cuchillas..... Manual
- Tres transformadores de tensión inductivos (en el embarrado):
  - ✓ Nivel de aislamiento ..... 36 kV
  - ✓ Tensión de nominal..... 33 kV
  - ✓ Frecuencia..... 50 Hz
  - ✓ Tensión eficaz de ensayo 1 minuto 50 Hz..... 70 kV
  - ✓ Tensión de cresta de ensayo con onda 1,2/50 µs..... 170 kV
- Relación de transformación: ..... 33.000/√3 / 110/√3 / 110/√3 V
- Potencia y clase de precisión:
  - ✓ 1er devanado ..... 25 VA, cl. 0,5-3P
  - ✓ 2º devanado ..... 50 VA, cl. 3P

En el exterior de cada celda de transformador, se instalarán:

**Tres (3) Transformadores de Intensidad:**

Relación de transformación: ..... 800/5 A

Potencias y clases de precisión:

Arrollamiento de medida: ..... 10 VA cl.0,2s

**Tres (3) Transformadores de Tensión:**

Relación de transformación: ..... 30.000/√3 / 110/√3 V

Potencias y clases de precisión:

Arrollamiento de medida: ..... 10 VA cl.0,2

A través de estos elementos se podrá realizar la medida principal y redundante asociada a cada celda de transformador de 30kV.

5.2.7.3.4 POSICIONES DE BATERÍA DE CONDENSADORES

- Tres detectores de presencia de tensión capacitivos
- Tres transformadores de intensidad
  - ✓ Nivel de aislamiento ..... 0,72 kV
  - ✓ Relación de transformación..... 100 - 200/5-5 A

	<b>SUBESTACIÓN ELÉCTRICA 400/30 kV</b> <b>“LIBIENERGY”</b> EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE FRAGA (PROVINCIA DE HUESCA)	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: auto;"> <p style="text-align: center; font-size: small;">COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA</p> <p style="text-align: center; font-size: x-small;">Nº Colegiado.: 0002207 DAVID GAVÍN ASSO</p> <p style="text-align: center; font-size: x-small;">VISADO Nº : VD02065-23A DE FECHA : 15/5/23</p> <p style="text-align: center; font-size: large; font-weight: bold; color: blue;">E-VISADO</p> </div>
---	--	---

- ✓ Potencia y clase de precisión devanado 1 ..... 15 VA, cl. 0,5
- ✓ Potencia y clase de precisión devanado 2 ..... 30 VA, cl. 5P20
- Un interruptor automático
  - ✓ Nivel de aislamiento ..... 36 kV
  - ✓ Intensidad nominal ..... 630 A
  - ✓ Poder de corte en cortocircuito ..... 25 kA
  - ✓ Capacidad de cierre en cortocircuito ..... 80 kA
  - ✓ Ciclo de maniobra ..... 0-0,3 s-CO-3 min-CO
- Un seccionador de barras con puesta a tierra
  - ✓ Nivel de aislamiento ..... 36 kV
  - ✓ Intensidad nominal ..... 630 A
  - ✓ Intensidad de corta duración ..... 25 kA
  - ✓ Mando de las cuchillas ..... Manual

#### 5.2.7.3.5 POSICIONES DE TRAFOS DE SERVICIOS AUXILIARES

- Un interruptor-seccionador de 3 posiciones
  - ✓ Nivel de aislamiento ..... 36 kV
  - ✓ Intensidad nominal ..... 630 A
  - ✓ Intensidad de corta duración ..... 25 kA
  - ✓ Poder de cierre ..... 80 kA
  - ✓ Mando ..... Manual
- Tres fusibles
  - ✓ Intensidad nominal ..... 10 A

#### 5.2.8 TRANSFORMADORES DE SERVICIOS AUXILIARES

Se instalarán tres transformadores de SSAA dentro del edificio proyectado y sus características eléctricas principales serán:

- ✓ Potencia nominal ..... 50 kVA
- ✓ Nivel de aislamiento ..... 36 kV
- ✓ Relación de transformación .....  $30 \pm 2,5 \pm 5 + 7,5\%$  / 0,42 kV
- ✓ Grupo de conexión ..... Dyn11

#### 5.2.9 BATERÍAS DE CONDENSADORES COMPACTAS DE 3 MVAR

Se proyecta instalar tres baterías de condensadores, una por cada conjunto de celdas de 30kV, formada por una cabina compacta de envolvente metálica, preparada para trabajar protegida o en intemperie (IP 55), y en cuyo interior se sitúan los condensadores, en número de 12, hasta totalizar una potencia de 3 MVAR, el transformador de intensidad para la protección de desequilibrio y el dispositivo de puesta a tierra de seguridad del equipo.

	<b>SUBESTACIÓN ELÉCTRICA 400/30 kV</b> <b>“LIBIENERGY”</b> EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE FRAGA (PROVINCIA DE HUESCA)	MAYO 2023 <div style="border: 2px solid blue; padding: 5px; width: fit-content; margin: auto;"> <p style="font-size: small; margin: 0;">COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA</p> <p style="margin: 0;">Nº Colegiado.: 0002207 DAVID GAVÍN ASSO</p> <p style="margin: 0;">VISADO Nº : VD02065-23A FECHA : 15/5/23</p> <p style="font-size: large; font-weight: bold; margin: 0;">E-VISADO</p> </div>
---	--	---

Los seccionadores de la celda de batería quedarán enclavados mediante cerradura cuya llave sólo será accesible una vez abierto el interruptor situado en la batería de condensadores.

La composición del conjunto consta de los siguientes elementos:

- Doce (12) botes de condensadores (por cada batería)
  - ✓ Potencia nominal .....250 kVAr (3 MVAR)
  - ✓ Tensión nominal..... 18.200 V (18,2 kV)
  - ✓ Configuración.....Doble estrella
- Un transformador de intensidad toroidal para desequilibrio
  - ✓ Nivel de aislamiento ..... 36 kV
  - ✓ Relación de transformación..... 5 / 5 A
  - ✓ Secundario .....10VA cl. 5P10
- Un seccionador de p.a.t.
  - ✓ Nivel de aislamiento..... 36 kV
  - ✓ Intensidad de corta duración..... 16 kA
  - ✓ Mando de las cuchillas..... Manual
- Tres reactancias monofásicas
  - ✓ Tensión nominal..... 36 kV
  - ✓ Intensidad de corta duración..... 16 kA
  - ✓ Inductancia ..... 50 µH

### 5.2.10 SERVICIOS AUXILIARES

Para el suministro de energía en baja tensión a los distintos sistemas de maniobra y control se dispondrá de energía procedente de tres transformadores de 50 kVA de relación 30.000/420 V, que serán instalados cada uno de ellos en una sala independiente del edificio proyectado, desde donde se tomará la energía quedando cada TSA protegido mediante una celda de servicios auxiliares con ruptofusible.

### 5.2.11 SISTEMA DE BAJA TENSIÓN, CORRIENTE ALTERNA

Los cuadros de servicios auxiliares, de corriente alterna a 400 V, tomarán la energía de los citados transformadores.

Estos cuadros suministrarán energía a todos aquellos receptores que precisen de alimentación con corriente alterna, tales como los rectificadores de corriente continua, los equipos de control de la Subestación y la alimentación de los circuitos de fuerza y alumbrado de todo el edificio.

### 5.2.12 SISTEMA DE BAJA TENSIÓN, CORRIENTE CONTINUA

Con el fin de suministrar corriente continua a los dispositivos que lo precisan se instalarán dos equipos constituidos por baterías de NiCd de 125 Vcc y sus correspondientes equipos rectificadores, con alimentación de corriente alterna independiente para cada uno de ellos.

	<b>SUBESTACIÓN ELÉCTRICA 400/30 kV</b> <b>“LIBIENERGY”</b> EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE FRAGA (PROVINCIA DE HUESCA)	MAYO DE 2023	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> <p style="font-size: 8px; margin: 0;">COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA</p> <p style="font-size: 8px; margin: 0;">Nº.Colegiado.: 0002207 DAVID GAVÍN ASSO</p> <p style="font-size: 8px; margin: 0;">VISADO Nº. : VD02065-23A DE FECHA : 15/5/23</p> <p style="font-size: 12px; font-weight: bold; margin: 0; color: blue;">E-VISADO</p> </div>
---	--	--------------	---

La alimentación de los equipos de protección y control de cada posición se repartirá entre dos circuitos independientes. Cada uno de estos circuitos estará conectado a uno de los sistemas de baterías.

Los equipos de comunicaciones serán alimentados a 48 Vcc. Para esto se emplearán convertidores Vcc/Vcc de 125 Vcc/48Vcc, instalados en los mismos armarios que los equipos de comunicación.

### 5.2.13 SISTEMA DE PUESTA A TIERRA

#### 5.2.13.1 RED DE TIERRA INFERIORES

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 120 mm<sup>2</sup> 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.

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 °C 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.

#### 5.2.13.2 RED DE TIERRA AÉREA

Se instalarán nueve pararrayos tipo punta Franklin, con el fin de proteger la instalación frente a descargas atmosféricas. Dos de los pararrayos se situarán sobre el tejado del edificio de control que se construirá, otro anexo al transformador a instalar, otro se colocará junto al embarrado de 400 kV y a los Transformadores de tensión de barras, otro en el otro extremo del embarrado de 400 kV, y los otros 4 en los pórticos de las líneas de 400 kV.

### 5.3 CUADROS DE CONTROL Y ARMARIOS DE PROTECCIONES

#### 5.3.1 UNIDADES DE CONTROL

La Subestación contará con un Sistema Integrado de Control (SIC). El SIC estará diseñado para recoger en tiempo real toda la información de la subestación eléctrica, para su envío al sistema de telecontrol superior y almacenamiento local para la gestión a través del HMI, permitiendo la ejecución de órdenes remotas sobre los elementos de campo. Asimismo, permite el acceso a las protecciones para la visualización y configuración de las mismas.

	<p><b>SUBESTACIÓN ELÉCTRICA 400/30 kV</b>  <b>“LIBIENERGY”</b>          EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE FRAGA          (PROVINCIA DE HUESCA)</p>	<p>MAYO DE 2023</p>	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> <p style="font-size: small; margin: 0;">COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA</p> <p style="font-size: small; margin: 0;">Nº.Colegiado.: 0002207 DAVID GAVÍN ASSO</p> <p style="font-size: small; margin: 0;">VISADO Nº. : VD02065-23A MAYO DE 2023 : 15/5/23</p> <p style="font-size: large; font-weight: bold; margin: 0; color: blue;">E-VISADO</p> </div>
---	---	---------------------	--

Esta información se gestionará desde dos puntos: localmente (consola local de control y protección) y desde el Despacho de explotación.

El SIC estará formado básicamente por los siguientes elementos:

- ✓ Unidades de control y protección para cada posición (UCP)
- ✓ Unidad concentradora de todas las posiciones (UCS)
- ✓ Consola local de control (tipo PC)
- ✓ Sistema de comunicaciones para interconexión de la UCS con las UCPs
- ✓ Armario para alojamiento físico de los componentes

La comunicación interna entre los distintos componentes del SIC será por medio de cables de fibra óptica con protección contra roedores, en los canales de cables del edificio.

La configuración de comunicaciones ha de ser en estrella, de manera que sin pasar por la UCS siempre se permita la conexión directa entre UCPs de distintas posiciones para garantizar el funcionamiento correcto de posibles enclavamientos eléctricos entre ellas.

El protocolo de comunicación a emplear entre UCP y UCS debe responder a la configuración propuesta.

El protocolo de comunicaciones previsto para la conexión con telecontrol será del tipo normalizado IEC 60870-5-104.

### 5.3.2 ARMARIOS DE CONTROL Y ARMARIOS DE PROTECCIONES

Se instalarán, en una sala del edificio, todos los cuadros de control necesarios para garantizar la supervisión, monitorización, control y protección, así como los equipos de telemando y comunicaciones de las zonas de cada una de las propiedades de la subestación.

El cuadro de control alojará los conmutadores de símbolo y mando, señalización y alarmas y la medida instantánea. Los relés para las protecciones del parque irán alojados en sus correspondientes bastidores.

Para que la compañía eléctrica disponga de telemedida se instalarán convertidores de tensión y potencia activa y reactiva.

En los cuadros de control se alojarán los aparatos de medida, relés de protección, pulsadores, conmutadores, señalizaciones y alarmas de la instalación.

Se tendrán diferentes tipos de protecciones según las diferentes posiciones de las que consta la subestación:

#### 1- Posiciones de LÍNEA de 400 kV:

- Las medidas que se indicarán serán:
  - ✓ Tensión, intensidad, potencia activa y potencia reactiva.
- Las protecciones y automatismos serán:
  - ✓ Distancia tripolar, con teleprotección .....21
  - ✓ Direccional de neutro ..... 67N
  - ✓ Diferencial de línea ..... 87L
  - ✓ Sobreintensidad temporizada inversa e instantánea ..... 51/50

 	<b>SUBESTACIÓN ELÉCTRICA 400/30 kV</b> <b>“LIBIENERGY”</b> EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE FRAGA (PROVINCIA DE HUESCA)	<div style="border: 1px solid blue; padding: 5px;">         COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA          N.º Colegiado.: 0002207          DAVID GAVÍN ASSO  <b>VISADO N.º : VD02065-23A</b>          MAYO 2023 : 15/5/23  <b>E-VISADO</b> </div>
--	--	--

- ✓ Sobreintensidad temporizada inversa e instantánea neutro ..... 51N/50N
- ✓ Fallo de interruptor ..... 50s+62
- ✓ Automatismo reenganchador (\*) ..... 79
- ✓ Vigilancia de circuitos de disparo ..... 3
- ✓ Máxima frecuencia ..... 81M
- ✓ Mínima frecuencia ..... 81m
- ✓ Mínima tensión ..... 27
- ✓ Máxima tensión ..... 59
- ✓ Protección contra faltas a tierra ..... 64

(\*) Para la activación de esta función se deberán tener en cuenta los requisitos legales a tal fin (detección de presencia de tensión superior al 85% de la nominal y temporización de 3 minutos previos a la reconexión del parque).

**2- Posición de BARRAS de 400 kV:**

- Las medidas que se indicarán serán:
  - ✓ Tensión, intensidad, potencia activa y potencia reactiva.
- Las protecciones y automatismos serán:
  - ✓ Relé de bloqueo Diferencial de Barras ..... 86B
  - ✓ Diferencial de Barras ..... 87B

**3- Posición de transformador 400/30 kV:**

- Las medidas que se indicarán serán:
  - ✓ En 400 kV: Intensidad, potencia activa y potencia reactiva.
  - ✓ En 30 kV: Intensidad, tensión, potencia activa y potencia reactiva.
- Regulador
  - ✓ En 400kV posición de toma (TAP)
- Las protecciones y automatismos en 400 kV serán:
  - ✓ Diferencial de transformador ..... 87T
  - ✓ Sobreintensidad temporizada inversa e instantánea ..... 51/50
  - ✓ Sobreintensidad temporizada inversa e instantánea neutro ..... 51N/50N
  - ✓ Fallo de interruptor ..... 50s+62
  - ✓ Vigilancia de circuitos de disparo ..... 3
  - ✓ Bloqueo conexión de interruptor ..... 86
- Las protecciones y automatismos en 30 kV serán:
  - ✓ Diferencial de transformador ..... 87T
  - ✓ Sobreintensidad temporizada inversa e instantánea ..... 51/50
  - ✓ Regulador ..... 90
  - ✓ Fallo de interruptor ..... 50s+62

	<b>SUBESTACIÓN ELÉCTRICA 400/30 kV</b> <b>“LIBIENERGY”</b> EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE FRAGA (PROVINCIA DE HUESCA)	MAYO DE 2023	COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA N.º Colegiado.: 0002207 DAVID GAVÍN ASSO <b>VISADO N.º : VD02065-23A</b> MAYO DE 2023 : 15/5/23 <b>E-VISADO</b>
---	--	--------------	--

✓	Vigilancia de circuitos de disparo .....	3
✓	Bloqueo conexión de interruptor .....	86
-	Las protecciones comunes a ambos devanados serán:	
✓	Temperatura .....	26
✓	Imagen Térmica .....	49
✓	Buchholz.....	63B
✓	Sobrepresión.....	63L
✓	Nivel de aceite .....	63N
✓	Nivel de aceite del regulador .....	63BJ

#### 4- Posiciones de línea 30 kV

-	Las medidas que se indicarán serán:	
✓	Intensidad, potencia activa y potencia reactiva.	
-	Las protecciones serán:	
✓	Sobreintensidad temporizada inversa e instantánea .....	51/50
✓	Sobreintensidad temporizada inversa e instantánea de neutro .....	51N/50N
✓	Automatismo reenganchador .....	79
✓	Vigilancia de circuitos de disparo .....	3

#### 5- Posiciones de Batería de condensadores 30 kV

-	Las medidas que se indicarán serán:	
✓	Intensidad, potencia activa y potencia reactiva.	
-	Las protecciones serán:	
✓	Sobreintensidad temporizada inversa e instantánea .....	51/50
✓	Sobreintensidad temporizada inversa e instantánea de neutro .....	51N/50N
✓	Sobreintensidad de desequilibrio de neutro .....	50Nd
✓	Vigilancia de circuitos de disparo .....	3

Los equipos necesarios para realizar las funciones de mando, medida, protección, señalización, alarmas y telemando se alojarán en un conjunto de armarios metálicos, constituyendo el denominado cuadro de control.

Los armarios son de apertura frontal con dos puertas superpuestas. La primera de metacrilato transparente de protección y la segunda formada por un bastidor móvil para alojar racks de 19". En el interior del armario se alojan los relés de protección, relés auxiliares, magnetotérmicos y bornas. En el frontal del armario se colocan los equipos de medida, protección y control. Estos equipos se montan en cajas de ¼ de rack de 19", en 6 alturas, previstos para su montaje empotrado en panel.

Los equipos de protección contienen un display gráfico de control. La presentación del estado del interruptor y seccionadores se hace mediante un mímico interactivo. El mando se realiza a través de pulsadores que lleva la propia protección y que actúan directamente o a través de relés auxiliares, realizando las funciones de conexión-desconexión del interruptor, reenganchador servicio-fuera

	<p style="text-align: center;"><b>SUBESTACIÓN ELÉCTRICA 400/30 kV</b>  <b>“LIBIENERGY”</b>          EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE FRAGA          (PROVINCIA DE HUESCA)</p>	<p style="text-align: center;">MAYO 2023</p>	<div style="border: 2px solid blue; padding: 5px;"> <p style="text-align: center; font-size: small;">COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA</p> <p style="text-align: center; font-size: x-small;">Nº Colegiado.: 0002207 DAVID GAVÍN ASSO</p> <p style="text-align: center; font-size: x-small;">VISADO Nº : VD02065-23A DE FECHA : 15/5/23</p> <p style="text-align: center; font-size: large; font-weight: bold; color: blue;">E-VISADO</p> </div>
---	---	--	--

servicio, mando local-telemando, etc. La indicación de alarmas se realiza mediante unos leds de la protección y su correspondiente pantalla en la que aparecen indicadas.

Las funciones de telemando se realizan a través de todos los elementos anteriormente descritos.

El cableado interior de los armarios se realiza mediante hilo flexible de cobre, con aislamiento libre de halógenos (ES07Z1), no propagador del fuego, de secciones 1,5mm<sup>2</sup> y 2,5mm<sup>2</sup>. Los cables irán por dentro de canaletas, con aberturas laterales para salidas de cable y tapas extraíbles. Cada punta de cable tendrá el terminal correspondiente. Las interconexiones se realizarán a través de regletas terminales formadas por bornas seccionables o no seccionables, debidamente rotuladas.

#### 5.4 EQUIPOS DE MEDIDA FISCAL

En cuanto los equipos contadores-registradores, cumpliendo con lo especificado en el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico y más concretamente en las instrucciones técnicas complementarias (punto 4.5), para puntos de medida de tipo 1 (potencia intercambiada anual igual o superior a 5 GWh) se instalarán contadores de energía activa de clase 0,2s y reactiva de clase 0,2 para medida principal y redundante.

El equipamiento necesario que se ha previsto para el consumo de energía será el siguiente:

- ✓ Transformadores de tensión e intensidad.
- ✓ Contadores de energía activa que, en el caso de los estáticos, deberán contar con el correspondiente certificado de conformidad a las normas UNE-EN 60,687 y UNE-EN 61,036 para su clase de precisión, simple tarifa, conexión a 4 hilos, clase de precisión ≤ 0,2S.
- ✓ El registro de energía activa será realizado en todos los sentidos en los que sea posible la circulación de la energía.
- ✓ Contadores de energía reactiva que, en el caso de los estáticos, deberán contar con el correspondiente certificado de conformidad a las normas UNE-EN 61,268 para su clase de precisión, 4 hilos, clase de precisión ≤ 0,5. El registro de energía reactiva será realizado en todos los cuadrantes en la que sea posible la circulación de la energía.

El registro de energía reactiva será realizado en todos los cuadrantes en los que sea posible la circulación de la energía,

- ✓ Registrador-discriminador tarifario, destinado al almacenamiento de las medidas procedentes de los contadores y dar apoyo a la teletransmisión, podrá tener la función de máxímetro y de acumulación de curvas de carga.
- ✓ Podrá almacenar la información de uno o más equipos de medida.
- ✓ El período de integración deberá ser de 15 minutos, aunque deberá ser posible parametrizar valores inferiores.
- ✓ Dispondrá de un módem para red telefónica conmutada, compatible con el puesto central de teled medida.

#### 5.5 SISTEMAS COMPLEMENTARIOS

La subestación contará con una serie de sistemas que complementan la operatividad de la misma garantizando la seguridad en condiciones de riesgo o simplemente manteniendo las condiciones ambientales suficientes.

	<p><b>SUBESTACIÓN ELÉCTRICA 400/30 kV</b>  <b>“LIBIENERGY”</b>          EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE FRAGA          (PROVINCIA DE HUESCA)</p>	<p>MAYO DE 2023</p>	<p style="font-size: small; text-align: center;">COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA</p> <p>Nº.Colegiado.: 0002207          DAVID GAVÍN ASSO</p> <p style="font-weight: bold; font-size: small;">VISADO Nº. : VD02065-23A          DE FECHA : 15/5/23</p> <p style="font-size: x-large; font-weight: bold; text-align: center; color: blue;">E-VISADO</p>
---	---	---------------------	---

- ✓ Alumbrado y Fuerza
- ✓ Sistema contra-incendios
- ✓ Sistema anti-intrusismo
- ✓ Climatización dependencias del edificio
- ✓ Instalaciones suministro agua
- ✓ Instalaciones saneamiento
- ✓ Materiales de protección, seguridad y señalización

## 5.6 GRUPO ELECTRÓGENO

Se instalará un grupo electrógeno de 100 kVA para poder hacer frente a posibles interrupciones en el suministro eléctrico. El grupo electrógeno de emergencia y sus instalaciones complementarias se ubicarán en un recinto independiente, convenientemente aislado, dentro del edificio.

## 5.7 OBRA CIVIL

### 5.7.1 OBRA CIVIL INTEMPERIE

#### 5.7.1.1 DESCRIPCIÓN

La subestación 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 accesos.
- ✓ Excavación y hormigonado de anclajes de apartamenta.
- ✓ Realización de las zanjas para la red de tierras.
- ✓ Realización de las atarjeas exteriores para el paso de cableado de control y potencia con tapas de hormigón.
- ✓ Bancada para el transformador de potencia.
- ✓ Depósito de recogida de aceite.
- ✓ Realización del vallado perimetral con malla de simple torsión y alambre de espino.
- ✓ Extendido de capa de gravilla de remate.

#### 5.7.1.2 MOVIMIENTO DE TIERRAS

Se efectuarán los correspondientes movimientos de tierras a fin de conseguir las explanaciones necesarias para el acceso a la subestación desde el camino de acceso y para su construcción. El acabado será consonante con la vegetación de la zona.

De acuerdo con el cálculo de volúmenes se tiene:

#### 5.7.1.2.1 Cuadro de volúmenes explanada SET

- Volumen de Desmonte (1/1).....4.946,20 m<sup>3</sup>
- Volumen de Terraplén (3/2).....5.347,40 m<sup>3</sup>
- Volumen de Tierra Vegetal (0,25 m) .....5.297,50 m<sup>3</sup>

	<b>SUBESTACIÓN ELÉCTRICA 400/30 kV</b> <b>“LIBIENERGY”</b> EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE FRAGA (PROVINCIA DE HUESCA)	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p style="font-size: small; margin: 0;">COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA</p> <p style="font-size: small; margin: 0;">Nº.Colegiado.: 0002207 DAVID GAVÍN ASSO</p> <p style="font-size: small; margin: 0;">VISADO Nº : VD02065-23A MAYO 2023 : 15/5/23</p> <p style="font-size: large; font-weight: bold; margin: 0; color: blue;">E-VISADO</p> </div>
---	--	--

#### 5.7.1.2.2 Cuadro de volúmenes vial de acceso

- Volumen de Desmante (1/1).....193,60 m<sup>3</sup>
- Volumen de Terraplén (3/2).....0,00 m<sup>3</sup>
- Volumen de Tierra Vegetal (0,25 m) .....148,00 m<sup>3</sup>
- Volumen de firme (0,30 m) .....135,30 m<sup>3</sup>

#### 5.7.1.2.3 Cuadro de superficies Construidas

- Parque intemperie.....8.942,72 m<sup>2</sup>
- Edificio de control.....304,00 m<sup>2</sup>

**SUPERFICIE TOTAL CONSTRUIDA..... 9.246,72 m<sup>2</sup>**

#### 5.7.1.2.4 Cuadro de superficies Ocupadas

- Explanada Subestación..... 10.701,70 m<sup>2</sup>
- Vial de Acceso .....578,52 m<sup>2</sup>

**SUPERFICIE TOTAL OCUPACIÓN ..... 11.280,22 m<sup>2</sup>**

#### 5.7.1.3 SISTEMA DE TIERRAS

Se realizarán las excavaciones necesarias para el enterramiento del mallado de cable de cobre que forma la red de tierras de la subestación siendo la profundidad de 0,8 m. Además, se enterrarán dos tierras perimetrales, uno exterior a la valla del recinto más otro interior, junto con otro en el exterior del edificio de control.

A esta malla se conectarán el cable de cobre y las pantallas de los cables de las líneas subterráneas, las tierras de protección y las tierras de servicio. Con esta configuración de electrodo se reducen casi completamente las tensiones de paso y contacto, anulándose el peligro de electrocución del personal de la instalación.

Todas las conexiones enterradas se realizarán por medio de soldadura aluminotérmica de alto punto de fusión tipo Cadwell, y los cables de tierra se fijarán a los soportes metálicos de la aparamenta de la subestación con piezas de conexión a compresión adecuadas.

#### 5.7.1.4 SANEAMIENTO

La recogida de aguas pluviales, se efectuará por medio de colectores formados por cunetas y tuberías de cemento de distintos diámetros.

A los colectores se conducirán todas las aguas pluviales, así como las procedentes de las canalizaciones de cables.

#### 5.7.1.5 ACCESOS Y VIALES

Los viales en el interior de la subestación tendrán 4,0 m de ancho de calzada como mínimo.

El eje de acceso que da entrada a la subestación tendrá 5,0 m de ancho de calzada como mínimo y cumplirá con los siguientes requerimientos:

- ✓ Capacidad portante para un vehículo de 15.000 kg con ejes separados 4,5m, y actuando 5.000 kg sobre el eje delantero y 10.000 kg, sobre el eje posterior, con una sobrecarga de uso de 2.000kg.

	<p style="text-align: center;"><b>SUBESTACIÓN ELÉCTRICA 400/30 kV</b>  <b>“LIBIENERGY”</b>          EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE FRAGA          (PROVINCIA DE HUESCA)</p>	<p style="text-align: center;">MAYO DE 2023</p>	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> <p style="text-align: center; font-size: small;">COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA</p> <p style="text-align: center; font-size: x-small;">Nº.Colegiado.: 0002207 DAVID GAVÍN ASSO</p> <p style="text-align: center; font-size: x-small;">VISADO Nº : VD02065-23A MAYO DE 2023 : 15/5/23</p> <p style="text-align: center; font-size: large; font-weight: bold; color: blue;">E-VISADO</p> </div>
---	---	---	---

- ✓ En los tramos curvos el carril de rodamiento ha de quedar delimitado por el trazado de una corona circular, los radios de los cuales serán de 5,30 m, y 12,50 m, con una anchura libre para la circulación de 7,20 m.
- ✓ Altura libre que permita el paso de un vehículo de 3,50 m, de altura, con un margen de seguridad de 0,20 m.
- ✓ Pendiente inferior al 15%.

#### 5.7.1.6 TRANSFORMADOR DE POTENCIA

Para la instalación del transformador de potencia se proyecta la construcción de su bancada correspondiente. Se ha proyectado un depósito de hormigón enterrado, con capacidad para alojar todo el aceite del transformador.

La bancada estará constituida por muros de cemento armado sobre solera del mismo material. La parte superior estará formada por un forjado unidireccional formado por viguetas de hormigón pretensado.

La bancada se diseñará para ser capaz de almacenar el volumen de aceite del transformador.

Se utilizará hormigón armado HA-25/P/20 con resistencia característica  $f_{ck} = 250 \text{ kp/cm}^2$ .

#### 5.7.1.7 ESTRUCTURAS METÁLICAS

La obra a realizar consiste en construir los cimientos soporte de la estructura metálica de los sistemas de 400 y 30 kV.

Para los bastidores encargados de soportar los conductores de alta tensión conectados al transformador de potencia, así como la apartamenta de medida y protección, se utilizarán cimentaciones del tipo “zapata aislada”. Serán de hormigón en masa (excepto armaduras para retracción del hormigón) y traerán las placas de anclaje de las estructuras sobre sus peanas (2ª fase de hormigonado).

Se preverán en las cimentaciones la canalización que permita facilitar el trazado de los cables de la red de tierras y de los conductores de control hasta la sala de armarios de control.

#### 5.7.1.8 CANALIZACIONES ELÉCTRICAS

Para el tendido de cables desde los aparatos eléctricos hasta los paneles de control de la Subestación, se ha previsto una red de canalizaciones de cables con sus correspondientes tapas de registro.

Las zanjas de cables son del tipo normalizado, con una anchura de 0,45 m interior, con tapas de hormigón prefabricado de 0,54 m.

El cruce de viales dentro de la Subestación se realizará con tubos hormigonados.

#### 5.7.1.9 CIERRE DE LA SUBESTACIÓN

Todo el recinto de la Subestación 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 2,20 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.

	<b>SUBESTACIÓN ELÉCTRICA 400/30 kV</b> <b>“LIBIENERGY”</b> EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE FRAGA (PROVINCIA DE HUESCA)	MAYO DE 2023	COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA N.º Colegiado.: 0002207 DAVID GAVÍN ASSO <b>VISADO N.º : VD02065-23A</b> MAYO DE 2023 : 15/5/23 <b>E-VISADO</b>
---	--	--------------	--

### 5.7.1.10 ELEMENTOS AUXILIARES DE SEGURIDAD

En el edificio de la Subestación se ha dispuesto de equipos de detención y extinción de incendios.

Los equipos de detención constarán de una serie de elementos detectores, instalados en lugares apropiados, que ante la presencia de humos unos y calor otros actuarán como alarmas.

Los detectores irán adosados al techo de cada dependencia.

Los equipos de extinción de incendios constarán de extintores portátiles de espuma carbónica, nieve carbónica y polvo de granito de diversos tamaños.

Se colocarán los materiales de seguridad para las tensiones de 400 kV y 30 kV, tales como banquetas, detectores de tensión, pértigas, guantes aislantes, etc. así como los carteles indicaciones con las 5 reglas de oro, límite de zona de trabajo y requisitos previos.

### 5.7.2 OBRA CIVIL EDIFICIOS

Se construirá un edificio con las instalaciones necesarias, contando con las siguientes dimensiones exteriores de 30,40 metros de largo por 10 metros de ancho, contando con las siguientes salas:

- ✓ Sala de Celdas .....51,70 m<sup>2</sup>
- ✓ Grupo Electrónico.....14,65 m<sup>2</sup>
- ✓ Aseo-Vestuario Femenino .....6,84 m<sup>2</sup>
- ✓ Aseo-Vestuario Masculino .....10,45 m<sup>2</sup>
- ✓ Sala de SSAA.....41,40 m<sup>2</sup>
- ✓ Sala de Control.....40,42 m<sup>2</sup>
- ✓ Oficina.....25,58 m<sup>2</sup>
- ✓ Almacén .....68,84 m<sup>2</sup>
- ✓ Almacén de residuos.....14,68 m<sup>2</sup>

#### 5.7.2.1 MOVIMIENTO DE TIERRAS

Previo limpieza y desbroce del solar y en presencia de la dirección facultativa de la obra, se efectuará el replanteo de acuerdo con el plano de planta, para proceder a la excavación de las zapatas y zanjas de cimentación, debiendo en cualquier caso llegar con los pozos de las zapatas hasta encontrar el terreno resistente de acuerdo con los datos del terreno.

En cualquier caso, se extremarán durante la excavación las medidas de seguridad, procediendo a realizar las entibaciones necesarias.

#### 5.7.2.2 CIMENTACIÓN

Se plantean cimentaciones con zapatas aisladas, atadas entre sí para el edificio, dadas las características y resistencias del terreno sobre el que se sustentará el mismo.

Los cimientos se llenarán de hormigón de la resistencia característica adecuada, habiéndose limpiado previamente todas las tierras caídas durante la excavación.

Antes de proceder al hormigonado se colocarán los anclajes de pilares y muros, así como las armaduras de zapatas.

	<p style="text-align: center;"><b>SUBESTACIÓN ELÉCTRICA 400/30 kV</b>  <b>“LIBIENERGY”</b>          EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE FRAGA          (PROVINCIA DE HUESCA)</p>	<p style="text-align: center;">MAYO DE 2023</p>	<div style="border: 1px solid blue; padding: 2px;"> <p style="font-size: small; text-align: center;">COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA</p> <p style="font-size: x-small;">Nº Colegiado.: 0002207          DAVID GAVÍN ASSO</p> <p style="font-size: x-small;">VISADO Nº : VD02065-23A          MAYO DE 2023 : 15/5/23</p> <p style="font-size: large; text-align: center; color: blue;"><b>E-VISADO</b></p> </div>
---	---	---	--

Los muros de cimentación, así mismo, se ajustarán a las especificaciones contenidas en los planos y demás documentos del presente proyecto.

#### 5.7.2.3 RED ENTERRADA DE SANEAMIENTO

La red de saneamiento irá enterrada en zanja sobre lecho de arena siendo la tubería de PVC. La parte de la misma que deba quedar enterrada por la cimentación o la solera se ejecutará de la manera más esmerada.

Los pasos de muros se ejecutarán mediante la colocación de un contratubo de plástico flexible que permita una libre dilatación sin fractura del propio tubo, quedando sellado el espacio entre las dos tuberías.

#### 5.7.2.4 SOLERA

La solera se ejecutará sobre un relleno de tierras compactadas al 95% del Proctor modificado, con hormigón de resistencia característica adecuada, con juntas de construcción distribuidas con una interdistancia máxima de 8,00 m.

La solera se ejecutará con una pendiente hacia los sumideros.

La terminación de las soleras que deban de quedar vistas sin revestimiento de solado posterior, se ejecutará mediante fratasado mecánico con acabado en cuarzo.

#### 5.7.2.5 ESTRUCTURA

Se plantea una estructura a base de pilares metálicos, sobre los que se asientan las cerchas de formación de pendiente y las correas necesarias para la realización de los faldones de la cubierta.

#### 5.7.2.6 CUBIERTAS

La cubierta del edificio será a dos aguas, con pendientes descendentes del 30% y realizadas de teja cerámica curva colocada sobre faldones contruidos con placas cerámicas autoportantes tipo ITECE.

#### 5.7.2.7 ALBAÑILERÍA

La fachada exterior se resolverá a base de bloques vistos tipo Split de mortero de cemento en color paja, jaharrado interior de mortero de cemento, cámara con aislamiento, tabique de hueco doble y lucido interior de yeso, remarcando los cabeceros y vierteaguas de las ventanas, con piezas de bloque visto tipo liso de manera que queden realzados los citados huecos.

Las distribuciones interiores se realizarán con tabique hueco doble lucido de yeso por ambas caras, excepto en las divisiones de los aseos que estarán jaharradas con mortero de cemento y posteriormente alicatadas.

Las estancias correspondientes a la sala de control, contarán con falso techo registrable a base de placas de escayola.

#### 5.7.2.8 SOLADOS Y ALICATADOS

Todos los solados del edificio se ejecutarán de terrazo microgramo gris.

Los alicatados en los aseos se ejecutarán con azulejos de 20 x 10 en color blanco.

	<b>SUBESTACIÓN ELÉCTRICA 400/30 kV</b> <b>“LIBIENERGY”</b> EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE FRAGA (PROVINCIA DE HUESCA)	MAYO DE 2023	COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA N.º Colegiado.: 0002207 DAVID GAVÍN ASSO <b>VISADO N.º : VD02065-23A</b> MAYO DE 2023 : 15/5/23 <b>E-VISADO</b>
---	--	--------------	---

Los cuartos de celdas presentarán un suelo técnico, formado por piezas de panel tipo “permalí” desmontables, montadas sobre perfilera metálica específica, de manera que pueda ser practicable el espacio bajo el mismo, por donde discurren todos los cableados de control y potencia.

El pavimento exterior se resolverá a base de piezas de terrazo para exteriores antideslizantes, con dimensiones de 30x30, rematadas por un bordillo de remate.

#### 5.7.2.9 CARPINTERÍA

La carpintería interior se ejecutará en madera para barnizar.

La carpintería exterior se ejecutará de aluminio anodizado en color, en las ventanas correspondientes a la sala de control y despacho, siendo de piezas prefabricadas de hormigón el resto de las ventanas, en las que dos de las piezas de cada hueco serán practicables mediante bastidores de acero galvanizado.

#### 5.7.2.10 CERRAJERÍA

Las puertas exteriores del edificio, así como las posibles rejas de protección de las ventanas, se ejecutarán con perfilera metálica en acero galvanizado.

#### 5.7.2.11 INSTALACIONES

Se ejecutarán según diseño y dimensionado de los planos correspondientes de instalaciones, teniendo en cuenta que la instalación de fontanería y la instalación de calefacción se realizará de acuerdo con el Código Técnico de la Edificación, que las instalaciones de electricidad con el reglamento electrotécnico para baja tensión y normas de la compañía suministradora.

El abastecimiento de agua se realizará a través de un depósito de agua potable ubicado en el exterior del edificio y provisto de un pequeño grupo de presión, la producción de agua caliente se realizará mediante un termo eléctrico.

Para el saneamiento se construirá en el exterior del edificio un depósito estanco que sirva para recoger y tratar la pequeña cantidad de aguas residuales que se produzcan.

#### 5.7.2.12 VIDRIERÍA

La carpintería exterior ira dotada con vidrio "Climalit" tipo 4+6+4.

#### 5.7.2.13 PINTURA

La pintura será al plástico picado en paredes y al plástico liso en techos.

### 5.8 ESTRUCTURA METÁLICA

Los soportes para la aparamenta del parque intemperie estarán constituidos por perfiles metálicos normalizados y galvanizados. De la misma manera se construirán las estructuras de soporte del pórtico de salida de la línea de evacuación. Estas estructuras estarán dimensionadas para soportar los esfuerzos ejercidos por los conductores, así como efectos atmosféricos adversos.

### 5.9 NORMATIVA PREVENCIÓN DE INCENDIOS

De acuerdo con el RD 2267/04, respecto a su configuración y ubicación, la Subestación presenta dos tipos de establecimiento, tipo E la parte ocupada por el parque intemperie, puesto que ocupa un espacio abierto con una cobertura no mayor del 50% de la superficie ocupada, y tipo C el edificio de

	<p>SUBESTACIÓN ELÉCTRICA 400/30 kV  “LIBIENERGY”  EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE FRAGA  (PROVINCIA DE HUESCA)</p>	<p>MAYO DE 2023</p>	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> <p style="font-size: small; margin: 0;">COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA</p> <p style="font-size: small; margin: 0;">Nº.Colegiado.: 0002207 DAVID GAVÍN ASSO</p> <p style="font-size: small; margin: 0;">VISADO Nº : VD02065-23A FECHA : 15/5/23</p> <p style="font-size: large; font-weight: bold; margin: 0;">E-VISADO</p> </div>
---	---	---------------------	---

control, como establecimientos industriales que ocupan totalmente un edificio y se encuentran a una distancia mayor de tres metros del edificio más próximo de otros establecimientos.

Para una estación transformadora se considera una densidad de carga fuego media de 300 MJ/mm<sup>2</sup>, con riesgo de activación medio (tabla 2.1 apéndice 1). Según estos datos el nivel de riesgo intrínseco de la instalación es bajo (tabla 1.3 apéndice 1), lo que justifica que sean suficientes las prescripciones del ITC-RAT 13 para prevención de incendios en la S.E.T.

En el Anexo II se adjunta la documentación referente a la Normativa de Prevención de Incendios.

### 5.9.1 PARQUE INTEMPERIE

En aplicación de las prescripciones del apartado 6.1 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 del parque de la subestación 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.

Los transformadores y reactancias cuentan con dispositivos de protección (Interruptores automáticos de corte en SF<sub>6</sub>) que los desconectan del resto de la red ante situaciones en las que se pudiera dar peligro de incendio como cortocircuitos, sobrecargas y otras causas que puedan suponer calentamientos excesivos.

También se ha previsto un sistema de recogida de aceite que se ha descrito anteriormente.

### 5.9.2 EDIFICIO DE MANDO Y CONTROL

Se aplicará las prescripciones del apartado 5.1 de la ITC-RAT 14 para prevención de incendios en el edificio de la subestación con lo que no será necesaria la instalación de un equipo fijo de extinción de incendios.

Para la determinación de las protecciones contra incendios a que puedan dar lugar las instalaciones eléctricas de alta tensión, además de otras disposiciones específicas en vigor, tal y como se indica en la ITC-RAT 14, se tendrá en cuenta:

- ✓ La posibilidad de propagación del incendio a otras partes de la instalación.
- ✓ La posibilidad de propagación del incendio al exterior de la instalación, por lo que respecta a daños a terceros.
- ✓ La presencia o ausencia de personal de servicio permanente en la instalación.
- ✓ La naturaleza y resistencia al fuego de la estructura del edificio y de sus cubiertas.
- ✓ La disponibilidad de medios públicos de lucha contra incendios.

Con carácter general se aplicará lo indicado por el Código Técnico de la Edificación, Documento Básico – Seguridad en caso de Incendio (CTE-DB-SI), en lo que respecta a las características de los materiales de construcción, resistencia al fuego de las estructuras, compartimentación, evacuación, y en particular, sobre aquellos aspectos que no hayan sido recogidos en este Reglamento y afecten a la edificación.

Tal y como indica la ITC-RAT 14 se colocará un extintor (como mínimo) de eficacia 89B en aquellas instalaciones en las que no sea obligatoria la disposición de un sistema fijo. Este extintor deberá colocarse siempre que sea posible en el exterior de la instalación para facilitar su accesibilidad y, en cualquier caso, a una distancia no superior a 15 metros de la misma.

	<b>SUBESTACIÓN ELÉCTRICA 400/30 kV</b> <b>“LIBIENERGY”</b> EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE FRAGA (PROVINCIA DE HUESCA)	MAYO DE 2023	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> <p style="font-size: 8px; margin: 0;">COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA</p> <p style="font-size: 8px; margin: 0;">Nº Colegiado.: 0002207 DAVID GAVÍN ASSO</p> <p style="font-size: 8px; margin: 0;">VISADO Nº : VD02065-23A MAYO DE 2023 : 15/5/23</p> <p style="font-size: 12px; margin: 0; font-weight: bold; color: blue;">E-VISADO</p> </div>
---	--	--------------	--

Si existe personal itinerante de mantenimiento con la misión de vigilancia y control de varias instalaciones que no dispongan de personal fijo, este personal itinerante deberá llevar, como mínimo, dos extintores de eficacia 89B, no siendo precisa en este caso la existencia de extintores en los recintos que estén bajo su vigilancia y control.

## 5.10 DESMANTELAMIENTO DE LA SUBESTACIÓN

### 5.10.1 INTRODUCCIÓN

El desmantelamiento se realizará una vez cese la actividad de la Subestación por finalización de la vida útil de las plantas fotovoltaicas que evacuan en ella. Por las características propias de la instalación, ésta puede integrarse en la red de transporte o distribución, por lo que la vida útil de la misma puede estar indexada a las propias necesidades del transporte o distribución.

No obstante, a efectos de este proyecto se indexa la vida útil a periodo previsto para las plantas de generación, esto es, 25 años desde su puesta en servicio, sin perjuicio de reconversiones tecnológicas de las plantas fotovoltaicas y fotovoltaicos que alarguen su vida útil.

### 5.10.2 OBRAS DE DESMANTELAMIENTO

Al cese total de la actividad se procederá al desmantelamiento y/o demolición de la Subestación “LIBIENERGY”, conforme a lo indicado a continuación., El plazo de ejecución de las actuaciones previstas en el Plan será de seis meses.

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

### 5.10.3 MEDIDAS CORRECTORAS Y RESTAURACIÓN PAISAJÍSTICA

Se tomarán medidas correctoras enfocadas a lograr alguno/s de los siguientes aspectos:

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

## 5.11 PRODUCCIÓN Y GESTIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN

Según el Real Decreto 105/2008, se deberá gestionar los residuos producidos en la construcción de la subestación transformadora, con el fin de fomentar, por este orden, 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 objeto del presente proyecto. En relación a los residuos generados en la fase de construcción, podemos diferenciar entre los residuos no peligrosos y los residuos peligrosos, según se definen en la Ley 07/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados.

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.

	<p><b>SUBESTACIÓN ELÉCTRICA 400/30 kV</b>  <b>“LIBIENERGY”</b>          EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE FRAGA          (PROVINCIA DE HUESCA)</p>	<p>MAYO 2023</p>	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> <p style="font-size: 8px; margin: 0;">COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA</p> <p style="font-size: 8px; margin: 0;">Nº.Colegiado.: 0002207 DAVID GAVÍN ASSO</p> <p style="font-size: 8px; margin: 0;">VISADO Nº. : VD02065-23A MAYO 2023 : 15/5/23</p> <p style="font-size: 12px; font-weight: bold; margin: 0;">E-VISADO</p> </div>
---	---	------------------	---

Según lo establecido en la Ley 07/2022 de residuos y suelos contaminados, los poseedores de residuos están obligados a entregarlos a un gestor de residuos autorizado 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.

En el Anexo 3 se adjunta la información referente a la Normativa de Producción y Gestión de Residuos de Construcción.

### 5.12 LIMITACIÓN DE LOS CAMPOS MAGNÉTICOS

El Real Decreto 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, establece unos límites de exposición máximos que se deberán de cumplir en las zonas en las que puedan permanecer habitualmente las personas.

En este caso, los circuitos eléctricos objeto de proyecto que generarán valores de campo magnético mayores serán los que circule por ellos una mayor intensidad y que se encuentran a menor distancia del exterior de la subestación.

Según establece el apartado 4.7 de la ITC-RAT 14 del Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión, en el diseño de las instalaciones se adoptarán las medidas adecuadas para minimizar, en el exterior de las instalaciones de alta tensión, los campos electromagnéticos creados por la circulación de corriente a 50 Hz, en los diferentes elementos de las instalaciones.

Particularmente, se tendrán en cuenta las siguientes condiciones de diseño con objeto de minimizar los campos magnéticos generados:

- ✓ El tendido de los cables de potencia de alta y baja tensión se realizará de modo que las tres fases de una misma terna estén en contacto con una disposición al tresbolillo.
- ✓ Se procurará que las interconexiones sean lo más cortas posibles y se diseñarán evitando paredes y techos colindantes con zonas habitadas.
- ✓ No se ubicarán cuadros de baja tensión sobre paredes medianeras con locales habitables y se procurará que el lado de conexión de baja tensión del transformador quede lo más alejado posible de estos locales.

En el Anexo Nº 5 del presente proyecto modificado se incluye el desarrollo del cálculo del campo magnético producido en esta instalación. En los casos considerados estos valores están muy por debajo de los 100  $\mu$ T establecidos por el Real Decreto 1066/2001, de 28 de septiembre, como nivel máximo de referencia.

Por lo tanto, se puede afirmar que la Subestación cumple la recomendación europea, y que el público no estará expuesto a campos electromagnéticos por encima de los recomendados en sitios donde pueda permanecer mucho tiempo.

No obstante, se recomienda realizar las mediciones oportunas una vez ejecutada la instalación, para comprobar que, efectivamente, se cumple lo establecido en el Real Decreto 1066/2001, de 28 de septiembre.

	<p style="text-align: center;">SUBESTACIÓN ELÉCTRICA 400/30 kV  “LIBIENERGY”  EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE FRAGA  (PROVINCIA DE HUESCA)</p>	<p style="text-align: center;">MAYO 2023</p>	<div style="border: 1px solid blue; padding: 5px;"> <p style="font-size: small; margin: 0;">COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA</p> <p style="font-size: small; margin: 0;">Nº.Colegiado.: 0002207  DAVID GAVÍN ASSO</p> <p style="font-size: small; margin: 0;">VISADO Nº. : VD02065-23A  FECHA : 15/5/23</p> <p style="font-size: large; font-weight: bold; margin: 0; color: blue;">E-VISADO</p> </div>
---	---	--	--

## 6. PLAZO DE EJECUCIÓN

El plazo de ejecución de las obras a las que se refiere el presente proyecto es de 9 meses.

	<p style="text-align: center;"><b>SUBESTACIÓN ELÉCTRICA 400/30 kV</b>  <b>“LIBIENERGY”</b>          EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE FRAGA          (PROVINCIA DE HUESCA)</p>	<p style="text-align: center;">MAYO DE 2023</p>	<div style="border: 1px solid blue; padding: 5px;"> <p style="text-align: center; font-size: small;">COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA</p> <p style="text-align: center; font-size: x-small;">Nº.Colegiado.: 0002207  <small>DAVID GAVÍN ASSO</small></p> <p style="text-align: center; font-size: x-small;"><b>VISADO Nº. : VD02065-23A</b>  <small>DEFECHA : 15/5/23</small></p> <p style="text-align: center; font-size: large; font-weight: bold; color: blue;">E-VISADO</p> </div>
---	---	---	---

## 7. CONCLUSIÓN

Con lo expuesto anteriormente en la presente memoria, cálculos justificativos, presupuesto, planos y demás documentos adjuntos, se consideran suficientemente descritos los elementos constitutivos y las actuaciones constructivas derivadas del presente proyecto modificado Subestación 400/30 kV “LIBIENERGY”, solicitándose la Autorización Administrativa Previa y la Autorización Administrativa de Construcción.

**Zaragoza, Mayo de 2023**

El Ingeniero Industrial al servicio de SATEL  
 David Gavín Asso  
 Colegiado Nº 2.207 del C.O.I.I.A.R.



## ANEXO Nº1

# CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

	<p style="text-align: center;"><b>SUBESTACIÓN ELÉCTRICA 400/30 kV</b>  <b>“LIBIENERGY”</b>  EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE FRAGA  (PROVINCIA DE HUESCA)</p>	<p style="text-align: center;">MAYO 2023</p>	<div style="border: 1px solid blue; padding: 5px;"> <p style="text-align: center; font-size: small;">COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA</p> <p style="text-align: center; font-size: x-small;">Nº.Colegiado.: 0002207  DAVID GAVÍN ASSO</p> <p style="text-align: center; font-size: x-small;">VISADO Nº : VD02065-23A  DE FECHA : 15/5/23</p> <p style="text-align: center; font-size: large; font-weight: bold; color: blue;">E-VISADO</p> </div>
---	---	--	--

## ÍNDICE ANEXO Nº1

<b>1. TENSIONES NOMINALES Y NIVELES DE AISLAMIENTO .....</b>	<b>1</b>
<b>2. DISTANCIAS MÍNIMAS .....</b>	<b>2</b>
<b>3. RÉGIMEN DE CORTOCIRCUITO .....</b>	<b>3</b>
<b>3.1 GENERALIDADES.....</b>	<b>3</b>
<b>3.2 CÁLCULO DE IMPEDANCIAS EQUIVALENTES.....</b>	<b>3</b>
3.2.1 TRANSFORMADOR DE POTENCIA T1 400/30 kV (LAS MAREAS) .....	3
3.2.2 AEROGENERADOR TIPO (5.500 kW) (LAS MAREAS) .....	3
3.2.3 TRANSFORMADOR DE 30/0,69 (6.500 kW) AEROGENERADOR (LAS MAREAS).....	3
3.2.4 CONJUNTO TRANSFORMADOR Y AEROGENERADOR TIPO (LAS MAREAS) .....	4
3.2.5 LÍNEA DE 400 kV DE S.E. ALMENDRA PROMOTORES A S.E. “LAS MAREAS” .....	4
3.2.6 LÍNEA DE 400 kV DE S.E. “ALMENDRA PROMOTORES” A S.E. “LIBIENERGY” .....	4
3.2.7 TRANSFORMADOR DE POTENCIA T1 400/30 kV (LIBIENERGY) .....	5
3.2.8 EMBARRADO 30 kV DE CSF LIBIENERGY PEÑALBA 1.....	5
3.2.9 EMBARRADO 30 kV DE CSF LIBIENERGY PEÑALBA 2.....	5
3.2.10 EMBARRADO 30 kV DE CSF LIBIENERGY ARAGONESA .....	5
3.2.11 LÍNEA DE 400 kV DE S.E. HIBERUS A S.E. “LIBIENERGY” .....	5
3.2.12 TRANSFORMADOR DE POTENCIA T1 400/30/30 kV (HIBERUS) .....	6
3.2.13 EMBARRADO 30 kV DE PSFV HIBERUS SOLAR BARRA A.....	6
3.2.14 EMBARRADO 30 kV DE PSFV HIBERUS SOLAR BARRA B.....	6
3.2.15 EMBARRADO 30 kV DE PSFV HIBERUS SOLAR BARRA C.....	6
3.2.16 EMBARRADO 30 kV DE PSFV HIBERUS SOLAR BARRA D .....	6
3.2.17 RED DE 400 kV EN S.E. “ALMENDRA (REE)”.....	6
3.2.18 LÍNEA DE 400 kV A S.E. “ALMENDRA (REE)” .....	7
<b>3.3 CIRCUITO EQUIVALENTE RESULTANTE.....</b>	<b>7</b>
3.3.1 CÁLCULO INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO 400 kV – PUNTO A .....	8
3.3.2 CÁLCULO INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO 30 kV – PUNTO B .....	11
<b>4. INTENSIDADES NOMINALES .....</b>	<b>14</b>
<b>4.1 INTENSIDAD POSICIÓN LINEA HIBERUS DE 400 kV .....</b>	<b>14</b>
<b>4.2 INTENSIDAD POSICIÓN TRAF0 DE 140/120 MVA LADO DE 400 kV .....</b>	<b>14</b>
<b>4.3 INTENSIDAD POSICIÓN LINEA ALMENDRA PROMOTORES DE 400 kV .....</b>	<b>14</b>
<b>4.4 INTENSIDAD EMBARRADO DE 400 kV .....</b>	<b>14</b>
<b>4.5 INTENSIDAD POSICIÓN TRAF0 DE 140/120 MVA LADO DE 30 kV.....</b>	<b>14</b>

	<b>SUBESTACIÓN ELÉCTRICA 400/30 kV</b> <b>“LIBIENERGY”</b> EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE FRAGA (PROVINCIA DE HUESCA)	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p style="text-align: center; font-size: small;">COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA</p> <p>Nº Colegiado.: 0002207          DAVID GAVÍN ASSO</p> <p style="text-align: center; font-weight: bold; color: blue;">VISADO Nº : VD02065-23A</p> <p style="text-align: center; font-weight: bold; color: blue;">MAYO 2023 : 15/5/23</p> <p style="text-align: center; font-weight: bold; color: blue; font-size: large;">E-VISADO</p> </div>
---	--	--

<b>4.6</b>	<b>INTENSIDAD POSICIÓN TRAFIO LADO 30 kV (CSF LIBIENERGY PEÑALBA 1, CSF LIBIENERGY PEÑALBA 2, CSF LIBIENERGY ARAGONESA).....</b>	<b>15</b>
<b>4.7</b>	<b>INTENSIDAD POSICIÓN BATERÍA DE CONDENSADORES 1,2 Y 3 .....</b>	<b>15</b>
<b>4.8</b>	<b>INTENSIDAD POSICIÓN TRANSFORMADOR DE SERVICIOS AUXILIARES 1 ,2 Y 3.....</b>	<b>15</b>
<b>5.</b>	<b>CÁLCULOS DE CONDUCTORES .....</b>	<b>16</b>
<b>5.1</b>	<b>SISTEMA DE 400 kV.....</b>	<b>16</b>
5.1.1	INTENSIDAD ADMISIBLE .....	16
5.1.2	INTENSIDAD ADMISIBLE EMBARRADO 400 kV .....	16
5.1.3	CALENTAMIENTO .....	17
<b>5.2</b>	<b>NIVEL 30 kV .....</b>	<b>17</b>
5.2.1	INTENSIDAD ADMISIBLE EMBARRADO DE SALIDA TRANSFORMADOR (LADO 30 kV).....	17
5.2.2	INTENSIDAD ADMISIBLE SALIDA A TRANSFORMADOR SEMIBARRA CSF LIBIENERGY PEÑALBA 1 .....	18
5.2.3	INTENSIDAD ADMISIBLE SALIDA A TRANSFORMADOR SEMIBARRA CSF LIBIENERGY PEÑALBA 2 ....	18
5.2.4	INTENSIDAD ADMISIBLE SALIDA A TRANSFORMADOR SEMIBARRA CSF LIBIENERGY ARAGONESA ..	18
5.2.5	CALENTAMIENTO .....	19
5.2.6	INTENSIDAD ADMISIBLE CABLE UNIÓN ENTRE CELDAS BBCC CON BATERIAS DE CONDESADORES 1,2 Y 3	19
5.2.7	INTENSIDAD ADMISIBLE CABLE UNIÓN ENTRE CELDAS SSAA CON TRAFOS 1, 2 Y 3 DE SSAA .....	20
5.2.8	CALENTAMIENTO .....	20
<b>6.</b>	<b>EFFECTO CORONA .....</b>	<b>21</b>
<b>7.</b>	<b>CÁLCULO DE LA RED DE TIERRAS .....</b>	<b>23</b>
<b>8.</b>	<b>TENSIONES MÁXIMAS DE PASO Y CONTACTO .....</b>	<b>26</b>
<b>9.</b>	<b>COORDINACIÓN DE AISLAMIENTO .....</b>	<b>29</b>
<b>9.1</b>	<b>NIVEL DE 400 kV .....</b>	<b>29</b>
<b>9.2</b>	<b>NIVEL DE 30 kV .....</b>	<b>30</b>

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02700-23 y VISADO electrónico VD02065-23A de 15/05/2023. CSV = FVP0V1L6SEWBXHKT verificable en <https://coiilar.e-gestion.es>

	<b>SUBESTACIÓN ELÉCTRICA 400/30 kV</b> <b>“LIBIENERGY”</b> EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE FRAGA (PROVINCIA DE HUESCA)	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: auto;"> <p style="text-align: center; font-size: small;">COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA</p> <p style="text-align: center; font-size: x-small;">Nº.Colegiado.: 0002207 DAVID GAVÍN ASSO</p> <p style="text-align: center; font-size: x-small;">VISADO Nº : VD02065-23A DE 2023 : 15/5/23</p> <p style="text-align: center; font-size: large; font-weight: bold; color: blue;">E-VISADO</p> </div>
---	--	--

## 1. TENSIONES NOMINALES Y NIVELES DE AISLAMIENTO

Los niveles de aislamiento asociados con los valores normalizados de la tensión más elevada para materiales del grupo C de acuerdo con los niveles de tensión según ITC-RAT 12, serán:

Tensión más elevada para el material ( $U_m$ ) kV eficaces	Tensión soportada nominal a los impulsos tipo rayo (kV cresta)	Tensión soportada nominal a los impulsos tipo maniobra (fase a tierra)	Tensión soportada nominal a los impulsos tipo maniobra (Entre fases)
<u>Nivel 400 kV</u> 420	1.425	1.050	1.575

Los niveles de aislamiento asociados con los valores normalizados de la tensión más elevada para materiales del grupo A de acuerdo con los niveles de tensión según ITC-RAT 12, serán:

Tensión más elevada para el material ( $U_m$ ) kV eficaces	Tensión soportada nominal a los impulsos tipo rayo (kV cresta)	Tensión soportada de corta duración de 50Hz, KV eficaces
<u>Nivel 30 kV</u> 36	170	70

	<b>SUBESTACIÓN ELÉCTRICA 400/30 kV</b> <b>“LIBIENERGY”</b> EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE FRAGA (PROVINCIA DE HUESCA)	MAYO DE 2023 
---	--	--

## 2. DISTANCIAS MÍNIMAS

Las distancias mínimas entre fases y fase-tierra para estos niveles de aislamiento vienen fijadas en el reglamento en la ITC-RAT 12, y son de las indicadas en la siguiente tabla:

Tensión más elevada para el material ( $U_m$ ) kV eficaces	Distancia mínima entre fases en el aire (mm)	Distancia mínima fase tierra en el aire (mm)
420	3.600	2.600
36	320	320

Por otra parte, en las zonas accesibles, la parte más baja de cualquier elemento aislante, por ejemplo, el borde superior de la base metálica de los aisladores estará situado a la altura mínima sobre el suelo de 230 cm según el apartado 4.1.5 de la ITC-RAT 15.

En el parque de 420 kV, los elementos en tensión no protegidos que se encuentran sobre los pasillos, deberán estar a una altura mínima “H” sobre el suelo, medida en centímetros, igual a  $H = 250 + d = 510\text{cm}$  ( $d = 260\text{cm}$ , según ITC-RAT 12 Tabla 3), en el caso de pasillos de servicios, cuya anchura sea mayor de 1 m con elementos en tensión a un solo lado o a 1,2 metros con elementos en tensión a ambos lados, distancias todas ellas respetadas según se puede observar en los planos de la subestación adjuntos.

Según el Art. 5.5 de la ITC-LAT 07 del Reglamento sobre condiciones Técnicas de Seguridad en Líneas Eléctricas de Alta Tensión, en el caso de la línea de 400kV, dicho pórtico no deberá rematar a una altura inferior a 8,1 metros, pudiéndose obtener dicha altura de:

$$D_{420\text{kV}} = D_{\text{add}} + D_{\text{el}} = 5,3 + 2,8 = 8,1\text{m}$$

donde  $D_{\text{el}}$  se indica en el apartado 5.2 del ITC-LAT 07 del Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión, en función de la tensión de diseño de 420 kV.

Para evitar los contactos accidentales desde el exterior del cierre del recinto de la instalación con los elementos en tensión, deberá existir entre éstos y el cierre una distancia de 410 cm para el caso de 420 kV y 182 cm para el nivel de 36 kV, obteniéndose dicha distancia mediante la siguiente expresión dada por el ITC-RAT 15 apartado 4.3.1, para cerramiento compuesto por un enrejado de cuadrícula no mayor de 50x50mm de cualquier altura  $K \geq 220\text{ cm}$ ,

$$G = d + 150 (d = 260\text{ cm}) = 410\text{ cm} (400\text{kV})$$

$$G = d + 150 (d = 32\text{cm}) = 182\text{ cm} (30\text{ kV})$$

En el apartado de planos puede verse la disposición en planta y alzado de los equipos del parque intemperie, así como las distancias adoptadas en el diseño.

	<b>SUBESTACIÓN ELÉCTRICA 400/30 kV</b> <b>“LIBIENERGY”</b> EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE FRAGA (PROVINCIA DE HUESCA)	<div style="border: 2px solid blue; padding: 5px; text-align: center;">         COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA          N.º Colegiado.: 0002207          DAVID GAVÍN ASSO  <b>VISADO N.º : VD02065-23A</b>          MAYO 2023 : 15/5/23  <b>E-VISADO</b> </div>
---	--	--

### 3. RÉGIMEN DE CORTOCIRCUITO

#### 3.1 GENERALIDADES

En este apartado se pretenden estimar las intensidades máximas de cortocircuito que pueden aparecer en el nivel de 400 kV ó 30 kV.

Los datos obtenidos servirán determinar los esfuerzos térmicos y dinámicos a los que se verán sometidos los embarrados, la aparamenta y los restantes elementos que componen la subestación. Esta información es de especial relevancia para poder realizar la elección de los poderes de corte y de cierre de los interruptores, la intensidad de corta duración admisible por los seccionadores o los transformadores de intensidad, así como su clase de precisión.

#### 3.2 CÁLCULO DE IMPEDANCIAS EQUIVALENTES

Para el cálculo de la  $I_{CC}$  se convertirán las magnitudes eléctricas a valores por unidad (p.u.) con objeto de simplificar los cálculos.

Tomaremos como valores base los valores nominales:

$$S_b = 100 \text{ MVA}$$

$$U_b = 400 \text{ kV}^{(1)}$$

(1) En función de en qué tensión se encuentre el punto de falta, dicha tensión será la tensión base o referencia.

##### 3.2.1 TRANSFORMADOR DE POTENCIA T1 400/30 kV (LAS MAREAS)

$$S_{NT1} = 120 \text{ MVA}$$

$$U_{cc} = 15\%$$

$$r_t = 400/30 \text{ kV}$$

$$X_{T1} \approx Z_{T1} = \frac{u_{cc}(\%)}{100} \cdot \frac{S_b(\text{MVA})}{S(\text{MVA})} = \frac{15}{100} \cdot \frac{100}{120} = 0,125 \text{ p.u}$$

##### 3.2.2 AEROGENERADOR TIPO (5.500 kW) (LAS MAREAS)

La reactancia subtransitoria de los aerogeneradores es  $X''_d = 0,0566 \Omega$ . Lo cual equivale a:

$$X''_d(\%) = X''_d(\Omega) \cdot \frac{S(\text{MVA})}{U^2(\text{kV})} \cdot 100 = 0,0566 \cdot \frac{5,5}{0,69^2} \cdot 100 = 65,39\%$$

Siendo S y U los valores de potencia y tensión indicados en la placa de características del aerogenerador.

$$X''_g = \frac{x_{cc}(\%)}{100} \cdot \frac{S_b}{S} = \frac{65,39}{100} \cdot \frac{100}{5,5} = 11,889 \text{ p.u.}$$

##### 3.2.3 TRANSFORMADOR DE 30/0,69 (6.500 kW) AEROGENERADOR (LAS MAREAS)

$$U_{cc \text{ trafo generador}} = 10\%$$

$$P_n \text{ trafo generador} = 6,5 \text{ MVA}$$

	<b>SUBESTACIÓN ELÉCTRICA 400/30 kV</b> <b>“LIBIENERGY”</b> EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE FRAGA (PROVINCIA DE HUESCA)	MAYO 2023	COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA N.º Colegiado.: 0002207 DAVID GAVÍN ASSO VISADO N.º : VD02065-23A DE FECHA : 15/5/23 <b>E-VISADO</b>
---	--	-----------	---

$$X_T \approx Z_T = \frac{u_{cc}(\%)}{100} \cdot \frac{S_b(MVA)}{S(MVA)} = \frac{10}{100} \cdot \frac{100}{6,5} = 1,538 p. u$$

### 3.2.4 CONJUNTO TRANSFORMADOR Y AEROGENERADOR TIPO (LAS MAREAS)

Consiste en sumar las reactancias del transformador y del aerogenerador.

$$X_G'' = X_t + X_g'' = 1,538 + 11,889 = 13,427 p. u.$$

Al existir 9 aerogeneradores por parque, se obtiene:

$$X_{PEM1}'' = X_{PEM2}'' = \frac{X_G''}{9} = \frac{13,427}{9} = 2,859 p. u.$$

### 3.2.5 LÍNEA DE 400 kV DE S.E. ALMENDRA PROMOTORES A S.E. “LAS MAREAS”

La línea aérea 400kV no proyectada y supuesta para el cálculo, se le supone una longitud aproximada de 6 km y estará compuesta por conductores tipo 483-AL1/33-ST1A Dúplex S/C:

Impedancia del tramo aéreo por kilómetro:

$$R = 0,0386 \Omega/km$$

$$X = 0,3436 \Omega/km$$

$$Z = \sqrt{R^2 + X^2} = \sqrt{0,086^2 + 0,3436^2} = 0,3456 \Omega/km$$

Impedancia total:

$$X = 0,3456 \cdot 6 = 2,0736 \Omega$$

Reactancia equivalente:

$$Z_{LAAT_{MAREAS}}(p. u.) = U^2(p. u.) \cdot \frac{S_b(MVA)}{S_L(MVA)} = \frac{100 \cdot 2,0736}{400^2} = 0,0013 p. u.$$

$$\text{Con } U(p. u.) = \frac{U(kV)}{U_b(kV)} = 1 p. u.$$

### 3.2.6 LÍNEA DE 400 kV DE S.E. “ALMENDRA PROMOTORES” A S.E. “LIBIENERGY”

La línea aérea 400kV no proyectada y supuesta para el cálculo, se le supone una longitud aproximada de 23 km y estará compuesta por conductores tipo 483-AL1/33-ST1A Dúplex S/C:

Impedancia del tramo aéreo por kilómetro:

$$R = 0,0368 \Omega/km$$

$$X = 0,3436 \Omega/km$$

$$Z = \sqrt{R^2 + X^2} = \sqrt{0,0368^2 + 0,3436^2} = 0,3456 \Omega/km$$

Impedancia total:

$$X = 0,3456 \cdot 23 = 7,9488 \Omega$$

Reactancia equivalente:

$$Z_{LAAT_{LIBI}}(p. u.) = U^2(p. u.) \cdot \frac{S_b(MVA)}{S_L(MVA)} = \frac{100 \cdot 7,9488}{400^2} = 0,0050 p. u.$$

	<p style="text-align: center;"><b>SUBESTACIÓN ELÉCTRICA 400/30 kV</b>  <b>“LIBIENERGY”</b>          EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE FRAGA          (PROVINCIA DE HUESCA)</p>	<div style="border: 2px solid blue; padding: 5px;"> <p style="text-align: center; font-size: small;">COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA</p> <p>Nº.Colegiado.: 0002207  <small>DAVID GAVÍN ASSO</small></p> <p style="text-align: center; font-weight: bold; font-size: small;">VISADO Nº. : VD02065-23A  <small>DE FRAGA : 15/5/23</small></p> <p style="text-align: center; font-size: x-large; font-weight: bold; color: blue;">E-VISADO</p> </div>
---	---	--

$$\text{Con } U(p.u.) = \frac{U(kV)}{U_b(kV)} = 1 p.u.$$

### 3.2.7 TRANSFORMADOR DE POTENCIA T1 400/30 kV (LIBIENERGY)

$$S_{NT1} = 140 \text{ MVA}$$

$$U_{cc} = 15\%$$

$$r_t = 400/30 \text{ kV}$$

$$Z_{T1} = \frac{u_{cc}(\%) \cdot S_b(MVA)}{100 \cdot S(MVA)} = \frac{15 \cdot 100}{100 \cdot 140} = 0,1071 p.u.$$

### 3.2.8 EMBARRADO 30 kV DE CSF LIBIENERGY PEÑALBA 1

$S_{30\_CSFP1} = 10 \text{ MVA}$  (Suponemos que la  $P_{cc}$  que llega procedente de “CSF LIBIENERGY PEÑALBA 1” son 10 MVA)

$$Z_{CSFP1} = U^2(p.u.) \cdot \frac{S_b(MVA)}{S_{30\_PSFV1}(MVA)} = 1 \cdot \frac{100}{10} = 10 p.u.$$

### 3.2.9 EMBARRADO 30 kV DE CSF LIBIENERGY PEÑALBA 2

$S_{30\_CSFP2} = 10 \text{ MVA}$  (Suponemos que la  $P_{cc}$  que llega procedente de “CSF LIBIENERGY PEÑALBA 2” son 10 MVA)

$$Z_{CSFP2} = U^2(p.u.) \cdot \frac{S_b(MVA)}{S_{30\_PSFV1}(MVA)} = 1 \cdot \frac{100}{10} = 10 p.u.$$

### 3.2.10 EMBARRADO 30 kV DE CSF LIBIENERGY ARAGONESA

$S_{30\_CSFA} = 10 \text{ MVA}$  (Suponemos que la  $P_{cc}$  que llega procedente de “CSF ARAGONESA” son 10 MVA)

$$Z_{CSFA} = U^2(p.u.) \cdot \frac{S_b(MVA)}{S_{30\_PSFV3}(MVA)} = 1 \cdot \frac{100}{10} = 10 p.u.$$

### 3.2.11 LÍNEA DE 400 kV DE S.E. HIBERUS A S.E. “LIBIENERGY”

La línea aérea 400kV no proyectada y supuesta para el cálculo, se le supone una longitud aproximada de 36,5 km y estará compuesta por conductores tipo 483-AL1/33-ST1A Dúplex S/C:

Impedancia del tramo aéreo por kilómetro:

$$R = 0,0368 \Omega/km$$

$$X = 0,3436 \Omega/km$$

$$Z = \sqrt{R^2 + X^2} = \sqrt{0,0368^2 + 0,3436^2} = 0,3456 \Omega/km$$

Impedancia total:

$$X = 0,3456 \cdot 36,5 = 12,6144 \Omega$$

Reactancia equivalente:

$$Z_{LAATLIBIENERGY}(p.u.) = U^2(p.u.) \cdot \frac{S_b(MVA)}{S_L(MVA)} = \frac{100 \cdot 12,6144}{400^2} = 0,0079 p.u.$$

$$\text{Con } U(p.u.) = \frac{U(kV)}{U_b(kV)} = 1 p.u.$$

	<b>SUBESTACIÓN ELÉCTRICA 400/30 kV</b> <b>“LIBIENERGY”</b> EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE FRAGA (PROVINCIA DE HUESCA)	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: auto;">         COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA          N.º Colegiado.: 0002207          DAVID GAVÍN ASSO  <b>VISADO N.º : VD02065-23A</b>          DE FECHA : 15/5/23  <b>E-VISADO</b> </div>
---	--	--

### 3.2.12 TRANSFORMADOR DE POTENCIA T1 400/30/30 kV (HIBERUS)

$$S_{NT1} = 300 \text{ MVA}$$

$$U_{cc} = 17,5\%$$

$$r_t = 400/30/30 \text{ kV}$$

$$Z_{T1} = \frac{u_{cc}(\%)}{100} \cdot \frac{S_b(MVA)}{S(MVA)} = \frac{17,5}{100} \cdot \frac{100}{300} = 0,0583 \text{ p. u.}$$

### 3.2.13 EMBARRADO 30 kV DE PSFV HIBERUS SOLAR BARRA A

$S_{30\_PSFV1} = 20 \text{ MVA}$  (Suponemos que la  $P_{cc}$  que llega procedente de “PSFV HIBERUS SOLAR BARRA A” son 20 MVA)

$$Z_{PSFV1} = U^2(p. u.) \cdot \frac{S_b(MVA)}{S_{30PSFV1}(MVA)} = 1 \cdot \frac{100}{20} = 5 \text{ p. u.}$$

### 3.2.14 EMBARRADO 30 kV DE PSFV HIBERUS SOLAR BARRA B

$S_{30\_PSFV2} = 20 \text{ MVA}$  (Suponemos que la  $P_{cc}$  que llega procedente de “PSFV HIBERUS SOLAR BARRA B” son 20 MVA)

$$Z_{PSFV2} = U^2(p. u.) \cdot \frac{S_b(MVA)}{S_{30PSFV2}(MVA)} = 1 \cdot \frac{100}{20} = 5 \text{ p. u.}$$

### 3.2.15 EMBARRADO 30 kV DE PSFV HIBERUS SOLAR BARRA C

$S_{30\_PSFV3} = 20 \text{ MVA}$  (Suponemos que la  $P_{cc}$  que llega procedente de “PSFV HIBERUS SOLAR BARRA C” son 20 MVA)

$$Z_{PSFV3} = U^2(p. u.) \cdot \frac{S_b(MVA)}{S_{30PSFV3}(MVA)} = 1 \cdot \frac{100}{20} = 5 \text{ p. u.}$$

### 3.2.16 EMBARRADO 30 kV DE PSFV HIBERUS SOLAR BARRA D

$S_{30\_PSFV4} = 20 \text{ MVA}$  (Suponemos que la  $P_{cc}$  que llega procedente de “PSFV HIBERUS SOLAR BARRA D” son 20 MVA)

$$Z_{PSFV4} = U^2(p. u.) \cdot \frac{S_b(MVA)}{S_{30PSFV4}(MVA)} = 1 \cdot \frac{100}{20} = 5 \text{ p. u.}$$

### 3.2.17 RED DE 400 kV EN S.E. “ALMENDRA (REE)”

$S_{400\_ALMREE} = 10.500 \text{ MVA}$  (Se supone una  $P_{cc}$  de 10.500 MVAs en la parte de 400kV de la subestación “ALMENDRA (REE)”) )

Con lo que la reactancia equivalente resulta:

$$Z_{400\_ALMREE} = U^2(p. u.) \cdot \frac{S_b(MVA)}{S(MVA)} = \frac{100}{10.500} = 0,0095 \text{ p. u.}$$

$$\text{Con } U(p. u.) = \frac{U(kV)}{U_b(kV)} = 1 \text{ p. u.}$$

### 3.2.18 LÍNEA DE 400 kV A S.E. "ALMENDRA (REE)"

La línea aérea 400kV no proyectada y supuesta para el cálculo, se le supone una longitud aproximada de 3 km y estará compuesta por conductores tipo 483-AL1/33-ST1A Dúplex S/C:

Impedancia del tramo aéreo por kilómetro:

$$R = 0,0378 \Omega/km$$

$$X = 0,3176 \Omega/km$$

$$Z = \sqrt{R^2 + X^2} = \sqrt{0,0378^2 + 0,3176^2} = 0,3198 \Omega/km$$

Impedancia total:

$$X = 0,3198 \cdot 3 = 0,9595 \Omega$$

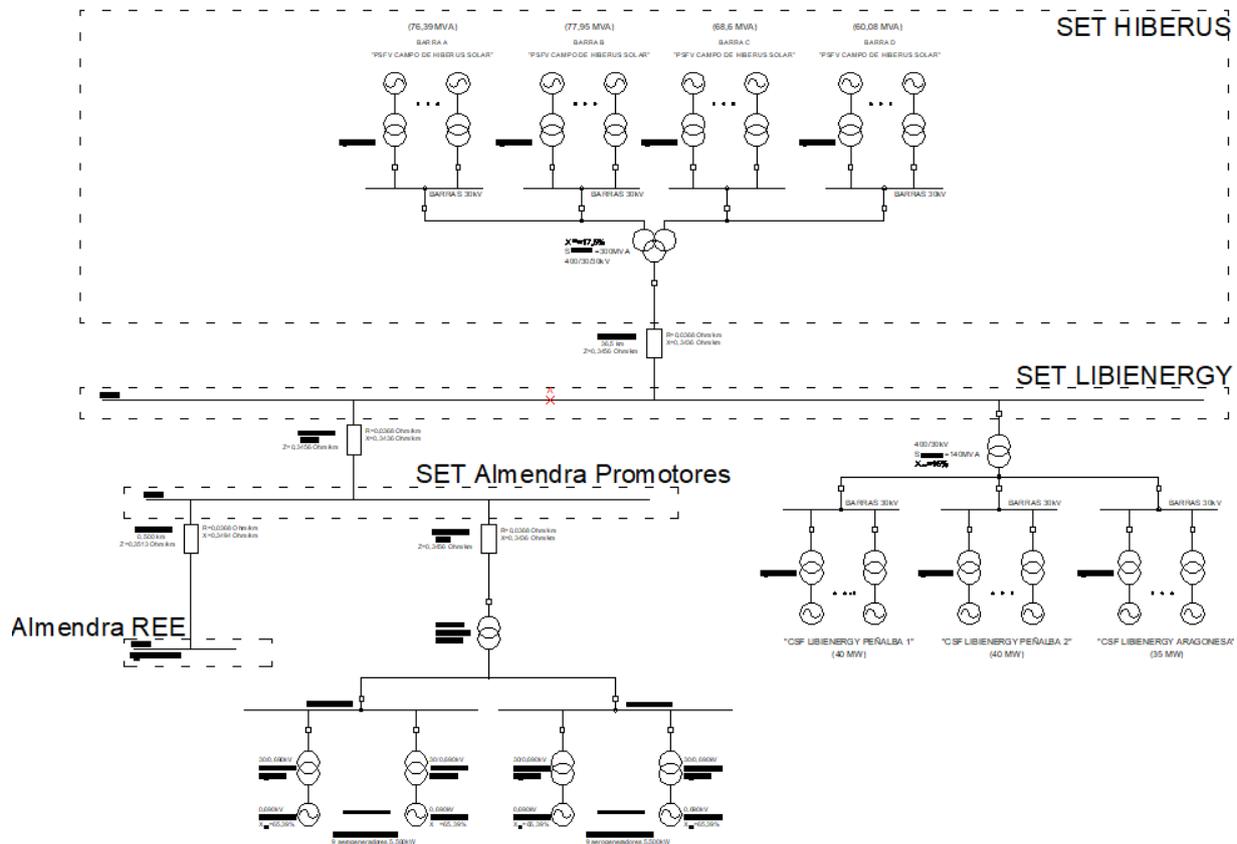
Reactancia equivalente:

$$Z_{LAAT_{ALMRE}} (p. u.) = U^2 (p. u.) \cdot \frac{S_b (MVA)}{S_L (MVA)} = \frac{100 \cdot 0,9595}{400^2} = 0,0006 p. u.$$

Con  $U (p. u.) = \frac{U (kV)}{U_b (kV)} = 1 p. u.$

### 3.3 CIRCUITO EQUIVALENTE RESULTANTE

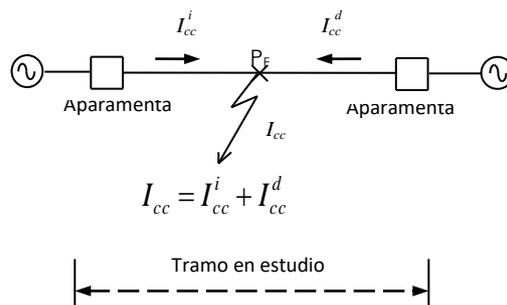
Reflejando los anteriores resultados en un circuito equivalente se obtiene:



### 3.3.1 CÁLCULO INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO 400 kV – PUNTO A

Tomando como referencia el esquema anterior se va a realizar el cálculo de la  $I_{cc}$  que soportaría en caso de falta en el punto A en estudio.

En caso de falta, las fuentes de tensión situadas a ambos lados del punto de falta (PF) contribuyen a la formación de la  $I_{cc}$ .

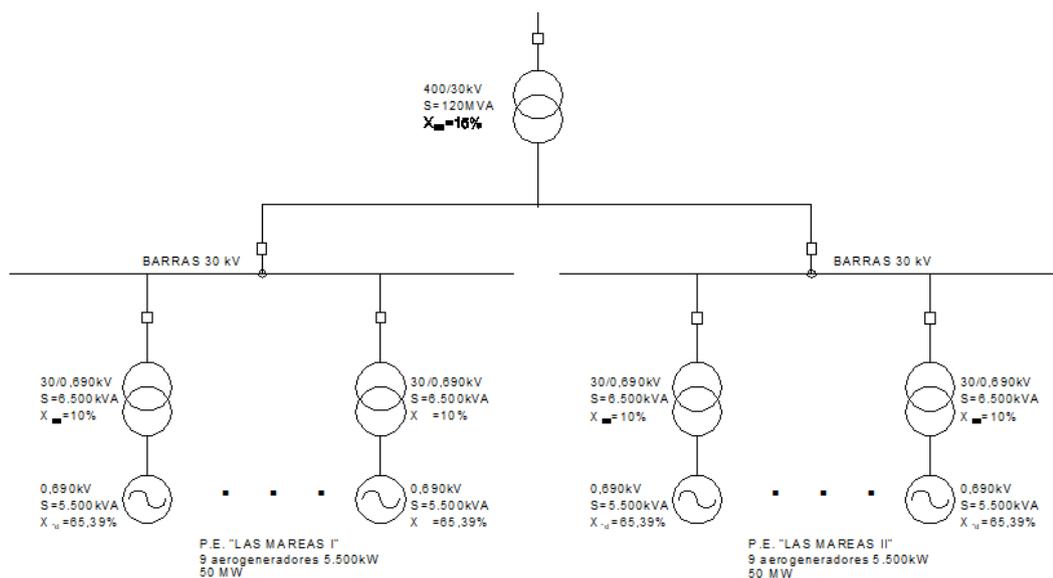


Para dimensionar los conductores y aparamenta del tramo en estudio, se debe seleccionar la mayor de  $I_{cc}^i$  y  $I_{cc}^d$ , que es la correspondiente al lado con menor impedancia, por ser el lado que aportará más intensidad en caso de falta.

Sin embargo, tomaremos como intensidad de falta el aporte de las fuentes existentes en caso de falta (hipótesis conservadora como si la falta se produjera en el embarrado de 400kV).

La reactancia equivalente en el punto A se obtiene haciendo el cortocircuito equivalente de las impedancias consideradas.

En primer lugar, se obtiene el equivalente asociado a la subestación Las Mareas:

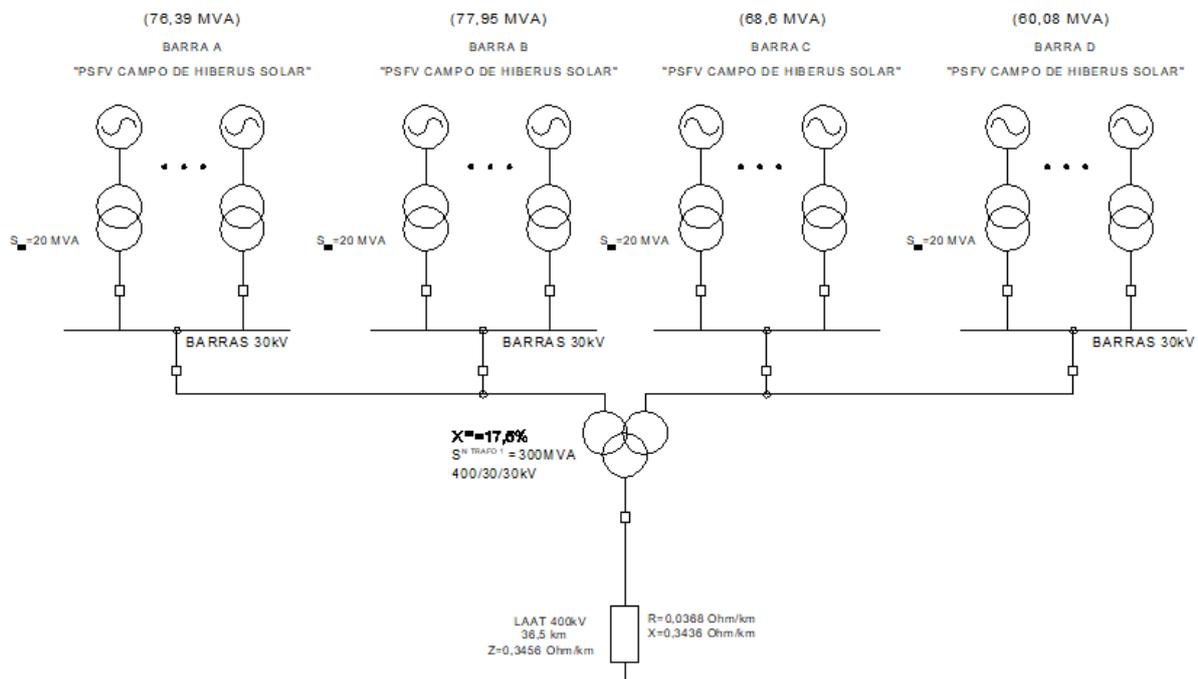


$$Z_{SET(MAREAS)} = Z_{T1(MAREAS)} + (Z_{PEMAREAS1} // Z_{PEMAREAS1}) = 0,125 + (2,859/2) = 1,554 \text{ p.u.}$$

Esta impedancia calculada estará en serie con la línea que une SE LAS MAREAS con SE ALMENDRA PROMOTORES:

$$Z_{EQMAREAS} = Z_{SET(MAREAS)} + Z_{LAAT(MAREAS)} = 1,554 + 0,00129 = 1,556 \text{ p.u.}$$

En segundo lugar, se obtiene el equivalente asociado a la subestación HIBERUS y la línea de unión con la SE ALMENDRA PROMOTORES:



Por tanto:

$$Z_{EQHIBERUS} = Z_{T1(HIBERUS)} + Z_{LAAT(HIBERUS)} + (Z_{PSFVA} // Z_{PSFVB} // Z_{PSFVC} // Z_{PSFVD}) = 0,0583 + 0,0079 + (5/4) = 1,316 \text{ p.u.}$$

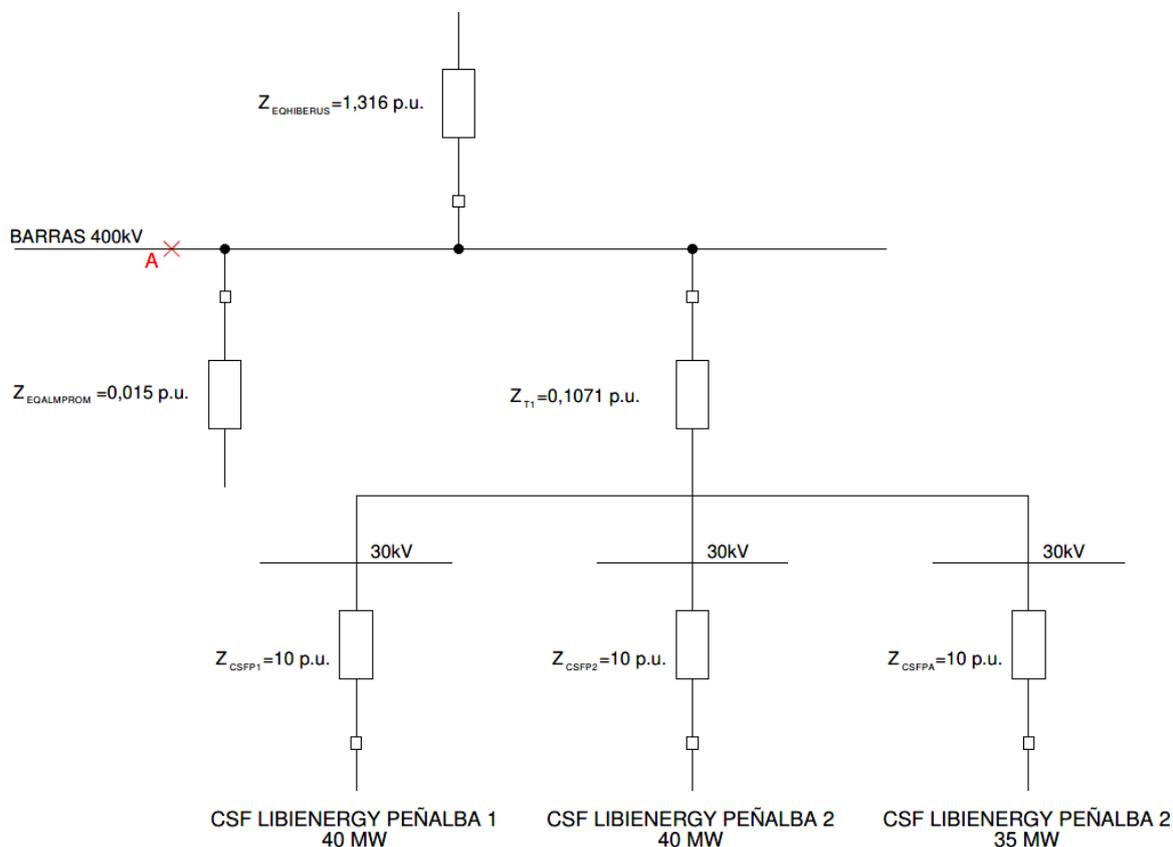
En tercer lugar, se obtiene el equivalente asociado a la subestación ALMENDRA REE y la línea que lo une con SE ALMENDRA PROMOTORES:

$$Z_{EQALMREE} = Z_{400ALMREE} + Z_{LAATALMREE} = 0,0095 + 0,00056 = 0,01012 \text{ p.u.}$$

En cuarto lugar, se obtiene el equivalente asociado a la subestación ALMENDRA PROMOTORES y la línea que lo une con SE LIBIENERGY, conociendo las impedancias equivalentes calculadas anteriormente:

$$Z_{EQALMPROM} = Z_{LAATPROM} + (Z_{EQALMREE} // Z_{EQMAREAS}) = 0,00496 + 0,01012 = 0,01502 \text{ p.u.}$$

Por tanto, se obtiene el siguiente circuito equivalente:



El equivalente de los parques más el trafo de potencia de la SE LIBIENERGY es el siguiente:

$$Z_{EQLIBIENERGY} \approx Z_{T1} + (Z_{CSFP1} // Z_{CSFP2} // Z_{CSFPA}) = 0,1071 + (10/3) = 3,4405 \text{ p.u.}$$

Finalmente, calculamos la impedancia equivalente en el punto A en estudio (BARRAS 400 kV):

$$\frac{1}{Z_A} \approx \frac{1}{Z_{EQHIBERUS}} + \frac{1}{Z_{EQALMREE}} + \frac{1}{Z_{EQ2}} = \frac{1}{1,316} + \frac{1}{0,015} + \frac{1}{3,4405} \rightarrow Z_A = 0,0147 \text{ p.u.}$$

Con lo cual se puede calcular la corriente de cortocircuito instantánea en la salida de 400 kV:

$$S_A(MVA) = \frac{S_b(MVA)}{Z_A(p.u.)} = \frac{100}{0,0147} = 6.760,36 \text{ MVA}$$

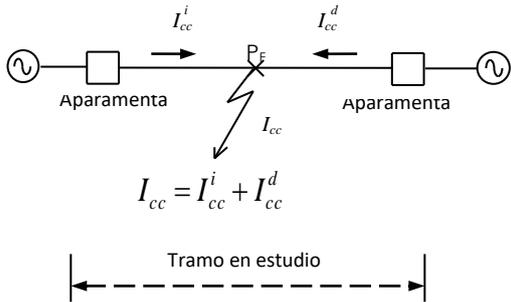
$$I_A(kA) = \frac{S_A(MVA)}{\sqrt{3} \cdot U(kV)} = \frac{6.760,36}{\sqrt{3} \cdot 400} = 9,75 \text{ kA}$$

La aparatenta de 400 kV tienen una resistencia a corrientes de corta duración de 50 kA, por lo que el sistema se considera correctamente dimensionado.

### 3.3.2 CÁLCULO INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO 30 kV – PUNTO B

Tomando como referencia el esquema anterior se va a realizar el cálculo de la  $I_{cc}$  que soportaría en caso de falta en el punto A en estudio.

En caso de falta, las fuentes de tensión situadas a ambos lados del punto de falta (PF) contribuyen a la formación de la  $I_{cc}$ .

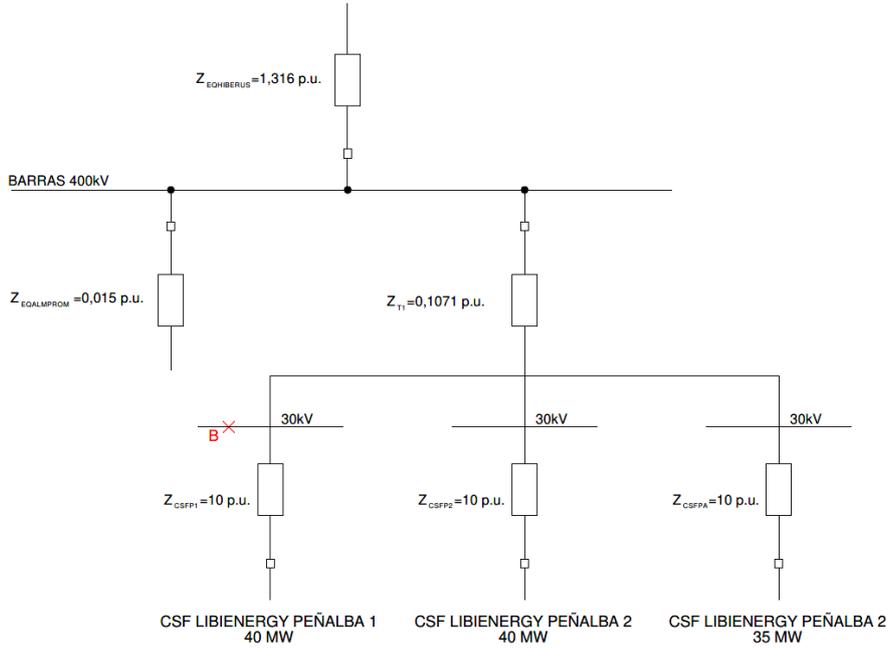


Para dimensionar los conductores y aparamenta del tramo en estudio, se debe seleccionar la mayor de  $I_{cc}^i$  y  $I_{cc}^d$ , que es la correspondiente al lado con menor impedancia, por ser el lado que aportará más intensidad en caso de falta.

Sin embargo, tomaremos como intensidad de falta el aporte de las fuentes existentes en caso de falta (hipótesis conservadora como si la falta se produjera en cualquier embarrado de 30 kV).

La reactancia equivalente en el punto B se obtiene haciendo el cortocircuito equivalente de las impedancias consideradas.

Tomamos una serie de impedancias equivalentes calculadas para el punto A anterior obteniendo el siguiente esquema:



Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02700-23 y VISADO electrónico VD02065-23A de 15/05/2023. CSV = FVP0V1L6SEWBXHK7 verificable en https://coiilar-e-gestion.es

	<p><b>SUBESTACIÓN ELÉCTRICA 400/30 kV</b>  <b>“LIBIENERGY”</b>          EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE FRAGA          (PROVINCIA DE HUESCA)</p>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p style="font-size: small; text-align: center;">COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA</p> <p>Nº.Colegiado.: 0002207          DAVID GAVÍN ASSO</p> <p style="text-align: center;"><b>VISADO Nº : VD02065-23A</b>  <b>DE FECHA : 15/5/23</b></p> <p style="text-align: center; font-size: large; font-weight: bold; color: blue;">E-VISADO</p> </div>
---	---	---

$$Z_{EQ3} \approx Z_{EQALMPROM} // Z_{EQHIBERUS}$$

$$\frac{1}{Z_{EQ3}} \approx \frac{1}{Z_{EQALMPROM}} + \frac{1}{Z_{EQHIBERUS}} = \frac{1}{0,015} + \frac{1}{1,316} \rightarrow Z_{EQ3} = 0,0148 \text{ p.u.}$$

La impedancia calculada estará en serie con el trafo de potencia de la SE LIBIENERGY:

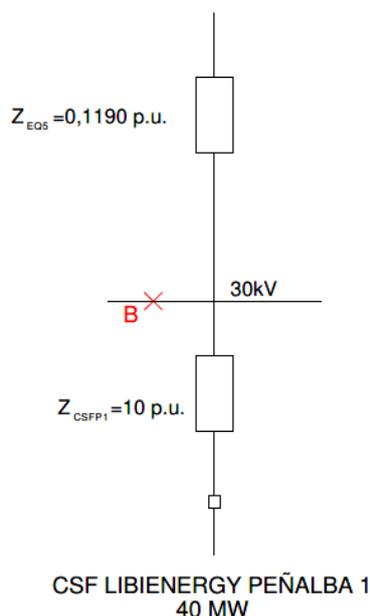
$$Z_{EQ4} \approx Z_{EQ3} + Z_{T1} = 0,0148 + 0,1071 = 0,122 \text{ p.u.}$$

Esta impedancia en paralelo con dos de los parques que llegan a la SE LIBIENERGY:

$$Z_{EQ5} \approx Z_{EQ4} // Z_{CSFP2} // Z_{CSFPA}$$

$$\frac{1}{Z_{EQ5}} \approx \frac{1}{Z_{EQ4}} + \frac{1}{Z_{CSFP2}} + \frac{1}{Z_{CSFPA}} = \frac{1}{0,122} + \frac{1}{10} + \frac{1}{10} \rightarrow Z_{EQ5} = 0,1190 \text{ p.u.}$$

Por tanto, se obtiene el siguiente circuito equivalente:



Finalmente, calculamos la impedancia equivalente en el punto B en estudio (BARRAS 30 kV):

$$Z_B \approx Z_{EQ5} // Z_{CSFP1}$$

$$\frac{1}{Z_B} \approx \frac{1}{Z_{EQ5}} + \frac{1}{Z_{CSFP1}} = \frac{1}{0,1190} + \frac{1}{10} \rightarrow Z_B = 0,1176 \text{ p.u.}$$

	<p>SUBESTACIÓN ELÉCTRICA 400/30 kV "LIBIENERGY" EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE FRAGA (PROVINCIA DE HUESCA)</p>	<p>MAYO 2023</p>	<p>COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA</p> <p>Nº.Colegiado.: 0002207 DAVID GAVÍN ASSO</p> <p>VISADO Nº. : VD02065-23A DE FECHA : 15/5/23</p> <p><b>E-VISADO</b></p>
---	--	------------------	---

Con lo cual se puede calcular la corriente de cortocircuito instantánea en cualquier embarrado de 30 kV (ya que la impedancia asociada a cada embarrado hemos considerado la misma en los tres casos):

$$S_B(MVA) = \frac{S_b(MVA)}{Z_B(p.u.)} = \frac{1}{0,1176} = 849,67 MVA$$

$$I_B(kA) = \frac{S_B(MVA)}{\sqrt{3} \cdot U(kV)} = \frac{849,67}{\sqrt{3} \cdot 30} = 16,35 kA$$

La aparata de 30 kV tienen una resistencia a corrientes de corta duración de 25 kA, por lo que el sistema se considera correctamente dimensionado.

	<b>SUBESTACIÓN ELÉCTRICA 400/30 kV</b> <b>“LIBIENERGY”</b> EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE FRAGA (PROVINCIA DE HUESCA)	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content;">         COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA          N.º Colegiado.: 0002207          DAVID GAVÍN ASSO  <b>VISADO N.º : VD02065-23A</b>  <b>DE FECHA : 15/5/23</b>  <b>E-VISADO</b> </div>
---	--	---

#### 4. INTENSIDADES NOMINALES

##### 4.1 INTENSIDAD POSICIÓN LINEA HIBERUS DE 400 kV

La intensidad en la posición de línea a S.E. Hiberus viene dada por la expresión:

$$I_{p.T} = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot V_p} = \frac{300.000}{\sqrt{3} \cdot 400} = 433,01 \text{ A}$$

Donde:

S= Potencia del transformador de HIBERUS en kVA (300.000 kVA)

V<sub>p</sub> = Tensión primaria en kV

I<sub>p.T</sub> = Intensidad primaria en A

##### 4.2 INTENSIDAD POSICIÓN TRAF0 DE 140/120 MVA LADO DE 400 kV

La intensidad primaria en el transformador trifásico viene dada por la expresión:

$$I_{p1.T} = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot V_s} = \frac{140.000}{\sqrt{3} \cdot 400} = 202,073 \text{ A}$$

Donde:

S<sub>1</sub>= Potencia del transformador en kVA (140.000 kVA)

V<sub>p</sub> = Tensión secundaria en kV

I<sub>p.T</sub> = Intensidad secundaria en A

##### 4.3 INTENSIDAD POSICIÓN LINEA ALMENDRA PROMOTORES DE 400 kV

La intensidad en la posición de línea a S.E. Almendra Promotores viene dada por la expresión:

$$I_{p.T} = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot V_p} = \frac{440.000}{\sqrt{3} \cdot 400} = 635,085 \text{ A}$$

Donde:

S= Potencia total en kVA (440.000 kVA)

V<sub>p</sub> = Tensión primaria en kV

I<sub>p.T</sub> = Intensidad primaria en A

##### 4.4 INTENSIDAD EMBARRADO DE 400 kV

La intensidad en el embarrado de 400 kV viene dada por la expresión:

$$I_{p.T} = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot V_p} = \frac{440.000}{\sqrt{3} \cdot 400} = 635,085 \text{ A}$$

Donde:

S= Potencia total en kVA (440.000 kVA)

V<sub>p</sub> = Tensión primaria en kV

I<sub>p.T</sub> = Intensidad primaria en A

##### 4.5 INTENSIDAD POSICIÓN TRAF0 DE 140/120 MVA LADO DE 30 kV

La intensidad secundaria en el transformador trifásico viene dada por la expresión:

	<b>SUBESTACIÓN ELÉCTRICA 400/30 kV</b> <b>“LIBIENERGY”</b> EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE FRAGA (PROVINCIA DE HUESCA)	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">         COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA          N.º Colegiado.: 0002207          DAVID GAVÍN ASSO  <b>VISADO N.º : VD02065-23A</b>          DE FRAGA : 15/5/23  <b>E-VISADO</b> </div>
---	--	--

$$I_{s1,T} = I_{s2,T} = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot V_s} = \frac{140.000}{\sqrt{3} \cdot 30} = 2.694,30 \text{ A}$$

Donde:

$S_1$  = Potencia del transformador en kVA (140.000 kVA)

$V_s$  = Tensión secundaria en kV

$I_{s,T}$  = Intensidad secundaria en A

#### 4.6 INTENSIDAD POSICIÓN TRAFOLADO 30 kV (CSF LIBIENERGY PEÑALBA 1, CSF LIBIENERGY PEÑALBA 2, CSF LIBIENERGY ARAGONESA)

La intensidad de la posición Trafolado 30 kV a los PSFV (asociados al embarrado MT) viene dada por la expresión:

$$I_{CSF\_P1} = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot V_s} = \frac{44.444,44}{\sqrt{3} \cdot 30} = 855,33 \text{ A (CSF LIBIENERGY PEÑALBA 1)}$$

$$I_{CSF\_P2} = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot V_s} = \frac{44.444,44}{\sqrt{3} \cdot 30} = 855,33 \text{ A (CSF LIBIENERGY PEÑALBA 2)}$$

$$I_{CSF\_A} = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot V_s} = \frac{38.888,88}{\sqrt{3} \cdot 30} = 748,42 \text{ A (CSF LIBIENERGY ARAGONESA)}$$

Donde:

$S$  = Potencia del transformador (a cada grupo de celdas) en kVA (44.444,44 kVA y 38.888,88 kVA)

$V_s$  = Tensión secundaria en kV

$I_{CSF\_P1} = I_{CSF\_P2} = I_{CSF\_A}$  = Intensidad secundaria en A

#### 4.7 INTENSIDAD POSICIÓN BATERÍA DE CONDENSADORES 1,2 Y 3

La intensidad en la posición de batería de condensadores viene dada por la expresión:

$$I_{BC1,2Y3} = \frac{S_{SC}}{\sqrt{3} \cdot V} = \frac{3.000}{\sqrt{3} \cdot 30} = 57,74 \text{ A}$$

Dónde:

$S_{BC}$  = Potencia de la batería en kVAr (3.000 kVAr)

$V$  = Tensión nominal en kV

$I_{BC1,2,Y3}$  = Intensidad batería en A

En el caso que nos ocupa, la tensión secundaria es de 30 kV.

#### 4.8 INTENSIDAD POSICIÓN TRANSFORMADOR DE SERVICIOS AUXILIARES 1,2 Y 3

La intensidad en el primario de los transformadores de servicios auxiliares viene dada por la expresión:

$$I_{SSAA\ 1,2\ Y\ 3} = \frac{S_{TSA}}{\sqrt{3} \cdot V_p} = \frac{50}{\sqrt{3} \cdot 30} = 0,96 \text{ A}$$

Dónde:

$S_{TSA}$  = Potencia del transformador de SSAA en kVA (50 kVA)

$V$  = Tensión primaria en kV

$I_{SSAA\ 1,2\ Y\ 3}$  = Intensidad primaria en A

	<b>SUBESTACIÓN ELÉCTRICA 400/30 kV</b> <b>“LIBIENERGY”</b> EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE FRAGA (PROVINCIA DE HUESCA)	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content;">         COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA          N.º Colegiado.: 0002207          DAVID GAVÍN ASSO  <b>VISADO N.º : VD02065-23A</b>          DE FECHA : 15/5/23  <b>E-VISADO</b> </div>
---	--	--

## 5. CÁLCULOS DE CONDUCTORES

### 5.1 SISTEMA DE 400 kV

#### 5.1.1 INTENSIDAD ADMISIBLE

La intensidad máxima prevista para la tensión de 400 kV viene dada por la línea a SE “Almendra Promotores”, siendo ésta igual a:

$$I = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U} = \frac{440.000}{\sqrt{3} \cdot 400} = 635,09 \text{ A}$$

La conexión de las bornas de 400 kV del transformador de potencia con el resto de apartamiento del mismo nivel de tensión se realizará mediante cable dúplex desnudo de aluminio acero, tipo LARL-517, de 516,8 mm<sup>2</sup> de sección de aluminio y diámetro exterior 29,61 mm, que para una temperatura ambiente de 40 °C, con sol y sin viento, admite una intensidad de 1.726,46 A.

#### Intensidad máxima admisible

La intensidad máxima admisible según el reglamento de Líneas Aéreas de Alta Tensión vigente, puede transportar ese conductor es de:

$$I_{\max} = n \cdot D \cdot S \cdot k$$

Donde:

D = Es la densidad de corriente reglamentaria admisible según la sección del cable en A/mm<sup>2</sup>.

S = Sección del cable en mm<sup>2</sup>.

K = Es un coeficiente que depende de la composición del cable.

n = Número de conductores.

En nuestro caso tenemos que:

D = 1,722 A/mm<sup>2</sup> (obtenida interpolando linealmente)

S = 516,8 mm<sup>2</sup>

K = 0,97

n = 2

Por lo tanto:

$$I_{\max} = 1.726,46 \text{ A}$$

Superior a la máxima que discurre por el cable (635,09 A).

#### 5.1.2 INTENSIDAD ADMISIBLE EMBARRADO 400 kV

La intensidad máxima prevista para la tensión de 400 kV viene dada por la potencia de la línea a S.E. Almendra Promotores:

$$I_s = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U} = \frac{440.000}{\sqrt{3} \cdot 400} = 635,09 \text{ A}$$

El embarrado de salida de 400 kV, se realizarán con tubo de aluminio de 150 mm de diámetro exterior y 134 mm de diámetro interior (3.567 mm<sup>2</sup> de sección), que, al aire, admite una intensidad de 3.400 A en servicio continuo y en un rango de temperaturas operativa de hasta 65°C.

	<b>SUBESTACIÓN ELÉCTRICA 400/30 kV</b> <b>“LIBIENERGY”</b> EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE FRAGA (PROVINCIA DE HUESCA)	MAYO 2023	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> <p style="font-size: 8px; margin: 0;">COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA</p> <p style="font-size: 8px; margin: 0;">Nº.Colegiado.: 0002207 DAVID GAVÍN ASSO</p> <p style="font-size: 8px; margin: 0;">VISADO Nº : VD02065-23A DEFECHA : 15/5/23</p> <p style="font-size: 12px; font-weight: bold; margin: 0;">E-VISADO</p> </div>
---	--	-----------	--

### 5.1.3 CALENTAMIENTO

Finalmente comprobaremos que la sección elegida es válida para la intensidad de cortocircuito para la que se diseña la subestación. La intensidad máxima admisible en régimen de cortocircuito, que se determina mediante siguiente expresión:

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

Siendo:

$I_{cc}$  = 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<sup>2</sup>

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 0,5 segundo será:

$$I_{cc} = \frac{K \cdot S}{\sqrt{t}} = \frac{93 \cdot 516,8}{\sqrt{0,5}} = 67,97 \text{ kA}$$

$$I_{cc} = 67,97 \text{ kA} > I_{cc \text{ diseño}} (400 \text{ kV}) = 50 \text{ kA}$$

Sustituyendo valores en la expresión, para el embarrado de 400 kV, tubo de aluminio de 150/134 mm (3.567 mm<sup>2</sup> de sección), y un tiempo de despeje de 0,5 segundos:

$$I_{cc} = \frac{93 \cdot 3.567}{\sqrt{0,5}} = 469.138,48 \text{ A}$$

$$I_{cc} = 469,14 \text{ kA} > I_{cc \text{ diseño}} (400 \text{ kV}) = 50 \text{ kA}$$

El conductor utilizado y el embarrado seleccionado, poseen una sección suficiente; por lo que se considera correctamente dimensionado.

Para la posición de línea proveniente de la SE HIBERUS y la posición del transformador de potencia se considerará correctamente dimensionado al estar diseñado con el mismo cableado que el estudiado en este nivel y circular una intensidad máxima menor a la de la posición de línea a SE ALMENDRA PROMOTORES.

## 5.2 NIVEL 30 kV

### 5.2.1 INTENSIDAD ADMISIBLE EMBARRADO DE SALIDA TRANSFORMADOR (LADO 30 kV)

La intensidad máxima prevista para la tensión de 30 kV viene dada por la potencia del transformador a plena carga (140 MVA en el embarrado de 30 kV):

$$I_s = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U} = \frac{140.000}{\sqrt{3} \cdot 30} = 2.694,30 \text{ A}$$

El embarrado de salida de las bornas de 30 kV del transformador, se realizará con tubo de aluminio de 120 mm de diámetro exterior y 106 mm de diámetro interior (2.485 mm<sup>2</sup> de sección), que, al aire, admite una intensidad de 3.100 A en servicio continuo y en un rango de temperaturas operativa de hasta 65°C.

	<b>SUBESTACIÓN ELÉCTRICA 400/30 kV</b> <b>“LIBIENERGY”</b> EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE FRAGA (PROVINCIA DE HUESCA)	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p style="text-align: center; font-size: small;">COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA</p> <p>Nº Colegiado.: 0002207          DAVID GAVIN ASSO</p> <p style="text-align: center; font-weight: bold; font-size: small;">VISADO Nº : VD02065-23A          DE FECHA : 15/5/23</p> <p style="text-align: center; font-weight: bold; font-size: large;">E-VISADO</p> </div>
---	--	---

### 5.2.2 INTENSIDAD ADMISIBLE SALIDA A TRANSFORMADOR SEMIBARRA CSF LIBIENERGY PEÑALBA 1

La intensidad máxima prevista para la tensión de 30 kV viene dada por la potencia fotovoltaica que evacua en la barra A, a plena carga:

$$I_{BARRA A} = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U \cdot FDP} = \frac{40.000}{\sqrt{3} \cdot 30 \cdot 0,9} = 855,33 \text{ A}$$

La intensidad máxima admisible para 2 ternas de cable aislado tipo RH5Z1 18/30 kV de 630 mm<sup>2</sup> de Cobre, en contacto, y a una temperatura máxima de 55 °C, dentro de canal, es:

$$I_{max} = n \cdot I_{cond} \cdot C_1 \cdot C_2 \cdot C_3 = 2 \cdot 1095 \cdot 0,84 \cdot 0,66 \cdot 0,9 = 1.092,72 \text{ A} > 855,33 \text{ A}$$

Siendo:

C<sub>1</sub>= Coeficiente de reducción por aumento de temperatura en canal (55°C)

C<sub>2</sub>= Coeficiente de reducción por agrupamiento de ternas

C<sub>3</sub>= Coeficiente de reducción por desequilibrio

### 5.2.3 INTENSIDAD ADMISIBLE SALIDA A TRANSFORMADOR SEMIBARRA CSF LIBIENERGY PEÑALBA 2

La intensidad máxima prevista para la tensión de 30 kV viene dada por la potencia fotovoltaica que evacua en la barra B, a plena carga:

$$I_{BARRA B} = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U} = \frac{40.000}{\sqrt{3} \cdot 30 \cdot 0,9} = 855,33 \text{ A}$$

La intensidad máxima admisible para 2 ternas de cable aislado tipo RH5Z1 18/30 kV de 630 mm<sup>2</sup> de Cobre, en contacto, y a una temperatura máxima de 55 °C, dentro de canal, es:

$$I_{max} = n \cdot I_{cond} \cdot C_1 \cdot C_2 \cdot C_3 = 2 \cdot 1095 \cdot 0,84 \cdot 0,66 \cdot 0,9 = 1.092,72 \text{ A} > 855,32 \text{ A}$$

Siendo:

C<sub>1</sub>= Coeficiente de reducción por aumento de temperatura en canal (55°C)

C<sub>2</sub>= Coeficiente de reducción por agrupamiento de ternas

C<sub>3</sub>= Coeficiente de reducción por desequilibrio

### 5.2.4 INTENSIDAD ADMISIBLE SALIDA A TRANSFORMADOR SEMIBARRA CSF LIBIENERGY ARAGONESA

La intensidad máxima prevista para la tensión de 30 kV viene dada por la potencia fotovoltaica que evacua en la barra C, a plena carga:

$$I_{BARRA C} = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U} = \frac{35.000}{\sqrt{3} \cdot 30 \cdot 0,9} = 748,42 \text{ A}$$

La intensidad máxima admisible para 2 ternas de cable aislado tipo RH5Z1 18/30 kV de 630 mm<sup>2</sup> de Cobre, en contacto, y a una temperatura máxima de 55 °C, dentro de canal, es:

$$I_{max} = n \cdot I_{cond} \cdot C_1 \cdot C_2 \cdot C_3 = 2 \cdot 1095 \cdot 0,84 \cdot 0,66 \cdot 0,9 = 1.092,72 \text{ A} > 748,42 \text{ A}$$

Siendo:

C<sub>1</sub>= Coeficiente de reducción por aumento de temperatura en canal (55°C)

	<b>SUBESTACIÓN ELÉCTRICA 400/30 kV</b> <b>“LIBIENERGY”</b> EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE FRAGA (PROVINCIA DE HUESCA)	MAYO 2023	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA</p> <p>Nº.Colegiado.: 0002207 DAVID GAVÍN ASSO</p> <p>VISADO Nº. : VD02065-23A DE FECHA : 15/5/23</p> <p><b>E-VISADO</b></p> </div>
---	--	-----------	---

$C_2$ = Coeficiente de reducción por agrupamiento de ternas

$C_3$ = Coeficiente de reducción por desequilibrio

### 5.2.5 CALENTAMIENTO

Por último, comprobaremos 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 ya conocida:

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

Siendo:

$I_{cc}$  = 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 y para un tiempo de despeje de 0,5 segundo será:

$$I_{cc} = \frac{142 \cdot 630}{\sqrt{0,5}} = 126.515,5453 \text{ A}$$

Valor muy superior a los 25 kA, que es la intensidad límite térmica de los embarrados de las celdas elegidas.

El conductor utilizado posee una sección suficiente; por lo que se considera correctamente dimensionado.

Sustituyendo valores en la expresión, para el embarrado de salida del trafo, tubo de aluminio de 120/106 mm (2.485  $mm^2$  de sección), y un tiempo de despeje de 0,5 segundos:

$$I_{cc} = \frac{93 \cdot 2.485}{\sqrt{0,5}} = 326.831,8253 \text{ A}$$

$$I_{cc} = 326,83 \text{ kA} > I_{cc} (30 \text{ kV}) = 25 \text{ kA}$$

Se comprueba que el tubo seleccionado posee una sección suficiente.

### 5.2.6 INTENSIDAD ADMISIBLE CABLE UNIÓN ENTRE CELDAS BBCC CON BATERIAS DE CONDESADORES 1,2 Y 3

La intensidad máxima prevista para la tensión de 30 kV viene dada por la potencia de la batería de condensadores de cada embarrado, siendo cada batería de 3 MVA:

$$I_{BBCC} = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U} = \frac{3.000}{\sqrt{3} \cdot 30} = 57,74 \text{ A}$$

La intensidad máxima admisible para 1 terna de cable aislado tipo RH5Z1 18/30 kV de 240  $mm^2$  de aluminio, en contacto, y a una temperatura máxima de 55  $^{\circ}C$ , dentro de canal, es:

$$I_{max} = n \cdot I_{cond} \cdot C_1 \cdot C_2 \cdot C_3 = 1 \cdot 455 \cdot 0,84 \cdot 0,66 \cdot 0,9 = 227,0268 \text{ A} > 57,74 \text{ A}$$

Siendo:

	<b>SUBESTACIÓN ELÉCTRICA 400/30 kV</b> <b>“LIBIENERGY”</b> EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE FRAGA (PROVINCIA DE HUESCA)	MAYO DE 2023	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA</p> <p>Nº. Colegiado.: 0002207 DAVID GAVÍN ASSO</p> <p>VISADO Nº. : VD02065-23A DE 7828A : 15/5/23</p> <p><b>E-VISADO</b></p> </div>
---	--	--------------	--

$C_1$ = Coeficiente de reducción por aumento de temperatura en canal (55°C)

$C_2$ = Coeficiente de reducción por agrupamiento de ternas

$C_3$ = Coeficiente de reducción por desequilibrio

### 5.2.7 INTENSIDAD ADMISIBLE CABLE UNIÓN ENTRE CELDAS SSAA CON TRAFOS 1, 2 Y 3 DE SSAA

La intensidad máxima prevista para la tensión de 30 kV viene dada por la potencia de los transformadores de SSAA, siendo cada trafo de 50 KVA:

$$I_{SSAA} = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U} = \frac{50}{\sqrt{3} \cdot 30} = 0,96 \text{ A}$$

La intensidad máxima admisible para 1 terna de cable aislado tipo RHZ51 18/30 kV de 240 mm<sup>2</sup> de aluminio, en contacto, y a una temperatura máxima de 55 °C, dentro de canal, es:

$$I_{\max} = n \cdot I_{\text{cond}} \cdot C_1 \cdot C_2 \cdot C_3 = 1 \cdot 455 \cdot 0,84 \cdot 0,95 \cdot 0,9 = 326,78 \text{ A} > 0,96 \text{ A}$$

Siendo:

$C_1$ = Coeficiente de reducción por aumento de temperatura en canal (55°C)

$C_2$ = Coeficiente de reducción por agrupamiento de ternas

$C_3$ = Coeficiente de reducción por desequilibrio

### 5.2.8 CALENTAMIENTO

Por último, comprobaremos 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 ya conocida:

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

Siendo:

$I_{cc}$  = 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<sup>2</sup>

$t$  = Tiempo estimado de despeje de la falta en segundos.

Sustituyendo valores en la expresión y para un tiempo de despeje de 0,5 segundos será:

$$I_{cc} = \frac{93 \cdot 240}{\sqrt{0,5}} = 31.565 \text{ A}$$

Valor muy superior a los 25 kA, que es la intensidad límite térmica de los embarrados de las celdas elegidas.

	<b>SUBESTACIÓN ELÉCTRICA 400/30 kV</b> <b>“LIBIENERGY”</b> EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE FRAGA (PROVINCIA DE HUESCA)	MAYO 2023 
---	--	---

## 6. EFECTO CORONA

El efecto corona se produce cuando el conductor adquiere un potencial lo suficientemente elevado como para dar un gradiente de campo eléctrico radial igual o superior a la rigidez dieléctrica del aire. Este fenómeno puede ocasionar deterioro de los aislantes y perturbaciones radioeléctricas.

Comprobaremos si en algún punto de la subestación se llega a alcanzar la tensión crítica disruptiva.

$$U_c = V_c \cdot \sqrt{3} = \frac{29,8}{\sqrt{2}} \cdot \sqrt{3} \cdot m_c \cdot m_t \cdot \delta \cdot r \cdot n \cdot \ln \frac{D}{r_e}$$

Donde:

$V_c$  = Tensión crítica disruptiva fase – neutro, en kV

29,8 = Valor máximo o de cresta, en kV/cm, de la rigidez dieléctrica del aire a 25º C de temperatura, y a la presión barométrica de 76 cm de columna de mercurio

$m_c$  = Coeficiente de rugosidad del conductor (consideramos 0,85 para cables)

$m_t$  = Coeficiente meteorológico (consideramos tiempo húmedo,  $m_t = 0,8$ )

$r$  = Radio del conductor en cm

$r_e$  = Radio equivalente del conductor en cm

$D$  = Distancia media geométrica entre fases, en cm

$n = 2$  en caso de líneas dúplex

$\delta$  = Factor de corrección de la densidad del aire, función de la altura sobre el nivel del mar

El valor de  $\delta$  se calculará por:

$$\delta = \frac{3,921 \cdot h}{273 + \theta}$$

donde:

$h$  = Presión barométrica en cm de columna de mercurio

$\theta$  = Temperatura en grados centígrados, correspondiente a la altitud de punto que se considere

El valor de  $h$  es función de la altitud sobre el nivel del mar. En nuestro caso vamos a considerar un valor de  $h$  de 73,39 cm (292,25 metros sobre el nivel del mar) y una temperatura media de 15 º C.

El efecto corona depende en gran medida del diámetro del conductor, por lo que se va a calcular el efecto corona para cada uno de los conductores.

En caso de producirse efecto corona en alguno de los conductores se evaluarán las pérdidas producidas por efecto corona en el tramo correspondiente. Para ello utilizaremos otra fórmula desarrollado por Peek:

$$P_{\text{pérdida por fase y longitud}} = \frac{241}{\delta} \cdot (f + 25) \cdot \sqrt{\frac{r}{D}} \cdot \left[ \frac{U_{me}}{\sqrt{3}} - \frac{U_c}{\sqrt{3}} \right]^2 \cdot 10^{-5}$$

$$P_{\text{pérdida total}} = P_{\text{pérdida por fase y longitud}} \cdot n^{\circ} \text{fases} \cdot \text{longitud}$$

$P_{\text{pérdida por fase y longitud}}$  = pérdida por efecto corona en kW por fase y por km

$P_{\text{pérdida total}}$  = Pérdida por efecto corona total en la línea o tramo en kW

	<b>SUBESTACIÓN ELÉCTRICA 400/30 kV</b> <b>“LIBIENERGY”</b> EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE FRAGA (PROVINCIA DE HUESCA)	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content;">         COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA          N.º Colegiado.: 0002207          DAVID GAVÍN ASSO  <b>VISADO N.º : VD02065-23A</b>          DE FECHA : 15/5/23  <b>E-VISADO</b> </div>
---	--	--

$U_c$  = Tensión compuesta crítica eficaz en kV para la que empiezan las pérdidas por efecto corona, o sea, tensión crítica disruptiva

$U_{me}$  = Tensión máxima eficaz en kV

$r$  = Radio del conductor en cm

$D$  = Distancia media geométrica entre fases, en cm

$\delta$  = Factor de corrección de la densidad del aire, función de la altura sobre el nivel del mar

$f$  = Frecuencia de la red en Hz (50 Hz)

Conductor Dúplex LARL-517 (400 kV):

Considerando una distancia entre fases de 5 metros la distancia media geométrica será:

$$D = \sqrt[3]{D_{1-2} \cdot D_{2-3} \cdot D_{1-3}} = 629,96 \text{ cm}$$

Con un radio del cable de 1,4805 cm el radio equivalente al ser doble será:

$$r_e = \sqrt[n]{r \cdot n \cdot R^{n-1}} = \sqrt[2]{1,4805 \cdot 2 \cdot 20^1} = 7,695 \text{ cm}$$

De esta forma podemos ya calcular el valor de la tensión crítica disruptiva.

$$U_c = V_c \cdot \sqrt{3} = \frac{29,8}{\sqrt{2}} \cdot \sqrt{3} \cdot 0,85 \cdot 0,8 \cdot \frac{3,921 \cdot 73,39}{273 + 15} \cdot 1,4805 \cdot 2 \cdot \ln \frac{629,96}{7,695}$$

$$U_c = 323,45 \text{ kV} < 420 \text{ kV}$$

No obstante, la tensión nominal de la instalación queda por encima del umbral de tensión crítica en el caso de tiempo húmedo, por lo que se producirá efecto corona en ese caso. Es por ello que se a evaluar las pérdidas producidas por el efecto corona en tiempo húmedo:

$$P_{\text{pérdida por fase y long}} = \frac{241}{\frac{3,921 \cdot 73,39}{273 + 15}} \cdot (50 + 25) \cdot \sqrt{\frac{1,4805}{629,96}} \cdot \left[ \frac{420}{\sqrt{3}} - \frac{323,45}{\sqrt{3}} \right]^2 \cdot 10^{-5} = 27,30 \text{ kW/km}$$

$$P_{\text{pérdida total}} = P_{\text{perdida por fase y longitud}} \cdot n^{\circ} \text{fases} \cdot \text{longitud} = 27,30 \cdot 3 \cdot 0,05 = 4,10 \text{ kW}$$

Como se puede comprobar, las pérdidas producidas por efecto corona son despreciables en relación a la potencia transportada por el tramo de la línea más desfavorable (365 MW), suponiendo un porcentaje de pérdidas de 0,0011%.

	<b>SUBESTACIÓN ELÉCTRICA 400/30 kV</b> <b>“LIBIENERGY”</b> EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE FRAGA (PROVINCIA DE HUESCA)	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: auto;">         COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA          N.º Colegiado.: 0002207          DAVID GAVÍN ASSO  <b>VISADO N.º : VD02065-23A</b>          DE 28/05/23 : 15/5/23  <b>E-VISADO</b> </div>
---	--	---

## 7. CÁLCULO DE LA RED DE TIERRAS

La red de puesta a tierra de la subestación consistirá en un mallado de 105,20 x 91,60 m aproximadamente de cable de cobre de 120 mm<sup>2</sup> de sección enterrado a una profundidad de 0,8 m con un perimetral exterior y otro interior a la valla, más uno exterior a los edificios de control.

Como señala la ITC-RAT 13 en su punto 2.1 se procedió a realizar el estudio del terreno en el que se va a ubicar la subestación eléctrica, obteniéndose una resistividad media del mismo de 300 Ω·m. Aplicando la fórmula para esta configuración de electrodo que nos da el reglamento:

$$R = \frac{\rho}{4r} + \frac{\rho}{L}$$

y siendo:

R = Resistencia de tierra del electrodo en Ohmios

ρ = Resistividad del terreno en Ohmios x metro

L = Longitud total de los conductores enterrados (unos 5.250 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 9.636,32 m<sup>2</sup>, podemos calcular la resistencia de la malla:

$$R_g = \frac{\rho}{4} \sqrt{\frac{\pi}{S}} + \frac{\rho}{L} = \frac{300}{4} \sqrt{\frac{\pi}{9.636,32}} + \frac{300}{5.250} = 1,411 \Omega$$

Las tensiones máximas admisibles de paso y contacto se calcularán según especifica la citada instrucción, considerando que el acabado en grava para el suelo de la subestación presenta una resistividad de 3.000 Ω·m.

Calcularemos la resistividad superficial equivalente y los valores máximos admisibles de la tensión de paso y de contacto.

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

$$\rho_{sup} = \left( 1 - 0,106 \cdot \left( \frac{1 - \frac{300}{3.000}}{2 \cdot 0,1 + 0,106} \right) \right) \cdot 3.000 = 2.065 \Omega \cdot m$$

Calcularemos valores máximos admisibles con acabado en grava (interior del recinto cerrado) y sin grava (exterior):

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

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

	<b>SUBESTACIÓN ELÉCTRICA 400/30 kV</b> <b>“LIBIENERGY”</b> EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE FRAGA (PROVINCIA DE HUESCA)	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: auto;">         COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA          N.º Colegiado.: 0002207          DAVID GAVÍN ASSO  <b>VISADO N.º : VD02065-23A</b>          DE FECHA : 15/5/23  <b>E-VISADO</b> </div>
---	--	--

siendo:

$U_{ca}$ = Tensión de contacto aplicada admisible en el cuerpo humano (107 V obtenidos de la tabla 1 de la ITC-RAT 13 para una duración de la falta de 1 seg)

$t$ = Duración de la falta en segundos (se considerará 1 seg)

$\rho_s$ = Resistividad superficial del terreno

$h_s$  = Espesor de la capa superficial (0,1 m)

$R_{a1}$  = Resistencia equivalente del calzado de un pie cuya suela sea aislante (2000  $\Omega$ )

Los resultados se resumen en la siguiente tabla:

<b>VALORES ADMISIBLES DE <math>V_p</math> Y <math>V_c</math></b>		
	<b>Tensión de paso <math>V_p</math></b>	<b>Tensión de contacto <math>V_c</math></b>
Interior (con grava)	18.605 V	545 V
Exterior (sin grava)	7.276 V	262 V

En nuestro caso, en el apartado 3 de este anexo se calcula un valor de potencia de cortocircuito de 6.760,36 MVA en barras de 400 kV. Consideraremos el caso más desfavorable en 400 kV, con esta potencia, donde la Intensidad de falta a considerar será 9,75 kA.

En nuestro cálculo vamos a usar un valor de 0,4  $\Omega$ , para la resistividad de las líneas de llegada y salida a la subestación, que es una cifra lógica en este tipo de configuración. Por lo que tenemos una resistividad total considerando dichas líneas, la resistencia de la subestación calculada anteriormente y la resistencia de los parques fotovoltaicos de 0,0658  $\Omega$ .

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

$$U_E = I_E \cdot R_T = 9.757,74 \cdot 0,0658 = 642,06 V$$

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

$$I_g = \frac{U_E}{R_g} = \frac{642,06}{1,411} = 455,04 A$$

En definitiva, en nuestros cálculos vamos a considerar una intensidad de defecto a tierra de 455,04 A.

	<b>SUBESTACIÓN ELÉCTRICA 400/30 kV</b> <b>“LIBIENERGY”</b> EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE FRAGA (PROVINCIA DE HUESCA)	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p style="text-align: center; margin: 0;">COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA</p> <p style="margin: 0;">Nº.Colegiado.: 0002207 DAVID GAVÍN ASSO</p> <p style="margin: 0;">VISADO Nº. : VD02065-23A DE : 15/5/23</p> <p style="text-align: center; font-weight: bold; font-size: 1.2em;">E-VISADO</p> </div>
---	--	--

### Cálculo del conductor

Según Standard 80 IEEE:

$$A = \frac{I \cdot \sqrt{T_c \cdot \alpha_r \cdot \rho_r \cdot 10.000}}{\sqrt{T_{CAP} \cdot L_n \cdot \frac{k_0 + T_M}{k_0 + T_a}}} = 2,94 \text{ mm}^2$$

Con:

- I: Intensidad máxima hacia la red de tierras en valor eficaz .....0,455 kA
- T<sub>c</sub>: Tiempo de duración de la falta .....1 seg (Apart. 3.1 ITC-RAT 13)
- α<sub>r</sub> : Coeficiente térmico de resistividad a temp. de ref..... 0,00397 °C<sup>-1</sup>
- K<sub>0</sub>=1/α<sub>0</sub> ..... 234 °C
- α<sub>0</sub> = 1/ K<sub>0</sub>: Coeficiente térmico de resistividad a 0º C ..... 0,00427 °C<sup>-1</sup>
- ρ<sub>r</sub> : Resistividad del conductor a temperatura de ref..... 1,72 μΩ·cm
- T<sub>CAP</sub> : Factor de capacidad térmica para el Cu ..... 3,42 J/cm<sup>3</sup> °C
- T<sub>M</sub>: Temperatura máxima permisible ..... 200°C
- T<sub>a</sub>: Temperatura ambiente ..... 35°C

### Máxima densidad de corriente de acuerdo con apartado 3.1 de la ITC-RAT 13:

$$I_{sth} = 160 \text{ A/mm}^2$$

### Sección mínima del conductor según apartado 3.1 de la ITC-RAT 13:

$$S = I / I_{sth} = 2,84 \text{ mm}^2$$

Según apartado 3.4 de la ITC-RAT 13 la sección mínima del electrodo de puesta a tierra será de 50 mm<sup>2</sup> para conductores de cobre. Se utilizará cable de cobre desnudo de 120 mm<sup>2</sup>.

	<p>SUBESTACIÓN ELÉCTRICA 400/30 kV "LIBIENERGY" EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE FRAGA (PROVINCIA DE HUESCA)</p>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p style="font-size: small;">COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA</p> <p>Nº.Colegiado.: 0002207 DAVID GAVÍN ASSO</p> <p style="color: red; font-weight: bold;">VISADO Nº. : VD02065-23A</p> <p style="color: red; font-weight: bold;">MAYO 2023 : 15/5/23</p> <p style="font-size: large; color: blue; font-weight: bold;">E-VISADO</p> </div>
---	--	--

## 8. 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:

$$E_s = \rho \cdot K_s \cdot K_j \frac{l}{L}$$

$$E_m = \rho \cdot K_m \cdot K_j \frac{l}{L}$$

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

$$K_j = 0,644 + 0,148n$$

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

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

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

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

$$n_a = \frac{2L_c}{L_p}$$

$$n_b = \sqrt{\frac{L_p}{4\sqrt{A}}}$$

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

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

	<p><b>SUBESTACIÓN ELÉCTRICA 400/30 kV</b>  <b>“LIBIENERGY”</b>          EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE FRAGA          (PROVINCIA DE HUESCA)</p>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p style="text-align: center; font-size: small;">COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA</p> <p>Nº.Colegiado.: 0002207  <small>DAVID GAVÍN ASSO</small></p> <p style="text-align: center; font-weight: bold;">VISADO Nº : VD02065-23A          DE FECHA : 15/5/23</p> <p style="text-align: center; font-size: large; font-weight: bold; color: blue;">E-VISADO</p> </div>
---	---	---

Donde:

$E_m$ = Diferencia de potencial del conductor de la malla y la superficie del terreno al centro de la malla

$E_s$ = Tensión de contacto a una distancia horizontal de un metro

$\rho$ = Resistividad del terreno ( $\Omega \cdot m$ )

$I$ = Intensidad de defecto (A)

$L_c$ = Longitud del cable enterrado (unos 5.250 m)

$L_p$ = Longitud del perímetro de la red (393,60 m)

$L_x$ = Máxima longitud del cable de tierra en el eje longitudinal

$L_y$ = Máxima longitud del cable de tierra en el eje transversal

$D_m$ = Distancia máxima entre dos puntos de la red de tierras.

$h$ = Profundidad de enterramiento (0,8 m)

$A$ = Área cubierta por la malla (9.636,22 m<sup>2</sup>)

$D$ = Separación media entre conductores paralelos (unos 4,75 m)

$d$ = Diámetro del conductor (0,01236 m)

$n$ = Número efectivo de conductores en paralelo

Procedemos a calcular los coeficientes:

$$n = 26,709$$

$$n_a = 26,677$$

$$n_b = 1,001$$

$$n_c = 1$$

$$n_d = 1$$

$$K_s = \frac{1}{\pi} \left[ \frac{1}{2 \cdot 0,8} + \frac{1}{0,8 + 4,75} + \frac{1}{4,75} (1 + 0,5^{26,709-2}) \right]$$

$$K_s = 0,323$$

$$K_j = 0,644 + 0,148 \cdot n = 0,644 + 0,148 \cdot 26,709 = 4,597$$

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

$$K_{ij} = 0,742$$

$$K_h = \sqrt{1 + \frac{h}{h_0}} = \sqrt{1 + \frac{0,8}{1}} = 1,342$$

	<b>SUBESTACIÓN ELÉCTRICA 400/30 kV</b> <b>“LIBIENERGY”</b> EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE FRAGA (PROVINCIA DE HUESCA)	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">         COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA          N.º Colegiado.: 0002207          DAVID GAVÍN ASSO  <b>VISADO N.º : VD02065-23A</b>          DE FRAGA : 15/5/23  <b>E-VISADO</b> </div>
---	--	--

$$K_m = \frac{1}{2\pi} \left[ \ln \left( \frac{D^2}{16hd} + \frac{(D+2h)^2}{8Dd} - \frac{h}{4d} \right) + \frac{K_{ij}}{K_h} \ln \frac{8}{\pi(2n-1)} \right] = 0,586$$

Entonces:

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

$$E_m = 70,1 V$$

$$E_s = \rho \cdot K_s \cdot K_j \frac{I}{L}$$

$$E_s = 62,9 V$$

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

$$E_s < V_p$$

$$E_m < V_c$$

	<b>V<sub>p</sub> Admisible</b>	<b>V<sub>p</sub> Calculada (E<sub>s</sub>)</b>	<b>V<sub>c</sub> Admisible</b>	<b>V<sub>c</sub> Calculada (E<sub>m</sub>)</b>
Interior (con grava)	18.605 V	62,9 V	545 V	70,1 V
Exterior (sin grava)	7.276 V	62,9 V	262 V	70,1 V

Para asegurar la seguridad con respecto a la tensión de contacto en el exterior del recinto, se instalará la valla de la Subestación a 1 m del perímetro de la malla hacia el interior y conectada a esta, con lo que nuestro sistema no presentará peligros significativos para el personal por trasvase de potenciales peligrosos.

En aplicación del Reglamento de Instalaciones Eléctricas 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.

	<b>SUBESTACIÓN ELÉCTRICA 400/30 kV</b> <b>“LIBIENERGY”</b> EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE FRAGA (PROVINCIA DE HUESCA)	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">         COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA          N.º Colegiado.: 0002207          DAVID GAVÍN ASSO  <b>VISADO N.º : VD02065-23A</b>          MAYO 2023 : 15/5/23  <b>E-VISADO</b> </div>
---	--	---

## 9. COORDINACIÓN DE AISLAMIENTO

Se pretende coordinar el aislamiento del conjunto de la aparamenta con los niveles de protección de los pararrayos a instalar, así como calcular la distancia, medida a lo largo de las conexiones, que protegen dichos pararrayos comprobando así su correcto funcionamiento.

Los pararrayos elegidos son de ZnO por lo que las consideraciones técnicas para la elección de este tipo de pararrayos es la siguiente:

- 1º Determinar la máxima tensión de operación del sistema. Para ello se utilizará la curva MCOV (Maximun Continuous Operating Voltage) de los pararrayos.
- 2º Considerar las sobretensiones temporales de onda 50 Hz, de tiempo apreciable (faltas a tierra, cortocircuitos, etc.)
- 3º Elegir el tipo de pararrayos en función de los valores obtenidos en los dos puntos anteriores.
- 4º Verificar la coordinación de aislamiento a proteger con el nivel de protección del pararrayos.

### 9.1 NIVEL DE 400 kV

Tensión más elevada de la red: 420 kV

BIL (Basic Impulse Insulation Level) de los aparatos: 1.425 kV

Conexión del neutro: Neutro rígido a tierra

$$1^\circ \quad U_{\max} = 420 \text{ kV} \quad ; \quad U_{\text{simple}} = \frac{420}{\sqrt{3}} = 242,49 \text{ kV}$$

En la gráfica que da el fabricante se observa que los pararrayos pueden soportar sobretensiones de 0,8 veces su valor nominal ( $U_r$ ) durante tiempo indefinido.

$$U_1 = \frac{242,49}{0,8} = 303,11 \text{ kV}$$

Lo cual indica que el pararrayos de 303,11 kV puede soportar continuamente 242,49 kV sin descargar.

2º Aplicando el coeficiente de defecto a tierra que es 1/4 de la tensión simple máxima y admitiendo un tiempo de despeje de la falta de 2 segundos tendremos:

$$U_2 = \frac{U_{\max} \cdot 1,4}{K_t} = \frac{242,49 \cdot 1,4}{1,033} = 328,64 \text{ kV}$$

Donde  $K_t$  es la capacidad del pararrayos contra sobretensiones temporales, el cual depende del tiempo de duración de la sobretensión y se obtiene a partir de la siguiente expresión:

$$K_t = \frac{1}{\left(\frac{t}{10}\right)^{0,02}}$$

Siendo “t” el tiempo de duración de la sobretensión dado en segundos.

	<b>SUBESTACIÓN ELÉCTRICA 400/30 kV</b> <b>“LIBIENERGY”</b> EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE FRAGA (PROVINCIA DE HUESCA)	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content;"> <p style="font-size: small; margin: 0;">COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA</p> <p style="font-size: x-small; margin: 0;">Nº.Colegiado.: 0002207 DAVID GAVÍN ASSO</p> <p style="font-size: x-small; margin: 0;">VISADO Nº. : VD02065-23A DE FECHA : 15/5/23</p> <p style="font-size: large; font-weight: bold; margin: 0; color: blue;">E-VISADO</p> </div>
---	--	--

3º Se elige el tipo de pararrayos de manera que la tensión nominal sea de un valor comercial superior a la mayor de las dos tensiones nominales calculadas ( $U_1$  y  $U_2$ ), en este caso 330 kV.

La clase se fija considerando la máxima corriente de descarga que se pueda presentar en caso de un cortocircuito. En este caso "Station type" de 20 kA, clase 4.

La tensión residual de un pararrayos de  $U_r=330\text{kV}$  es 854kV.

$$4^\circ \left( \frac{BIL}{\text{Tensión residual}} \right) \geq 1,4 \rightarrow \frac{1.425}{854} = 1,67 \geq 1,4$$

Por consiguiente cumple la coordinación de seguridad exigida.

## 9.2 NIVEL DE 30 kV

Tensión más elevada de la red: 36 kV

BIL (Basic Impulse Insulation Level) de los aparatos: 170 kV

$$1^\circ U_{\max} = 36 \text{ kV} \quad U_{\text{simple}} = \frac{36}{\sqrt{3}} = 20,78 \text{ kV}$$

En la gráfica que da el fabricante se observa que los pararrayos pueden soportar sobretensiones de 0,8 veces su valor nominal ( $U_r$ ) durante tiempo indefinido.

$$U_1 = \frac{20,78}{0,8} = 25,98 \text{ kV}$$

Lo cual indica que el pararrayos de 25,98 kV puede soportar continuamente 20,78 kV sin descargar.

2º Aplicando el coeficiente de defecto a tierra que es 1/4 de la tensión simple máxima y admitiendo un tiempo de despeje de la falta de 2 segundos tendremos:

$$U_2 = \frac{U_{\max} * 1,4}{K_t} = \frac{20,78 * 1,4}{1,0327} = 28,17 \text{ kV}$$

Es decir, eligiendo un pararrayos de 28,17 kV se podría soportar una sobretensión de un 80% durante 2 segundos.

3º Se elige el tipo de pararrayos de manera que la tensión nominal sea de un valor comercial superior a la mayor de las dos tensiones nominales calculadas ( $U_1$  y  $U_2$ ), en este caso 36 kV.

La clase se fija considerando la máxima corriente de descarga que se pueda presentar en caso de un cortocircuito. En este caso "Station type" de 10 kA, clase 2.

4º La tensión residual de un pararrayos de  $U_r=36 \text{ kV}$  es 77,7kV.

$$\left( \frac{BIL}{\text{Tensión residual}} \right) \geq 1,4 \rightarrow \frac{170}{77,7} = 2,19 \geq 1,4$$

Por consiguiente, cumple la coordinación de seguridad exigida.



## ANEXO Nº2

# PREVENCION DE INCENDIOS

	<p><b>SUBESTACIÓN ELÉCTRICA 400/30 kV</b>  <b>“LIBIENERGY”</b>          EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE FRAGA          (PROVINCIA DE HUESCA)</p>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: auto;"> <p style="font-size: small; margin: 0;">COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA</p> <p style="font-size: small; margin: 0;">Nº Colegiado.: 0002207 DAVID GAVÍN ASSO</p> <p style="font-size: small; margin: 0;">VISADO Nº : VD02065-23A MAYO 2023 : 15/5/23</p> <p style="font-size: large; font-weight: bold; margin: 0; color: blue;">E-VISADO</p> </div>
---	---	--

## ÍNDICE ANEXO Nº2

<b>1.</b>	<b>INFORMACIÓN GENERAL .....</b>	<b>1</b>
<b>1.1</b>	<b>INFORMACIÓN GRÁFICA.....</b>	<b>1</b>
	1.1.1 Situación relativa del local .....	1
	1.1.2 Superficie edificada .....	1
	1.1.3 Accesibilidad.....	1
	1.1.4 Sectores de incendios y superficie de cada uno.....	2
<b>1.2</b>	<b>INFORMACIÓN DESCRIPTIVA .....</b>	<b>3</b>
	1.2.1 Carga de fuego ponderada de cada sector de incendio .....	3
	1.2.2 Abastecimiento de agua contra incendios .....	3
	1.2.3 Instalaciones de protección .....	3
<b>2.</b>	<b>INFORMACIÓN ESPECÍFICA CONTRA INCENDIOS.....</b>	<b>4</b>
<b>2.1</b>	<b>PARA ACTIVIDADES DEL CTE .....</b>	<b>4</b>
<b>2.2</b>	<b>PARA ACTIVIDADES RECREATIVAS, DE ESPECTÁCULOS Y DE OCIO .....</b>	<b>4</b>
<b>2.3</b>	<b>PARA ACTIVIDADES DE INDUSTRIA Y ALMACENAMIENTO.....</b>	<b>4</b>
	2.3.1 Caracterización del establecimiento industrial .....	4
	2.3.2 Requisitos constructivos .....	6
	2.3.3 Instalaciones de protección .....	9
<b>3.</b>	<b>ORGANIZACIÓN DE LA EMERGENCIA.....</b>	<b>11</b>
<b>4.</b>	<b>FICHA DE CARACTERÍSTICAS Y REQUISITOS DE CADA SECTOR DE INCENDIOS, DE ACUERDO CON EL R.D. 2267/04 .....</b>	<b>12</b>

	<p style="text-align: center;"><b>SUBESTACIÓN ELÉCTRICA 400/30 kV</b>  <b>“LIBIENERGY”</b>          EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE FRAGA          (PROVINCIA DE HUESCA)</p>	<p style="text-align: center;">MAYO DE 2023</p>	<p style="text-align: center;">COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS          INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA</p> <p>Nº Colegiado.: 0002207          DAVID GAVÍN ASSO</p> <p>VISADO Nº : VD02065-23A          DE FECHA : 15/5/23</p> <p style="text-align: center;"><b>E-VISADO</b></p>
---	---	---	---

## 1. INFORMACIÓN GENERAL

### 1.1 INFORMACIÓN GRÁFICA

#### 1.1.1 Situación relativa del local

La parcela dónde se implantará la Subestación 400/30 kV “Libienergy” se encuentran en el término municipal de Fraga (provincia de Huesca).

De acuerdo con el RD 2267/04, respecto a su configuración y ubicación, la Subestación presenta dos tipos de establecimiento, tipo E la parte ocupada por el parque intemperie, puesto que ocupa un espacio abierto con una cobertura no mayor del 50% de la superficie ocupada, y tipo C el edificio, como establecimiento industrial que ocupa totalmente un edificio y se encuentra a una distancia mayor de tres metros del edificio más próximo de otros establecimientos.

#### 1.1.2 Superficie edificada

Se puede considerar que la superficie ocupada por la actividad será de 9.246,72 m<sup>2</sup>. A efectos de aplicación del R.D. 2267/04 se considerará de especial relevancia el edificio de celdas, control y operación, con una superficie total construida de 304,00 m<sup>2</sup>, en una única planta.

#### 1.1.3 Accesibilidad

El acceso a la Subestación, se hará desde vial de nueva construcción.

Este acceso tendrá una anchura de vía útil superior a los 4 m, y cumplirá con los siguientes:

- ✓ Capacidad portante para un vehículo de 15.000kg con ejes separados 4,5m y actuando 5.000kg sobre el eje delantero y 10.000kg. sobre el eje posterior, con una sobrecarga de uso de 2.000kg.
- ✓ En los tramos curvos el carril de rodamiento ha de quedar delimitado por el trazado de una corona circular, los radios de los cuales serán de 5,30m y 12,50m con una anchura libre para la circulación de 7,20m.
- ✓ Altura libre que permita el paso de un vehículo de 3,50m de altura, con un margen de seguridad de 0,20m.
- ✓ Pendiente inferior al 15%

Todos estos valores quedan garantizados simplemente por las necesidades propias del transporte de los equipos de la instalación, muy superiores a los especificados.

	<p style="text-align: center;"><b>SUBESTACIÓN ELÉCTRICA 400/30 kV</b>  <b>“LIBIENERGY”</b>          EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE FRAGA          (PROVINCIA DE HUESCA)</p>	<p style="text-align: center;">MAYO DE 2023</p>
---	---	---

**COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA**  
 N.º Colegiado.: 0002207  
 DAVID GAVÍN ASSO  
**VISADO N.º : VD02065-23A**  
 MAYO DE 2023 : 15/5/23  
**E-VISADO**

#### 1.1.4 Sectores de incendios y superficie de cada uno

Dadas las características de la actividad, se considerará a efectos prácticos como un edificio aislado, de configuración tipo C, dentro de una parcela tipo E.

#### Cuadro de superficies Edificio de control

##### SUPERFICIES ÚTILES

✓ Sala de Celdas .....	51,70 m <sup>2</sup>
✓ Grupo Electrónico .....	14,65 m <sup>2</sup>
✓ Almacén de residuos .....	14,68 m <sup>2</sup>
✓ Aseo-Vestuario Femenino .....	6,84 m <sup>2</sup>
✓ Aseo-Vestuario Masculino .....	10,45 m <sup>2</sup>
✓ Sala de Control .....	40,42 m <sup>2</sup>
✓ Sala de SSAA .....	41,40 m <sup>2</sup>
✓ Oficina .....	25,58 m <sup>2</sup>
✓ Almacén .....	68,64 m <sup>2</sup>
<b>SUPERFICIE ÚTIL TOTAL .....</b>	<b>274,36 m<sup>2</sup></b>

##### SUPERFICIES CONSTRUIDAS

Planta Baja .....	274,36 m <sup>2</sup>
<b>SUPERFICIE CONSTRUIDA TOTAL .....</b>	<b>304,00 m<sup>2</sup></b>

	<p style="text-align: center;"><b>SUBESTACIÓN ELÉCTRICA 400/30 kV</b>  <b>“LIBIENERGY”</b>          EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE FRAGA          (PROVINCIA DE HUESCA)</p>	<p style="text-align: center;">MAYO DE 2023</p>	<p style="text-align: center;">COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS          INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA</p> <p>Nº Colegiado.: 0002207          DAVID GAVÍN ASSO</p> <p>VISADO Nº : VD02065-23A          MAYO DE 2023 : 15/5/23</p> <p style="text-align: center;"><b>E-VISADO</b></p>
---	---	---	---

## 1.2 INFORMACIÓN DESCRIPTIVA

### 1.2.1 Carga de fuego ponderada de cada sector de incendio

De acuerdo con las fichas adjuntas al final de este anexo, la carga de fuego ponderada para cada sector de incendio es la siguiente:

Sector	Sector de incendio	$A_i$ (m <sup>2</sup> )	$Q_{Si}$ (MJ/m <sup>2</sup> )	$Q_{Si} \cdot A_i$ (MJ)	N.R.I.
ÚNICO	Edificio de Celdas, Control y Operación	304,00	294	89.376	1 - BAJO

$A_i$  : Superficie del sector de incendios

$Q_{Si}$  : Densidad de carga de fuego ponderada y corregida

N.R.I. : Nivel de Riesgo Intrínseco

### 1.2.2 Abastecimiento de agua contra incendios

De acuerdo con el R.D. 2267/04, condiciones de protección contra incendios en los edificios industriales, los establecimientos no requieren de otros suministros hídricos, puesto que no es preceptiva la instalación de hidrantes, columna seca, BIE's o rociadores.

### 1.2.3 Instalaciones de protección

Las instalaciones de protección (medidas activas) cumplirán con el Reglamento de Instalaciones de Protección contra incendios (R.D. 513/2017), así como el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación, e instrucciones técnicas complementarias (R.D. 337/2014).

Las instalaciones de protección instaladas o proyectadas se detallan en cada uno de los apartados específicos del presente anexo.

	<p style="text-align: center;"><b>SUBESTACIÓN ELÉCTRICA 400/30 kV</b>  <b>“LIBIENERGY”</b>          EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE FRAGA          (PROVINCIA DE HUESCA)</p>	<p style="text-align: center;">MAYO DE 2023</p>	<div style="border: 1px solid blue; padding: 2px;"> <p style="font-size: 8px; margin: 0;">COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA</p> <p style="font-size: 8px; margin: 0;">Nº.Colegiado.: 0002207 DAVID GAVÍN ASSO</p> <p style="font-size: 8px; margin: 0;">VISADO Nº. : VD02065-23A MAYO DE 2023 : 15/5/23</p> <p style="font-size: 12px; font-weight: bold; margin: 0; color: blue;">E-VISADO</p> </div>
---	---	---	--

## 2. INFORMACIÓN ESPECÍFICA CONTRA INCENDIOS

### 2.1 PARA ACTIVIDADES DEL CTE

De acuerdo con el artículo 3 del R.D. 2267/04 no le es de aplicación la CTE puesto que los establecimientos no disponen de zonas administrativas, comedor de personal, etc., de superficie superior a 250 m<sup>2</sup>.

### 2.2 PARA ACTIVIDADES RECREATIVAS, DE ESPECTÁCULOS Y DE OCIO

No procede.

### 2.3 PARA ACTIVIDADES DE INDUSTRIA Y ALMACENAMIENTO

#### 2.3.1 Caracterización del establecimiento industrial

##### Configuración y ubicación en relación con su entorno

Las parcelas donde se implantará la Subestación se encuentran en el término municipal de Fraga (provincia de Huesca).

Básicamente el establecimiento ocupará una superficie real de 9.246,72 m<sup>2</sup>, y estará formado por un parque exterior (intemperie), donde se encuentra situada la apartamentada, y un edificio de control donde se ubican los armarios, equipos de protección y mando, así como unos servicios higiénicos.

Tal como se ha comentado anteriormente de acuerdo con el R.D. 2267/04, respecto a su configuración y ubicación presenta dos tipos de establecimiento, el parque intemperie es tipo E, puesto que ocupa un espacio abierto con una cobertura no mayor del 50% de la superficie ocupada, y el edificio se considera de tipo C.

##### Número de sectores. Configuración de cada sector

Se considerará un único sector de incendios en el edificio.

##### Evaluación de la carga de fuego por cada sector

Para el cálculo de las cargas de fuego se usa la metodología propuesta en el artículo 3.2. Apartado 2 del Anexo y del Real Decreto contra incendios en los establecimientos industriales.

##### Para actividades de producción, transformación

Se parte de la siguiente fórmula:

$$Q_{si} = \frac{\sum_1^i q_{si} \cdot S_i \cdot C_i}{A} \cdot R_a (MJ/m^2)$$

Donde:

Q<sub>S</sub> : Densidad de carga de fuego ponderada y corregida del sector de incendio.

Q<sub>Si</sub> : Densidad de carga de fuego de cada zona con proceso diferente según los diferentes procesos que se realizan en el sector de incendio (i), MJ/m<sup>2</sup>.

S<sub>i</sub> : Superficie de cada zona con proceso diferente y densidad de carga de fuego diferente en m<sup>2</sup>.

C<sub>i</sub> : Coeficiente adimensional que pondera el grado de peligrosidad (por la combustibilidad) de cada uno de los combustibles (i) que existe en el sector de incendio.

	<b>SUBESTACIÓN ELÉCTRICA 400/30 kV</b> <b>“LIBIENERGY”</b> EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE FRAGA (PROVINCIA DE HUESCA)	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p style="text-align: center; font-size: small;">COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA</p> <p>Nº.Colegiado.: 0002207 DAVID GAVÍN ASSO</p> <p style="text-align: center; font-weight: bold; color: blue;">VISADO Nº : VD02065-23A</p> <p style="text-align: center; font-weight: bold; color: blue;">MAYO 2023 : 15/5/23</p> <p style="text-align: center; font-weight: bold; color: blue; font-size: large;">E-VISADO</p> </div>
---	--	---

A : Superficie construida del sector de incendio en m<sup>2</sup>.

R<sub>a</sub> : Coeficiente adimensional que corrige el grado de peligrosidad (por la activación) inherente a la actividad industrial que se desarrolla en el sector de incendio.

Se han seguido los criterios marcados en el Anexo y del R.D. 2267/04, en base a los valores establecidos en la Tabla 1.2, de densidad de carga de fuego ponderada de diversos procesos industriales. Así, para nuestra actividad vemos reflejadas las siguientes actividades:

Actividad	Tipos	q <sub>s</sub> o q <sub>v</sub>	R <sub>a</sub>
Transformadores, estación de	Producción	300 MJ/m <sup>2</sup>	1,5
Almacén-Taller de reparación	Almacenaje	400 MJ/m <sup>2</sup>	1,0
Guardarropas, armarios eléctricos	Producción	80 MJ/m <sup>2</sup>	1,0
Aparatos eléctricos	Producción	400 MJ/m <sup>2</sup>	1,0

#### Para actividades de almacenaje

Para evaluar la carga de fuego que comporta el parque exterior, se debe tener en cuenta el volumen de aceite correspondiente a los transformadores que se proyectan instalar:

	Volumen aceite (l)
<b>Trafo 400/30 kV 120/140 MVA</b>	50.000

De acuerdo con la tabla 1.4 del Anexo 1 del R.D. 2267/04, al aceite mineral le corresponde un poder calorífico de 42 MJ/kg y una densidad de 0,895 kg/l. Por tanto, para el parque exterior tendremos una carga de fuego de 1.879.500 MJ.

La carga de fuego para el sector de incendio calculada es la siguiente:

Sector	Sector de incendios	A <sub>i</sub> (m <sup>2</sup> )	Q <sub>si</sub> (MJ/m <sup>2</sup> )	Q <sub>si</sub> · A <sub>i</sub> (MJ)	N.R.I.
1	Edificio de Celdas, control y operación	304,00	294	89.376	1 - BAJO
2	Resto parcela	8.942,72	210,17	1.879.500	1 - BAJO
	Total	9.246,72	212,92	1.968.876	1 - BAJO

A<sub>i</sub> : Superficie del sector de incendios

Q<sub>si</sub> : Densidad de carga de fuego ponderada y corregida

N.R.I. : Nivel de Riesgo Intrínseco

#### Evaluación de la carga de fuego ponderado del establecimiento

De acuerdo con los valores indicados en el punto anterior. El cálculo de la carga de fuego ponderada para el establecimiento industrial (Q<sub>E</sub>) resulta:

	<p style="text-align: center;"><b>SUBESTACIÓN ELÉCTRICA 400/30 kV</b>  <b>“LIBIENERGY”</b>          EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE FRAGA          (PROVINCIA DE HUESCA)</p>	<p style="text-align: center;">MAYO DE 2023</p>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p style="text-align: center; font-size: small;">COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA</p> <p style="text-align: center; font-size: x-small;">Nº.Colegiado.: 0002207 DAVID GAVÍN ASSO</p> <p style="text-align: center; font-size: x-small;">VISADO Nº. : VD02065-23A MAYO DE 2023 : 15/5/23</p> <p style="text-align: center; font-size: large; font-weight: bold; color: blue;">E-VISADO</p> </div>
---	---	---	--

$$Q_E = \frac{\sum_1^i Q_{si} \cdot A_i}{\sum_1^i A_i} = \frac{1.968.876}{9.246,72} = 212,92 \text{ MJ/m}^2$$

### Determinación del grado intrínseco

El resultado de la carga de fuego ponderada, del establecimiento, calculada en el punto anterior, corresponde a un nivel de riesgo intrínseco grado 1 – BAJO, por ser el valor inferior a 425 MJ/m<sup>2</sup>

En consecuencia, la periodicidad de la inspección de las instalaciones, de acuerdo con el artículo 7 del Real Decreto 2267/04, se establece en cinco (5) años.

### 2.3.2 Requisitos constructivos

#### Admisibilidad de la situación

La situación resulta admisible, puesto que ninguno de los sectores incurre en ninguna de las situaciones descritas en el art. 1 del anexo 2 del R.D. 2267/04, a saber:

- a) Riesgo ALTO, configuración tipo A
- b) Riesgo MEDIO, planta bajo rasante, configuración tipo A.
- c) Riesgo MEDIO, en configuraciones de tipo A, cuando la longitud de su fachada accesible sea inferior a cinco metros.
- d) Riesgo MEDIO o BAJO configuración tipo A, altura de evacuación > 15 m.
- e) Riesgo ALTO, configuración tipo B, altura de evacuación > 15 m en sentido descendente
- f) Riesgo MEDIO o ALTO, en configuraciones de tipo B, cuando la longitud de su fachada accesible sea inferior a cinco metros.
- g) Cualquier riesgo, segunda planta bajo rasante, configuraciones tipo A, B o C
- h) Riesgo ALTO (nivel 8), configuración tipo B.
- i) Riesgo MEDIO o ALTO, a menos de 25 m de masa forestal, con franja perimetral permanente libre de vegetación arbustiva.

	<p style="text-align: center;"><b>SUBESTACIÓN ELÉCTRICA 400/30 kV</b>  <b>“LIBIENERGY”</b>          EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE FRAGA          (PROVINCIA DE HUESCA)</p>	<p style="text-align: right;">MAYO DE 2023</p>
---	---	--

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA

Nº Colegiado.: 0002207  
DAVID GAVÍN ASSO

VISADO Nº : VD02065-23A  
DE FECHA : 15/5/23

E-VISADO

### Sector de incendio máximo

La superficie actual y la máxima admisible para cada sector de incendio, de acuerdo con el Art. 2 del apéndice 2, sería la siguiente:

Sector	Sector de incendio	Superficie (m <sup>2</sup> )		%
		Real	Máxima	
1	Edificio de Celdas, Control y Operación	304,00	SIN LIMITE	---

### Comportamiento frente al fuego de los materiales

Productos de revestimientos:

<b>Suelos</b>	Clase M-2 o más favorable
<b>Paredes y techos</b>	Clase M-2 o más favorable
<b>Productos incluidos en paredes y cerramientos</b>	Por ser tipo C será suficiente M-2 o más favorable
<b>Productos situados en el interior de falsos techos, o suelos elevados, aislamientos térmicos y/o acústicos, cables eléctricos, etc.</b>	Clase M-1 o más favorable

Los productos de construcción pétreos, cerámicos, metálicos, vidrios, morteros, hormigones o yesos se consideran de la clase M0.

La Subestación cumple con estos requerimientos, puesto que no presenta ningún revestimiento, siendo todos los elementos constructivos de tipo metálico, pétreo, o calcáreo.

### Estabilidad al fuego de los elementos constructivos

Para la determinación del grado de estabilidad al fuego que se requiere en cada sector aplicaremos los criterios recogidos en el art. 4 del Anexo 2. Para configuraciones tipo C, los elementos estructurales portantes han de cumplir:

Planta	Riesgo	Grado EF	Sector afectado
Planta sótano	Bajo	EF-60	EDIFICIO DE CONTROL
Planta sobre rasante	Bajo	EF-30	

	<p style="text-align: center;"><b>SUBESTACIÓN ELÉCTRICA 400/30 kV</b>  <b>“LIBIENERGY”</b>          EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE FRAGA          (PROVINCIA DE HUESCA)</p>	<p style="text-align: center;">MAYO DE 2023</p>	<p style="text-align: center;">COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS          INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA</p> <p>Nº.Colegiado.: 0002207          DAVID GAVÍN ASSO</p> <p>VISADO Nº. : VD02065-23A          DE FECHA : 15/5/23</p> <p style="text-align: center;"><b>E-VISADO</b></p>
---	---	---	--

Las principales características constructivas son las siguientes:

- Paredes de cerramientos de bloque de hormigón, autoportantes
- La cubierta a dos aguas con pendientes máximas descendientes del 30% y realizadas de teja cerámica curva colocada sobre faldones construidos con placas cerámicas autoportantes tipo ITECE.

Por tanto, el estado actual de las dependencias donde se lleva a cabo la actividad presenta una Estabilidad al Fuego (EF) compatible con la reglamentación vigente.

### Resistencia al fuego de los elementos de delimitación

#### Entre sectores del mismo establecimiento

No procede, puesto que el edificio forma íntegramente un sector, y se trata de una construcción aislada.

#### Respecto vecinos

Puesto que se trata de una ubicación tipo “C”, y por tanto no confronta directamente con ningún vecino, no le es exigible ningún grado EF a los cerramientos exteriores.

Por otra parte cabe remarcar que cualquier edificación quedará a más de 3 m. del límite de la parcela.

### Evacuación

La totalidad de las instalaciones que forman parte de una Subestación son habitualmente telemandadas, por lo que no se requiere la presencia de personal.

Por otra parte se estima que las tareas de mantenimiento pueden concentrar una ocupación máxima de hasta 5 trabajadores en un mismo edificio o sector de incendios.

La actividad dispone de suficientes salidas directas en el exterior que garanticen que desde cualquier punto se puede acudir con un recorrido inferior a 35 m (sector de Riesgo BAJO con una ocupación inferior a 25 personas).

Todas las puertas que se utilizan para la evacuación serán de anchura superior o igual a 0,80m. de acuerdo con el CTE.

Todos los sectores disponen de número de salidas suficientes, de acuerdo con el Art. 6 del R.D. 2267/04, con un recorrido de evacuación inferior al máximo admisible.

Como la medida adicional, las puertas de todas las salas con aparataje eléctrica disponen de barras antipánico y abren en el sentido de la evacuación.

### Ventilación

Para plantas sobre rasante, el art. 7 hace la siguiente división:

<b>RIESGO BAJO</b>		No se exige ventilación natural
<b>RIESGO MEDIO O ALTO</b>	<b>Producción</b>	0,5 m <sup>2</sup> / 200 m <sup>2</sup> (*)
	<b>Almacenamiento</b>	0,5 m <sup>2</sup> / 150 m <sup>2</sup> (*)

(\*) Valores de superficie o fracción.

	<p style="text-align: center;"><b>SUBESTACIÓN ELÉCTRICA 400/30 kV</b>  <b>“LIBIENERGY”</b>          EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE FRAGA          (PROVINCIA DE HUESCA)</p>	<p style="text-align: center;">MAYO DE 2023</p>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p style="text-align: center; font-size: small;">COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA</p> <p style="text-align: center; font-size: x-small;">Nº.Colegiado.: 0002207  <small>DAVID GAVÍN ASSO</small></p> <p style="text-align: center; font-size: x-small;">VISADO Nº : VD02065-23A  <small>DE FECHA : 15/5/23</small></p> <p style="text-align: center; font-size: large; font-weight: bold; color: blue;">E-VISADO</p> </div>
---	---	---	---

### 2.3.3 Instalaciones de protección

#### Detección automática de incendios

De acuerdo con el Art. 3 del Apéndice 3, no se requerirá en ningún sector.

Aunque, en todas las salas con apartamento (a saber salas de cabinas, salas de control y almacén) se dispone de detección automática de incendios, de tipo detector iónico de humos conectada a una central de alarma interior y comunicada con el exterior.

#### Pulsadores de alarma de incendios

De acuerdo con el Art. 4 del Apéndice 3, se situará, en todo caso, un pulsador junto a cada salida de evacuación del sector de incendio, y la distancia máxima a recorrer desde cualquier punto hasta alcanzar el pulsador no debe superar los 25m.

#### Comunicación de alarma de incendios

De acuerdo con el Art. 5 del Apéndice 3, no se requiere, puesto que la superficie total es inferior a 10.000 m<sup>2</sup>.

Aunque, en caso de emergencia la central de alarma activará una sirena ubicada en el exterior del edificio y dará señal al centro de control.

#### Justificación del sistema de abastecimiento de agua contra incendios

De acuerdo con las características de la actividad y la legislación vigente, el establecimiento no requiere de abastecimiento de agua contra incendios.

#### Hidrantes exteriores

De acuerdo con el art. 7 del Apéndice 3, no se requiere en ningún sector.

#### Extintores

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.

Se colocarán preferentemente sobre soporte fijado a paramentos verticales, de forma que la parte superior del extintor quede, como máximo, a 1,70 m. sobre el suelo.

La dotación de extintores portátiles para cada sector de incendio, será:

N.R.I.	Eficacia	Superficie cubierta
BAJO	21 A	1 los primeros 600 m <sup>2</sup>
		1 cada 200 m <sup>2</sup> siguientes o fracción

Los cuadros eléctricos principales se protegerán con extintores de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) o polvo seco BC o ABC, con un mínimo de 5kg y 6kg respectivamente.

	<p style="text-align: center;"><b>SUBESTACIÓN ELÉCTRICA 400/30 kV</b>  <b>“LIBIENERGY”</b>          EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE FRAGA          (PROVINCIA DE HUESCA)</p>	<p style="text-align: center;">MAYO 2023</p>
---	---	--

**COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA**  
 N.º Colegiado.: 0002207  
 DAVID GAVÍN ASSO  
**VISADO N.º : VD02065-23A**  
 MAYO 2023 : 15/5/23  
**E-VISADO**

De acuerdo con la Tabla II del apéndice II del RIPCI, se llevarán a cabo las siguientes operaciones de mantenimiento por una empresa homologada:	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cada año:</li> </ul>	Verificación del estado de la carga, peso y presión Comprobación del estado de la manguera, boquilla, llanza, válvulas y partes mecánicas.
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cada 5 años:</li> </ul>	Retimbrado, con un máximo de tres operaciones.

### Bocas de Incendio Equipadas

De acuerdo con el artículo. 9 del Apéndice 3, no se requiere en ningún sector.

### Columna seca

No procede, dado que la altura de evacuación es inferior a 15 m.

### Rociadores automáticos de agua

De acuerdo con el Artículo. 11 del Apéndice 3, no se requiere en ningún sector.

### Alumbrado de Emergencia

La Subestación dispondrá de instalación de alumbrado de emergencia repartido por el edificio de control, iluminando las zonas de paso así como las salidas de emergencia. Se colocarán encima de las puertas de salida o bien repartidas de manera que iluminen las vías de evacuación para orientar al personal.

Los equipos de alumbrado de emergencia serán autónomos, con batería de Ni-Cd, de una hora de duración como mínimo. Se preverá que entren en funcionamiento automático al producirse un error en el alumbrado, o cuando la tensión baje por debajo del 70% de su valor nominal.

Proporcionarán una iluminación de 1 lux, como mínimo, en el nivel del suelo, en los recorridos de evacuación, y de 5 lux en los espacios donde se encuentren instalados cuadros eléctricos o equipos centrales y cuadros de controles del sistema de protección contra incendios.

Se han calculado a razón de 5 lúmenes/m<sup>2</sup>, serán generalmente de tipo fluorescente y como norma general, tendrán las siguientes características:

Luminaria fluorescente de 6W, grado IP 42, de una hora de autonomía, con un flujo de 135 lúmenes, apta para una superficie de 27 m<sup>2</sup>.

### Cumplimiento de otros reglamentos y disposiciones que puedan afectar la actividad en materia de prevención de incendios

Según el Reglamento de Instalaciones Eléctricas de Alta Tensión y sus fundamentos Técnicos (R.D. 337/2014), cada uno de los transformadores debe disponer de una cubeta para la recogida de aceite en caso de derramamiento, situado bajo la rodadura del propio transformador, y que cubre toda la planta en que se puede proyectar el aceite. Estas cubetas de hormigón estarán repletas de grava de dimensión adecuada para el filtrado y apagado del aceite en caso de incendio. Estas cubetas tendrán capacidad para alojar todo el aceite de cada transformador.

	<p style="text-align: center;"><b>SUBESTACIÓN ELÉCTRICA 400/30 kV</b>  <b>“LIBIENERGY”</b>          EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE FRAGA          (PROVINCIA DE HUESCA)</p>	<p style="text-align: center;">MAYO 2023</p>	<p style="text-align: center; font-size: small;">COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA</p> <p style="text-align: center; font-size: x-small;">Nº.Colegiado.: 0002207          DAVID GAVÍN ASSO</p> <p style="text-align: center; font-size: x-small;"><b>VISADO Nº. : VD02065-23A</b>  <b>FECHA : 15/5/23</b></p> <p style="text-align: center; font-size: large; font-weight: bold; color: blue;">E-VISADO</p>
---	---	--	---

### 3. ORGANIZACIÓN DE LA EMERGENCIA

Las actividades con una superficie superior a los 1.000 m<sup>2</sup> y más de 10 personas han de prever la confección de un Plan de Autoprotección con el contenido siguiente:

- Documento 1: Evaluación de riesgo
- Documento 2: Instalaciones de protección
- Documento 3: Plan de emergencia y evacuación
- Documento 4: Implantación y simulacros

Para todos los condicionantes establecidos, no se requiere la confección de un plan de Autoprotección.

#### 4. FICHA DE CARACTERÍSTICAS Y REQUISITOS DE CADA SECTOR DE INCENDIOS, DE ACUERDO CON EL R.D. 2267/04

R.D. 2267/04 - REGLAMENTO DE SEGURIDAD CONTRA INCENDIOS EN ESTABLECIMIENTOS INDUSTRIALES

Sector					
EDIFICIOS DE CONTROL					
ACTIVIDADES DE PRODUCCIÓN, TRANSFORMACIÓN, REPARACIÓN,...					
Actividades desarrolladas dentro el mismo sector: Anexo 1 art 3.2, tabla 12	Densidad de carga de fuego (q <sub>s</sub> ) Anx. 1 art.3.2, tabla 12 [MJ/m <sup>2</sup> ]	Superficie de la actividad (S) [m <sup>2</sup> ]	Grado de peligrosidad (C) Anx. 1 art 3.2, tabla 11	Densidad carga de fuego corregida q <sub>s</sub> ·S·C [MJ]	Riesgo de actividad (R <sub>a</sub> ) Anx. 1 art 3.2, tabla 12
a) Sala de celdas (Transformadores, estación de)	300	51,70	1,0	15.510	1,5
b) Grupo Electrógeno (Transformadores, estación de)	300	14,65	1,0	4.395	1,5
c) Sala de SSAA (Transformadores, estación de)	300	41,40	1,0	12.420	1,5
d) Aseo-Vestuario Femenino (Guardarropas, armarios metálicos)	80	6,84	1,0	547	1,0
e) Sala de Control (Transformadores, estación de)	300	40,42	1,0	12.126	1,0
f) Oficina (Aparatos eléctricos)	400	25,58	1,0	10.232	1,0
g) Aseo-Vestuario Masculino (Guardarropas, armarios metálicos)	80	10,45	1,0	836	1,0
h) Almacén de repuestos PSFV (Taller de reparación)	400	68,64	1,0	27.456	1,0
Subtotal.....		259,68		83.522	

ACTIVIDADES DE ALMACENAMIENTO					
Actividades desarrolladas dentro el mismo sector: Anexo 1 art 3.2, tabla 12	Densidad de carga de fuego (q <sub>s</sub> ) Anx. 1 art.3.2, tabla 12 [MJ/m <sup>2</sup> ]	Volumen de la actividad (S) [m <sup>3</sup> ]	Grado de peligrosidad (C) Anx. 1 art 3.2, tabla 11	Densidad carga de fuego q <sub>s</sub> ·S·C [MJ]	Riesgo de actividad (R <sub>a</sub> ) Anx. 1 art 3.2, tabla 12
a) Almacén de residuos (Taller de reparación)	400	14,68	1,0	5.872	1,0
Subtotal.....		14,68		5.872	

RESULTADOS Y CLASIFICACIÓN	
1.- Tipo de ubicación (A, B, C, D o E) Anexo 1, art. 2.1 i 3.1	C
2.- Superficie total del sector de incendios (m <sup>2</sup> ) A = A <sub>1</sub> + A <sub>2</sub>	304,00
3.- Riesgo de activación predominante Max (Ra) para sectores de sup > 10%	1,00
4.- Actividad predominante Si Sup. Almacenamiento > 10% ----> Almacenaje	PRODUCCIÓN, TRANSFORMACIÓN
5.- Densidad de carga de fuego total, ponderada y corregida (MJ/m <sup>2</sup> ) $\sum (q_{s_i} \cdot S_i \cdot C_i) + \sum (q_{s_i} \cdot C_i \cdot h_i \cdot S_i) / R_{i,A}$	294
6.- Clasificación: Nivel de Riesgo intrínseco Anexo 1, Art. 3.5, tabla 1.3 (para MJ/m <sup>2</sup> )	1 BAJO

7.- CONDICIONANTES	
¿El sector de incendio está situado bajo rasante?	SÍ/NO
¿El sector es en una segunda planta bajo rasante o la altura de evacuación en sentido ascendente es > 4 m?	SÍ/NO
¿El perímetro accesible del edificio es inferior al 25%?	SÍ/NO
¿El perímetro accesible del edificio es superior al 50%?	SÍ/NO
¿Se pondrán voluntariamente rociadores automáticos?	SÍ/NO
¿La altura de evacuación es de 15 m o superior?	SÍ/NO
¿Está alejado a más de 10 m de otros establecimientos y todo el edificio es de una sola planta?	SÍ/NO
¿El sector está formado por una sola planta?	SÍ/NO
¿Hay plantas de otros sectores encima?	SÍ/NO
¿La cubierta en el sector es "ligera" (carga perm.< 100 kg/m <sup>2</sup> )	SÍ/NO
¿Habrá almacenamiento de productos sólidos en el exterior?	SÍ/NO

REQUISITOS QUE HABRÁ DE CUMPLIR EL SECTOR	
8.- Máxima superficie admisible (m <sup>2</sup> ) Anexo 2, Apartado 2, tabla 2.1	A <sub>max</sub> SIN LÍMITE
9.- Estabilidad al fuego de elementos estructurales portantes Anexo 2, Apartado 4.1, tabla 2.2 y Apartado 4.2	EF Plantas sobre rasante: EF-30
10.- Resistencia al fuego de paredes entre sectores del mismo establecimiento Anexo 2, Apartado 5.1	RF Se trata de un sector único en edificio aislado
11.- Resistencia al fuego de paredes o muros que lindan con otros establecimientos Anexo 2, Apartado 5.2	RF Se trata de un sector único en edificio aislado
12.- Distancias máximas de recorrido de evacuación (m) Anexo 2, Apartado 6.3.2	d 35
13.- Altura máxima de las escaleras de evacuación descendente (m) Anexo 2, Apartado 6.3.3	20
14.- Superficie mínima de ventilación natural (m <sup>2</sup> ) Anexo 2, Apartado 7	No se exige ventilación natural
15.- Obligatorio instalar sistemas automáticos de detección de incendios? Anexo 3, Apartado 3.1	NO
16.- Obligatorio instalar sistemas manuales de alarma de incendios? Anexo 3, Apartado 3.4	SÍ
17.- Obligatorio instalar sistemas de comunicación de alarma? Anexo 3, Apartado 3.5	Sólo si la superficie construida del establecimiento industrial > 10.000 m <sup>2</sup> .
18.- Necesidad de agua para hidrantes exteriores: caudal (l/min) / autonom (min) Anexo 3, Apartado 3.7	No hacen falta hidrantes
19.- Número mínimo de extintores (fuego A) y eficacia Anexo 3, Apartado 8.2, tabla 3.1	1 de 21A
20.- Tipo BIE (Φ / simultaneidad / minutos de autonomía) Anexo 3, Apartado 9.2	No hacen falta BIEs
21.- Obligatorio sistema de columna seca? Anexo 3, Apartado 10	NO
22.- Obligatorio sistema de rociadores automáticos de agua? Anexo 3, Apartado 11	NO



# ANEXO Nº3

# GESTIÓN DE RESIDUOS

	<p style="text-align: center;"><b>SUBESTACIÓN ELÉCTRICA 400/30 kV</b>  <b>“LIBIENERGY”</b>          EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE FRAGA          (PROVINCIA DE HUESCA)</p>	<p style="text-align: right;">MAYO DE 2023</p>
---	---	--

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS  
 INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA  
 N.º Colegiado.: 0002207  
 DAVID GAVÍN ASSO  
 VISADO N.º : VD02065-23A  
 MAYO DE 2023 : 15/5/23  
**E-VISADO**

## ÍNDICE ANEXO Nº 3

<b>1. OBJETO .....</b>	<b>2</b>
<b>2. GENERACIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE RESIDUOS EN FASE DE CONSTRUCCIÓN .....</b>	<b>2</b>
<b>2.1 INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>2</b>
<b>2.2 PRODUCCIÓN DE RESIDUOS EN FASE DE CONSTRUCCIÓN .....</b>	<b>2</b>
<b>2.3 RESIDUOS PELIGROSOS.....</b>	<b>2</b>
<b>2.4 RESIDUOS NO PELIGROSOS .....</b>	<b>3</b>
<b>2.5 RELACIÓN DE RESIDUOS GENERADOS .....</b>	<b>3</b>
<b>3. MEDIDAS PARA LA PREVENCIÓN DE RESIDUOS EN OBRA .....</b>	<b>6</b>
<b>3.1 PREVENCIÓN EN LA ADQUISICIÓN DE MATERIALES.....</b>	<b>6</b>
<b>3.2 PREVENCIÓN EN EL COMIENZO DE LA OBRA.....</b>	<b>6</b>
<b>3.3 PREVENCIÓN EN LA PUESTA EN OBRA .....</b>	<b>6</b>
<b>3.4 PREVENCIÓN EN EL ALMACENAMIENTO EN OBRA .....</b>	<b>7</b>
<b>4. GESTIÓN DE LOS RESIDUOS.....</b>	<b>7</b>
<b>4.1 GESTIÓN INTERNA DE LOS RESIDUOS .....</b>	<b>7</b>
4.1.1 RESIDUOS NO PELIGROSOS .....	7
4.1.2 RESIDUOS PELIGROSOS .....	8
<b>4.2 GESTIÓN EXTERNA DE LOS RESIDUOS.....</b>	<b>8</b>
4.2.1 RESIDUOS NO PELIGROSOS .....	8
4.2.2 RESIDUOS PELIGROSOS .....	9
4.2.3 MEDIDAS DE SEGREGACIÓN "IN SITU" PREVISTAS (CLASIFICACIÓN / SELECCIÓN) .....	9
<b>4.3 CUANTIFICACIÓN Y VALORACIÓN ECONÓMICA DE LOS RESIDUOS PRODUCIDOS EN FASE DE CONSTRUCCIÓN .....</b>	<b>10</b>
4.3.1 RESIDUOS NO PELIGROSOS .....	10
4.3.2 RESIDUOS PELIGROSOS .....	11
4.3.3 TOTAL GESTIÓN DE RESIDUOS.....	11
<b>5. PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS .....</b>	<b>12</b>
<b>5.1 OBLIGACIONES DE LOS ACTORES.....</b>	<b>12</b>
<b>5.2 GESTIÓN DE RESIDUOS .....</b>	<b>12</b>
<b>5.3 SEPARACIÓN .....</b>	<b>13</b>
<b>5.4 DOCUMENTACIÓN.....</b>	<b>13</b>
<b>6. CONCLUSIÓN .....</b>	<b>15</b>

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02700-23 y VISADO electrónico VD02065-23A de 15/05/2023. CSV = FVPOV1L6SEWBXHK7 verificable en https://coiilar.e-gestion.es

	<b>SUBESTACIÓN ELÉCTRICA 400/30 kV</b> <b>“LIBIENERGY”</b> EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE FRAGA (PROVINCIA DE HUESCA)	MAYO DE 2023	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">         COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA          N.º Colegiado.: 0002207          DAVID GAVÍN ASSO  <b>VISADO N.º : VD02065-23A</b>          DEFECHA : 15/5/23  <b>E-VISADO</b> </div>
---	--	--------------	---

## 1. OBJETO

El objeto del presente Anexo es dar cumplimiento al RD 105/2008 de 1 de febrero de 2008, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición y al R.D. 553/2020 de 2 de junio, por el que se regula el traslado de residuos en el interior del territorio español. Se estudiarán, a continuación, los diferentes residuos que se generarán durante el periodo de realización de las obras y los generados en la fase de explotación de la instalación.

## 2. GENERACIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE RESIDUOS EN FASE DE CONSTRUCCIÓN

### 2.1 INTRODUCCIÓN

En relación a los residuos generados en la fase de construcción de la Subestación, podemos diferenciar entre los residuos no peligrosos y los residuos peligrosos, según se definen en la Ley 07/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados. A continuación, se diferencian los residuos que se generarán durante el periodo de realización de las obras de los generados en la fase de explotación de la instalación.

### 2.2 PRODUCCIÓN DE RESIDUOS EN FASE DE CONSTRUCCIÓN

Los residuos que se pueden generar en las distintas fases de construcción se pueden resumir en:

- ✓ La fase de apertura de zanjas y cimentaciones: mezcla de materiales que forman el terreno que no estén destinados a emplearse de nuevo.
- ✓ La fase de construcción de cimentaciones: hormigón y tierras sobrantes del relleno de las zapatas.
- ✓ La fase de instalación de las canalizaciones: residuos generados en el proceso de empalme de cables y soldaduras aluminotérmicas de los cables de tierras.
- ✓ La fase de cierre de zanjas: tierras sobrantes del relleno de las zanjas, hormigón de la construcción de dados de protección.
- ✓ La fase de construcción del edificio de control: mezcla de elementos de construcción.
- ✓ La fase de construcción del parque intemperie de la Subestación: Hormigón de las cimentaciones de los soportes de la apartamenta, cables de conexión de la apartamenta.
- ✓ Mencionar también los asimilables a residuos urbanos procedentes del personal laboral de la obra.

### 2.3 RESIDUOS PELIGROSOS

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, en zonas habilitadas al efecto.

	<p style="text-align: center;"><b>SUBESTACIÓN ELÉCTRICA 400/30 kV</b>  <b>“LIBIENERGY”</b>          EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE FRAGA          (PROVINCIA DE HUESCA)</p>	<p style="text-align: center;">MAYO DE 2023</p>	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> <p style="text-align: center; font-size: small;">COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA</p> <p style="text-align: center; font-size: x-small;">Nº Colegiado.: 0002207 DAVID GAVÍN ASSO</p> <p style="text-align: center; font-size: x-small;">VISADO Nº : VD02065-23A MAYO DE 2023 : 15/5/23</p> <p style="text-align: center; font-size: large; font-weight: bold; color: blue;">E-VISADO</p> </div>
---	---	---	---

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.

## 2.4 RESIDUOS NO PELIGROSOS

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.

También se deben considerar las tierras sobrantes generadas debido a la realización del vial de acceso, de las cimentaciones del edificio de control, bastidores soporte de la apartament exterior de la subestación y de valla perimetral de esta, y las canalizaciones para la ubicación de los conductores de potencia y control.

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 recuperación 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 (30-40 centímetros de espesor o más si la tierra es buena), 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 de cimentaciones, etc., 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.

## 2.5 RELACIÓN DE RESIDUOS GENERADOS

A continuación, se indican los posibles residuos que se generarían en la fase de construcción de las instalaciones, 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.



**SUBESTACIÓN ELÉCTRICA 400/30 kV  
"LIBIENERGY"**  
EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE FRAGA  
(PROVINCIA DE HUESCA)

MAYO DE 2023



RESIDUOS GENERADOS EN FASE DE CONSTRUCCIÓN			
CÓDIGO	TIPO DE RESIDUO	PROCEDENCIA	GESTIÓN
RESIDUOS NO PELIGROSOS			
17 01 01	Hormigón	Operaciones de hormigonado de cimentaciones.	Retirada por Gestor autorizado, priorizando su valorización.
17 01 02	Ladrillos	Operaciones de construcción de tabiquería interior del edificio de control.	Retirada por Gestor autorizado, priorizando su valorización.
17 01 03	Tejas y materiales cerámicos.	Operaciones de construcción del tejado del edificio de control y alicatado de aseos.	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 05	Hierro y acero	Realización de cimentaciones. Montaje de estructuras.	Retirada por Gestor autorizado, priorizando su reutilización, valorización.
17 04 07	Metales mezclados	Realización de instalaciones interiores del edificio de control	Retirada por Gestor autorizado, priorizando su reutilización, valorización.
17 04 11	Cables	Realización de instalaciones eléctricas	Retirada por Gestor autorizado, priorizando su reutilización, valorización.
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.
17 06 04	Materiales de aislamiento	Realización de aislamiento en el edificio	Retirada por Gestor autorizado, priorizando su

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02700-23 y VISADO electrónico VD02065-23A de 15/05/2023. CSV = FVP0V1L6SEWBXHKT verificable en https://coiilar.e-gestion.es



SUBESTACIÓN ELÉCTRICA 400/30 kV  
 “LIBIENERGY”  
 EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE FRAGA  
 (PROVINCIA DE HUESCA)

MAYO DE 2023



RESIDUOS GENERADOS EN FASE DE CONSTRUCCIÓN			
CÓDIGO	TIPO DE RESIDUO	PROCEDENCIA	GESTIÓN
RESIDUOS NO PELIGROSOS			
			reutilización, valorización.
17 08 02	Materiales de construcción a partir de yeso	Realización de techos en el edificio.	Retirada por Gestor autorizado, priorizando su valorización.
17 09 04	Residuos mezclados de construcción	Construcción de la subestación.	Retirada por Gestor autorizado, priorizando su 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 Gestos autorizado o por acuerdos con el Ayuntamiento.

RESIDUOS GENERADOS EN FASE DE CONSTRUCCIÓN			
CÓDIGO	TIPO DE RESIDUO	PROCEDENCIA	GESTIÓN
RESIDUOS PELIGROSOS			
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, priorizando su valorización.
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, priorizando su valorización.
17 04 10*	Cables aislados	Realización de instalaciones eléctricas	Retirada por Gestor autorizado, priorizando su reutilización, valorización.
17 05 03*	Tierras y piedras que contienen sustancias	Posibles vertidos accidentales, derrames de la maquinaria y	Retirada por Gestor autorizado a vertedero

	<p style="text-align: center;"><b>SUBESTACIÓN ELÉCTRICA 400/30 kV</b>  <b>“LIBIENERGY”</b>          EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE FRAGA          (PROVINCIA DE HUESCA)</p>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p style="text-align: center; font-size: small;">COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA</p> <p>Nº Colegiado.: 0002207  <small>DAVID GAVÍN ASSO</small></p> <p style="text-align: center; font-weight: bold;">VISADO Nº : VD02065-23A  <small>MAYO DE 2023 : 15/5/23</small></p> <p style="text-align: center; font-size: large; font-weight: bold; color: blue;">E-VISADO</p> </div>
---	---	--

	peligrosas (RP)	manipulación de sustancias peligrosas como aceites, disolventes, etc...	autorizado.
--	-----------------	---	-------------

### 3. MEDIDAS PARA LA PREVENCIÓN 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.
- Se aprovecharán los restos de hormigón fresco, siempre que sea posible (en mejora de accesos, zonas de tráfico, etc.)

	<p style="text-align: center;"><b>SUBESTACIÓN ELÉCTRICA 400/30 kV</b>  <b>“LIBIENERGY”</b>          EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE FRAGA          (PROVINCIA DE HUESCA)</p>	<p style="text-align: center;">MAYO DE 2023</p>	<div style="border: 2px solid blue; padding: 5px;"> <p style="text-align: center; font-size: small;">COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA</p> <p style="text-align: center; font-size: x-small;">Nº.Colegiado.: 0002207          DAVID GAVÍN ASSO</p> <p style="text-align: center; font-size: x-small;">VISADO Nº : VD02065-23A          DE FECHA : 15/5/23</p> <p style="text-align: center; font-size: large; font-weight: bold; color: blue;">E-VISADO</p> </div>
---	---	---	--

- 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

- 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 q se mezclen entre sí o con otros residuos no peligrosos.

## 4. GESTIÓN DE LOS RESIDUOS

Para la correcta gestión de los residuos producidos durante la obra, 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), el mismo estará perfectamente señalizado y será conocido por el personal de obra. En el mismo se instalarán diferentes cubas y contenedores que faciliten la segregación de los residuos para así facilitar su posterior gestión.

	<p style="text-align: center;"><b>SUBESTACIÓN ELÉCTRICA 400/30 kV</b>  <b>“LIBIENERGY”</b>          EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE FRAGA          (PROVINCIA DE HUESCA)</p>	<p style="text-align: center;">MAYO DE 2023</p>	<p style="text-align: center;">COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS          INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA</p> <p>Nº Colegiado.: 0002207          DAVID GAVÍN ASSO</p> <p>VISADO Nº.: VD02065-23A          DE FECHA: 15/5/23</p> <p style="text-align: center;"><b>E-VISADO</b></p>
---	---	---	--

Las tierras sobrantes serán acopiadas en la propia obra tratando de disminuir el tiempo de almacenamiento el máximo posible, se tratará preferentemente de utilizar estas tierras en la propia 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, 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, 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 identificada y señalizada.
- ✓ 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 el Real Decreto 833/1988.
- ✓ 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 la Ley 07/2022 de residuos y suelos contaminados, 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.

	<b>SUBESTACIÓN ELÉCTRICA 400/30 kV</b> <b>“LIBIENERGY”</b> EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE FRAGA (PROVINCIA DE HUESCA)	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content;">         COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA          N.º Colegiado.: 0002207          DAVID GAVÍN ASSO  <b>VISADO N.º : VD02065-23A</b>          MAYO 2023 : 15/5/23  <b>E-VISADO</b> </div>
---	--	---

Las maderas, chatarras y plásticos serán retiradas 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, los trapos de limpieza contaminados y los envases que contienen restos de sustancias peligrosas serán retirados por un gestor autorizado de residuos, priorizando su valorización.

El resto de residuos peligrosos generados será retirado por un gestor autorizado de residuos peligrosos para su inertización y eliminación en vertedero autorizado.

#### 4.2.3 MEDIDAS DE SEGREGACIÓN "IN SITU" PREVISTAS (CLASIFICACIÓN / SELECCIÓN)

En base al artículo 5.5 del RD 105/2008, los residuos de construcción y demolición deberán separarse en fracciones, cuando, de forma individualizada para cada una de dichas fracciones, la cantidad prevista de generación para el total de la obra supere las siguientes cantidades:

RESIDUO	PESO
Hormigón	80,00 T
Ladrillos, tejas, cerámicos	40,00 T
Metales	2,00 T
Madera	1,00 T
Vidrio	0,50 T
Plásticos	0,50 T
Papel y cartón	0,50 T

Para proceder a la separación de estos residuos se almacenarán en diferentes contenedores, que serán retirados periódicamente por el gestor autorizado.

Además, se separarán todos los residuos peligrosos, que serán así mismo retirados por un gestor autorizado.

	<b>SUBESTACIÓN ELÉCTRICA 400/30 kV</b> <b>“LIBIENERGY”</b> EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE FRAGA (PROVINCIA DE HUESCA)	MAYO DE 2023 <div style="border: 1px solid blue; padding: 2px; width: fit-content;"> <p style="font-size: small; margin: 0;">COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA</p> <p style="font-size: x-small; margin: 0;">Nº Colegiado.: 0002207 DAVID GAVÍN ASSO</p> <p style="font-size: x-small; margin: 0;">VISADO Nº : VD02065-23A DE FECHA : 15/5/23</p> <p style="font-size: large; font-weight: bold; margin: 0; color: blue;">E-VISADO</p> </div>
---	--	--

#### 4.3 CUANTIFICACIÓN Y VALORACIÓN ECONÓMICA DE LOS RESIDUOS PRODUCIDOS EN FASE DE CONSTRUCCIÓN

##### 4.3.1 RESIDUOS NO PELIGROSOS

RESIDUOS NO PELIGROSOS GENERADOS EN FASE DE CONSTRUCCIÓN					
CÓDIGO	TIPO DE RESIDUO	CANTIDAD (m <sup>3</sup> )	CANTIDAD (T)	PRECIO UNITARIO (€/m <sup>3</sup> )	PRECIO TOTAL (€)
<b>RESIDUOS NO PELIGROSOS</b>					
17 01 01	Hormigón	3, 500	8, 000	15	53,00
17 01 02	Ladrillos	0,027	0,020	15	0,41
17 01 03	Tejas y Materiales Cerámicos	0,006	0,010	15	0,09
17 02 01	Madera	0,008	0,008	15	0,12
17 02 03	Plástico	0,005	0,004	15	0,08
17 04 05	Hierro y acero	0,000	0,000	15	0,00
17 04 07	Metales mezclados	0,040	0,060	15	0,60
17 04 11	Cable desnudo	0,200	0,100	15	3,00
17 05 04	Tierras sobrantes	378,000	570,000	3	1.134,00
17 06 04	Materiales de Aislamiento	0,005	0,005	15	0,08
17 08 02	Materiales de Construcción a partir de yeso	0,008	0,010	15	0,12
17 09 04	Residuos mezclados de construcción	0,040	0,050	15	0,60

	<b>SUBESTACIÓN ELÉCTRICA 400/30 kV "LIBIENERGY"</b> EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE FRAGA (PROVINCIA DE HUESCA)	MAYO 2023 
---	--	---

#### 4.3.2 RESIDUOS PELIGROSOS

RESIDUOS PELIGROSOS GENERADOS EN FASE DE CONSTRUCCIÓN					
CÓDIGO	TIPO DE RESIDUO	CANTIDAD (m <sup>3</sup> )	CANTIDAD (T)	PRECIO UNITARIO (€/m <sup>3</sup> )	PRECIO TOTAL (€)
RESIDUOS PELIGROSOS					
13 02 05	Aceites usados (RP).	0,40	0,40	1600,00	640,00
15 01 10	Envases que han contenido sustancias peligrosas, como envases de aceites, combustible, disolventes, pinturas, etc... (RP)	0,10	0,10	1600,00	160,00
15 02 02	Trapos impregnados de sustancias peligrosas como aceites, disolventes, etc... (RP)	0,04	0,04	1600,00	64,00
17 04 10	Cables aislados (RP)	0,02	0,02	1600,00	32,00
17 05 03	Tierras y piedras que contienen sustancias peligrosas (RP)	0,40	0,40	1600,00	640,00

#### 4.3.3 TOTAL GESTIÓN DE RESIDUOS

RESIDUOS GENERADOS EN FASE DE CONSTRUCCIÓN	
TIPO DE RESIDUO	Total (€)
Gestión Residuos No Peligrosos	1.191,59 €
Gestión Residuos Peligrosos	1.536,00 €
<b>TOTAL GESTIÓN DE RESIDUOS GENERADOS EN FASE DE CONSTRUCCIÓN (€)</b>	<b>2.727,59 €</b>

	<p style="text-align: center;"><b>SUBESTACIÓN ELÉCTRICA 400/30 kV</b>  <b>“LIBIENERGY”</b>          EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE FRAGA          (PROVINCIA DE HUESCA)</p>	<p style="text-align: center;">MAYO DE 2023</p>	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> <p style="text-align: center; font-size: small;">COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA</p> <p style="text-align: center; font-size: x-small;">Nº.Colegiado.: 0002207 DAVID GAVÍN ASSO</p> <p style="text-align: center; font-size: x-small;">VISADO Nº. : VD02065-23A MAYO DE 2023 : 15/5/23</p> <p style="text-align: center; font-size: large; font-weight: bold; color: blue;">E-VISADO</p> </div>
---	---	---	--

## 5. PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS

### 5.1 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 ó 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 informados sobre el procedimiento de gestión de residuos en obra que les afecta, especialmente en aquellos aspectos relacionados con los residuos peligrosos.

### 5.2 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 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.

	<p><b>SUBESTACIÓN ELÉCTRICA 400/30 kV</b>  <b>“LIBIENERGY”</b>          EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE FRAGA          (PROVINCIA DE HUESCA)</p>	<p>MAYO DE 2023</p>	<p>COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA          N.º Colegiado.: 0002207          DAVID GAVÍN ASSO  <b>VISADO N.º : VD02065-23A</b>          MAYO DE 2023 : 15/5/23  <b>E-VISADO</b></p>
---	---	---------------------	---

- 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.

### 5.3 SEPARACIÓN

- El depósito temporal de los residuos valorizables que se realice en contenedores o en acopios, se debe señalar 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.

### 5.4 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 Orden MAM/304/2002.

	<p style="text-align: center;"><b>SUBESTACIÓN ELÉCTRICA 400/30 kV</b>  <b>“LIBIENERGY”</b>          EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE FRAGA          (PROVINCIA DE HUESCA)</p>	<p style="text-align: center;">MAYO DE 2023</p>	<p style="text-align: center;">COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS          INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA          N.º Colegiado.: 0002207          DAVID GAVÍN ASSO  <b>VISADO N.º : VD02065-23A</b>          DE FECHA : 15/5/23  <b>E-VISADO</b></p>
---	---	---	--

- 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.

	<p style="text-align: center;"><b>SUBESTACIÓN ELÉCTRICA 400/30 kV</b>  <b>“LIBIENERGY”</b>          EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE FRAGA          (PROVINCIA DE HUESCA)</p>	<p style="text-align: center;">MAYO 2023</p>	<p style="text-align: center;">COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS          INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA</p> <p>Nº.Colegiado.: 0002207          DAVID GAVÍN ASSO</p> <p><b>VISADO Nº. : VD02065-23A</b>  <b>FECHA : 15/5/23</b></p> <p style="text-align: center;"><b>E-VISADO</b></p>
---	---	--	---

## 6. CONCLUSIÓN

Con todo lo anteriormente expuesto, se entiende que queda suficientemente desarrollado el Estudio de Producción y Gestión de Residuos para el proyecto.

**ANEXO Nº4**  
**RELACIÓN DE BIENES Y  
DERECHOS AFECTADOS**

	<p style="text-align: center;">SUBESTACIÓN ELÉCTRICA 400/30 kV "LIBIENERGY" EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE FRAGA (PROVINCIA DE HUESCA)</p>	<p style="text-align: center;">MAYO 2023</p> <div style="border: 1px solid blue; padding: 5px; width: fit-content; margin: auto;"> <p style="font-size: small; margin: 0;">COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA</p> <p style="font-size: small; margin: 0;">Nº Colegiado.: 0002207 DAVID GAVÍN ASSO</p> <p style="font-size: small; margin: 0;">VISADO Nº : VD02065-23A DE 2023 : 15/5/23</p> <p style="font-size: large; font-weight: bold; margin: 0; color: blue;">E-VISADO</p> </div>
---	--	--

## ÍNDICE ANEXO Nº 4

1. AFECCIONES A PROPIETARIOS.....	2
2. AFECCIONES A ORGANISMOS.....	2

	<b>SUBESTACIÓN ELÉCTRICA 400/30 kV</b> <b>“LIBIENERGY”</b> EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE FRAGA (PROVINCIA DE HUESCA)	MAYO 2023 
---	--	---

## 1.- AFECCIONES A PROPIETARIOS

Las afecciones a propietarios, motivadas por la construcción la subestación 400/30 kV “Libienergy” pueden consultarse en las tablas siguientes.

Nº PARCELA PROYECTO	DATOS DE LA FINCA			SUPERFICIE DE OCUPACIÓN PERMANENTE (EXPLANADA SE) (m²)	VIAL DE ACCESO (m²)
	POLÍGONO	PARCELA	TÉRMINO MUNICIPAL		
1	63	15	FRAGA	10.701,70	578,52

## 2.- AFECCIONES A ORGANISMOS

Las instalaciones proyectadas no afectan a organismos o entidades.



**ANEXO Nº5**

**ESTUDIO DE  
CAMPOS MAGNÉTICOS**

	<b>SUBESTACIÓN ELÉCTRICA 400/30 kV</b> <b>“LIBIENERGY”</b> EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE FRAGA (PROVINCIA DE HUESCA)	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">         COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA          N.º Colegiado.: 0002207          DAVID GAVÍN ASSO          VISADO N.º : VD02065-23A          MAYO DE 2023 : 15/5/23  <b>E-VISADO</b> </div>
---	--	---

## ÍNDICE ANEXO Nº5

<b>1. ANTECEDENTES .....</b>	<b>1</b>
<b>2. LIMITACIÓN DE LOS CAMPOS MAGNÉTICOS .....</b>	<b>2</b>
<b>3. PUNTOS OBJETO DE ESTUDIO .....</b>	<b>4</b>
<b>3.1 CAMPO MAGNÉTICO EN EL PUNTO 1 .....</b>	<b>4</b>
3.1.1 SALIDA DE POSICIÓN LÍNEA 400 kV A S.E. HIBERUS. ....	4
3.1.2 SALIDA DE POSICIÓN LÍNEA 400 kV A S.E. ALMENDRA PROMOTORES. ....	4
3.1.3 SALIDA DE POSICIÓN TRAF0 EL NIVEL DE TENSIÓN 400 kV .....	4
3.1.4 EMBARRADO DE 400 kV .....	4
3.1.5 EMBARRADO EN EL NIVEL DE TENSIÓN 30 kV SALIDA TRANSFORMADOR .....	4
3.1.6 CABLE DE 400 V ENTRE EL TRANSFORMADOR DE SERVICIOS AUXILIARES 1 Y EL CUADRO DE BAJA DEL EDIFICIO DE CONTROL .....	4
3.1.7 CABLE DE 400 V ENTRE EL TRANSFORMADOR DE SERVICIOS AUXILIARES 2 Y EL CUADRO DE BAJA DEL EDIFICIO DE CONTROL .....	5
3.1.8 CABLE DE 400 V ENTRE EL TRANSFORMADOR DE SERVICIOS AUXILIARES 3 Y EL CUADRO DE BAJA DEL EDIFICIO DE CONTROL .....	5
3.1.9 PLETINA EN EL CUADRO DE BAJA TENSIÓN DEL EDIFICIO .....	5
3.1.10 CABLES MEDIA TENSIÓN DE CIRCUITOS DE CSF LIBIENERGY PEÑALBA 1, CSF LIBIENERGY PEÑALBA 2 Y CSF LIBIENERGY ARAGONESA .....	5
3.1.11 CAMPO MAGNÉTICO TOTAL EN EL PUNTO 1 .....	6
<b>3.2 CAMPO MAGNÉTICO EN EL PUNTO 2 .....</b>	<b>7</b>
3.2.1 SALIDA DE POSICIÓN LÍNEA 400 kV A S.E. HIBERUS. ....	7
3.2.2 SALIDA DE POSICIÓN LÍNEA 400 kV A S.E. ALMENDRA PROMOTORES. ....	7
3.2.3 SALIDA DE POSICIÓN TRAF0 EL NIVEL DE TENSIÓN 400 kV .....	7
3.2.4 EMBARRADO DE 400 kV .....	7
3.2.5 EMBARRADO EN EL NIVEL DE TENSIÓN 30 kV SALIDA TRANSFORMADOR .....	7
3.2.6 CABLE DE 400V ENTRE EL TRANSFORMADOR DE SERVICIOS AUXILIARES 1 Y EL CUADRO DE BAJA DEL EDIFICIO DE CONTROL .....	7
3.2.7 CABLE DE 400 V ENTRE EL TRANSFORMADOR DE SERVICIOS AUXILIARES 2 Y EL CUADRO DE BAJA DEL EDIFICIO DE CONTROL .....	8
3.2.8 CABLE DE 400 V ENTRE EL TRANSFORMADOR DE SERVICIOS AUXILIARES 3 Y EL CUADRO DE BAJA DEL EDIFICIO DE CONTROL .....	8
3.2.9 PLETINA EN EL CUADRO DE BAJA TENSIÓN DEL EDIFICIO .....	8
3.2.10 CABLES MEDIA TENSIÓN DE CIRCUITOS DE CSF LIBIENERGY PEÑALBA 1, CSF LIBIENERGY PEÑALBA 2 Y CSF LIBIENERGY ARAGONESA .....	8
3.2.11 CAMPO MAGNÉTICO TOTAL EN EL PUNTO 2 .....	9
<b>3.3 CAMPO MAGNÉTICO EN EL PUNTO 3 .....</b>	<b>10</b>
3.3.1 SALIDA DE POSICIÓN LÍNEA 400 kV A S.E. HIBERUS. ....	10
3.3.2 SALIDA DE POSICIÓN LÍNEA 400 kV A S.E. ALMENDRA PROMOTORES. ....	10
3.3.3 SALIDA DE POSICIÓN TRAF0 EL NIVEL DE TENSIÓN 400 kV .....	10
3.3.4 EMBARRADO DE 400 kV .....	10
3.3.5 EMBARRADO EN EL NIVEL DE TENSIÓN 30 kV SALIDA TRANSFORMADOR .....	10
3.3.6 CABLE DE 400 V ENTRE EL TRANSFORMADOR DE SERVICIOS AUXILIARES 1 Y EL CUADRO DE BAJA DEL EDIFICIO DE CONTROL .....	10

 	<p style="text-align: center;"><b>SUBESTACIÓN ELÉCTRICA 400/30 kV</b>  <b>“LIBIENERGY”</b></p> <p style="text-align: center;">EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE FRAGA          (PROVINCIA DE HUESCA)</p>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p style="text-align: center; font-size: small;">COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA</p> <p style="text-align: center; font-size: x-small;">Nº.Colegiado.: 0002207              DAVID GAVÍN ASSO</p> <p style="text-align: center; font-size: x-small;">VISADO Nº : VD02065-23A              MAYO 2023 : 15/5/23</p> <p style="text-align: center; font-size: large; font-weight: bold; color: blue;">E-VISADO</p> </div>
--	---	--

3.3.7	CABLE DE 400 V ENTRE EL TRANSFORMADOR DE SERVICIOS AUXILIARES 2 Y EL CUADRO DE BAJA DEL EDIFICIO DE CONTROL .....	11
3.3.8	CABLE DE 400 V ENTRE EL TRANSFORMADOR DE SERVICIOS AUXILIARES 3 Y EL CUADRO DE BAJA DEL EDIFICIO DE CONTROL .....	11
3.3.9	PLETINA EN EL CUADRO DE BAJA TENSIÓN DEL EDIFICIO .....	11
3.3.10	CABLES MEDIA TENSIÓN DE CIRCUITOS DE CSF LIBIENERGY PEÑALBA 1, CSF LIBIENERGY PEÑALBA 2 Y CSF LIBIENERGY ARAGONESA .....	11
3.3.11	CAMPO MAGNÉTICO TOTAL EN EL PUNTO 3 .....	12
<b>3.4</b>	<b>CAMPO MAGNÉTICO EN EL PUNTO 4 .....</b>	<b>13</b>
3.4.1	SALIDA DE POSICIÓN LÍNEA 400 kV A S.E. HIBERUS. ....	13
3.4.2	SALIDA DE POSICIÓN LÍNEA 400 kV A S.E. ALMENDRA PROMOTORES. ....	13
3.4.3	SALIDA DE POSICIÓN TRAF0 EL NIVEL DE TENSIÓN 400 kV .....	13
3.4.4	EMBARRADO DE 400 kV .....	13
3.4.5	EMBARRADO EN EL NIVEL DE TENSIÓN 30 kV SALIDA TRANSFORMADOR .....	13
3.4.6	CABLE DE 400 V ENTRE EL TRANSFORMADOR DE SERVICIOS AUXILIARES 1 Y EL CUADRO DE BAJA DEL EDIFICIO DE CONTROL .....	13
3.4.7	CABLE DE 400 V ENTRE EL TRANSFORMADOR DE SERVICIOS AUXILIARES 2 Y EL CUADRO DE BAJA DEL EDIFICIO DE CONTROL .....	14
3.4.8	CABLE DE 400 V ENTRE EL TRANSFORMADOR DE SERVICIOS AUXILIARES 3 Y EL CUADRO DE BAJA DEL EDIFICIO DE CONTROL .....	14
3.4.9	PLETINA EN EL CUADRO DE BAJA TENSIÓN DEL EDIFICIO .....	14
3.4.10	CABLES MEDIA TENSIÓN DE CIRCUITOS DE CSF LIBIENERGY PEÑALBA 1, CSF LIBIENERGY PEÑALBA 2 Y CSF LIBIENERGY ARAGONESA .....	14
3.4.11	CAMPO MAGNÉTICO TOTAL EN EL PUNTO 4 .....	15
<b>3.5</b>	<b>CAMPO MAGNÉTICO EN EL PUNTO 5 .....</b>	<b>16</b>
3.5.1	SALIDA DE POSICIÓN LÍNEA 400 kV A S.E. HIBERUS. ....	16
3.5.2	SALIDA DE POSICIÓN LÍNEA 400 kV A S.E. ALMENDRA PROMOTORES. ....	16
3.5.3	SALIDA DE POSICIÓN TRAF0 EL NIVEL DE TENSIÓN 400 kV .....	16
3.5.4	EMBARRADO DE 400 kV .....	16
3.5.5	EMBARRADO EN EL NIVEL DE TENSIÓN 30 kV SALIDA TRANSFORMADOR .....	16
3.5.6	CABLE DE 400 V ENTRE EL TRANSFORMADOR DE SERVICIOS AUXILIARES 1 Y EL CUADRO DE BAJA DEL EDIFICIO DE CONTROL .....	16
3.5.7	CABLE DE 400 V ENTRE EL TRANSFORMADOR DE SERVICIOS AUXILIARES 2 Y EL CUADRO DE BAJA DEL EDIFICIO DE CONTROL .....	17
3.5.8	CABLE DE 400 V ENTRE EL TRANSFORMADOR DE SERVICIOS AUXILIARES 3 Y EL CUADRO DE BAJA DEL EDIFICIO DE CONTROL .....	17
3.5.9	PLETINA EN EL CUADRO DE BAJA TENSIÓN DEL EDIFICIO .....	17
3.5.10	CABLES MEDIA TENSIÓN DE CIRCUITOS DE CSF LIBIENERGY PEÑALBA 1, CSF LIBIENERGY PEÑALBA 2 Y CSF LIBIENERGY ARAGONESA .....	17
3.5.11	CAMPO MAGNÉTICO TOTAL EN EL PUNTO 5 .....	18
<b>4.</b>	<b>RECOMENDACIONES DE INSTALACIÓN .....</b>	<b>19</b>
<b>5.</b>	<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>20</b>

	<p style="text-align: center;"><b>SUBESTACIÓN ELÉCTRICA 400/30 kV</b>  <b>“LIBIENERGY”</b>          EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE FRAGA          (PROVINCIA DE HUESCA)</p>	<p style="text-align: center;">MAYO 2023</p>	<div style="border: 1px solid blue; padding: 2px;"> <p style="text-align: center; font-size: small;">COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA</p> <p style="text-align: center; font-size: x-small;">Nº.Colegiado.: 0002207  <small>DAVID GAVÍN ASSO</small></p> <p style="text-align: center; font-size: x-small;"><b>VISADO Nº. : VD02065-23A</b>  <small>FECHA : 15/5/23</small></p> <p style="text-align: center; font-size: large; font-weight: bold; color: blue;">E-VISADO</p> </div>
---	---	--	---

## 1. ANTECEDENTES

El Real Decreto 359/2017, de 31 de marzo, estableció una convocatoria para el otorgamiento del régimen retributivo específico a nuevas instalaciones de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables en el sistema eléctrico peninsular por medio de una subasta competitiva.

Que ha sido publicado en el BOE de fecha 4 de Agosto de 2017, la resolución de 1 de agosto de 2017, de la Dirección General de Política Energética y Minas, por la que se inscriben en el registro de régimen retributivo específico en estado de preasignación a las solicitudes adjudicatarias de la subasta para la asignación del régimen retributivo específico convocada al amparo de lo dispuesto en el Real Decreto 359/2017, de 31 de marzo, y en la Orden ETU/315/2017, de 6 de abril.

## 2. LIMITACIÓN DE LOS CAMPOS MAGNÉTICOS

El Real Decreto 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, establece unos límites de exposición máximos que se deberán de cumplir en las zonas en las que puedan permanecer habitualmente las personas.

En cualquier caso, los circuitos eléctricos objeto de proyecto que generarán valores de campo magnético mayores serán los que circule por ellos una mayor intensidad, siendo éstos los conductores y embarrados de los diferentes niveles de tensión de la subestación.

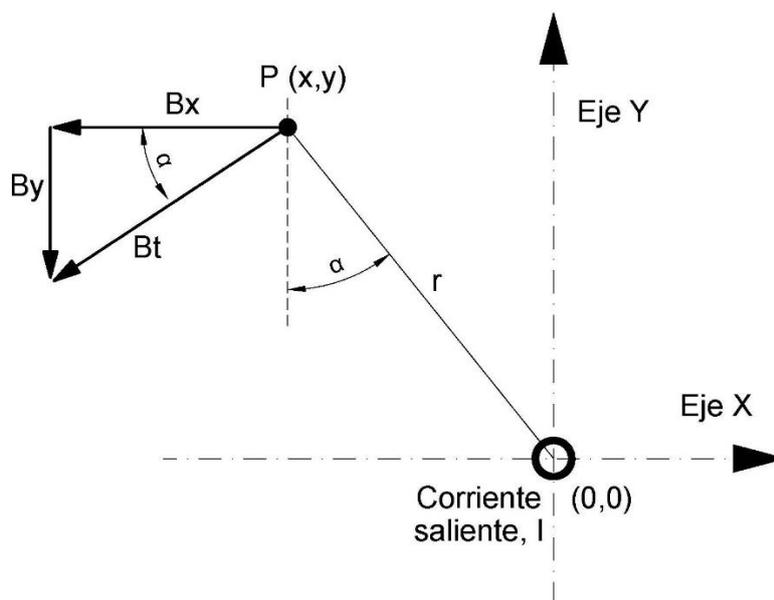
Para calcular el valor eficaz del campo magnético en un punto cuando no existe ningún apantallamiento magnético se puede emplear la ley de Biot-Savart:

$$B = \mu_0 \cdot H = 4 \cdot \pi \cdot 10^{-7} \cdot \frac{I}{2 \cdot \pi \cdot r} \text{ (T)}$$

Donde:

I = Corriente que circula por el conductor, a 50 Hz (A).

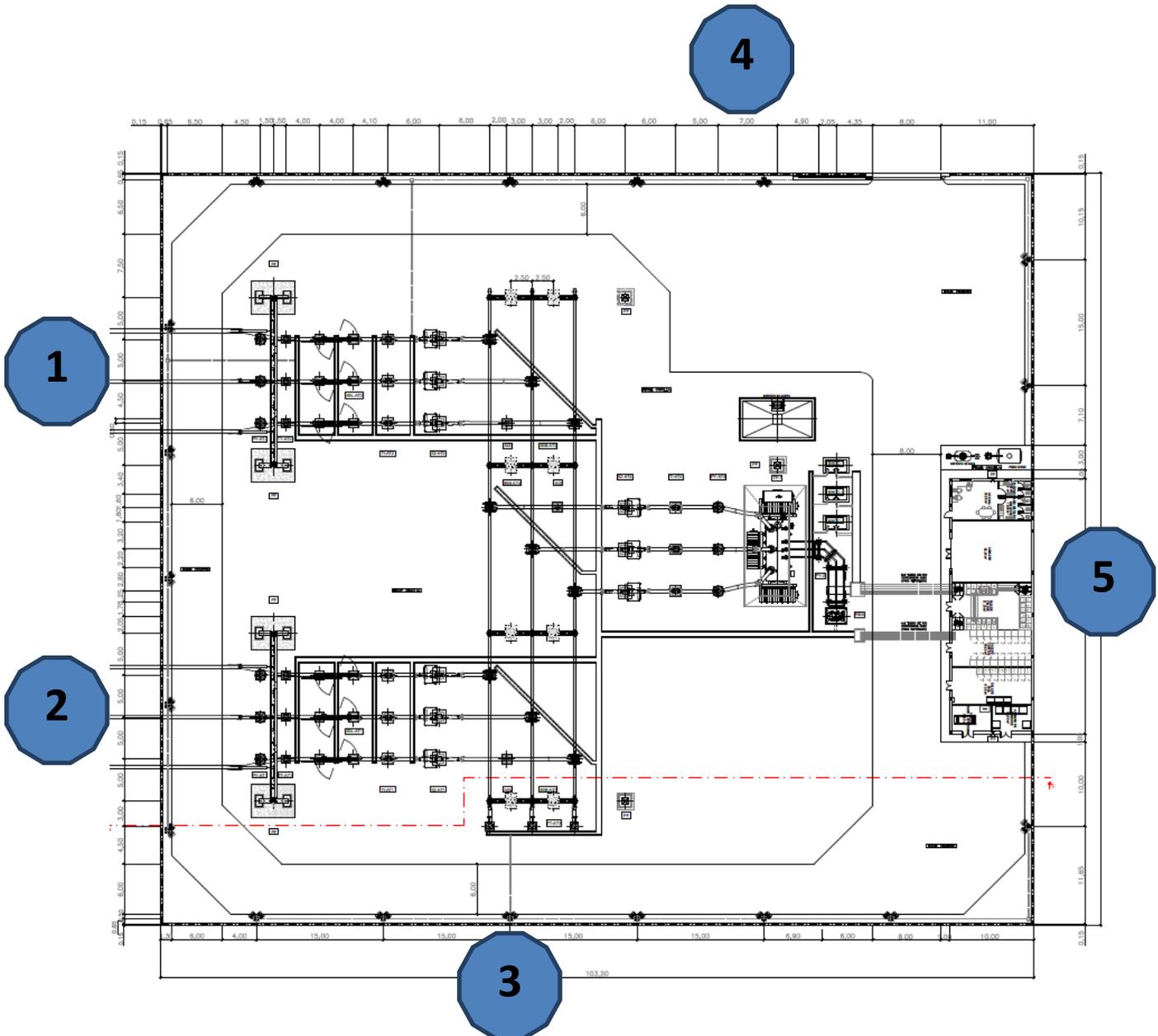
r = Distancia del conductor al punto donde se calcula el campo magnético (m).



Procedemos a aplicar esta ley en los siguientes supuestos:

- Punto 1: Punto exterior de la subestación más próximo a la salida línea 400 kV a S.E. Hiberus.
- Punto 2: Punto exterior de la subestación más próximo a la salida línea 400 kV a S.E. Almendra Promotores.
- Punto 3: Punto exterior de la subestación más próximo al embarrado 400 kV.
- Punto 4: Punto exterior de la subestación más próximo al transformador T1 (400/30 kV) (Embarrado de 30 kV).
- Punto 5: Punto exterior de la subestación más próximo al edificio de control.

Procedemos a estudiar el cálculo del campo magnético en los siguientes puntos:



	<p style="text-align: center;"><b>SUBESTACIÓN ELÉCTRICA 400/30 kV</b>  <b>“LIBIENERGY”</b>          EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE FRAGA          (PROVINCIA DE HUESCA)</p>	<p style="text-align: center;">MAYO DE 2023</p>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p style="text-align: center; font-size: small;">COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA</p> <p style="text-align: center; font-size: x-small;">Nº.Colegiado.: 0002207          DAVID GAVÍN ASSO</p> <p style="text-align: center; font-size: x-small;">VISADO Nº. : VD02065-23A          MAYO DE 2023 : 15/5/23</p> <p style="text-align: center; font-size: large; font-weight: bold; color: blue;">E-VISADO</p> </div>
---	---	---	--

### 3. PUNTOS OBJETO DE ESTUDIO

#### 3.1 CAMPO MAGNÉTICO EN EL PUNTO 1

Para el punto 1 se estudia el valor absoluto (criterio más desfavorable) de todos los elementos que crean campo magnético en dicho punto.

##### 3.1.1 SALIDA DE POSICIÓN LÍNEA 400 kV A S.E. HIBERUS.

El conductor de 400 kV LARL-517 RAIL dúplex, que está al aire, que tiene una separación entre las fases de 5 m, que por ellas circula una intensidad máxima de 433,01 A y que se encuentran en este caso a 10 m del punto 1 del exterior de la Subestación.

Con estos datos de partida obtenemos un campo magnético de 6,0000  $\mu$ T.

##### 3.1.2 SALIDA DE POSICIÓN LÍNEA 400 kV A S.E. ALMENDRA PROMOTORES.

El conductor de 400 kV LARL-517 RAIL dúplex, que está al aire, que tiene una separación entre las fases de 5 m, que por ellas circula una intensidad máxima de 635,085 A y que se encuentran en este caso a 40 m del punto 1 del exterior de la Subestación.

Con estos datos de partida obtenemos un campo magnético de 0,6769  $\mu$ T.

##### 3.1.3 SALIDA DE POSICIÓN TRAFÓ EL NIVEL DE TENSIÓN 400 kV

El conductor de 400 kV LARL-517 RAIL dúplex, que está al aire, que tiene una separación entre las fases de 5 m, que por ellas circula una intensidad máxima de 202,073 A y que se encuentran en este caso a 55 m del punto 1 del exterior de la Subestación.

Con estos datos de partida obtenemos un campo magnético de 0,1148  $\mu$ T.

##### 3.1.4 EMBARRADO DE 400 kV

El tubo del embarrado de 400 kV Aluminio diámetro ext./int. 150/134 mm, que está al aire, que tiene una separación entre las fases de 5 m, que por ellas circula una intensidad máxima de 635,085 A y que se encuentran en este caso a 50 m del punto 1 del exterior de la Subestación.

Con estos datos de partida obtenemos un campo magnético de 0,4356  $\mu$ T.

##### 3.1.5 EMBARRADO EN EL NIVEL DE TENSIÓN 30 kV SALIDA TRANSFORMADOR

El tubo del embarrado de 30 kV Aluminio diámetro ext./int. 120/106 mm, que está al aire, que tiene una separación entre las fases de 0,5 m, que por ellas circula una intensidad máxima de 2.694,30 A y que se encuentran en este caso a 85 m del punto 1 del exterior de la Subestación.

Con estos datos de partida obtenemos un campo magnético de 0,1201  $\mu$ T.

##### 3.1.6 CABLE DE 400 V ENTRE EL TRANSFORMADOR DE SERVICIOS AUXILIARES 1 Y EL CUADRO DE BAJA DEL EDIFICIO DE CONTROL

Se considera una terna de cables dispuestos al tresbolillo, en contacto mutuo, de longitud infinita, sin apantallar (caso más desfavorable) que tienen un diámetro exterior de 50 mm, por los que circula una intensidad máxima de 150 A, y se encuentra en este caso a 105 m del punto 1 del exterior de la Subestación.

	<p style="text-align: center;"><b>SUBESTACIÓN ELÉCTRICA 400/30 kV</b>  <b>“LIBIENERGY”</b>          EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE FRAGA          (PROVINCIA DE HUESCA)</p>	<p style="text-align: center;">MAYO DE 2023</p>	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> <p style="text-align: center; font-size: small;">COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA</p> <p style="text-align: center; font-size: x-small;">Nº.Colegiado.: 0002207  <small>DAVID GAVÍN ASSO</small></p> <p style="text-align: center; font-size: x-small;">VISADO Nº. : VD02065-23A  <small>DE FECHA : 15/5/23</small></p> <p style="text-align: center; font-size: large; font-weight: bold; color: blue;">E-VISADO</p> </div>
---	---	---	--

Con estos datos se obtiene un campo magnético de 0,0002  $\mu$ T.

### 3.1.7 CABLE DE 400 V ENTRE EL TRANSFORMADOR DE SERVICIOS AUXILIARES 2 Y EL CUADRO DE BAJA DEL EDIFICIO DE CONTROL

Se considera una terna de cables dispuestos al tresbolillo, en contacto mutuo, de longitud infinita, sin apantallar (caso más desfavorable) que tienen un diámetro exterior de 50 mm, por los que los circula una intensidad máxima de 150 A, y se encuentra en este caso a 110 m del punto 1 del exterior de la Subestación.

Con estos datos se obtiene un campo magnético de 0,0002  $\mu$ T.

### 3.1.8 CABLE DE 400 V ENTRE EL TRANSFORMADOR DE SERVICIOS AUXILIARES 3 Y EL CUADRO DE BAJA DEL EDIFICIO DE CONTROL

Se considera una terna de cables dispuestos al tresbolillo, en contacto mutuo, de longitud infinita, sin apantallar (caso más desfavorable) que tienen un diámetro exterior de 50 mm, por los que los circula una intensidad máxima de 150 A, y se encuentra en este caso a 105 m del punto 1 del exterior de la Subestación.

Con estos datos se obtiene un campo magnético de 0,0002  $\mu$ T.

### 3.1.9 PLETINA EN EL CUADRO DE BAJA TENSIÓN DEL EDIFICIO

Este embarrado se encuentra en el armario de BT del seccionamiento, tiene una separación entre las barras de 0,25 m, por ellas circula una intensidad máxima de 150 A y se encuentra en este caso a 105 m del punto 1 del exterior de la Subestación.

Con estos datos se obtiene un campo magnético de 0,0012  $\mu$ T.

### 3.1.10 CABLES MEDIA TENSIÓN DE CIRCUITOS DE CSF LIBIENERGY PEÑALBA 1, CSF LIBIENERGY PEÑALBA 2 Y CSF LIBIENERGY ARAGONESA

Considerando ternas de cables dispuestos al tresbolillo, en contacto mutuo, de longitud infinita, sin apantallar (caso más desfavorable), por ellos circula una intensidad máxima de 2.213,18 A, y se encuentra en este caso a 115 m del punto 1 del exterior de la Subestación.

Con estos datos se obtiene un campo magnético de 0,0024  $\mu$ T.

	<p style="text-align: center;"><b>SUBESTACIÓN ELÉCTRICA 400/30 kV</b>  <b>“LIBIENERGY”</b>          EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE FRAGA          (PROVINCIA DE HUESCA)</p>	<p style="text-align: right;">MAYO 2023</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: auto;"> <p style="text-align: center; font-size: small;">COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA</p> <p style="text-align: center; font-size: x-small;">Nº.Colegiado.: 0002207          DAVID GAVÍN ASSO</p> <p style="text-align: center; font-size: x-small;">VISADO Nº. : VD02065-23A          MAYO 2023 : 15/5/23</p> <p style="text-align: center; font-weight: bold; font-size: large;">E-VISADO</p> </div>
---	---	--

### 3.1.11 CAMPO MAGNÉTICO TOTAL EN EL PUNTO 1

<b>Resumen Campos Punto 1</b>	
LADO 400 kV SALIDA LÍNEA HIBERUS	6,0000 $\mu$ T
LADO 400 kV SALIDA LÍNEA ALMENDRA PROMOTORES	0,6769 $\mu$ T
LADO 400 kV SALIDA TRAF0	0,1148 $\mu$ T
EMBARRADO 400 kV	0,4356 $\mu$ T
EMBARRADO 30 kV	0,1201 $\mu$ T
TSA 1	0,0002 $\mu$ T
TSA 2	0,0002 $\mu$ T
TSA 3	0,0002 $\mu$ T
CUADRO BAJA TENSION	0,0012 $\mu$ T
CABLES MT	0,0024 $\mu$ T
<b>TOTAL</b>	<b>7,351 <math>\mu</math>T</b>

	<b>SUBESTACIÓN ELÉCTRICA 400/30 kV</b> <b>“LIBIENERGY”</b> EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE FRAGA (PROVINCIA DE HUESCA)	MAYO DE 2023	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> <p style="font-size: 8px; margin: 0;">COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA</p> <p style="font-size: 8px; margin: 0;">Nº.Colegiado.: 0002207 DAVID GAVÍN ASSO</p> <p style="font-size: 8px; margin: 0;">VISADO Nº. : VD02065-23A DE FECHA : 15/5/23</p> <p style="font-size: 12px; font-weight: bold; margin: 0; color: blue;">E-VISADO</p> </div>
---	--	--------------	---

### 3.2 CAMPO MAGNÉTICO EN EL PUNTO 2

Para el punto 2 se estudia el valor absoluto (criterio más desfavorable) de todos los elementos que crean campo magnético en dicho punto.

#### 3.2.1 SALIDA DE POSICIÓN LÍNEA 400 kV A S.E. HIBERUS.

El conductor de 400 kV LARL-517 RAIL dúplex, que está al aire, que tiene una separación entre las fases de 5 m, que por ellas circula una intensidad máxima de 433,01 A y que se encuentran en este caso a 40 m del punto 2 del exterior de la Subestación.

Con estos datos de partida obtenemos un campo magnético de 0,4615  $\mu$ T.

#### 3.2.2 SALIDA DE POSICIÓN LÍNEA 400 kV A S.E. ALMENDRA PROMOTORES.

El conductor de 400 kV LARL-517 RAIL dúplex, que está al aire, que tiene una separación entre las fases de 5 m, que por ellas circula una intensidad máxima de 635,085 A y que se encuentran en este caso a 10 m del punto 2 del exterior de la Subestación.

Con estos datos de partida obtenemos un campo magnético de 8,8000  $\mu$ T.

#### 3.2.3 SALIDA DE POSICIÓN TRAFIO EL NIVEL DE TENSIÓN 400 kV

El conductor de 400 kV LARL-517 RAIL dúplex, que está al aire, que tiene una separación entre las fases de 5 m, que por ellas circula una intensidad máxima de 202,073 A y que se encuentran en este caso a 60 m del punto 2 del exterior de la Subestación.

Con estos datos de partida obtenemos un campo magnético de 0,0966  $\mu$ T.

#### 3.2.4 EMBARRADO DE 400 kV

El tubo del embarrado de 400 kV Aluminio diámetro ext./int. 150/134 mm, que está al aire, que tiene una separación entre las fases de 5 m, que por ellas circula una intensidad máxima de 635,085 A y que se encuentran en este caso a 50 m del punto 2 del exterior de la Subestación.

Con estos datos de partida obtenemos un campo magnético de 0,4356  $\mu$ T.

#### 3.2.5 EMBARRADO EN EL NIVEL DE TENSIÓN 30 kV SALIDA TRANSFORMADOR

El tubo del embarrado de 30 kV Aluminio diámetro ext./int. 120/106 mm, que está al aire, que tiene una separación entre las fases de 0,5 m, que por ellas circula una intensidad máxima de 2.694,30 A y que se encuentran en este caso a 85 m del punto 2 del exterior de la Subestación.

Con estos datos de partida obtenemos un campo magnético de 0,1201  $\mu$ T.

#### 3.2.6 CABLE DE 400V ENTRE EL TRANSFORMADOR DE SERVICIOS AUXILIARES 1 Y EL CUADRO DE BAJA DEL EDIFICIO DE CONTROL

Se considera una terna de cables dispuestos al tresbolillo, en contacto mutuo, de longitud infinita, sin apantallar (caso más desfavorable) que tienen un diámetro exterior de 50 mm, por los que los circula una intensidad máxima de 150 A, y se encuentra en este caso a 100 m del punto 2 del exterior de la Subestación.

Con estos datos se obtiene un campo magnético de 0,0003  $\mu$ T.

	<p style="text-align: center;"><b>SUBESTACIÓN ELÉCTRICA 400/30 kV</b>  <b>“LIBIENERGY”</b>          EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE FRAGA          (PROVINCIA DE HUESCA)</p>	<p style="text-align: center;">MAYO DE 2023</p>	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> <p style="font-size: small; margin: 0;">COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA</p> <p style="font-size: x-small; margin: 0;">Nº.Colegiado.: 0002207 DAVID GAVÍN ASSO</p> <p style="font-size: x-small; margin: 0;">VISADO Nº. : VD02065-23A MAYO DE 2023 : 15/5/23</p> <p style="font-size: large; font-weight: bold; margin: 0; color: blue;">E-VISADO</p> </div>
---	---	---	--

### 3.2.7 CABLE DE 400 V ENTRE EL TRANSFORMADOR DE SERVICIOS AUXILIARES 2 Y EL CUADRO DE BAJA DEL EDIFICIO DE CONTROL

Se considera una terna de cables dispuestos al tresbolillo, en contacto mutuo, de longitud infinita, sin apantallar (caso más desfavorable) que tienen un diámetro exterior de 50 mm, por los que los circula una intensidad máxima de 150 A, y se encuentra en este caso a 105 m del punto 2 del exterior de la Subestación.

Con estos datos se obtiene un campo magnético de 0,0002  $\mu$ T.

### 3.2.8 CABLE DE 400 V ENTRE EL TRANSFORMADOR DE SERVICIOS AUXILIARES 3 Y EL CUADRO DE BAJA DEL EDIFICIO DE CONTROL

Se considera una terna de cables dispuestos al tresbolillo, en contacto mutuo, de longitud infinita, sin apantallar (caso más desfavorable) que tienen un diámetro exterior de 50 mm, por los que los circula una intensidad máxima de 150 A, y se encuentra en este caso a 100 m del punto 2 del exterior de la Subestación.

Con estos datos se obtiene un campo magnético de 0,0003  $\mu$ T.

### 3.2.9 PLETINA EN EL CUADRO DE BAJA TENSIÓN DEL EDIFICIO

Este embarrado se encuentra en el armario de BT del seccionamiento, tiene una separación entre las barras de 0,25 m, por ellas circula una intensidad máxima de 150 A y se encuentra en este caso a 100 m del punto 2 del exterior de la Subestación.

Con estos datos se obtiene un campo magnético de 0,0010  $\mu$ T.

### 3.2.10 CABLES MEDIA TENSIÓN DE CIRCUITOS DE CSF LIBIENERGY PEÑALBA 1, CSF LIBIENERGY PEÑALBA 2 Y CSF LIBIENERGY ARAGONESA

Considerando ternas de cables dispuestos al tresbolillo, en contacto mutuo, de longitud infinita, sin apantallar (caso más desfavorable), por ellos circula una intensidad máxima de 2.213,18 A, y se encuentra en este caso a 110 m del punto 2 del exterior de la Subestación.

Con estos datos se obtiene un campo magnético de 0,0027  $\mu$ T.

	<p style="text-align: center;"><b>SUBESTACIÓN ELÉCTRICA 400/30 kV</b>  <b>“LIBIENERGY”</b>          EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE FRAGA          (PROVINCIA DE HUESCA)</p>	<p style="text-align: right;">MAYO DE 2023</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: auto;"> <p style="font-size: small; margin: 0;">COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA</p> <p style="font-size: small; margin: 0;">Nº.Colegiado.: 0002207 DAVID GAVÍN ASSO</p> <p style="font-size: small; margin: 0;">VISADO Nº. : VD02065-23A MAYO DE 2023 : 15/5/23</p> <p style="font-size: large; font-weight: bold; margin: 0; color: blue;">E-VISADO</p> </div>
---	---	---

### 3.2.11 CAMPO MAGNÉTICO TOTAL EN EL PUNTO 2

Resumen Campos Punto 2	
LADO 400 kV SALIDA LÍNEA HIBERUS	0,4615 $\mu$ T
LADO 400 kV SALIDA LÍNEA ALMENDRA PROMOTORES	8,8000 $\mu$ T
LADO 400 kV SALIDA TRAF0	0,0966 $\mu$ T
EMBARRADO 400 kV	0,4356 $\mu$ T
EMBARRADO 30 kV	0,1201 $\mu$ T
TSA 1	0,0003 $\mu$ T
TSA 2	0,0002 $\mu$ T
TSA 3	0,0003 $\mu$ T
CUADRO BAJA TENSION	0,0010 $\mu$ T
CABLES MT	0,0027 $\mu$ T
<b>TOTAL</b>	<b>9,918 <math>\mu</math>T</b>

	<b>SUBESTACIÓN ELÉCTRICA 400/30 kV</b> <b>“LIBIENERGY”</b> EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE FRAGA (PROVINCIA DE HUESCA)	MAYO DE 2023	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> <p style="font-size: 8px; margin: 0;">COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA</p> <p style="font-size: 8px; margin: 0;">Nº.Colegiado.: 0002207 DAVID GAVÍN ASSO</p> <p style="font-size: 8px; margin: 0;">VISADO Nº. : VD02065-23A DE FECHA : 15/5/23</p> <p style="font-size: 12px; font-weight: bold; margin: 0; color: blue;">E-VISADO</p> </div>
---	--	--------------	---

### 3.3 CAMPO MAGNÉTICO EN EL PUNTO 3

Para el punto 3 se estudia el valor absoluto (criterio más desfavorable) de todos los elementos que crean campo magnético en dicho punto.

#### 3.3.1 SALIDA DE POSICIÓN LÍNEA 400 kV A S.E. HIBERUS.

El conductor de 400 kV LARL-517 RAIL dúplex, que está al aire, que tiene una separación entre las fases de 5 m, que por ellas circula una intensidad máxima de 433,01 A y que se encuentran en este caso a 70 m del punto 3 del exterior de la Subestación.

Con estos datos de partida obtenemos un campo magnético de 0,1523  $\mu$ T.

#### 3.3.2 SALIDA DE POSICIÓN LÍNEA 400 kV A S.E. ALMENDRA PROMOTORES.

El conductor de 400 kV LARL-517 RAIL dúplex, que está al aire, que tiene una separación entre las fases de 5 m, que por ellas circula una intensidad máxima de 635,085 A y que se encuentran en este caso a 30 m del punto 3 del exterior de la Subestación.

Con estos datos de partida obtenemos un campo magnético de 1,1892  $\mu$ T.

#### 3.3.3 SALIDA DE POSICIÓN TRAFÓ EL NIVEL DE TENSIÓN 400 kV

El conductor de 400 kV LARL-517 RAIL dúplex, que está al aire, que tiene una separación entre las fases de 5 m, que por ellas circula una intensidad máxima de 202,073 A y que se encuentran en este caso a 50 m del punto 3 del exterior de la Subestación.

Con estos datos de partida obtenemos un campo magnético de 0,1386  $\mu$ T.

#### 3.3.4 EMBARRADO DE 400 kV

El tubo del embarrado de 400 kV Aluminio diámetro ext./int. 150/134 mm, que está al aire, que tiene una separación entre las fases de 5 m, que por ellas circula una intensidad máxima de 635,085 A y que se encuentran en este caso a 20 m del punto 3 del exterior de la Subestación.

Con estos datos de partida obtenemos un campo magnético de 2,5882  $\mu$ T.

#### 3.3.5 EMBARRADO EN EL NIVEL DE TENSIÓN 30 kV SALIDA TRANSFORMADOR

El tubo del embarrado de 30 kV Aluminio diámetro ext./int. 120/106 mm, que está al aire, que tiene una separación entre las fases de 0,5 m, que por ellas circula una intensidad máxima de 2.694,30 A y que se encuentran en este caso a 55 m del punto 3 del exterior de la Subestación.

Con estos datos de partida obtenemos un campo magnético de 0,2869  $\mu$ T.

#### 3.3.6 CABLE DE 400 V ENTRE EL TRANSFORMADOR DE SERVICIOS AUXILIARES 1 Y EL CUADRO DE BAJA DEL EDIFICIO DE CONTROL

Se considera una terna de cables dispuestos al tresbolillo, en contacto mutuo, de longitud infinita, sin apantallar (caso más desfavorable) que tienen un diámetro exterior de 50 mm, por los que circula una intensidad máxima de 150 A, y se encuentra en este caso a 65 m del punto 3 del exterior de la Subestación.

Con estos datos se obtiene un campo magnético de 0,0006  $\mu$ T.

	<p style="text-align: center;"><b>SUBESTACIÓN ELÉCTRICA 400/30 kV</b>  <b>“LIBIENERGY”</b>          EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE FRAGA          (PROVINCIA DE HUESCA)</p>	<p style="text-align: center;">MAYO DE 2023</p>	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> <p style="font-size: 8px; margin: 0;">COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA</p> <p style="font-size: 8px; margin: 0;">Nº.Colegiado.: 0002207 DAVID GAVÍN ASSO</p> <p style="font-size: 8px; margin: 0;">VISADO Nº. : VD02065-23A MAYO DE 2023 : 15/5/23</p> <p style="font-size: 12px; font-weight: bold; margin: 0; text-align: center;">E-VISADO</p> </div>
---	---	---	--

### 3.3.7 CABLE DE 400 V ENTRE EL TRANSFORMADOR DE SERVICIOS AUXILIARES 2 Y EL CUADRO DE BAJA DEL EDIFICIO DE CONTROL

Se considera una terna de cables dispuestos al tresbolillo, en contacto mutuo, de longitud infinita, sin apantallar (caso más desfavorable) que tienen un diámetro exterior de 50 mm, por los que los circula una intensidad máxima de 150 A, y se encuentra en este caso a 70 m del punto 3 del exterior de la Subestación.

Con estos datos se obtiene un campo magnético de 0,0005  $\mu$ T.

### 3.3.8 CABLE DE 400 V ENTRE EL TRANSFORMADOR DE SERVICIOS AUXILIARES 3 Y EL CUADRO DE BAJA DEL EDIFICIO DE CONTROL

Se considera una terna de cables dispuestos al tresbolillo, en contacto mutuo, de longitud infinita, sin apantallar (caso más desfavorable) que tienen un diámetro exterior de 50 mm, por los que los circula una intensidad máxima de 150 A, y se encuentra en este caso a 65 m del punto 3 del exterior de la Subestación.

Con estos datos se obtiene un campo magnético de 0,0006  $\mu$ T.

### 3.3.9 PLETINA EN EL CUADRO DE BAJA TENSIÓN DEL EDIFICIO

Este embarrado se encuentra en el armario de BT del seccionamiento, tiene una separación entre las barras de 0,25 m, por ellas circula una intensidad máxima de 150 A y se encuentra en este caso a 60 m del punto 3 del exterior de la Subestación.

Con estos datos se obtiene un campo magnético de 0,0040  $\mu$ T.

### 3.3.10 CABLES MEDIA TENSIÓN DE CIRCUITOS DE CSF LIBIENERGY PEÑALBA 1, CSF LIBIENERGY PEÑALBA 2 Y CSF LIBIENERGY ARAGONESA

Considerando ternas de cables dispuestos al tresbolillo, en contacto mutuo, de longitud infinita, sin apantallar (caso más desfavorable), por ellos circula una intensidad máxima de 2.213,18 A, y se encuentra en este caso a 70 m del punto 3 del exterior de la Subestación.

Con estos datos se obtiene un campo magnético de 0,0066  $\mu$ T.

	<p style="text-align: center;"><b>SUBESTACIÓN ELÉCTRICA 400/30 kV</b>  <b>“LIBIENERGY”</b>          EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE FRAGA          (PROVINCIA DE HUESCA)</p>	<p style="text-align: right;">MAYO DE 2023</p>
---	---	--

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA

Nº Colegiado.: 0002207  
 DAVID GAVÍN ASSO

VISADO Nº : VD02065-23A  
 MAYO DE 2023 : 15/5/23

E-VISADO

### 3.3.11 CAMPO MAGNÉTICO TOTAL EN EL PUNTO 3

<b>Resumen Campos Punto 3</b>	
LADO 400 kV SALIDA LÍNEA HIBERUS	0,1523 $\mu$ T
LADO 400 kV SALIDA LÍNEA ALMENDRA PROMOTORES	1,1892 $\mu$ T
LADO 400 kV SALIDA TRAF0	0,1386 $\mu$ T
EMBARRADO 400 kV	2,5882 $\mu$ T
EMBARRADO 30 kV	0,2869 $\mu$ T
TSA 1	0,0006 $\mu$ T
TSA 2	0,0005 $\mu$ T
TSA 3	0,0006 $\mu$ T
CUADRO BAJA TENSION	0,0040 $\mu$ T
CABLES MT	0,0066 $\mu$ T
<b>TOTAL</b>	<b>4,368 <math>\mu</math>T</b>

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02700-23 y VISADO electrónico VD02065-23A de 15/05/2023. CSV = FVP0V1L6SEWBXHK7 verificable en <https://coi.iar.e-gestion.es>

	<b>SUBESTACIÓN ELÉCTRICA 400/30 kV</b> <b>“LIBIENERGY”</b> EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE FRAGA (PROVINCIA DE HUESCA)	MAYO DE 2023	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> <p style="font-size: 8px; margin: 0;">COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA</p> <p style="font-size: 8px; margin: 0;">Nº.Colegiado.: 0002207 DAVID GAVÍN ASSO</p> <p style="font-size: 8px; margin: 0;">VISADO Nº. : VD02065-23A DE FECHA : 15/5/23</p> <p style="font-size: 12px; font-weight: bold; margin: 0; color: blue;">E-VISADO</p> </div>
---	--	--------------	---

### 3.4 CAMPO MAGNÉTICO EN EL PUNTO 4

Para el punto 3 se estudia el valor absoluto (criterio más desfavorable) de todos los elementos que crean campo magnético en dicho punto.

#### 3.4.1 SALIDA DE POSICIÓN LÍNEA 400 kV A S.E. HIBERUS.

El conductor de 400 kV LARL-517 RAIL dúplex, que está al aire, que tiene una separación entre las fases de 5 m, que por ellas circula una intensidad máxima de 433,01 A y que se encuentran en este caso a 50 m del punto 4 del exterior de la Subestación.

Con estos datos de partida obtenemos un campo magnético de 0,2970  $\mu$ T.

#### 3.4.2 SALIDA DE POSICIÓN LÍNEA 400 kV A S.E. ALMENDRA PROMOTORES.

El conductor de 400 kV LARL-517 RAIL dúplex, que está al aire, que tiene una separación entre las fases de 5 m, que por ellas circula una intensidad máxima de 635,085 A y que se encuentran en este caso a 80 m del punto 4 del exterior de la Subestación.

Con estos datos de partida obtenemos un campo magnético de 0,1712  $\mu$ T.

#### 3.4.3 SALIDA DE POSICIÓN TRAFIO EL NIVEL DE TENSIÓN 400 kV

El conductor de 400 kV LARL-517 RAIL dúplex, que está al aire, que tiene una separación entre las fases de 5 m, que por ellas circula una intensidad máxima de 202,073 A y que se encuentran en este caso a 50 m del punto 4 del exterior de la Subestación.

Con estos datos de partida obtenemos un campo magnético de 0,1386  $\mu$ T.

#### 3.4.4 EMBARRADO DE 400 kV

El tubo del embarrado de 400 kV Aluminio diámetro ext./int. 150/134 mm, que está al aire, que tiene una separación entre las fases de 5 m, que por ellas circula una intensidad máxima de de 635,085 A y que se encuentran en este caso a 30 m del punto 4 del exterior de la Subestación.

Con estos datos de partida obtenemos un campo magnético de 1,1892  $\mu$ T.

#### 3.4.5 EMBARRADO EN EL NIVEL DE TENSIÓN 30 kV SALIDA TRANSFORMADOR

El tubo del embarrado de 30 kV Aluminio diámetro ext./int. 120/106 mm, que está al aire, que tiene una separación entre las fases de 0,5 m, que por ellas circula una intensidad máxima de 2.694,30 A y que se encuentran en este caso a 45 m del punto 4 del exterior de la Subestación.

Con estos datos de partida obtenemos un campo magnético de 0,4285  $\mu$ T.

#### 3.4.6 CABLE DE 400 V ENTRE EL TRANSFORMADOR DE SERVICIOS AUXILIARES 1 Y EL CUADRO DE BAJA DEL EDIFICIO DE CONTROL

Se considera una terna de cables dispuestos al tresbolillo, en contacto mutuo, de longitud infinita, sin apantallar (caso más desfavorable) que tienen un diámetro exterior de 50 mm, por los que los circula una intensidad máxima de 150 A, y se encuentra en este caso a 60 m del punto 4 del exterior de la Subestación.

Con estos datos se obtiene un campo magnético de 0,0007  $\mu$ T.

	<p style="text-align: center;"><b>SUBESTACIÓN ELÉCTRICA 400/30 kV</b>  <b>“LIBIENERGY”</b>          EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE FRAGA          (PROVINCIA DE HUESCA)</p>	<p style="text-align: center;">MAYO DE 2023</p>	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> <p style="font-size: small; margin: 0;">COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA</p> <p style="font-size: small; margin: 0;">Nº.Colegiado.: 0002207 DAVID GAVÍN ASSO</p> <p style="font-size: small; margin: 0;">VISADO Nº. : VD02065-23A MAYO DE 2023 : 15/5/23</p> <p style="font-size: large; font-weight: bold; margin: 0; text-align: center;">E-VISADO</p> </div>
---	---	---	---

### 3.4.7 CABLE DE 400 V ENTRE EL TRANSFORMADOR DE SERVICIOS AUXILIARES 2 Y EL CUADRO DE BAJA DEL EDIFICIO DE CONTROL

Se considera una terna de cables dispuestos al tresbolillo, en contacto mutuo, de longitud infinita, sin apantallar (caso más desfavorable) que tienen un diámetro exterior de 50 mm, por los que los circula una intensidad máxima de 150 A, y se encuentra en este caso a 60 m del punto 4 del exterior de la Subestación.

Con estos datos se obtiene un campo magnético de 0,0007  $\mu$ T.

### 3.4.8 CABLE DE 400 V ENTRE EL TRANSFORMADOR DE SERVICIOS AUXILIARES 3 Y EL CUADRO DE BAJA DEL EDIFICIO DE CONTROL

Se considera una terna de cables dispuestos al tresbolillo, en contacto mutuo, de longitud infinita, sin apantallar (caso más desfavorable) que tienen un diámetro exterior de 50 mm, por los que los circula una intensidad máxima de 150 A, y se encuentra en este caso a 60 m del punto 4 del exterior de la Subestación.

Con estos datos se obtiene un campo magnético de 0,0007  $\mu$ T.

### 3.4.9 PLETINA EN EL CUADRO DE BAJA TENSIÓN DEL EDIFICIO

Este embarrado se encuentra en el armario de BT del seccionamiento, tiene una separación entre las barras de 0,25 m, por ellas circula una intensidad máxima de 150 A y se encuentra en este caso a 70 m del punto 4 del exterior de la Subestación.

Con estos datos se obtiene un campo magnético de 0,0030  $\mu$ T.

### 3.4.10 CABLES MEDIA TENSIÓN DE CIRCUITOS DE CSF LIBIENERGY PEÑALBA 1, CSF LIBIENERGY PEÑALBA 2 Y CSF LIBIENERGY ARAGONESA

Considerando ternas de cables dispuestos al tresbolillo, en contacto mutuo, de longitud infinita, sin apantallar (caso más desfavorable), por ellos circula una intensidad máxima de 2.213,18 A, y se encuentra en este caso a 70 m del punto 4 del exterior de la Subestación.

Con estos datos se obtiene un campo magnético de 0,0066  $\mu$ T.

	<p><b>SUBESTACIÓN ELÉCTRICA 400/30 kV</b>  <b>“LIBIENERGY”</b>          EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE FRAGA          (PROVINCIA DE HUESCA)</p>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content;"> <p style="font-size: small; margin: 0;">COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA</p> <p style="font-size: x-small; margin: 0;">Nº.Colegiado.: 0002207 DAVID GAVÍN ASSO</p> <p style="font-size: x-small; margin: 0;">VISADO Nº. : VD02065-23A MAYO 2023 : 15/5/23</p> <p style="font-size: large; font-weight: bold; margin: 0; color: blue;">E-VISADO</p> </div>
---	---	---

### 3.4.11 CAMPO MAGNÉTICO TOTAL EN EL PUNTO 4

Resumen Campos Punto 4	
LADO 400 kV SALIDA LÍNEA HIBERUS	0,2970 $\mu$ T
LADO 400 kV SALIDA LÍNEA ALMENDRA PROMOTORES	0,1712 $\mu$ T
LADO 400 kV SALIDA TRAF0	0,1386 $\mu$ T
EMBARRADO 400 kV	1,1892 $\mu$ T
EMBARRADO 30 kV	0,4285 $\mu$ T
TSA 1	0,0007 $\mu$ T
TSA 2	0,0007 $\mu$ T
TSA 3	0,0007 $\mu$ T
CUADRO BAJA TENSION	0,0030 $\mu$ T
CABLES MT	0,0066 $\mu$ T
<b>TOTAL</b>	<b>2,236 <math>\mu</math>T</b>

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02700-23 y VISADO electrónico VD02065-23A de 15/05/2023. CSV = FVP0V1L6SEWBXHK7 verificable en <https://coi.iar.e-gestion.es>

	<b>SUBESTACIÓN ELÉCTRICA 400/30 kV</b> <b>“LIBIENERGY”</b> EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE FRAGA (PROVINCIA DE HUESCA)	MAYO DE 2023	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> <p style="font-size: 8px; margin: 0;">COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA</p> <p style="font-size: 8px; margin: 0;">Nº.Colegiado.: 0002207 DAVID GAVÍN ASSO</p> <p style="font-size: 8px; margin: 0;">VISADO Nº. : VD02065-23A DE FECHA : 15/5/23</p> <p style="font-size: 12px; font-weight: bold; margin: 0; color: blue;">E-VISADO</p> </div>
---	--	--------------	---

### 3.5 CAMPO MAGNÉTICO EN EL PUNTO 5

Para el punto 5 se estudia el valor absoluto (criterio más desfavorable) de todos los elementos que crean campo magnético en dicho punto.

#### 3.5.1 SALIDA DE POSICIÓN LÍNEA 400 kV A S.E. HIBERUS.

El conductor de 400 kV LARL-517 RAIL dúplex, que está al aire, que tiene una separación entre las fases de 5 m, que por ellas circula una intensidad máxima de 433,01 A y que se encuentran en este caso a 80 m del punto 5 del exterior de la Subestación.

Con estos datos de partida obtenemos un campo magnético de 0,1167  $\mu$ T.

#### 3.5.2 SALIDA DE POSICIÓN LÍNEA 400 kV A S.E. ALMENDRA PROMOTORES.

El conductor de 400 kV LARL-517 RAIL dúplex, que está al aire, que tiene una separación entre las fases de 5 m, que por ellas circula una intensidad máxima de 635,085 A y que se encuentran en este caso a 80 m del punto 5 del exterior de la Subestación.

Con estos datos de partida obtenemos un campo magnético de 0,1712  $\mu$ T.

#### 3.5.3 SALIDA DE POSICIÓN TRAFIO EL NIVEL DE TENSIÓN 400 kV

El conductor de 400 kV LARL-517 RAIL dúplex, que está al aire, que tiene una separación entre las fases de 5 m, que por ellas circula una intensidad máxima de 202,073 A y que se encuentran en este caso a 40 m del punto 5 del exterior de la Subestación.

Con estos datos de partida obtenemos un campo magnético de 0,2154  $\mu$ T.

#### 3.5.4 EMBARRADO DE 400 kV

El tubo del embarrado de 400 kV Aluminio diámetro ext./int. 150/134 mm, que está al aire, que tiene una separación entre las fases de 5 m, que por ellas circula una intensidad máxima de de 635,085 A y que se encuentran en este caso a 60 m del punto 5 del exterior de la Subestación.

Con estos datos de partida obtenemos un campo magnético de 0,3034  $\mu$ T.

#### 3.5.5 EMBARRADO EN EL NIVEL DE TENSIÓN 30 kV SALIDA TRANSFORMADOR

El tubo del embarrado de 30 kV Aluminio diámetro ext./int. 120/106 mm, que está al aire, que tiene una separación entre las fases de 0,5 m, que por ellas circula una intensidad máxima de 2.694,30 A y que se encuentran en este caso a 30 m del punto 5 del exterior de la Subestación.

Con estos datos de partida obtenemos un campo magnético de 0,9635  $\mu$ T.

#### 3.5.6 CABLE DE 400 V ENTRE EL TRANSFORMADOR DE SERVICIOS AUXILIARES 1 Y EL CUADRO DE BAJA DEL EDIFICIO DE CONTROL

Se considera una terna de cables dispuestos al tresbolillo, en contacto mutuo, de longitud infinita, sin apantallar (caso más desfavorable) que tienen un diámetro exterior de 50 mm, por los que los circula una intensidad máxima de 150 A, y se encuentra en este caso a 10 m del punto 5 del exterior de la Subestación.

Con estos datos se obtiene un campo magnético de 0,0260  $\mu$ T.

	<p style="text-align: center;"><b>SUBESTACIÓN ELÉCTRICA 400/30 kV</b>  <b>“LIBIENERGY”</b>  EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE FRAGA  (PROVINCIA DE HUESCA)</p>	<p style="text-align: center;">MAYO DE 2023</p>	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> <p style="font-size: 8px; margin: 0;">COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA</p> <p style="font-size: 8px; margin: 0;">Nº.Colegiado.: 0002207 DAVID GAVÍN ASSO</p> <p style="font-size: 8px; margin: 0;">VISADO Nº. : VD02065-23A MAYO DE 2023 : 15/5/23</p> <p style="font-size: 12px; font-weight: bold; margin: 0; color: blue;">E-VISADO</p> </div>
---	---	---	---

### 3.5.7 CABLE DE 400 V ENTRE EL TRANSFORMADOR DE SERVICIOS AUXILIARES 2 Y EL CUADRO DE BAJA DEL EDIFICIO DE CONTROL

Se considera una terna de cables dispuestos al tresbolillo, en contacto mutuo, de longitud infinita, sin apantallar (caso más desfavorable) que tienen un diámetro exterior de 50 mm, por los que los circula una intensidad máxima de 150 A, y se encuentra en este caso a 5 m del punto 5 del exterior de la Subestación.

Con estos datos se obtiene un campo magnético de 0,1039  $\mu$ T.

### 3.5.8 CABLE DE 400 V ENTRE EL TRANSFORMADOR DE SERVICIOS AUXILIARES 3 Y EL CUADRO DE BAJA DEL EDIFICIO DE CONTROL

Se considera una terna de cables dispuestos al tresbolillo, en contacto mutuo, de longitud infinita, sin apantallar (caso más desfavorable) que tienen un diámetro exterior de 50 mm, por los que los circula una intensidad máxima de 150 A, y se encuentra en este caso a 10 m del punto 5 del exterior de la Subestación.

Con estos datos se obtiene un campo magnético de 0,0260  $\mu$ T.

### 3.5.9 PLETINA EN EL CUADRO DE BAJA TENSIÓN DEL EDIFICIO

Este embarrado se encuentra en el armario de BT del seccionamiento, tiene una separación entre las barras de 0,25 m, por ellas circula una intensidad máxima de 150 A y se encuentra en este caso a 5 m del punto 5 del exterior de la Subestación.

Con estos datos se obtiene un campo magnético de 0,5180  $\mu$ T.

### 3.5.10 CABLES MEDIA TENSIÓN DE CIRCUITOS DE CSF LIBIENERGY PEÑALBA 1, CSF LIBIENERGY PEÑALBA 2 Y CSF LIBIENERGY ARAGONESA

Considerando ternas de cables dispuestos al tresbolillo, en contacto mutuo, de longitud infinita, sin apantallar (caso más desfavorable), por ellos circula una intensidad máxima de 2.213,18 A, y se encuentra en este caso a 1,5 m del punto 5 del exterior de la Subestación.

Con estos datos se obtiene un campo magnético de 14,2999  $\mu$ T.

	<p style="text-align: center;"><b>SUBESTACIÓN ELÉCTRICA 400/30 kV</b>  <b>“LIBIENERGY”</b>          EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE FRAGA          (PROVINCIA DE HUESCA)</p>	<p style="text-align: right;">MAYO 2023</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: auto;"> <p style="text-align: center; font-size: small;">COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA</p> <p style="text-align: center; font-size: x-small;">Nº Colegiado.: 0002207          DAVID GAVÍN ASSO</p> <p style="text-align: center; font-size: x-small;">VISADO Nº : VD02065-23A          DE FECHA : 15/5/23</p> <p style="text-align: center; font-weight: bold; font-size: large;">E-VISADO</p> </div>
---	---	--

### 3.5.11 CAMPO MAGNÉTICO TOTAL EN EL PUNTO 5

<b>Resumen Campos Punto 5</b>	
LADO 400 kV SALIDA LÍNEA HIBERUS	0,1167 $\mu$ T
LADO 400 kV SALIDA LÍNEA ALMENDRA PROMOTORES	0,1712 $\mu$ T
LADO 400 kV SALIDA TRAF0	0,2154 $\mu$ T
EMBARRADO 400 kV	0,3034 $\mu$ T
EMBARRADO 30 kV	0,9635 $\mu$ T
TSA 1	0,026 $\mu$ T
TSA 2	0,1039 $\mu$ T
TSA 3	0,026 $\mu$ T
CUADRO BAJA TENSION	0,518 $\mu$ T
CABLES MT	14,2999 $\mu$ T
<b>TOTAL</b>	<b>16,744 <math>\mu</math>T</b>

	<p style="text-align: center;"><b>SUBESTACIÓN ELÉCTRICA 400/30 kV</b>  <b>“LIBIENERGY”</b>          EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE FRAGA          (PROVINCIA DE HUESCA)</p>	<p style="text-align: center;">MAYO DE 2023</p>	<p style="text-align: center; font-size: small;">COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA</p> <p style="text-align: center; font-size: small;">Nº.Colegiado.: 0002207          DAVID GAVÍN ASSO</p> <p style="text-align: center; font-size: small;">VISADO Nº. : VD02065-23A          DEFECHA : 15/5/23</p> <p style="text-align: center; font-size: large; font-weight: bold;">E-VISADO</p>
---	---	---	--

#### 4. RECOMENDACIONES DE INSTALACIÓN

Según establece el apartado 4.7. de la ITC-RAT 14 del Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión, en el diseño de las instalaciones se adoptarán las medidas adecuadas para minimizar, en el exterior de las instalaciones de alta tensión, los campos magnéticos creados por la circulación de corriente a 50 Hz, en los diferentes elementos de las instalaciones.

Particularmente, se tendrán en cuenta las siguientes condiciones de diseño con objeto de minimizar los campos magnéticos generados:

- El tendido de los cables de potencia de alta y baja tensión se realizará de modo que las tres fases de una misma terna estén en contacto con una disposición al tresbolillo.
- Se procurará que las interconexiones sean lo más cortas posibles y se diseñarán evitando paredes y techos colindantes con zonas habitadas.

	<p style="text-align: center;"><b>SUBESTACIÓN ELÉCTRICA 400/30 kV</b>  <b>“LIBIENERGY”</b>          EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE FRAGA          (PROVINCIA DE HUESCA)</p>	<p style="text-align: center;">MAYO 2023</p>	<p style="text-align: center;">COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS          INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA          N.º Colegiado.: 0002207          DAVID GAVÍN ASSO  <b>VISADO N.º : VD02065-23A</b>          DEFECHA : 15/5/23  <b>E-VISADO</b></p>
---	---	--	---

## 5. CONCLUSIONES

En la siguiente tabla se recopilan los resultados totales de los 5 puntos objeto de estudio:

<b>Resumen Campos</b>	
<b>Punto 1</b>	7,351 $\mu$ T
<b>Punto 2</b>	9,918 $\mu$ T
<b>Punto 3</b>	4,368 $\mu$ T
<b>Punto 4</b>	2,236 $\mu$ T
<b>Punto 5</b>	16,744 $\mu$ T

En todos los casos estudiados, estos valores están muy por debajo de los 100  $\mu$ T establecidos por el Real Decreto 1066/2001, de 28 de septiembre, como nivel máximo de referencia.

Estos cálculos se han realizado con criterios muy conservadores, por lo que es de esperar que en la realidad sean aún inferiores, teniendo en cuenta que los cables no son infinitos. El efecto de apantallamiento reduce considerablemente el valor del campo magnético.

Por lo tanto, se puede afirmar que la Subestación objeto de proyecto cumple la recomendación europea, y que el público no estará expuesto a campos magnéticos por encima de los recomendados en sitios donde pueda permanecer mucho tiempo.

No obstante, se recomienda realizar las mediciones oportunas una vez ejecutada la reforma, para comprobar que, efectivamente, se cumple lo establecido en el Real Decreto 1066/2001, de 28 de septiembre.



## ANEXO Nº6

# DECLARACIÓN RESPONSABLE

	<p style="text-align: center;">SUBESTACIÓN ELÉCTRICA 400/30 kV "LIBIENERGY" EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE FRAGA (PROVINCIA DE HUESCA)</p>	<p style="text-align: center;">MAYO 2023</p>	<div style="border: 1px solid blue; padding: 5px;"> <p style="font-size: small; text-align: center;">COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA</p> <p>Nº Colegiado.: 002207 DAVID GAVÍN ASSO</p> <p style="font-weight: bold; font-size: small;">VISADO Nº : VD02065-23A DE 15/5/23</p> <p style="font-size: x-large; font-weight: bold; text-align: center; color: blue;">E-VISADO</p> </div>
---	--	--	--

## DECLARACIÓN RESPONSABLE PARA LA AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE CONSTRUCCIÓN

D. David Gavín Asso, con D.N.I. 18.039.234-N, Ingeniero Industrial, colegiado nº 2207 del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja (C.O.I.I.A.R.), al servicio de la empresa Servicios Auxiliares de Telecomunicación S.A. (SATEL), y con domicilio, a efectos de notificación, en Avenida Pablo Gargallo, 100, 5ª planta, 50003 de Zaragoza, mediante la presente,

DECLARA BAJO SU RESPONSABILIDAD:

Que es el autor del proyecto modificado de ejecución titulado **"SUBESTACIÓN ELÉCTRICA 400/30kV LIBIENERGY" EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE FRAGA (PROVINCIA DE HUESCA).**

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.

**Zaragoza, Mayo de 2023**

El Ingeniero Industrial al servicio de SATEL



David Gavín Asso

Colegiado Nº 2.207 del C.O.I.I.A.R.



# DOCUMENTO Nº2

# PRESUPUESTO

	<p><b>SUBESTACIÓN ELÉCTRICA 400/30 kV</b>  <b>“LIBIENERGY”</b>          EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE FRAGA          (PROVINCIA DE HUESCA)</p>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p style="font-size: small;">COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA</p> <p>Nº.Colegiado.: 0002207  <small>DAVID GAVÍN ASSO</small></p> <p><b>VISADO Nº. : VD02065-23A</b>  <small>MAYO 2023 : 15/5/23</small></p> <p style="font-size: large; font-weight: bold; color: blue;">E-VISADO</p> </div>
---	---	--

## ÍNDICE DOCUMENTO Nº 2

<b>1.</b>	<b>PRESUPUESTOS PARCIALES.....</b>	<b>2</b>
1.1	TRANSFORMADOR DE POTENCIA.....	2
1.2	APARAMENTA 400 kV.....	2
1.3	APARAMENTA 30 kV .....	3
1.4	EMBARRADOS Y CABLEADOS .....	3
1.5	SOPORTES Y ESTRUCTURAS .....	4
1.6	RED DE TIERRAS .....	4
1.7	SERVICIOS AUXILIARES .....	4
1.8	CONTROL, PROTECCIÓN Y MEDIDA .....	4
1.9	VARIOS .....	4
1.10	OBRA CIVIL.....	4
1.11	MONTAJE ELECTROMECAÁNICO.....	4
1.12	PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO .....	5
1.13	SEGURIDAD Y SALUD LABORAL .....	5
1.14	PRODUCCIÓN Y GESTIÓN DE RESIDUOS.....	5
1.15	DESMANTELAMIENTO DE LA SE .....	5
<b>2.</b>	<b>PRESUPUESTO GENERAL.....</b>	<b>6</b>

	<b>SUBESTACIÓN ELÉCTRICA 400/30 kV "LIBIENERGY"</b> EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE FRAGA (PROVINCIA DE HUESCA)	MAYO DE 2023 <div style="border: 1px solid blue; padding: 5px; width: fit-content; margin: auto;"> <p style="font-size: small; margin: 0;">COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA</p> <p style="margin: 0;">Nº.Colegiado.: 0002207 DAVID GAVÍN ASSO</p> <p style="margin: 0; font-weight: bold;">VISADO Nº : VD02065-23A</p> <p style="margin: 0; font-weight: bold;">DE FECHA : 15/5/23</p> <p style="font-size: large; font-weight: bold; color: blue; margin: 0;">E-VISADO</p> </div>
---	--	--

## 1. PRESUPUESTOS PARCIALES

### 1.1 TRANSFORMADOR DE POTENCIA

Núm	Designación	Unidades	P.U.	Total (Euros)
1.1.	Transformador trifásico en baño de aceite 400/30 kV de 120/140 MVA	1,00	850.000,00	850.000,00
<b>Total Transformador de Potencia (Euros)</b>				<b>850.000,00</b>

### 1.2 APARAMENTA 400 kV

Núm	Designación	Unidades	P.U.	Total (Euros)
2.1.	Interrupor unipolar, corte en SF <sub>6</sub> , 420 kV, 4000 A, poder de corte de 50kA. Motorizado.	9,00	16.250,00	146.250,00
2.2.	Seccionador unipolar de línea giratorio de tres columnas, 420 kV de 3150 A de intensidad nominal, poder de corte 50kA, con cuchillas de p.a.t. Motorizado.	6,00	12.500,00	75.000,00
2.3.	Autoválvula 330 kV de tensión asignada y 20 kA de corriente de descarga, clase 4.	9,00	5.750,00	51.750,00
2.4.	Transformador de tensión 420 kV tipo exterior inductivo 396.000:1,732/110:1,732-110:1,732-110:1,732V, triple secundario para medida y protección (incluye caja de formación de tensiones).	9,00	17.750,00	159.750,00
2.5.	Transformador de intensidad 420 kV, cuatro secundarios, para medida y protección (incluye caja de formación de intensidades).	9,00	16.000,00	144.000,00
2.6.	Seccionador unipolar de barras tipo pantógrafo, 420 kV de 3150 A de intensidad nominal, poder de corte 50kA.	9,00	12.500,00	112.500,00
2.7.	Aisladores 420 kV de tensión asignada	15,00	4.500,00	67.500,00
<b>Total Aparamenta 400 kV (Euros)</b>				<b>756.750,00</b>

	<b>SUBESTACIÓN ELÉCTRICA 400/30 kV</b> <b>“LIBIENERGY”</b> EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE FRAGA (PROVINCIA DE HUESCA)	<div style="border: 2px solid blue; padding: 5px;"> <p style="text-align: center; font-size: small;">COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA</p> <p>Nº.Colegiado.: 0002207  <small>DAVID GAVÍN ASSO</small></p> <p style="text-align: center; font-weight: bold; color: blue;">VISADO Nº : VD02065-23A</p> <p style="text-align: center; font-weight: bold; color: blue;">MAYO 2023 : 15/5/23</p> <p style="text-align: center; font-size: large; font-weight: bold; color: blue;">E-VISADO</p> </div>
---	--	--

### 1.3 APARAMENTA 30 kV

Núm	Designación	Unidades	P.U.	Total (Euros)
3.1.	Celda blindada (aislamiento en SF6) de transformador de 36 kV, en armario metálico prefabricado, normalizado y homologado, con embarrado de 1.250 A, conteniendo básicamente en su interior, interruptor automático de corte en SF6, de 1.250 A, 25 kA, seccionador (con puesta a tierra), transformadores de tensión y de intensidad (2 devanados de protección, y 1 de medida), transformadores de tensión en embarrado (devanados de protección, medida), relés de protección, etc.	3,00	18.500,00	55.500,00
3.2.	Celda blindada de línea colectora de parques (aislamiento en SF6) 36 kV, en armario metálico prefabricado, normalizado y homologado, con embarrado de 1.250 A, conteniendo básicamente en su interior, interruptor automático de corte en SF6, de 630 A, 25 kA, seccionador (con puesta a tierra), transformadores de intensidad (devanados de protección, medida) relés de protección, etc.	9,00	17.000,00	153.000,00
3.3.	Celda blindada para protección batería condensadores (aislamiento en SF6) 36 kV, en armario metálico prefabricado, normalizado y homologado, con embarrado de 1.250 A, conteniendo básicamente en su interior, interruptor automático de corte en SF6, de 630 A, 25 kA, seccionador (con puesta a tierra), transformadores de intensidad (devanados de protección, medida), relés de protección, etc.	3,00	18.500,00	55.500,00
3.4.	Celda blindada para protección de transformador de SS.AA. 36 kV, en armario metálico prefabricado normalizado y homologado, con embarrado de 1.250 A, conteniendo básicamente en su interior, interruptor-seccionador SF6 con fusibles asociados, etc...	3,00	17.000,00	51.000,00
3.5.	Suministro de baterías de condensadores de 30 kV de 3 MVAR, en cabina metálica blindada, tipo exterior, conectados en doble estrella, con protección para sobretensiones y sobreintensidades.	3,00	15.000,00	45.000,00
3.6.	Suministro de transformador de S.S.A.A. de relación 30/0,420 kV. de 50 kVA de potencia, con grupo de conexión Dyn11, de aislamiento seco, para montaje en interior.	3,00	7.500,00	22.500,00
3.7.	Reactancia de puesta a tierra 30kV - 500 A y demás material adicional para su conexión como seccionadores, transformadores de intensidad, relés de protección, etc..	1,00	16.500,00	16.500,00
3.8.	Pararrayos autoválvulas unipolar de Uc=29kV, Ur=36kV, Intensidad de descarga 10 kA, cl.2. Se incluye contador de descargas.	3,00	975,00	2.925,00
3.9.	Aisladores de apoyo barras salida trafo, 36 kV	9,00	400,00	3.600,00
3.10.	Transformador de intensidad toroidal, instalado en p.a.t. reactancia, 0,6/1 kV, 500/5 A, 15 VA, clase 5P20	4,00	250,00	1.000,00
3.11.	Seccionador unipolar desconexión reactancia, 36 kV, 630 A, intensidad límite térmica 25 kA, accionamiento manual.	3,00	450,00	1.350,00
3.12.	Transformador de tensión 36 kV tipo exterior inductivo 33.000:1,732/110:1,732, un secundario para medida y protección (incluye caja de formación de tensiones).	9,00	250,00	2.250,00
3.13.	Transformador de intensidad 36 kV, un secundario, para medida y protección (incluye caja de formación de intensidades).	9,00	250,00	2.250,00
<b>Total Aparamenta 30 kV (Euros)</b>				<b>412.375,00</b>

### 1.4 EMBARRADOS Y CABLEADOS

Núm	Designación	Unidades	P.U.	Total (Euros)
4.1.	ml. cable LARL-517 RAIL.	720,00	40,00	28.800,00
4.2.	Tubo de Aluminio Ø 120/106 para 30 kV.	45,00	65,00	2.925,00
4.3.	Tubo de Aluminio Ø 150/134 para 400 kV.	195,00	72,50	14.137,50
4.4.	Cable RH5Z1 18/30 630 mm2 Cobre	720,00	80,25	57.780,00
4.5.	Cable RH5Z1 18/30 240 mm2 Aluminio	315,00	63,50	20.002,50
4.6.	Piezas de conexión y pequeño material.	P.A.	7.000,00	7.000,00
4.7.	Conjunto cadenas de aisladores para pórtico.	2,00	3.000,00	6.000,00
<b>Total Embarrados y Cableados(Euros)</b>				<b>136.645,00</b>

	<b>SUBESTACIÓN ELÉCTRICA 400/30 kV</b> <b>“LIBIENERGY”</b> EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE FRAGA (PROVINCIA DE HUESCA)	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">         COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA          N.º Colegiado.: 0002207          DAVID GAVÍN ASSO          VISADO N.º : VD02065-23A          MAYO 2023 : 15/5/23  <b>E-VISADO</b> </div>
---	--	--

### 1.5 SOPORTES Y ESTRUCTURAS

Núm	Designación	Unidades	P.U.	Total (Euros)
5.1.	kg. Estructura metálica para soporte de embarrados, apartamenta, y pórticos.			
		52.500,00	2,80	147.000,00
<b>Total Soportes y Estructuras (Euros)</b>				<b>147.000,00</b>

### 1.6 RED DE TIERRAS

Núm	Designación	Unidades	P.U.	Total (Euros)
6.1.	Cable de cobre desnudo 120mm <sup>2</sup> , piezas de conexión a los soportes, soldaduras aluminotérmicas.			
		P.A.	45.000,00	45.000,00
<b>Total Red de Tierras (Euros)</b>				<b>45.000,00</b>

### 1.7 SERVICIOS AUXILIARES

Núm	Designación	Unidades	P.U.	Total (Euros)
7.1.	Armario de servicios auxiliares C.A.	2,00	28.750,00	57.500,00
7.2.	Armario de servicios auxiliares C.C.	1,00	13.100,00	13.100,00
7.3.	Equipo rectificador-cargador de baterías de 125 V c.c.	2,00	11.250,00	22.500,00
7.4.	Equipo rectificador-cargador de baterías de 48 V c.c.	1,00	6.500,00	6.500,00
7.5.	Grupo electrógeno 100kVAs	1,00	9.000,00	9.000,00
<b>Total Servicios Auxiliares (Euros)</b>				<b>108.600,00</b>

### 1.8 CONTROL, PROTECCIÓN Y MEDIDA

Núm	Designación	Unidades	P.U.	Total (Euros)
8.1.	Armario de control y protección, con cableado	3,00	32.550,00	97.650,00
8.2.	Medida de exportación principal y redundante para instalaciones tipo 1, activa 0,2s, reactiva 0,2	3,00	12.000,00	36.000,00
8.3.	Medida de exportación comprobante para instalaciones tipo 1, activa 0,2s, reactiva 0,2	3,00	12.000,00	36.000,00
8.4.	Remota de Telecontrol	1,00	25.000,00	25.000,00
<b>Total Control, Protección y Medida (Euros)</b>				<b>194.650,00</b>

### 1.9 VARIOS

Núm	Designación	Unidades	P.U.	Total (Euros)
9.1.	Punta Franklin para perturbaciones atmosféricas, de radio de acción de 50 m con mástil autoportante de 20 m.	3,00	6.500,00	19.500,00
9.2.	Punta Franklin para perturbaciones atmosféricas, de radio de acción de 50 m	6,00	1.500,00	9.000,00
9.3.	Alumbrado del parque, vallado, acabado en general	P.A.	8.000,00	8.000,00
9.4.	Sistema de teledisparo	1,00	12.000,00	12.000,00
<b>Total Varios (Euros)</b>				<b>48.500,00</b>

### 1.10 OBRA CIVIL

Núm	Designación	Unidades	P.U.	Total (Euros)
10.1.	Obra Civil Parque Intemperie y acceso SET.	P.A.	85.000,00	85.000,00
10.2.	Edificio de Celdas, Control y Operacion	304,00	950,00	288.800,00
<b>Total Obra Civil (Euros)</b>				<b>373.800,00</b>

### 1.11 MONTAJE ELECTROMECAÁNICO

Núm	Designación	Unidades	P.U.	Total (Euros)
11.1.	Montaje electromecánico	P.A.	35.000,00	35.000,00
<b>Total Montaje Electromecánico (Euros)</b>				<b>35.000,00</b>

	<b>SUBESTACIÓN ELÉCTRICA 400/30 kV</b> <b>“LIBIENERGY”</b> EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE FRAGA (PROVINCIA DE HUESCA)	MAYO 2023 <div style="border: 1px solid blue; padding: 5px; width: fit-content; margin: auto;"> <p style="font-size: small; margin: 0;">COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA</p> <p style="margin: 0;">Nº Colegiado.: 0002207 DAVID GAVÍN ASSO</p> <p style="margin: 0;">VISADO Nº : VD02065-23A DEFECHA : 15/5/23</p> <p style="font-size: large; font-weight: bold; margin: 0;">E-VISADO</p> </div>
---	--	---

### 1.12 PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO

Núm	Designación	Unidades	P.U.	Total (Euros)
12.1.	Pruebas y puesta en servicio	P.A.	22.000,00	22.000,00
<b>Total Pruebas y Puesta en Servicio (Euros)</b>				<b>22.000,00</b>

### 1.13 SEGURIDAD Y SALUD LABORAL

Núm	Designación	Unidades	P.U.	Total (Euros)
13.1	Presupuesto de Seguridad y Salud Laboral	1	6.664,02	6.664,02
<b>Total Seguridad y Salud Laboral</b>				<b>6.664,02</b>

### 1.14 PRODUCCIÓN Y GESTIÓN DE RESIDUOS

Núm	Designación	Unidades	P.U.	Total (Euros)
14.1	Gestión de los residuos generados en la construcción de la SET, incluye el almacenamiento, servicio de entrega y recogida, tanto de los residuos peligrosos como los no peligrosos, por gestor autorizado.	1	2.727,59	2.727,59
<b>Total Seguridad y Salud Laboral</b>				<b>2.727,59</b>

### 1.15 DESMANTELAMIENTO DE LA SE

Núm	Designación	Unidades	P.U.	Total (Euros)
15.1	Presupuesto de desmantelamiento de la SE al acabar su vida útil	1	20.000,00	20.000,00
<b>Total Desmantelamiento de la SE</b>				<b>20.000,00</b>

	<p style="text-align: center;"><b>SUBESTACIÓN ELÉCTRICA 400/30 kV</b>  <b>“LIBIENERGY”</b>          EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE FRAGA          (PROVINCIA DE HUESCA)</p>	<p style="text-align: center;">MAYO DE 2023</p>
---	---	---

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS  
 INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA  
 N.º Colegiado.: 0002207  
 DAVID GAVÍN ASSO  
**VISADO N.º : VD02065-23A**  
**DE FECHA : 15/5/23**  
**E-VISADO**

## 2. PRESUPUESTO GENERAL

1. TRANSFORMADOR DE POTENCIA	850.000,00 €
2. APARAMENTA 400 kV	756.750,00 €
3. APARAMENTA 30 kV	412.375,00 €
4. EMBARRADOS Y CABLEADOS	136.645,00 €
5. SOPORTES Y ESTRUCTURAS	147.000,00 €
6. RED DE TIERRAS	45.000,00 €
7. SERVICIOS AUXILIARES	108.600,00 €
8. CONTROL, PROTECCION Y MEDIDA	194.650,00 €
9. VARIOS	48.500,00 €
10. OBRA CIVIL	373.800,00 €
11. MONTAJE ELECTROMECHANICO	35.000,00 €
12. PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO	22.000,00 €
13. SEGURIDAD Y SALUD LABORAL	6.664,02 €
14. PRODUCCIÓN Y GESTIÓN DE RESIDUOS	2.727,59 €
15. DESMANTELAMIENTO DE LA SE	20.000,00 €
<b>TOTAL PRESUPUESTO EJECUCIÓN MATERIAL:</b>	<b>3.159.711,61 €</b>

El presupuesto de EJECUCIÓN MATERIAL del Proyecto Modificado de la Subestación 400/30 kV “LIBIENERGY” asciende a la cantidad de **TRES MILLONES CIENTO CINCUENTA Y NUEVE MIL SETECIENTOS ONCE EUROS CON SESENTA Y UN CÉNTIMOS (3.159.711,61 €)**.

**Zaragoza, Mayo de 2023**

El Ingeniero Industrial al servicio de SATEL  
 David Gavín Asso  
 Colegiado N.º 2.207 del C.O.I.I.A.R.



## DOCUMENTO Nº3

# PLANOS

	<b>SUBESTACIÓN ELÉCTRICA 400/30 kV</b> <b>“LIBIENERGY”</b> EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE FRAGA (PROVINCIA DE HUESCA)	MAYO DE 2023 
---	--	--

## ÍNDICE DOCUMENTO Nº 3

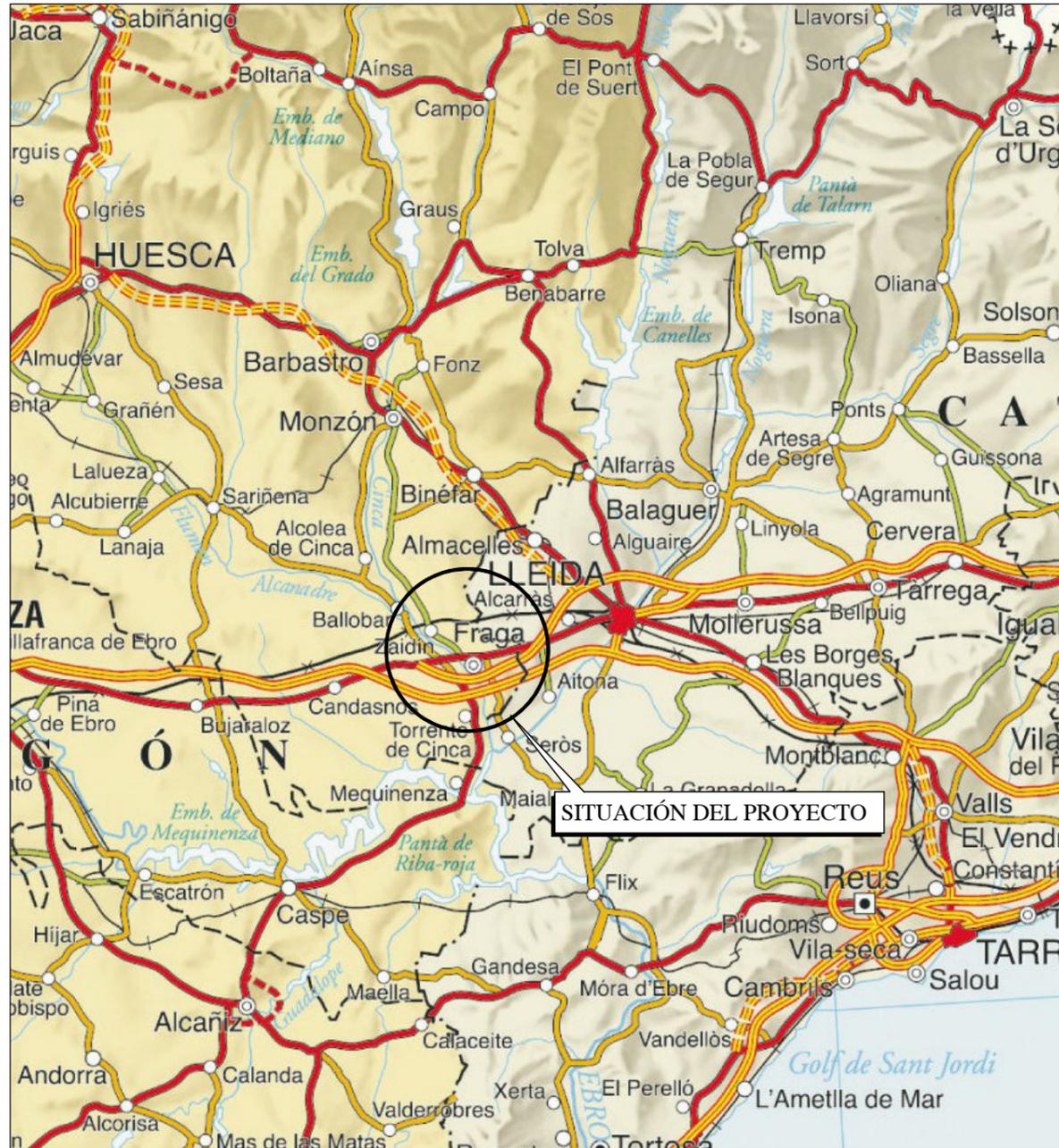
Número	Título
01	SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO
02	IMPLANTACIÓN ORTOFOTO Y CATASTRO
03	ESQUEMA UNIFILAR SIMPLIFICADO Y MEDIDA
04	ESQUEMA UNIFILAR DE PROTECCIONES Y MEDIDA
05	MOVIMIENTO DE TIERRAS
06	PLANTA GENERAL - DISTRIBUCIÓN DE APARAMENTA
07	SECCIÓN LONGITUDINAL - DISPOSICIÓN DE EQUIPOS
08	PLANTA GENERAL DE TIERRAS
09	PLANTA DISPOSICIÓN DE CIMENTACIONES
10	PLANTA EDIFICIO DE CONTROL
11	ALZADOS EDIFICIO DE CONTROL

**Zaragoza, Mayo de 2023**

El Ingeniero Industrial al servicio de SATEL  
 David Gavín Asso  
 Colegiado Nº 2.207 del C.O.I.I.A.R.

# SITUACIÓN

Escala = 1:1.000.000

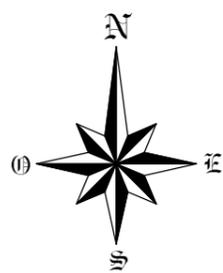


# EMPLAZAMIENTO

Escala = 1:200.000

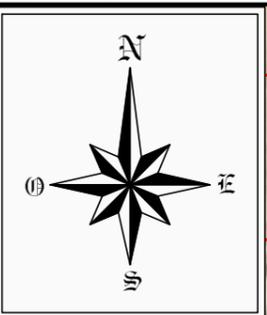


COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA  
 Nº Colegiado.: 0002207  
 DAVID GAVÍN ASSO  
 VISADO Nº. : VD02065-23A  
 DE FECHA : 15/5/23  
**E-VISADO**



  	
PROYECTO MODIFICADO: SUBESTACIÓN 400/30kV "LIBIENERGY" EN EL T.M. DE FRAGA (PROVINCIA DE HUESCA)	FECHA: MAYO - 2023 ESCALA: INDICADAS
PLANO: SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO	PLANO Nº. 01 HOJA: 1 DE 1

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02700-23 y VISADO electrónico VD02065-23A de 15/05/2023. CSV = FYP0V7L6SEWBXHK verificable en https://coi.ar.e-gestion.es

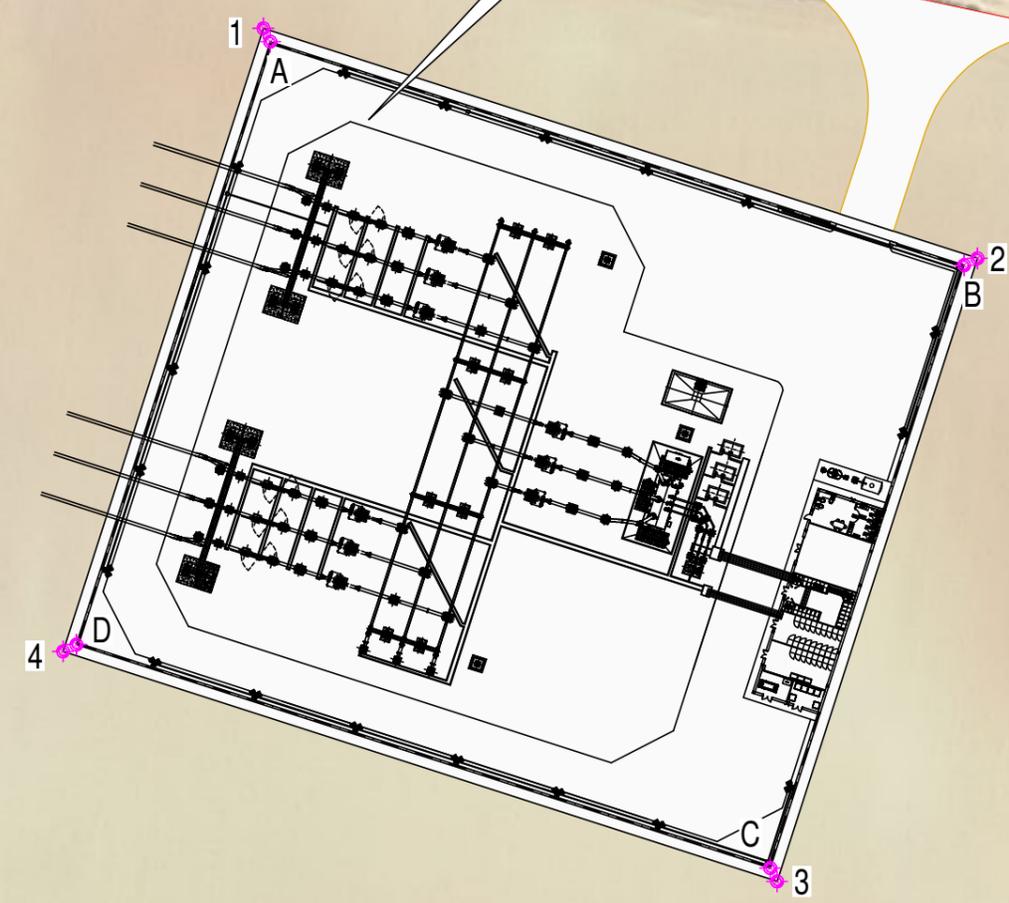


22155C50500113

22155A05600042

T.M. FRAGA

SUBESTACIÓN ELECTRICA  
 400/30 kV  
 LIBIENERGY



22155C50500114

22155A06300015

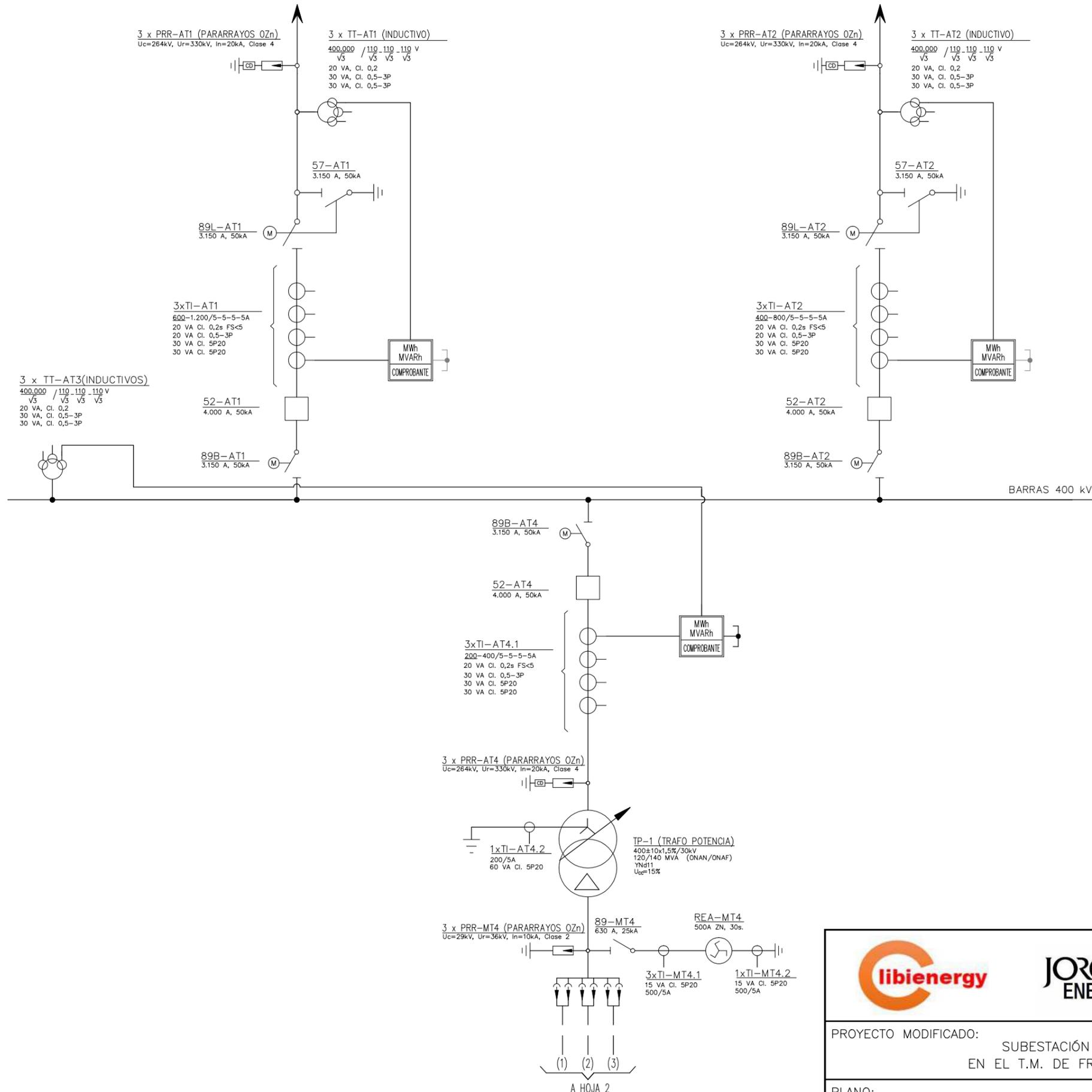
COORDENADAS PLATAFORMA SET		
COORDENADAS ETRS89 UTM H30		
Nombre	Coord. X	Coord. Y
V1	770.284,92	4.596.067,39
V2	770.386,02	4.596.034,85
V3	770.357,65	4.595.946,70
V4	770.256,56	4.595.979,24

COORDENADAS SET		
COORDENADAS ETRS89 UTM H30		
Nombre	Coord. X	Coord. Y
VA	770.285,89	4.596.065,50
VB	770.384,13	4.596.033,88
VC	770.356,68	4.595.948,59
VD	770.258,44	4.595.980,21

  	
PROYECTO MODIFICADO: SUBESTACIÓN 400/30kV "LIBIENERGY" EN EL T.M. DE FRAGA (PROVINCIA DE HUESCA)	FECHA: MAYO - 2023 ESCALA: 1:1000
PLANO: IMPLANTACIÓN ORTOFOTO Y CATASTRO	PLANO Nº. 02 HOJA: 1 DE 1

LÍNEA 400 kV  
 S.E ALMENDRA PROMOTORES

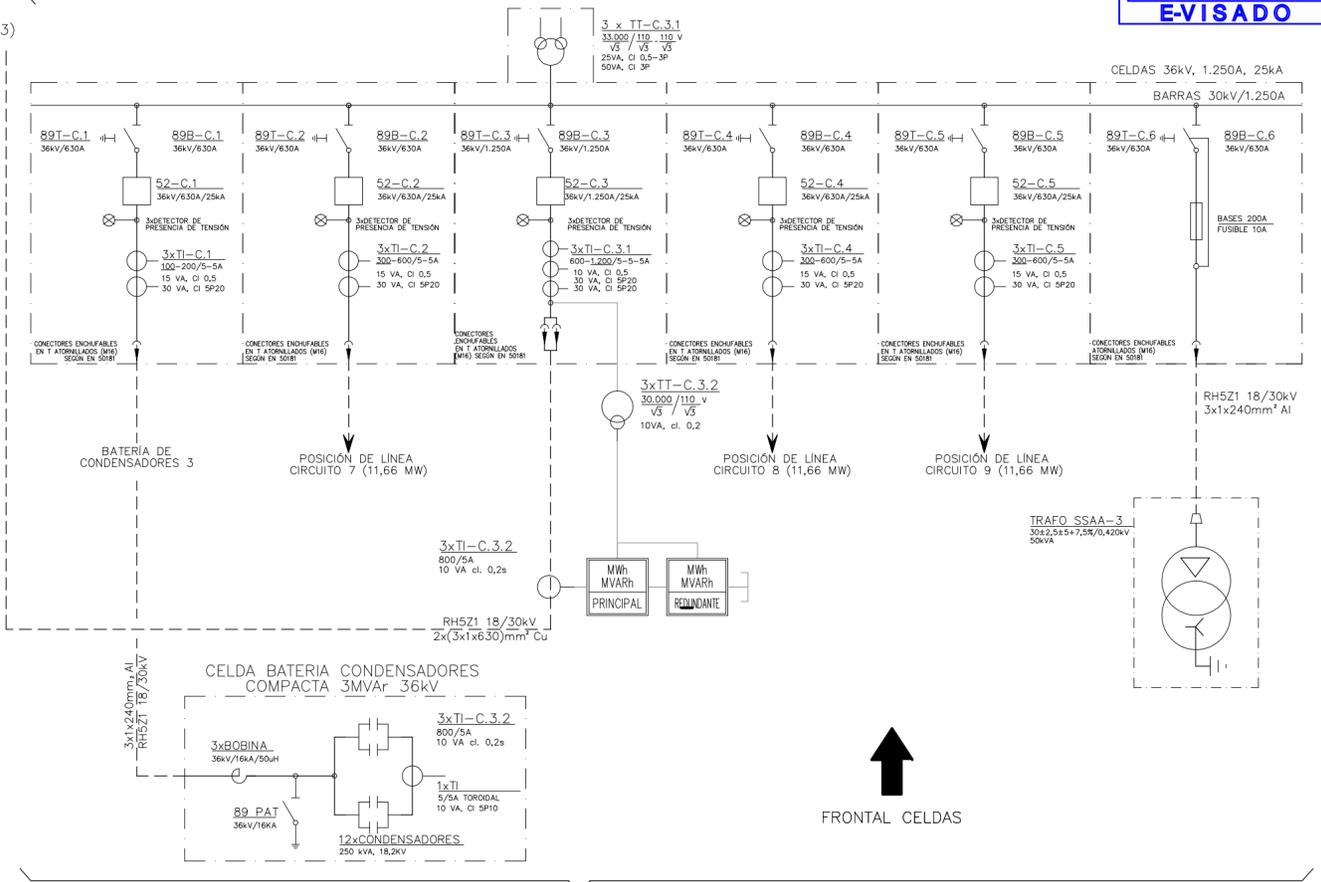
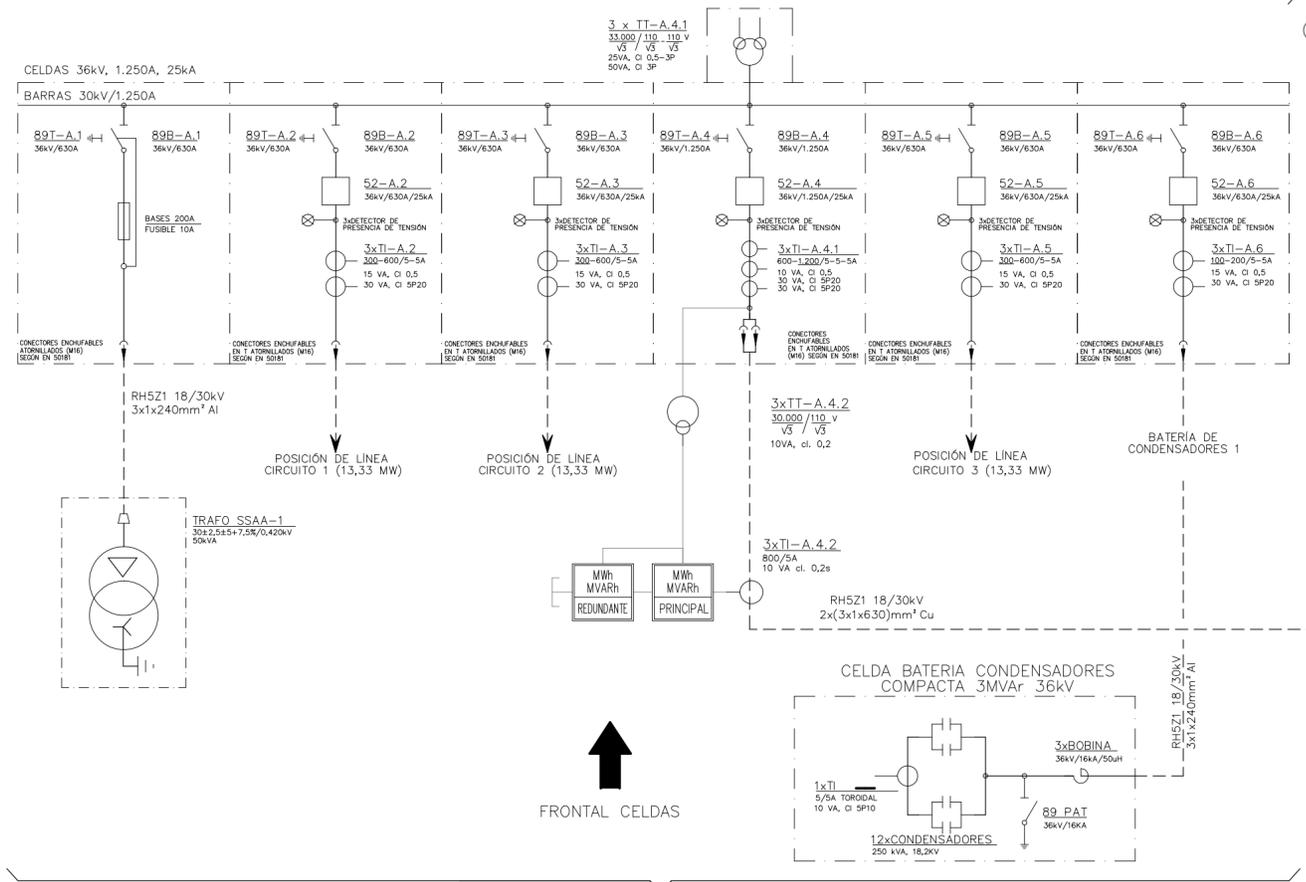
LÍNEA 400 kV  
 S.E HIBERUS



PROYECTO MODIFICADO: SUBESTACIÓN 400/30kV "LIBIENERGY" EN EL T.M. DE FRAGA (PROVINCIA DE HUESCA)

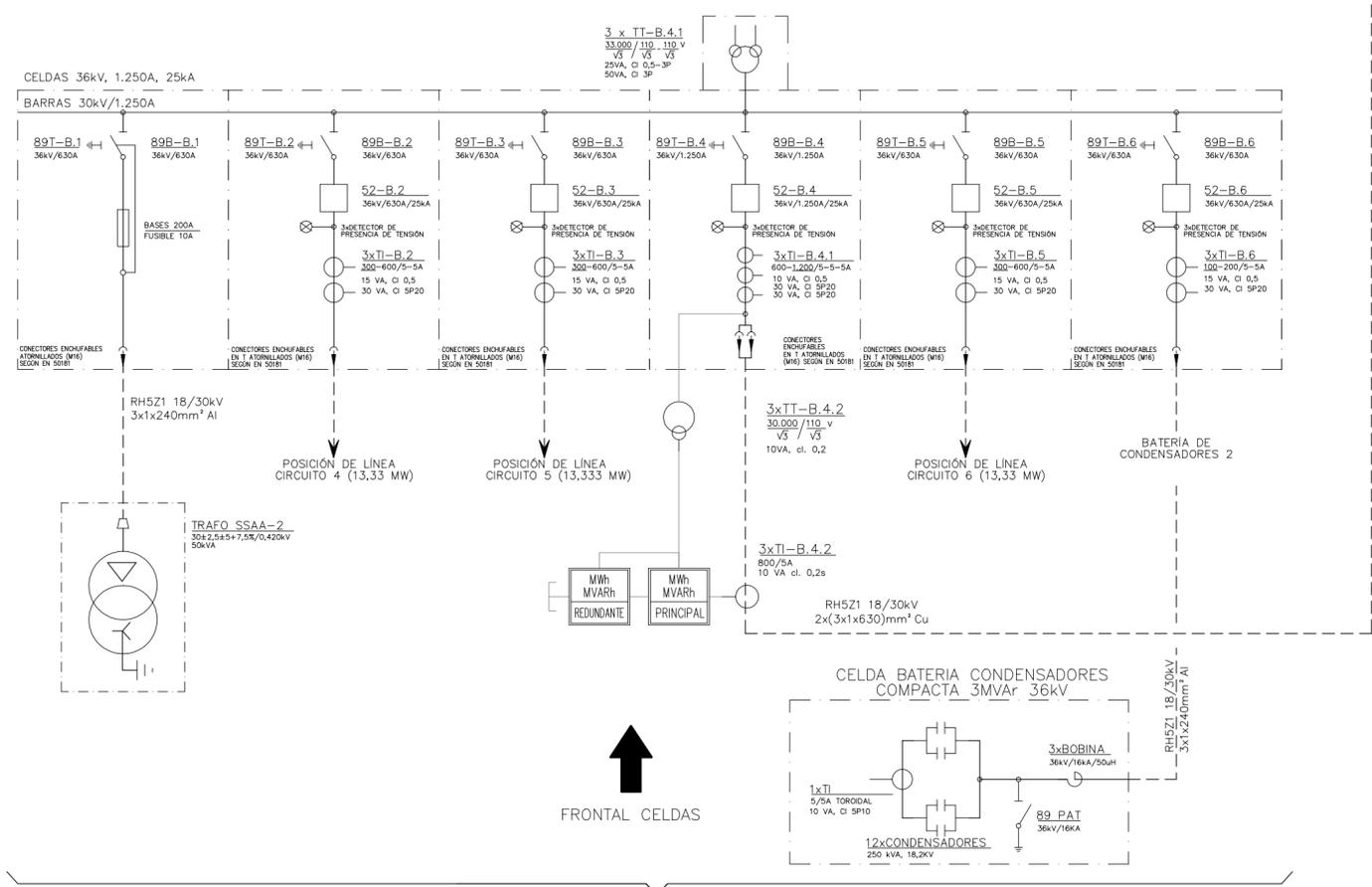
PLANO: ESQUEMA UNIFILAR SIMPLIFICADO Y MEDIDA

FECHA:	MAYO - 2023
ESCALA:	S/E
PLANO N°:	03
HOJA:	1 DE 2



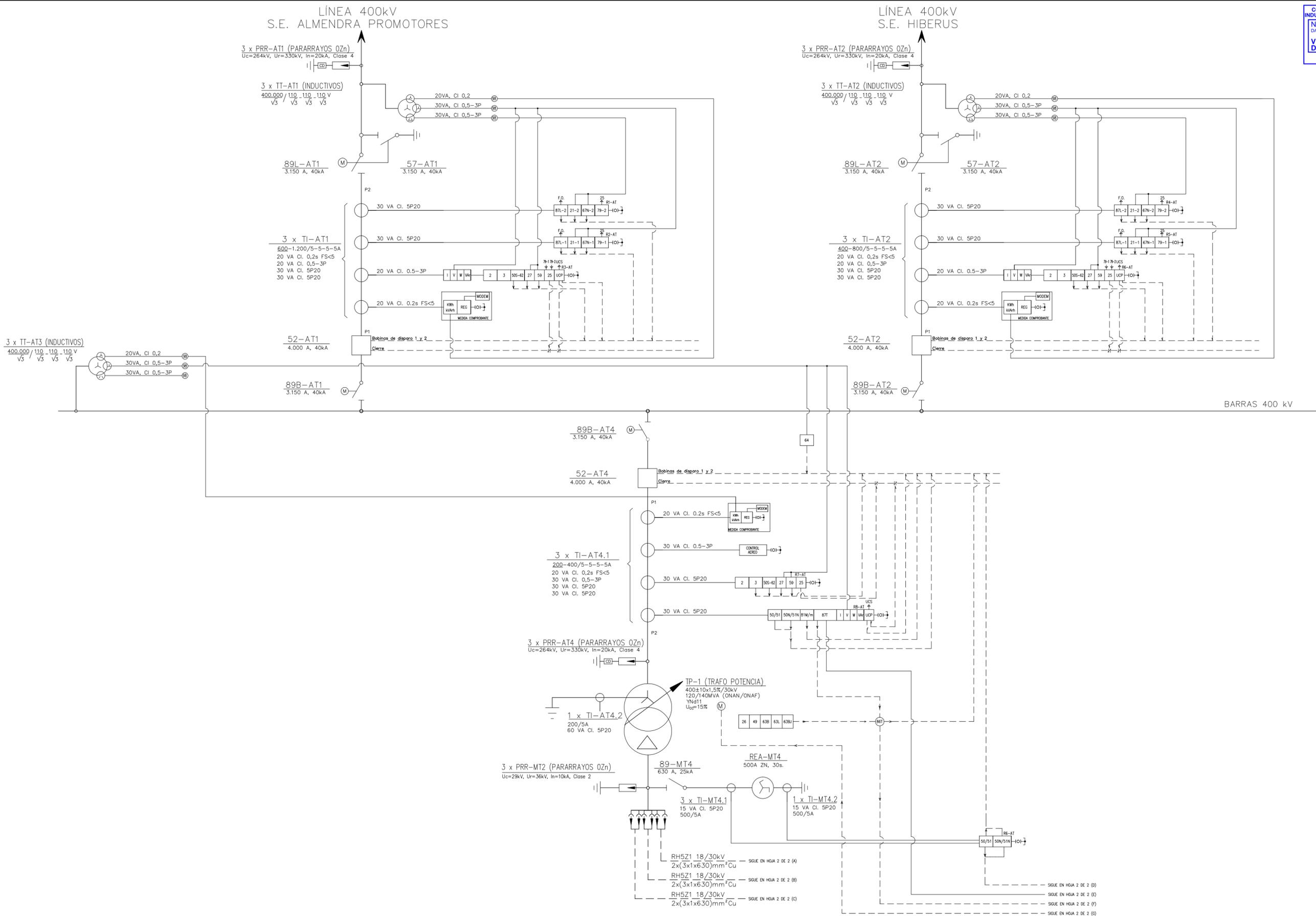
CSF LIBIENERGY PEÑALBA 1 (40 MW)

CSF LIBIENERGY ARAGONESA (35 MW)



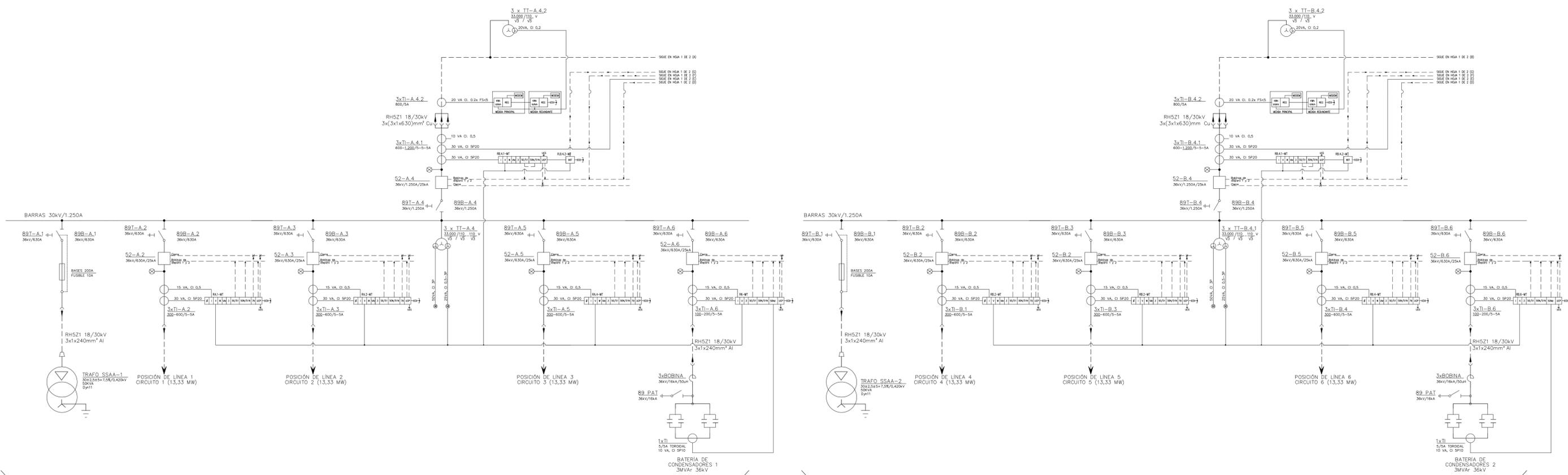
CSF LIBIENERGY PEÑALBA 2 (40 MW)

  	
PROYECTO MODIFICADO: SUBSTACION 400/30kV "LIBIENERGY" EN EL T.M. DE FRAGA (PROVINCIA DE HUESCA)	FECHA: MAYO - 2023 ESCALA: S/E
PLANO: ESQUEMA UNIFILAR SIMPLIFICADO Y MEDIDA	PLANO Nº: 03 HOJA: 2 DE 2



  	
PROYECTO MODIFICADO: SUBESTACIÓN 400/30kV "LIBIENERGY" EN EL T.M. DE FRAGA (PROVINCIA DE HUESCA)	FECHA: MAYO - 2023 ESCALA: S/E
PLANO: ESQUEMA UNIFILAR DE PROTECCIONES Y MEDIDA	PLANO Nº: 04 HOJA: 1 DE 2

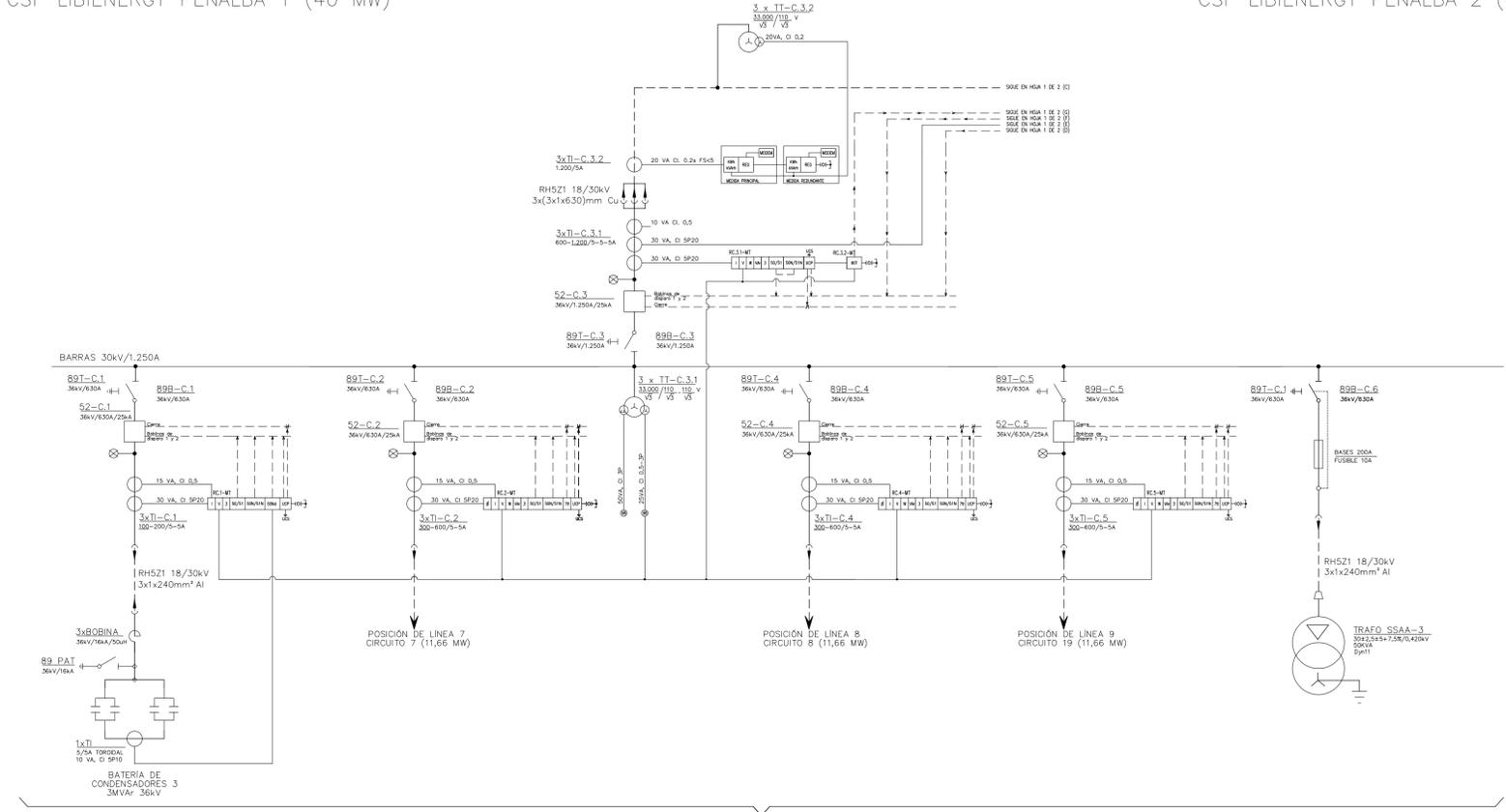
Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02700-23 y VISADO electrónico VD02065-23A de 15/05/2023. CSV = FYP0V1L6SEWBXHK1 verificable en https://cofiar.e-gestiones.es



CSF LIBIENERGY PEÑALBA 1 (40 MW)



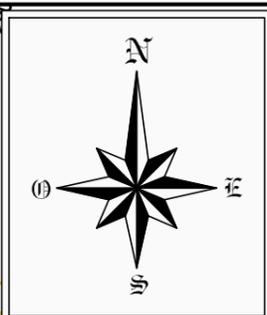
CSF LIBIENERGY PEÑALBA 2 (40 MW)



CSF LIBIENERGY ARAGONESA (35 MW)

  		FECHA: MAYO - 2023 ESCALA: 5/E PLANO Nº.: 04 HOJA: 2 DE 2
PROYECTO MODIFICADO: SUBSTACIÓN 400/30kV "LIBIENERGY" EN EL T.M. DE FRAGA (PROVINCIA DE HUESCA)		
PLANO: ESQUEMA UNIFILAR DE PROTECCIONES Y MEDIDA		

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Empresa nº RG02700-23 y VISO electrónico VD02065-23A de 15/05/2023. CSV = FPP0VTLBSEV83XK verificable en https://conar.e-ingenieros.es



T.M. FRAGA

SUBESTACIÓN ELÉCTRICA  
 400/30 kV  
 LIBIENERGY



**COORDENADAS PLATAFORMA SET**  
 COORDENADAS ETRS89 UTM H30

Nombre	Coord. X	Coord. Y
V1	770.284,92	4.596.067,39
V2	770.386,02	4.596.034,85
V3	770.357,65	4.595.946,70
V4	770.256,56	4.595.979,24

**COORDENADAS SET**  
 COORDENADAS ETRS89 UTM H30

Nombre	Coord. X	Coord. Y
VA	770.285,89	4.596.065,50
VB	770.384,13	4.596.033,88
VC	770.356,68	4.595.948,59
VD	770.258,44	4.595.980,21

**NOTAS:**

- TALUDES EN DESMONTE 1H/1V
- TALUDES EN TERRAPLÉN 3H/2V
- ESPESOR TIERRA VEGETAL 0,25 m
- ESPESOR FIRME 0,30 m

**MOVIMIENTO DE TIERRAS (m³)**

	Desmonte	Terraplen	Tierra Vegetal	Firme
Explanada S.E.	4.946,20	5.347,40	5.297,50	-
Vial Acceso	193,60	0,00	148,00	135,30



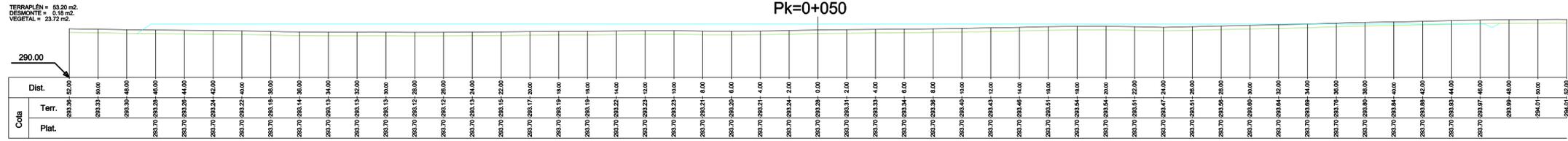




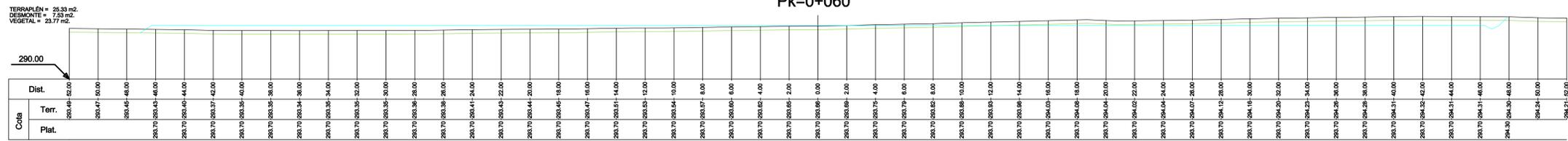
PROYECTO MODIFICADO: SUBESTACIÓN 400/30kV "LIBIENERGY" EN EL T.M. DE FRAGA (PROVINCIA DE HUESCA)	FECHA: MAYO - 2023 ESCALA: 1:1000
PLANO: MOVIMIENTO DE TIERRAS PLANTA	PLANO Nº. 05 HOJA: 1 DE 5



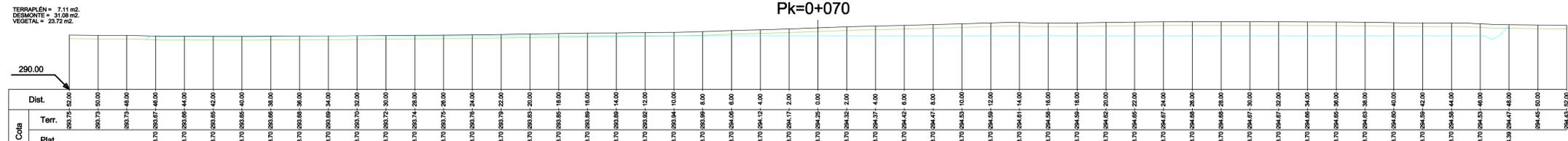
Pk=0+050

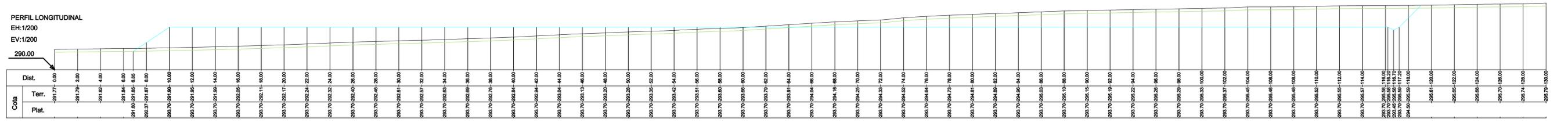


Pk=0+060



Pk=0+070





PERFIL LONGITUDINAL EXPLANADA  
 EH:1/200  
 EV:1/200

  	
PROYECTO MODIFICADO: SUBESTACIÓN 400/30kV "LIBIENERGY" EN EL T.M. DE FRAGA (PROVINCIA DE HUESCA)	FECHA: MAYO - 2023 ESCALA: INDICADA
PLANO: MOVIMIENTO DE TIERRAS PERFIL LONGITUDINAL PLATAFORMA	PLANO N.º: 05 HOJA: 4 DE 5

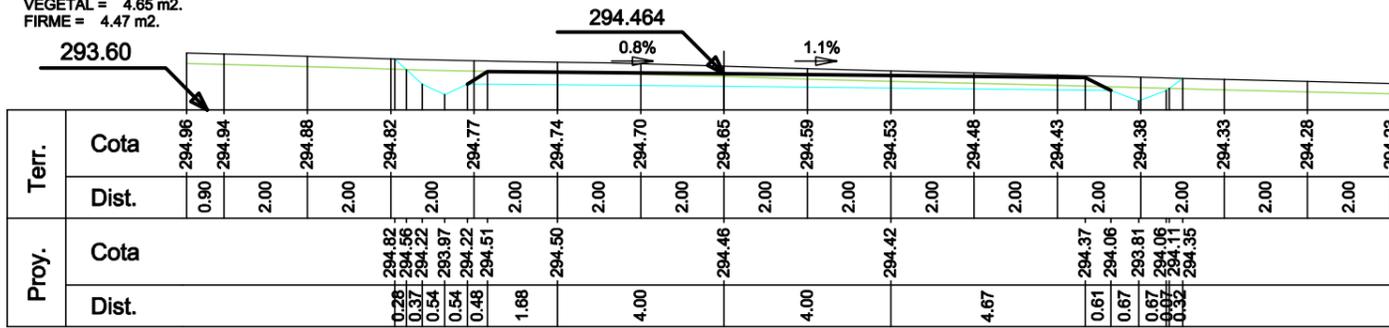
PERFILES TRANSVERSALES VIAL

EH:1/200

EV:1/200

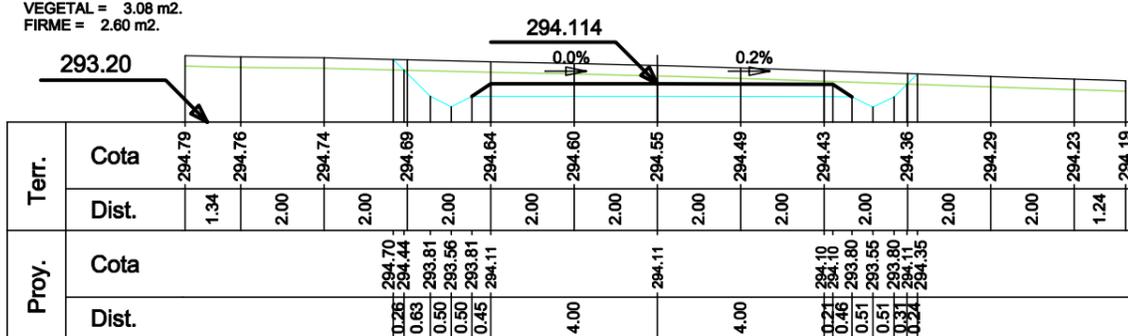
D TIERRA = 3.98 m2.  
 VEGETAL = 4.65 m2.  
 FIRME = 4.47 m2.

Pk=0+010



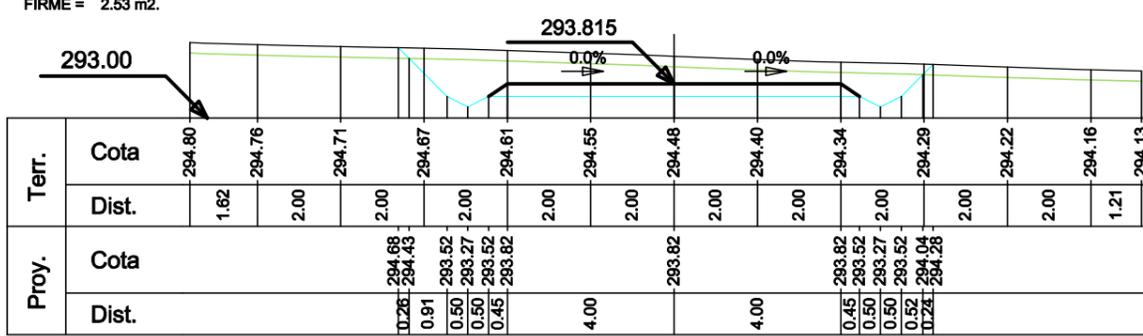
D TIERRA = 5.81 m2.  
 VEGETAL = 3.08 m2.  
 FIRME = 2.60 m2.

Pk=0+020



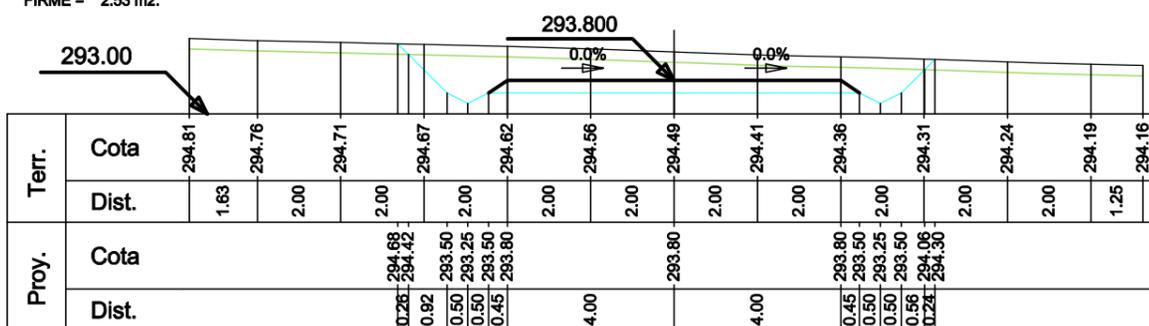
D TIERRA = 8.54 m2.  
 VEGETAL = 3.15 m2.  
 FIRME = 2.53 m2.

Pk=0+030

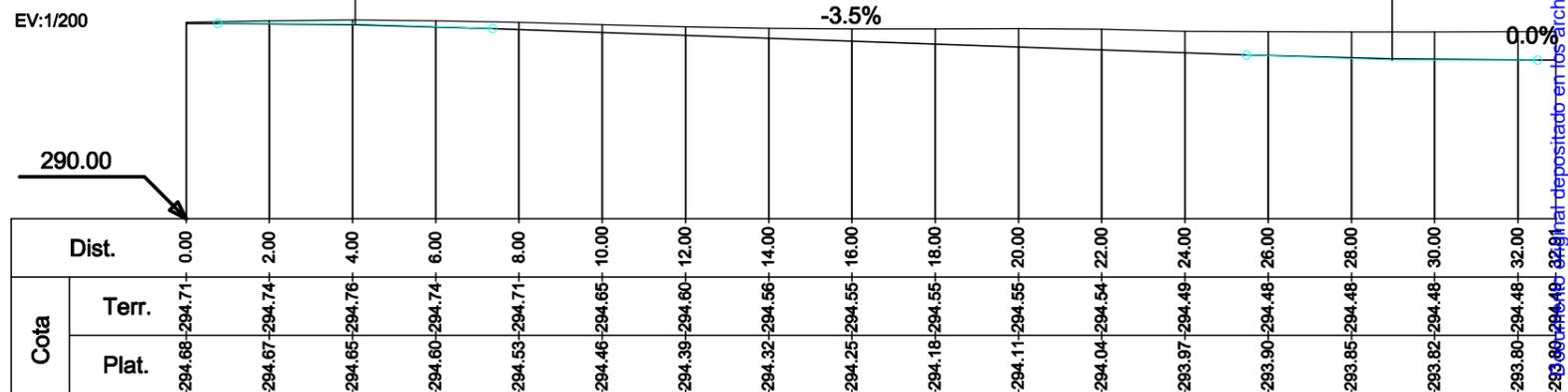


D TIERRA = 8.87 m2.  
 VEGETAL = 3.16 m2.  
 FIRME = 2.53 m2.

Pk=0+032.909



PERFIL LONGITUDINAL VIAL  
 EH:1/200  
 EV:1/200



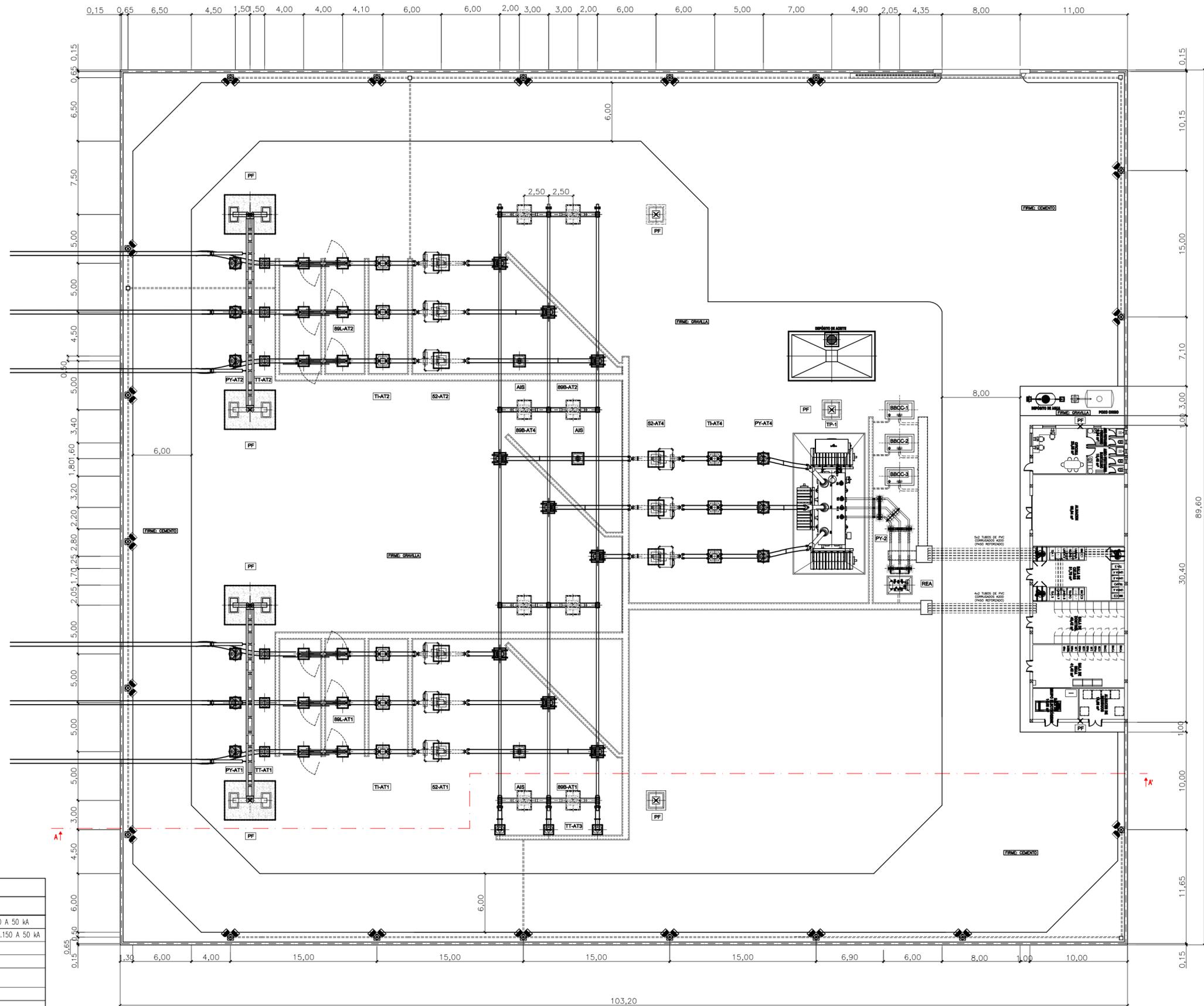
PK= 0+004.062  
 CV= 294.672  
 KV= 200.000  
 W = -0.033  
 Lv= 6.602  
 D = 0.027

PK= 0+028.977  
 CV= 293.800  
 KV= 200.000  
 W = 0.035  
 Lv= 7.000  
 D = -0.031





PROYECTO MODIFICADO: SUBESTACIÓN 400/30kV "LIBIENERGY" EN EL T.M. DE FRAGA (PROVINCIA DE HUESCA)	FECHA: MAYO - 2023 ESCALA: INDICADAS
PLANO: MOVIMIENTO DE TIERRAS PERFILES ACCESO	PLANO Nº. 05 HOJA: 5 DE 5



LISTADO DE APARAMENTA		
MARCA	CANT.	DENOMINACIÓN
89L	06	SECCIONADOR UNIPOLAR CON PUESTA A TIERRA 420 kV 3.150 A 50 kA
89B	09	SECCIONADOR UNIPOLAR DE BARRAS (PANTOGRAFO) 420 kV 3.150 A 50 kA
52	09	INTERRUPTOR UNIPOLAR 400 kV 4.000 A 50 kA
AIS	03	AISLADOR DE APOYO 400 kV
TT-1	12	TRANSFORMADOR DE TENSION INDUCTIVO 396.000/√3 / 110/√3 - 110/√3 - 110/√3 V
TI-AT1	03	TRANSFORMADOR DE INTENSIDAD 600-1.200/5-5-5-5 A
TI-AT2	03	TRANSFORMADOR DE INTENSIDAD 400-800/5-5-5-5 A
TI-AT4	03	TRANSFORMADOR DE INTENSIDAD 200-400/5-5-5-5 A
PY-1	09	PARARRAYOS AUTOVALVULA A.T. Uc=264kV,Ur=330kV,In=20kA cl.4
PY-2	03	PARARRAYOS AUTOVALVULA M.T. Uc=24kV,Ur=30kV,In=10kA cl.2
TP	01	TRANSFORMADOR DE POTENCIA 400/30kV 120/140MVA Ynd11
R	01	REACTANCIA DE PAT 500 A, 30 segundos
89TZ	03	SECCIONADOR UNIPOLAR M.T. 36 kV 630 A 25 kA
TOR	04	TRANSFORMADOR INTENSIDAD TIPO TOROIDAL 500/5 A
BBCC	03	BATERIA DE CONDENSADORES
PF	09	PUNTAS FRANKLIN

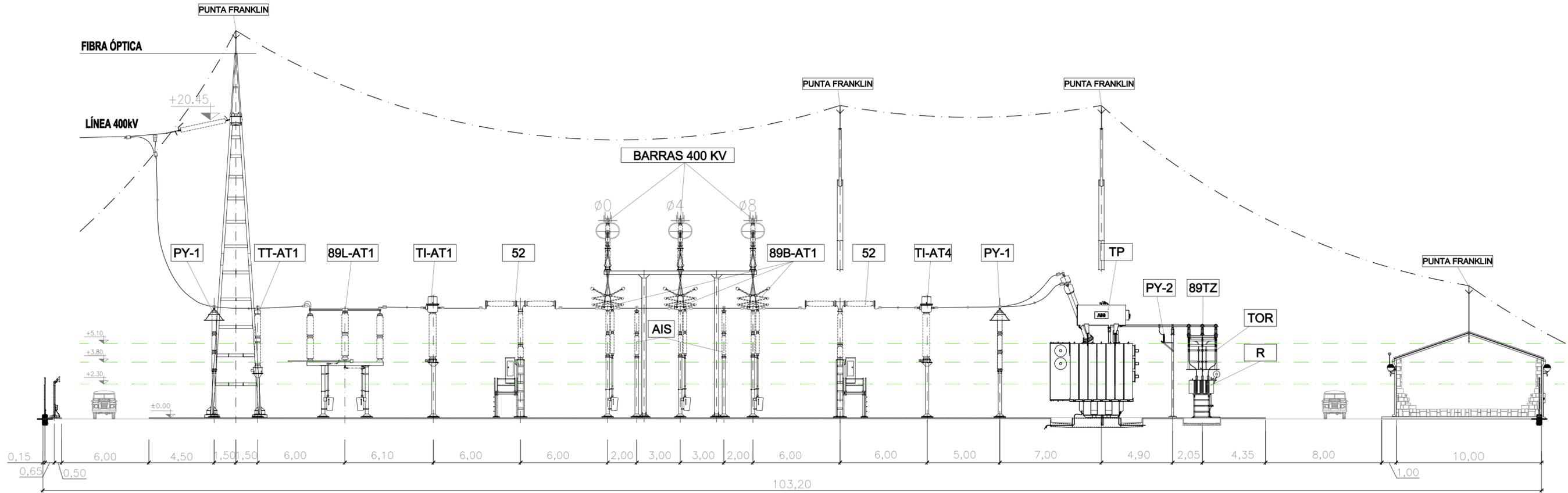






PROYECTO MODIFICADO: SUBESTACIÓN 400/30kV "LIBIENERGY" EN EL T.M. DE FRAGA (PROVINCIA DE HUESCA)	FECHA: MAYO - 2023 ESCALA: 1/300
PLANO: PLANTA GENERAL DISTRIBUCIÓN DE APARAMENTA	PLANO Nº: 06 HOJA: 1 DE 1

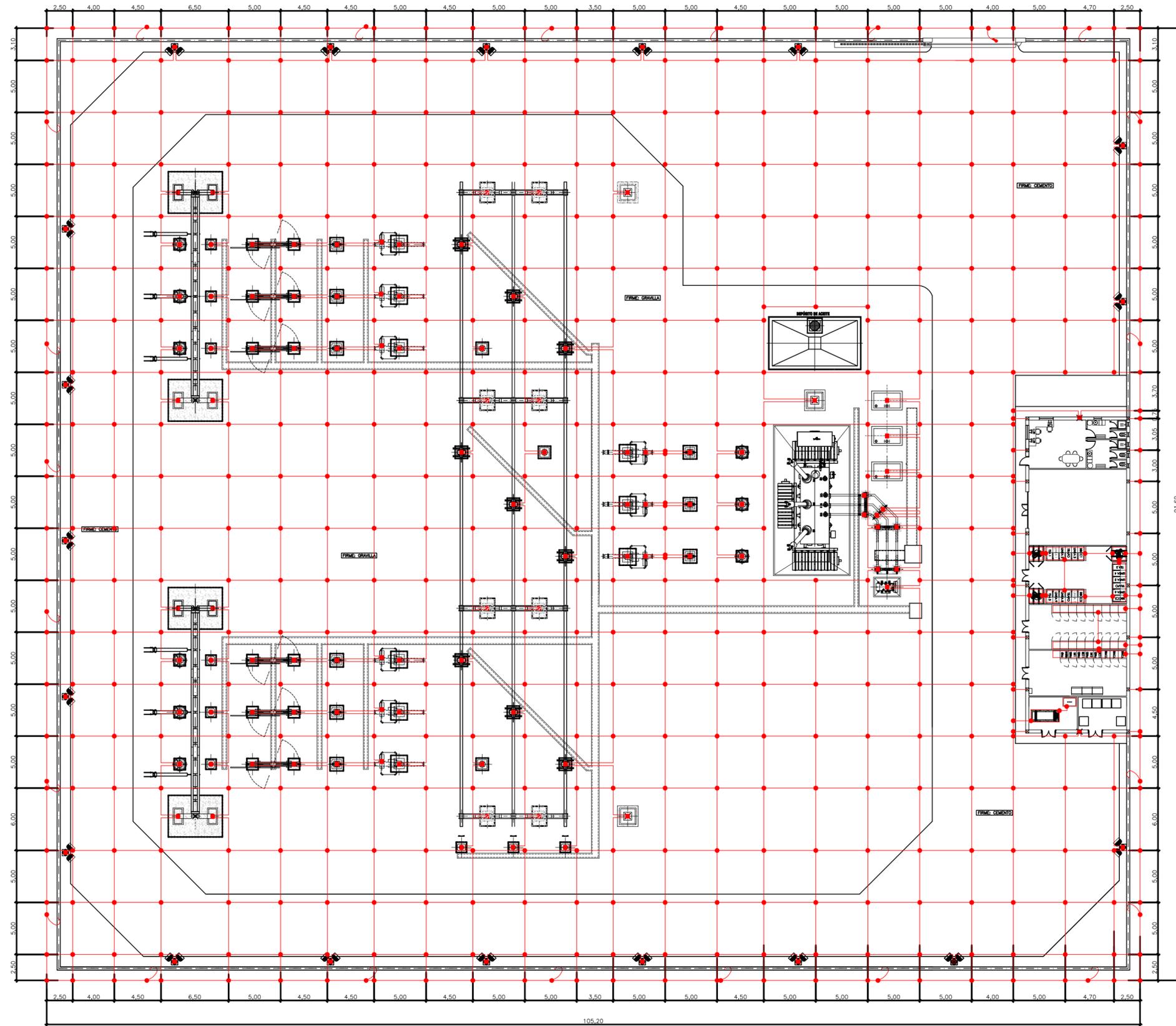
### SECCIÓN A-A'



LISTADO DE APARAMENTA

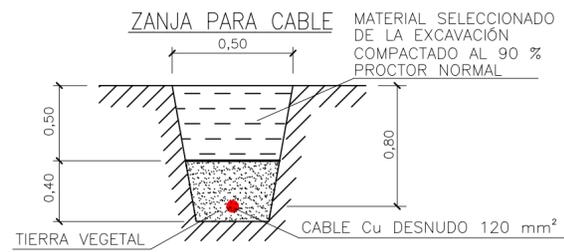
MARCA	CANT.	DENOMINACIÓN
89L	06	SECCIONADOR UNIPOLAR CON PUESTA A TIERRA 420 kV 3.150 A 50 kA
89B	09	SECCIONADOR UNIPOLAR DE BARRAS (PANTOGRAFO) 420 kV 3.150 A 50 kA
52	09	INTERRUPTOR UNIPOLAR 400 kV 4.000 A 50 kA
AIS	03	AISLADOR DE APOYO 400 kV
TI-I	12	TRANSFORMADOR DE TENSION INDUCTIVO 396.000/√3 / 110/√3 - 110/√3 - 110/√3 v
TI-AT1	03	TRANSFORMADOR DE INTENSIDAD 600-1.200/5-5-5-5-5 A
TI-AT2	03	TRANSFORMADOR DE INTENSIDAD 400-800/5-5-5-5-5 A
TI-AT4	03	TRANSFORMADOR DE INTENSIDAD 200-400/5-5-5-5-5 A
PY-1	09	PARARRAYOS AUTOVALVULA A.T. Uc=264kV,Ur=330kV,In=20kA cl.4
PY-2	03	PARARRAYOS AUTOVALVULA M.T. Uc=29kV,Ur=36kV,In=10kA cl.2
TP	01	TRANSFORMADOR DE POTENCIA 400/30kV 120/140MVA YNd11
R	01	REACTANCIA DE PAT 500 A, 30 segundos
89TZ	03	SECCIONADOR UNIPOLAR M.T. 36 kV 630 A 25 kA
TOR	04	TRANSFORMADOR INTENSIDAD TIPO TOROIDAL 500/5 A
BBCC	03	BATERIA DE CONDENSADORES
PF	09	PUNTAS FRANKLIN

  	
PROYECTO MODIFICADO: SUBESTACIÓN 400/30kV "LIBIENERGY" EN EL T.M. DE FRAGA (PROVINCIA DE HUESCA)	
PLANO: SECCIÓN LONGITUDINAL DISPOSICIÓN DE EQUIPOS	
FECHA:	MAYO - 2023
ESCALA:	1/200
PLANO N.º:	07
HOJA:	1 DE 1



- NOTAS:**
- 1.- CABLE DE LA MALLA ENTERRADO A 0.80m POR DEBAJO DE LA COTA DE EXPLANACIÓN.
  - 2.- GRAPA DE CERRAMIENTO PARA TUBO DE ACERO, SE APLICARÁN CADA 20m. APROXIMADAMENTE.
  - 3.- SE COLOCARÁ GRAVILLA EN UN ANCHO DE 1m. EN TODO EL PERIMETRO DEL EXTERIOR DE LA SUBESTACIÓN

SÍMBOLO	DENOMINACIÓN	CANTIDAD
—	CABLE DE COBRE DESNUDO 120 mm <sup>2</sup> DE SECCIÓN	5.250 m
■	GRAPA DE ENLACE PARA 4 O 2 CABLES DE 120 mm <sup>2</sup> A ESTRUCTURA CON DOS TORNILLOS M8 SEPARADOS 40 mm	121 UNIDS.
●	CRUCE DE CABLES DE Cu DE 120 mm <sup>2</sup> , SOLDADURA ALUMINOTÉRMICA (CADWELL)	538 UNIDS
⌋	GRAPA DE CERRAMIENTO PARA TUBO DE ACERO Ø150 mm Y CABLE DE Cu DE 120 mm <sup>2</sup>	29 UNIDS.
⌋	TERMINAL DE PRESIÓN PARA CABLE Cu DESNUDO 120 mm <sup>2</sup> Y TORNILLO M10 (P. a T. PUERTAS ENTRADA)	1 UNIDS.
*	PARARRAYOS PUNTA FRANKLIN R=50 m	9 UNIDS.



PROYECTO MODIFICADO: SUBESTACIÓN 400/30kV "LIBIENERGY" EN EL T.M. DE FRAGA (PROVINCIA DE HUESCA)

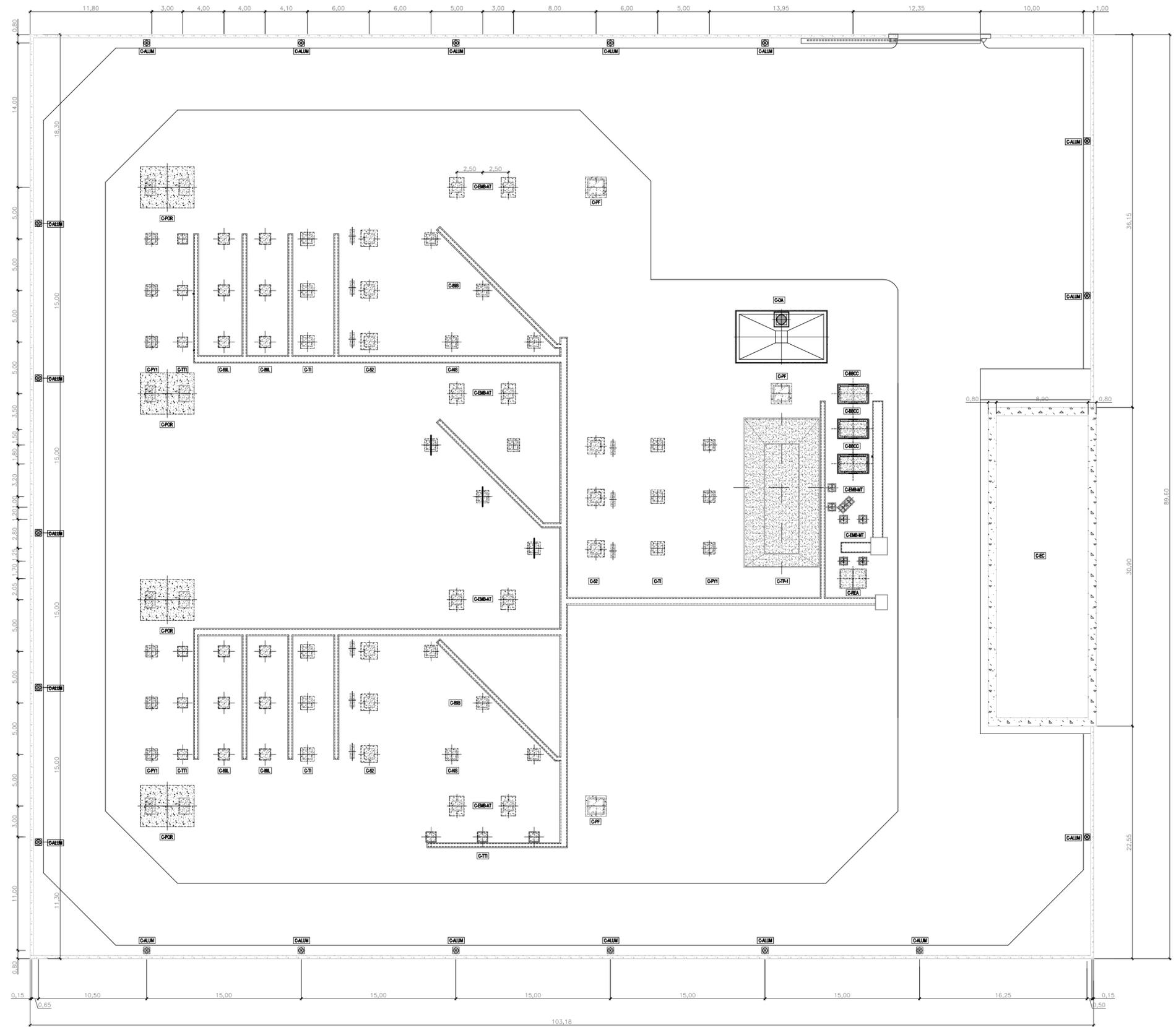
PLANO: PLANTA GENERAL DE TIERRAS

FECHA: MAYO - 2023

ESCALA: 1:300

PLANO Nº.: 08

HOJA: 1 DE 1

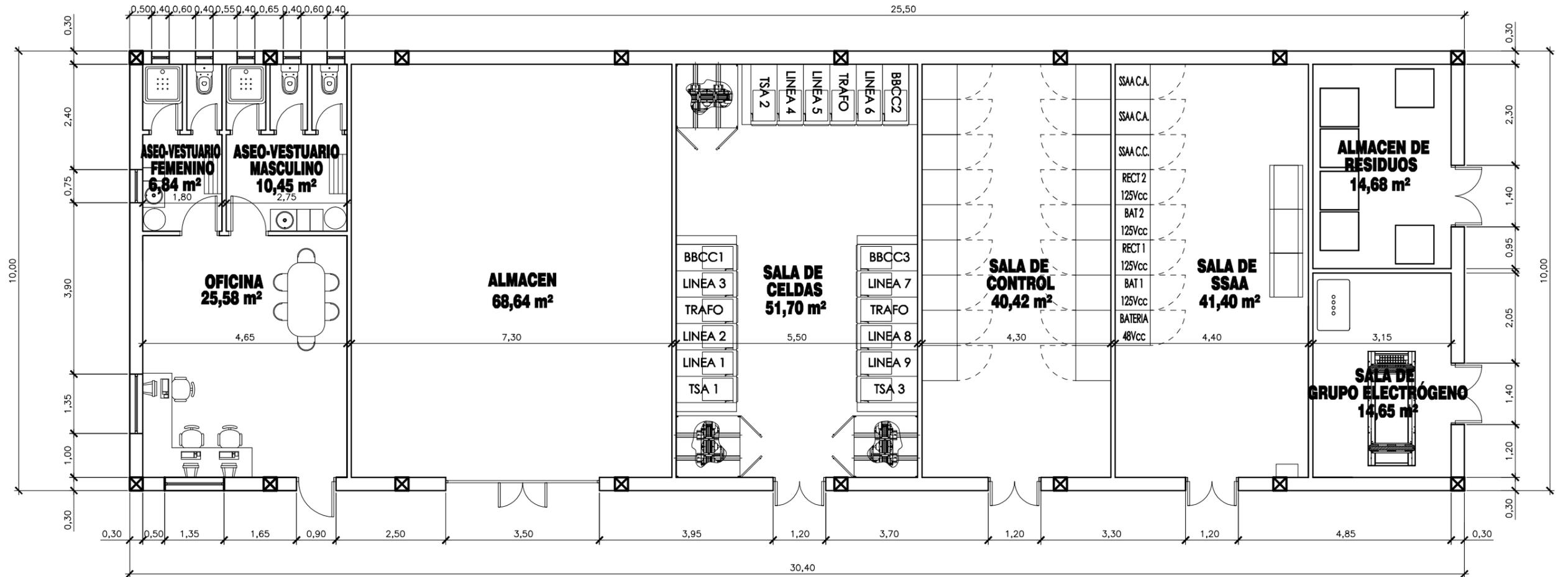


LISTADO DE CIMENTACIONES

MARCA	CANT.	DENOMINACIÓN
C-89B	09	CIMENTACIÓN SECCIONADOR UNIPOLAR DE BARRAS (PANTOGRAFO) 420kV
C-89L	18	CIMENTACIÓN SECCIONADOR UNIPOLAR CON PUESTA A TIERRA 420 kV
C-52	09	CIMENTACIÓN INTERRUPTOR UNIPOLAR 400 kV
C-TI	09	CIMENTACIÓN TRANSFORMADOR DE INTENSIDAD
C-TTI	93	CIMENTACIÓN TRANSFORMADOR DE TENSIÓN INDUCTIVO 396.000/√3 / 110/√3 - 110/√3 - 110/√3 V
C-PY1	09	CIMENTACIÓN PARARRAYOS AUTOVÁLVULA A.T.
C-TP	01	CIMENTACIÓN TRANSFORMADOR DE POTENCIA 400/30kV 120/140 MVA YNg11
C-REA	02	CIMENTACIÓN REACTANCIA DE PAT 500 A, 30 segundos
C-BBCC	03	CIMENTACIÓN BATERIA DE CONDENSADORES
C-PF	03	CIMENTACIÓN PUNTA FRANKLIN
C-DEP	01	CIMENTACIÓN DEPÓSITO DE ACEITE DEL TRANSFORMADOR
C-ALUM	19	CIMENTACIÓN ALUMBRADO PARQUE INTemperIE
C-POR	02	CIMENTACIÓN PÓRTICO ENTRADA DE LÍNEA
C-EC	01	CIMENTACIÓN EDIFICIO DE CONTROL
C-EMB-AT	08	CIMENTACIÓN EMBARRADO AT
C-EMB-MT	08	CIMENTACIÓN EMBARRADO MT (TP-1)
C-AIS	03	CIMENTACIÓN AISLADOR DE APOYO



PROYECTO MODIFICADO:	SUBESTACIÓN 400/30kV "LIBIENERGY" EN EL T.M. DE FRAGA (PROVINCIA DE HUESCA)	FECHA: MAYO - 2023
PLANO Nº:	PLANTA DISPOSICIÓN DE CIMENTACIONES	ESCALA: 1/200
		PLANO Nº: 09
		HOJA: 1 DE 1



PROYECTO MODIFICADO:  
 SUBESTACIÓN 400/30kV "LIBIENERGY"  
 EN EL T.M. DE FRAGA (PROVINCIA DE HUESCA)

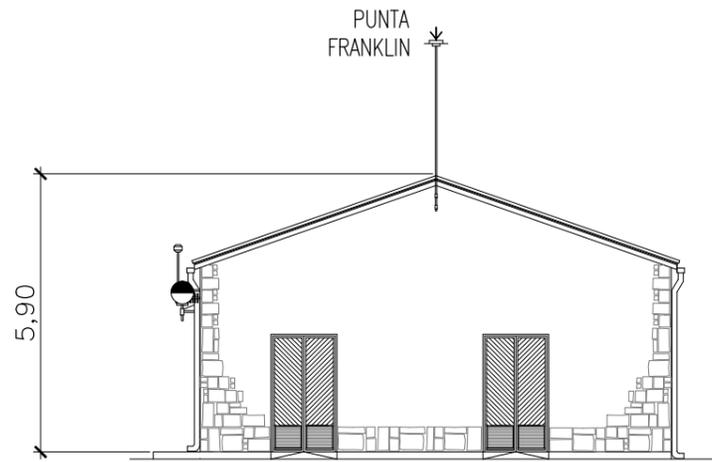
PLANO:  
 PLANTA  
 EDIFICIO DE CONTROL

FECHA: MAYO - 2023

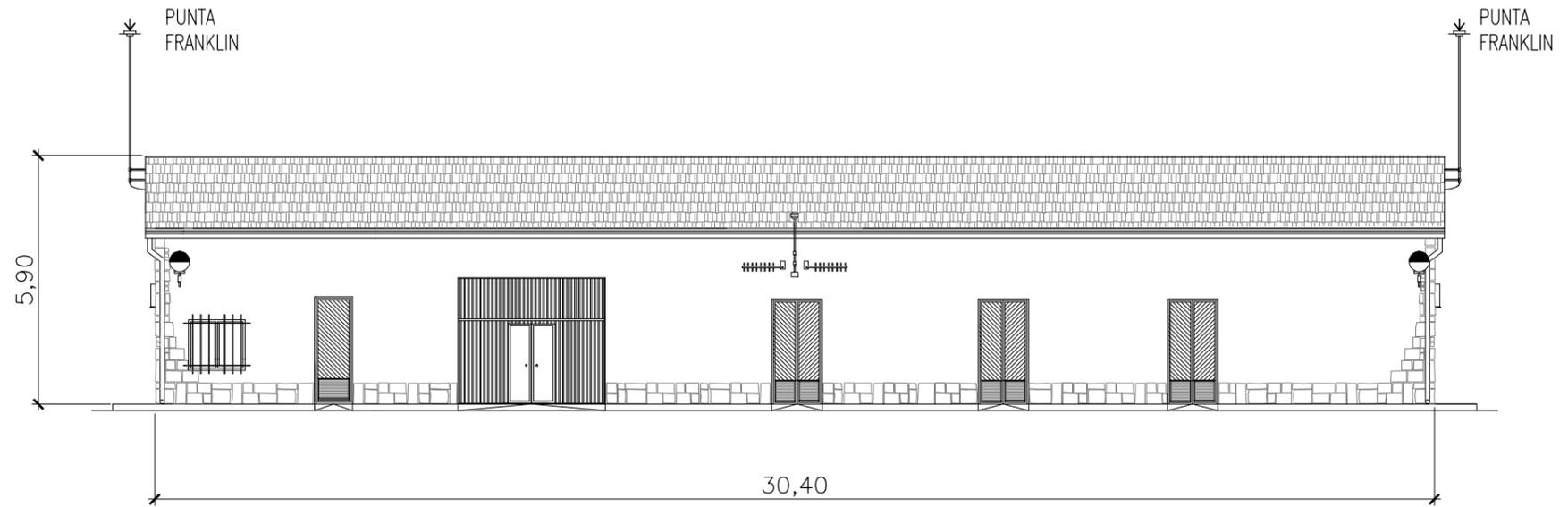
ESCALA: 1/100

PLANO Nº. 10

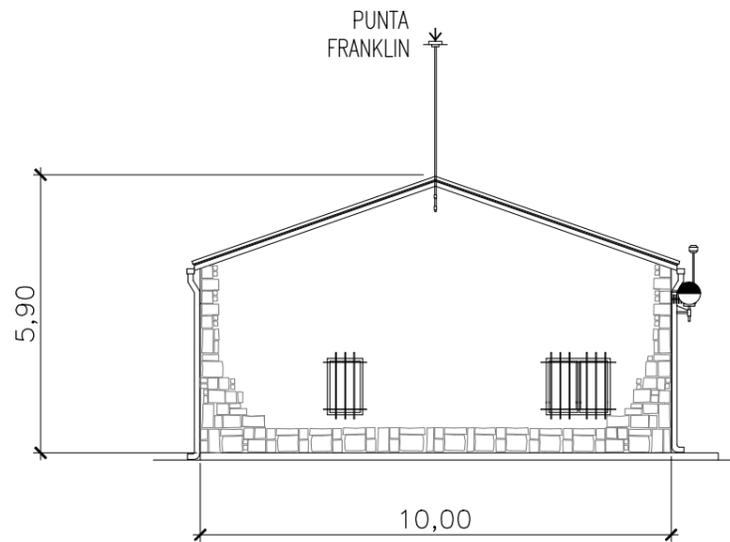
HOJA: 1 DE 1



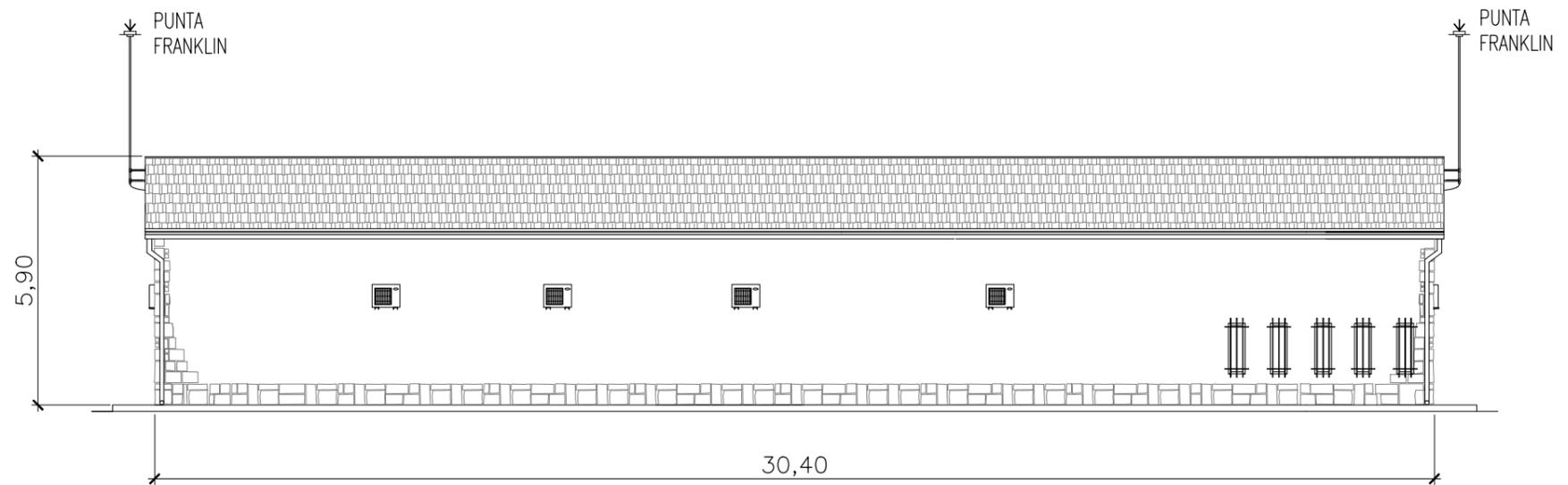
**FACHADA LATERAL DERECHA**



**FACHADA PRINCIPAL**



**FACHADA LATERAL IZQUIERDA**



**FACHADA POSTERIOR**



PROYECTO MODIFICADO:  
 SUBESTACIÓN 400/30kV "LIBIENERGY"  
 EN EL T.M. DE FRAGA (PROVINCIA DE HUESCA)

FECHA: MAYO - 2023

ESCALA: 1/150

PLANO:  
 ALZADOS  
 EDIFICIO DE CONTROL

PLANO Nº. 11

HOJA: 1 DE 1