



# 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:



COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS  
INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA

Nº Colegiado.: 0001937  
JOSE LUIS OVELLEIRO MEDINA

VISADO Nº : VD01663-21A

**E-VISADO**

Molinos de La Rioja, S.A.U.

Carretera de Laguardia, 91-93 – Edificio "berdrola".

Tel. +34 941 240282 – Fax +34 941 245650

26009 Logroño (La Rioja)

## PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO

# SUBESTACION 220 KV “LA SERNA PROMOTORES” Y LSAT DE ENTRONQUE CON LAAT SET ALCARAMA – SET LA SERNA.

COMUNIDAD AFECTADA

COMUNIDAD FORAL DE NAVARRA

T. M. TUDELA

MAYO 2021

REVISIÓN C



Ingeniería y Proyectos Innovadores S.L.

CIF: B-50996719

Rosa Chacel 8, Local.

50018 - Zaragoza (ESPAÑA)

## ÍNDICE PROYECTO

### DOCUMENTO 01. MEMORIA

*ANEXO 1. CALCULOS ELECTRICOS SUBESTACIÓN y LÍNEA  
SUBTERRÁNEA*

*ANEXO 2. ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y  
DEMOLICIÓN*

*ANEXO 3. ESTUDIO DE CAMPOS MAGNÉTICOS SUBESTACIÓN*

*ANEXO 4. RELACIÓN DE BIENES Y DERECHOS AFECTADOS*

### DOCUMENTO 02. PLANOS

### DOCUMENTO 03. PRESUPUESTO

### DOCUMENTO 04. PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TECNICAS PARTICULARES

### DOCUMENTO 05. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD



**DOCUMENTO 01. MEMORIA**

---



## ÍNDICE

1	ANTECEDENTES Y OBJETO DEL PROYECTO .....	3
1.1	ANTECEDENTES.....	3
1.2	OBJETO DEL PROYECTO .....	3
2	NORMATIVA DE APLICACION .....	5
3	DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES .....	7
3.1	SUBESTACIÓN ELÉCTRICA LA SERNA PROMOTORES 220 kV .....	7
3.1.1	<i>Características básicas de la instalación</i> .....	8
3.1.1.1	Magnitudes eléctricas .....	8
3.1.1.2	Distancias .....	8
3.1.1.3	Embarrados .....	9
3.1.1.4	Configuración y número de posiciones.....	10
3.1.2	<i>Características de la instalación</i> .....	11
3.1.2.1	Características de la apartamenta, máquinas de potencia.....	11
3.1.2.2	Zona Intemperie – Parque Exterior de Alta Tensión 220 kV .....	11
3.1.2.3	Sistemas auxiliares de c.a. y c.c.....	16
3.1.2.4	Sistema de Control y Protección. ....	18
3.1.2.5	Sistema de medida y facturación.....	19
3.1.3	<i>Medidas de seguridad</i> .....	20
3.1.3.1	Medidas de seguridad en general .....	20
3.1.3.2	Sistema de enclavamientos:.....	20
3.1.3.3	Materiales de prevención y seguridad: .....	20
3.1.3.4	Prevención contra riesgo de incendio en la S.E.T.....	21
3.1.4	<i>Sistema de Puesta a tierra subestación</i> .....	21
3.1.5	<i>Obra civil</i> .....	22
3.1.5.1	Edificio de control .....	22
3.1.5.2	Características constructivas del Edificio de Control.....	23
3.1.5.3	Parque de Intemperie .....	25
3.1.6	<i>Parcelas Afectadas</i> .....	26
3.1.7	<i>Plazo de Ejecución</i> .....	26
3.1.8	<i>Cronograma de Ejecución</i> .....	27
3.2	LÍNEA SUBTERRÁNEA DE ENTRONQUE 220 kV.....	28
3.2.1	<i>Recorrido previsto</i> .....	28
3.2.2	<i>Afecciones por el paso de las líneas</i> .....	28
3.2.3	<i>Características de la instalación</i> .....	28
3.2.4	<i>Canalización Subterránea</i> .....	29
3.2.5	<i>Características del cable de potencia</i> .....	29
3.2.6	<i>Empalmes Cable Eléctrico</i> .....	31
3.2.7	<i>Terminales del cable</i> .....	33
3.2.8	<i>Sistema de Puesta a Tierra del cable. Tipo de instalación</i> .....	33
3.3	CÁMARAS DE EMPALME .....	34
3.3.1	<i>Plazo de Ejecución</i> .....	34
3.3.2	<i>Cronograma de Ejecución</i> .....	35
4	CONCLUSIÓN.....	36

# 1 ANTECEDENTES Y OBJETO DEL PROYECTO

## 1.1 ANTECEDENTES

Como consecuencia de la petición realizada por parte de los diferentes promotores de las centrales de generación eléctrica de tecnología eólica a instalar en diversos términos municipales de las provincias de La Rioja, Zaragoza y Navarra, se realiza el presente proyecto técnico administrativo, con la finalidad de definir la subestación seccionadora necesaria para poder conectar dichas centrales de generación eléctrica a la red de transporte eléctrico.

Dichas centrales evacuarán la energía generada a través de nuevas subestaciones colectoras. Desde estas subestaciones saldrán líneas eléctricas en el nivel de tensión de 220 kV, hasta llegar a la futura subestación La Serna Promotores, a partir de allí y a través de un entronque subterráneo en la actual línea aérea Alcarama-La Serna (REE) se llevará la energía generada por dichas centrales a la actual Subestación LA Serna 220 kV (propiedad de Red Eléctrica de España, en adelante REE) y punto de entrega de la energía.

Por un principio de eficiencia, minimización de impacto ambiental y reducción de costes hay muchos antecedentes de instalaciones renovables que comparten instalaciones eléctricas de evacuación de energía. En este sentido ha orientado la Administración y la propia Legislación: según establecía el artículo 20.5 del Real Decreto 2818/1998, de 23 diciembre, sobre producción de energía eléctrica por instalaciones abastecidas por recursos o fuentes de energía renovables, residuos y cogeneración: "Siempre que sea posible se procurará que varias instalaciones productoras utilicen las mismas instalaciones de evacuación de la energía eléctrica, aun cuando se trate de titulares distintos".

Siguiendo el criterio del párrafo anterior, todos titulares de los parques eólicos anteriormente indicados, han llegado a un acuerdo para desarrollar, explotar y mantener conjuntamente las instalaciones eléctricas colectoras necesarias para la evacuación de éstos parques.

## 1.2 OBJETO DEL PROYECTO

El objeto del presente proyecto es por un lado la descripción de la subestación seccionadora denominada como LA SERNA PROMOTORES y por otro la línea subterránea 220 kV de entronque para la conexión con la actual línea aérea Alcaraman- La Serna 220 kV (REE), las cuales corresponden a las infraestructuras de evacuación compartidas necesarias para la evacuación de la energía eléctrica generada por los parques eólicos.

La denominación de estos parques eólicos desarrollados por diferentes promotores, y sus correspondientes potencias nominales previstas instaladas son las siguientes:

IGREs	P.INST/P.NOM [MW]	MUNICIPIOS	PROVINCIA	TITULAR	CÓDIGO DE PROCESO
<b>IGREs EN SERVICIO -PES- CON CONEXIÓN ACTUAL Y DEFINITIVA EN LA SERNA 220 kV</b>					
PE Igea-Cornago Sur 1ª Fase	28	Cornago, Cervera del Río Alhama, Igea	La Rioja	MOLINOS DE LA RIOJA, S.A.	GEE_596_06
PE Alcarama I	6,8	Cornago, Valdemadera	La Rioja	IBERDROLA RENOVABLES LA RIOJA, S.A.	GEE_082_03
PE Alcarama II	45,05	Cornago, Cervera del Río Alhama, Igea	La Rioja		
<b>IGREs PREVISTAS CON PERMISO DE ACCESO Y CONEXIÓN PREVIO A LA PRESENTE</b>					
PE Sangorrín (iv)	100	Sos del Rey Católico, Castiliscar, Uncastillo,		PLANTA SOLAR OPDE 36, S.L.	
PE Miramon (iv)	72	Luesia, Sádaba, Biota, Ejea de los Caballeros, Asin, Orés	Zaragoza	PLANTA SOLAR OPDE 37, S.L.	RCR_747_19
<b>IGREs PREVISTAS CON PERMISO DE ACCESO POR LA PRESENTE</b>					
PE Los Chopos (v)	42	Cintruenigo, Fitero	Navarra	ENEL GREEN POWER ESPAÑA, S.L.	RCR_2524_21
PE Vientos del Cierzo (v)	42	Cintruenigo, Fitero, Tudela	Navarra		

Figura 1. Parques Eólicos. Nudo La Serna 220 kV

Cada parque eólico evacuará previamente la energía generada en las subestaciones colectoras correspondientes, las cuales conectarán con la Subestación La Serna Promotores en el nivel de 220 kV. Y de ésta última a la subestación actual de La Serna 220 kV, en donde es el punto de conexión con la red de transporte.

Con todo ello, se pretende la obtención tanto de la correspondiente Autorización Administrativa Previa como la consiguiente Autorización Administrativa de Construcción.

Esta instalación eléctrica común es la siguiente:

**1.- Subestación Eléctrica La Serna Promotores 220 kV:** Se trata de una nueva subestación seccionadora, situada en el término municipal de Tudela, que albergará cuatro posiciones de línea, necesarias para la conexión al nivel de 220 kV de los parques eólicos indicados y toda la aparamenta necesaria.

**2.- Línea Eléctrica Subterránea de conexión 220 kV:** Consiste de una derivación en subterránea en el nivel de 220 kV, que permitirá la conexión de la mencionada futura subestación La Serna Promotores 220 kV con la actual línea aérea existente de Alcarama-La Serna 220 kV, permitiendo de esta manera la conexión con la actual subestación La Serna 220 kV propiedad de REE.

El municipio afectado por la implantación de estas infraestructuras es Tudela (Comunidad Foral de Navarra).

Los promotores del presente proyecto son los siguientes:

- MOLINOS DE LA RIOJA, S.A.U. CIF A26307736  
Dirección: Ctra. de Laguardia, 91-93 · CP 26009 · Logroño · La Rioja

## 2 NORMATIVA DE APLICACION

### SEGURIDAD Y SALUD

- Real Decreto 604/2006, de 19 de mayo, por el que se modifican el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, y el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.
- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo (O.M. Mº Trabajo de 09-03-1971) en sus partes no derogadas.

### OBRA CIVIL

- Instrucción de hormigón estructural, R.D. 1247/2008, de 18 de Julio (EHE-08).
- O.C. 15/03 Sobre señalización de los tramos afectados por la puesta en servicio de las obras.- Remates de obras.
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- Normativa DB SE-AE Acciones en la edificación.
- Normativa DB SE-A Acero.
- Normativa DB SE Seguridad Estructural.
- Orden de 16 de Diciembre de 1997 por la que se regulan los accesos a las carreteras del Estado, las vías de servicio y la construcción de instalaciones de servicios.
- Recomendaciones para el proyecto de intersecciones, MOP, 1967
- Orden FOM/273/2016, de 19 de febrero, por la que se aprueba la Norma 3.1-IC de Trazado, de la Instrucción de Carreteras.
- Orden FOM/3460/2003, de 28 de noviembre, por la que se aprueba la Norma 6.1-IC de Secciones de firme, de la Instrucción de Carreteras.
- Orden FOM298/2016, de 15 de febrero, por la que se aprueba la Norma 5.2-IC de Drenaje superficial, de la Instrucción de Carreteras.
- Orden FOM/534/2014, de 20 de marzo, por la que se aprueba la Norma 8.1-IC de Señalización Vertical, de la Instrucción de Carreteras.
- Orden, de 16 de julio de 1987, por la que se aprueba la Norma 8.2-IC de Marcas Viales, de la Instrucción de Carreteras.
- Orden Ministerial de 31 de agosto de 1987, por la que se apruébala Instrucción 8.3-IC sobre Señalización, Balizamiento, Defensa, Limpieza y Terminación de Obras Fijas en Vías fuera de poblado.
- Manual de Ejemplos de Señalización de Obras Fijas de la DGC del Ministerio de Fomento.
- Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para obras de carretera y puentes de la Dirección General de Carreteras (PG-3). Aprobada por Orden Ministerial de 6 de febrero de 1976.

### INSTALACIONES ELÉCTRICAS

- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.
- Ley 54/1997, de 27 de noviembre, del Sector eléctrico.

- Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23.
- Reglamento Electrotécnico de baja tensión aprobado por Real Decreto 842/2002 de 2 de Agosto, publicado en BOE Nº 224 de 18 de septiembre de 2003.
- Instrucciones Complementarias del Reglamento Electrotécnico para baja tensión.
- Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.
- Orden TEC/1281/2019, de 19 de diciembre, por la que se aprueba las Instrucciones Técnicas Complementarias al Reglamento Unificado de Puntos de Medida del Sistema Eléctrico.
- Real Decreto 223/2008 de 15 de febrero por el que se aprueba el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias.
- Reglamento (UE) 2016/631 de la comisión de 14 de abril de 2016, que establece un código de red sobre requisitos de conexión de generadores a la red, con el fin de garantizar la controlabilidad y seguridad del sistema eléctrico en su conjunto.
- Para la conexión a Red Eléctrica de España se cumplirán con los procedimientos para el acceso y la conexión a la red de transporte de instalaciones de generación, consumo o distribución que se establecen con carácter general en la Ley del Sector Eléctrico –LSE (Ley 24/2013, de 26 de diciembre), el Real Decreto 1955/2000 para el sistema eléctrico peninsular español (SEPE), el Real Decreto 1047/2013, y con carácter particular, para las instalaciones de generación mediante fuentes renovables, cogeneración y residuos en el Real Decreto 413/2014. Además se cumplirá con los aspectos técnicos y de detalle, incluyendo la etapa de puesta en servicio, que se desarrollan en los procedimientos de operación, en especial el P.O. 12.1 y P.O. 12.2. sobre requisitos mínimos de diseño, equipamiento, funcionamiento y seguridad y puesta en servicio. En el desarrollo del proyecto se tendrán en cuenta dichos procedimientos así como las prescripciones técnicas de Red Eléctricas de España.



### 3 DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES

#### 3.1 SUBESTACIÓN ELÉCTRICA LA SERNA PROMOTORES 220 kV

Tal y como se ha indicado inicialmente, para la evacuación de la energía generada en los parques eólicos referenciados anteriormente en la Tabla 1, se propone la construcción de una nueva subestación seccionadora denominada “*Subestación La Serna Promotores*”, desde donde se evacuará, mediante un entronque subterráneo que se va a ejecutar en el nivel de 220 kV.

La instalación objeto del presente apartado estará emplazada en el término municipal de Tudela, provincia de Navarra y consiste en el siguiente elemento:

- Subestación Seccionadora en 220 kV para la evacuación de varias centrales de generación eólica, contará con unas dimensiones aproximadas de 50,50 metros de ancho x 71,30 metros de longitud.

Las coordenadas UTM de las cuatro esquinas de la Subestación son:

SET LA SERNA PROMOTORES T.M. TUDELA (NAVARRA)		
COORDENADAS U.T.M. (HUSO 30 - ETRS89)		
Nº VERTICE	COORDENADA X	COORDENADA Y
1	609.010,83	4.661.392,72
2	609.042,74	4.661.431,86
3	609.098,00	4.661.386,81
4	609.066,09	4.661.347,67

*Figura 2. Coordenadas UTM Nueva Subestación La Serna Promotores*

La Subestación estará constituida en un nivel de tensión del parque a 220 kV; dicho nivel de tensión se materializará en un parque exterior o intemperie a 220 kV en una configuración de simple barra. La función y composición de este parque, consiste esquemáticamente en:

#### Parque de intemperie a 220 kV:

Tiene como función la conexión al nivel de 220 kV de toda la energía eléctrica generada por los parques eólicos a través de la llegada tres líneas de 220 kV procedentes de otras subestaciones elevadoras como son la Subestación Sangorrín, Subestación PE Los Chopos y la actual Subestación existente de Alcarama, para conectar con la nueva subestación La Serna Promotores. Por lo tanto, el parque intemperie de 220 kV en la nueva subestación La Serna Promotores, en configuración de simple barra, estará compuesto por las siguientes posiciones:

- (4) Cuatro posiciones de Línea 220 kV :
  - Posición de línea LSAT SET LA SERNA 220 kV.
  - Posición de línea LSAT SET ALCARAMA.  
(Para evacuación de los parques eólicos: Igea-Cornago Sur, Alcarama I y Alcarama II).
  - Posición de línea LSAT SET SANGORRÍN.  
(Para evacuación de los parques eólicos: Sangorrín y Miramon).
  - Posición de línea LSAT SET PE LOS CHOPOS.  
(Para evacuación de los parques eólicos: Los Chopos y Vientos del Cierzo).

La descripción detallada de las instalaciones eléctricas, se contempla en los apartados siguientes.

### 3.1.1 Características básicas de la instalación

Tal y como se ha indicado anteriormente la subestación eléctrica, estará compuesta por un Parque Intemperie a 220 kV. Se atenderán los siguientes datos los cuales corresponden a este nivel de tensión.

#### 3.1.1.1 Magnitudes eléctricas

Como criterios básicos de diseño se adoptarán las siguientes magnitudes eléctricas:

##### Parque 220 kV

Tensión nominal.....	220 kV
Tensión más elevada para el material (Ve) .....	245 kV
Neutro .....	Rígido a tierra
Intensidad de cortocircuito trifásico .....	40 kA
Tiempo de extinción de la falta.....	0,5 seg
Nivel de aislamiento:	
a) Tensión soportada a impulso tipo maniobra .....	460 kV
b) Tensión soportada a impulso tipo rayo .....	1.050 kV
Línea de fuga mínima para aisladores .....	7.595 mm (31 mm/kV)

#### 3.1.1.2 Distancias

Las distancias a adoptar serán como mínimo las que a continuación se indican, basándose para ello en las magnitudes eléctricas adoptadas y en la normativa aplicable.

##### Conductores tendidos:

Las distancias a adoptar serán como mínimo las que a continuación se indican, basándose para ello en las magnitudes eléctricas adoptadas y en la normativa aplicable. Estas distancias tendrán que ser comprobadas mediante una memoria de cálculo.

##### Parque 220 kV

Conductor - estructura.....	2.100 mm
Conductor - conductor .....	2.100 mm

Para la determinación de este tipo de distancias, se han tenido en cuenta los siguientes criterios básicos de implantación:

- Las distancias serán tales que permitirán el paso del personal y herramientas por todos los puntos del parque de intemperie bajo los elementos en tensión sin riesgo alguno.
- Deberán permitir el paso de vehículos de transporte y de elevación necesarios para el mantenimiento o manipulación de elementos de calles en descargo, bajo el criterio de gálibos estipulados.

No se han tenido en cuenta, por lógica, las exigencias que se deriven de la realización de trabajos de conservación bajo tensión. En estos casos será necesario aumentar las distancias entre fases con respecto a la disposición física preestablecida, con lo que el resto de los condicionantes se cumplirá con un margen mayor.

Al considerar todo lo anterior, y de acuerdo con lo que se indica, se establecerán las siguientes distancias:

**Parque 220 kV**

Entre ejes de aparellaje.....	4.000 mm
Anchura de calle.....	13.500 mm
Altura de embarrados de interconexión entre aparatos .....	6.000 mm
Altura de barras principales .....	10.500 mm

**Comunes**

Anchura de vial de acceso .....	5.000 mm
Anchura de viales de servicio.....	3.000 mm

Como se puede observar, las distancias mínimas son muy superiores a la preceptuada en la normativa.

Con respecto a la altura de las partes en tensión sobre viales y zonas de servicio accesibles al personal, la normativa, prescribe una altura mínima de 2.300 mm a zócalo de aparatos, lo que se garantizará con las estructuras soporte del aparellaje.

**3.1.1.3 Embarrados**

**Disposición y tipo de embarrado**

Los conductores desnudos en el parque de intemperie estarán dispuestos en dos niveles:

**Parque 220 kV**

- Embarrados bajos, conexiones entre aparatos a 6 m de altura. Se realizarán con cable dúplex de aluminio-acero/con.

**Embarrados en cable**

Tal y como se ha indicado anteriormente, en el parque de 220 kV, la interconexión del aparellaje y los tendidos altos estarán formados por cables de aluminio con alma de acero, los cuales tendrán la siguiente configuración y características:

**Parque 220 kV**

Formación .....	Dúplex
Tipo .....	RAIL
Sección total del conductor .....	517,3 mm <sup>2</sup>
Diámetro exterior .....	29,61 mm
Intensidad admisible permanente a 35° C de temperatura ambiente y 75° C en conductor .....	2.064 A (en configuración dúplex)

**Embarrados en tubo**

**Parque 220 kV**

Las características de los tubos destinados a las barras principales serán las siguientes:

Aleación.....	AlMgSiO, 5 F22
---------------	----------------



Diámetros exterior/interior ..... 150/134 mm  
 Sección total del conductor .....3.567 mm<sup>2</sup>  
 Intensidad admisible permanente a 80° C .....3.890 A

Los tubos no podrán ser soldados en ningún punto o tramo, por lo que se ha previsto que su suministro se realice en tiradas continuas y en tramos conformados, cortados y curvados en fábrica, debiéndose proceder a pie de obra tan sólo a su limpieza y montaje posterior.

### 3.1.1.4 Configuración y número de posiciones

#### Parque de intemperie de 220 kV:

Tal y como se ha indicado anteriormente, éste parque de 220 kV, tiene como función la conexión de la energía eléctrica generada por las plantas renovables a este nivel de tensión para poder evacuar mediante una nueva conexión subterránea en 220 kV a la red de transporte conectando con la subestación eléctrica de La Serna 220 kV (propiedad de Red Eléctrica de España).

El parque intemperie de 220 kV en la nueva subestación La Serna Promotores, en configuración de simple barra, estará compuesto por las siguientes posiciones:

- (4) Cuatro posiciones de Línea 220 kV :
  - o Posición de línea SET La Serna 220 kV (REE).
  - o Posición de línea SET Alcarama.
  - o Posición de línea SET Sangorrín.
  - o Posición de línea SET PE Los Chopos.

La aparamenta a instalar en dicho parque 220 kV será la siguiente:

Posición	Aparamenta	Identificación Elemento	Cantidad
Posición de línea SET La Serna 220 kV (Pos. 11)	Terminales exteriores cable	--	3
	Pararrayos autoválvulas	PY-11	3
	Interruptor automático unipolar	52-11	3
	Transformadores de Intensidad	TI-11	3
	Seccionador tripolar de barras	89B-11	1
	Transformador de tensión inductivo	TT-11	3
	Seccionador tripolar de línea con p.a.t.	89-11 (57-11)	1
Posición de línea SET Alcarama (Pos. 12)	Terminales exteriores cable	--	3
	Pararrayos autoválvulas	PY-12	3
	Interruptor automático unipolar	52-12	3
	Transformadores de Intensidad	TI-12	3
	Seccionador tripolar de barras	89B-12	1
	Transformador de tensión inductivo	TT-12	3
	Seccionador tripolar de línea con p.a.t.	89-12 (57-12)	1
Posición de línea SET SANGORRÍN (Pos. 13)	Terminales exteriores cable	--	3
	Pararrayos autoválvulas	PY-13	3
	Interruptor automático unipolar	52-13	3
	Transformadores de Intensidad	TI-13	3
	Seccionador tripolar de barras	89B-13	1
	Transformador de tensión inductivo	TT-13	3
	Seccionador tripolar de línea con p.a.t.	89-13 (57-13)	1

Posición	Aparamenta	Identificación Elemento	Cantidad
Posición de línea SET PE LOS CHOPOS (Pos. 14)	Terminales exteriores cable	--	3
	Pararrayos autoválvulas	PY-14	3
	Interruptor automático unipolar	52-14	3
	Transformadores de Intensidad	TI-14	3
	Seccionador tripolar de barras	89B-14	1
	Transformador de tensión inductivo	TT-14	3
	Seccionador tripolar de línea con p.a.t.	89-14 (57-14)	1
Posición de Barras (simple barra)	Transformadores de tensión inductivo	TTB	3

- Control y protecciones:

En los esquemas unifilares de protección y medida de 220 kV, se refleja además el equipamiento preciso en cuanto a mando, protecciones, control y aparatos de medida, necesario para una explotación fiable de la instalación.

Los correspondientes cuadros de control, medida, servicios auxiliares, telemando y comunicaciones se instalarán en recintos específicos "Sala de Control" y "Servicios auxiliares" del Edificio de Control.

### 3.1.2 Características de la instalación

Para la totalidad de la Subestación La Serna Promotores, se prevé una zona rectangular de aproximadamente unas dimensiones: 71,30 m de largo por 50,50 m de ancho. Este espacio estará limitado y protegido con un cierre de malla de 2,40 m de altura mínima, para evitar contactos accidentales desde el exterior y el acceso a la instalación de personas extrañas a la explotación.

En el interior del recinto indicado se implantará un Edificio de Control, para el conjunto de promotores de dimensiones exteriores 12,20 m de largo por 10,25 m de ancho.

En la zona intemperie se han previsto pasillos y zonas de protección de embarrados, aparatos y cerramiento exterior, que cumplimentan la ITC-RAT 15, apartado 3. Por este motivo se colocará el aparellaje sobre soportes metálicos galvanizados de altura conveniente.

En el cerramiento se ha previsto una puerta peatonal y otra de 5 m con vial interior, para que un camión - grúa realice con facilidad la carga y descarga de la aparamenta exterior y demás elementos.

#### 3.1.2.1 Características de la aparamenta, máquinas de potencia

Se relaciona a continuación la aparamenta que se instalará en la Subestación, toda ella con el nivel de aislamiento definido anteriormente.

Para aislamiento en aire, los aisladores serán de línea de fuga mínima de 7.595 mm, equivalente a 31 mm/kV (línea de fuga contaminación Extra alto), referida a la tensión nominal más elevada para el material de 245 kV.

#### 3.1.2.2 Zona Intemperie – Parque Exterior de Alta Tensión 220 kV

La disposición de la Zona intemperie de A.T., se refleja en el Plano 'Planta General SET'. El tipo de aparellaje y su conexionado se contemplan en los Esquemas unifilares de protección y medida.

La subestación Seccionadora La Serna 220 kV en el parque 220 kV, responderá a las siguientes características principales:

- Tensión Nominal: 220 kV
- Tensión más elevada para el material (Um): 245 kV
- Tecnología: AIS
- Instalación: INTEMPERIE
- Configuración: Simple Barra
- Intensidad de cortocircuito de corta duración: 40 kA

**Aparamenta 220 kV:**

Las características eléctricas principales del aparellaje a instalar en el Parque intemperie a 220 kV, son:

- Interruptor unipolar de 220 kV:

Serán de mando unipolar, con cámaras de corte en SF6, y con las siguientes características:

Tipo .....	corte en SF6
Instalación .....	Intemperie
Tensión más elevada para el material .....	245 kV
Tensión de prueba a frecuencia Industrial 50 Hz, 1 minuto .....	460 kV
Tensión de prueba con onda de choque 1,2µs(kV cresta) .....	1.050 kV
Intensidad nominal	
- Posición La Serna 220 kV (REE) .....	3.150 A
- Resto de Posiciones.....	2.000 A
Poder de corte nominal en cortocircuito:	
- Valor eficaz de la componente periódica .....	40 kA
- Poder de cierre nominal en cortocircuito.....	100 kA
Número de polos.....	3
Frecuencia nominal.....	50 Hz
Elementos auxiliares:	
. Tensión de mando de las bobinas de cierre y disparo.....	125 V c.c.+15%-30%
. Tensión de alimentación del motor de carga de resortes .....	125 V c.c.±15%
. Tensión de alimentación de los circuitos de calefacción y de la toma auxiliar de fuerza .....	230±10%V c.a.
- <u>Seccionador de línea de 220 kV con puesta a tierra:</u>	

Serán de tipo rotativo de tres columnas, de mando tripolar motorizado, con cuchillas de puesta a tierra y de las siguientes características:

Instalación.....	3 columnas/Intemperie
Tensión máxima de servicio .....	245 kV
Frecuencia nominal.....	50 Hz
Intensidad nominal en servicio continuo (Posición La Serna 220 kV REE)	3.150 A

- Intensidad nominal en servicio continuo (Resto de posiciones) ..... 2.000 A
- Intensidad admisible máxima de corta
- Duración (1 s) ..... 40 kA
- Intensidad dinámica (valor cresta) ..... 100 kA
- Niveles de aislamiento:
- \* Tensión de ensayo a frecuencia industrial 50 Hz,1 minuto, bajo lluvia: .... 460 kV
- \* Tensión de ensayo con onda de choque tipo rayo 1,2/50µs(valor cresta):1.050 kV

- Seccionador de barras de 220 kV

Serán de tipo rotativo de tres columnas, de mando tripolar motorizado, y de las siguientes características:

- Instalación ..... 3 columnas/Intemperie
- Tensión máxima de servicio ..... 245 kV
- Frecuencia nominal ..... 50 Hz
- Intensidad nominal en servicio continuo (Posición La Serna 220 kV REE) 3.150 A
- Intensidad nominal en servicio continuo (Resto de posiciones) ..... 2.000 A
- Intensidad admisible máxima de corta
- Duración (1 s) ..... 40 kA
- Intensidad dinámica (valor cresta) ..... 100 kA
- Niveles de aislamiento:
- \* Tensión de ensayo a frecuencia industrial 50 Hz,1 minuto, bajo lluvia: .... 460 kV
- \* Tensión de ensayo con onda de choque tipo rayo 1,2/50µs(valor cresta):1.050 kV

- Pararrayos de 220 kV:

Los pararrayos deberán tener las siguientes características:

- Instalación/tipo ..... Intemperie/Zn 0
- Tensión máxima de servicio entre fases ..... 245 kV
- Tensión nominal ..... 198 kV
- Frecuencia nominal ..... 50 Hz
- Tiempo máximo de falta a tierra ..... 1s
- Tensión operación continua ..... 156 kV
- Intensidad nominal de descarga ..... 10 kA
- Tipo de servicio ..... continuo
- Clase ..... 3
- Equipamiento ..... Contador de descargas

- Transformadores de intensidad:

-Servicio	Intemperie
-Tensión máxima de servicio entre fases	245 kV
-Frecuencia nominal	50 Hz
-Relación de transformación	
o Posición Línea La Serna 220 kV	1000-2000/5-5-5-5 A
o Posición Línea Alcarama	500-1000/5-5-5-5 A
o Posición Línea Sangorrín	500-1000/5-5-5-5 A
o Posición Línea PE Los Chopos	250-500/5-5-5-5 A
-Potencias de precisión	20VA - 50VA - 50VA - 50VA
-Clase de precisión	cl. 0.2s – cl.0,5 – 5P20 – 5P20
-Sobreintensidad en permanencia	1,2 In
-Intensidad límite térmica (1s)	80 In (min 50 kA)
-Intensidad límite dinámica	200 In (min 2,5 Itermica)

- Transformadores de tensión inductivo de barras:

- Tensión nominal	220 kV
- Servicio	Intemperie
- Tensión máxima de servicio entre fases	245 kV
- Frecuencia nominal	50 Hz
- Relación de transformación	220.000:√3 /110:√3 - 110:√3 -110: √3 V
- Potencias de precisión	20 VA-50VA-50VA
- Clase de precisión:	cl- 0.2 – cl. 0.5 3P – cl. 0.5 3P
- Intensidad límite térmica (1s)	80 In (min 40 kA)
- Intensidad límite dinámica	200 In (min 2,5 Itermica)
- Nivel de aislamiento	
A frecuencia industrial 1 minuto	460 kV
A impulso	1.050 kV

- Transformadores de tensión inductivo de línea:

- Tensión nominal	220 kV
- Servicio	Intemperie
- Tensión máxima de servicio entre fases	245 kV
- Frecuencia nominal	50 Hz
- Relación de transformación	220.000:√3 /110:√3 - 110:√3 - 110:√3
- Potencias de precisión	20 VA - 50VA - 50VA
- Clase de precisión	cl- 0.2 – cl. 0.5 3P – cl. 0.5 3P
- Intensidad límite térmica (1s)	80 In (min 40 kA)
- Intensidad límite dinámica	200 In (min 2,5 Itermica)
- Nivel de aislamiento	
A frecuencia industrial 1 minuto	460 kV
A impulso	1.050 kV

(\* ) NOTA: Las relaciones de transformación, potencias y clases de precisión de los transformadores de medida se adaptarán a lo preceptuado en el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico (Real Decreto 1110/2007), a sus Instrucciones Técnicas Complementarias aprobadas en la Orden



**PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO**

SUBESTACION 220 KV "LA SERNA PROMOTORES" Y LSAT DE  
ENTRONQUE CON LAAT SET ALCARAMA – SET LA SERNA.

T.M.: TUDELA (COMUNIDAD FORAL DE NAVARRA)



*TEC/1281/2019 y al sistema de protección y medida considerados en los Procedimientos de Operación del Sistema.*

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02277-21 y VISADO electrónico VD01663-21A de 24/05/2021. CSV = FVQEBHKUJCK7VYA1 verificable en <https://coliar.e-gestion.es>



- Aisladores de apoyo

Los aisladores soporte para apoyo de las barras principales son de las siguientes características:

- Tipo C10 -1050
- Carga de rotura a flexión 10.000 N
- Carga de rotura a torsión 4.000 Nm
- Longitud línea de fuga  $\geq 7.595$  mm

El resto de los aisladores soporte, serán de las siguientes características:

- Tipo C6 -1425
- Carga de rotura a flexión 8.000 N
- Carga de rotura a torsión 4.000 Nm
- Longitud línea de fuga  $\geq 10.500$  mm

### 3.1.2.3 Sistemas auxiliares de c.a. y c.c.

Los servicios auxiliares estarán constituidos fundamentalmente por las fuentes de alimentación y los sistemas de distribución de energía eléctrica, que son necesarios para asegurar el funcionamiento de la instalación.

Se establecerán dos fuentes de alimentación independientes para dar suministro a las necesidades derivadas para el funcionamiento fiable de la instalación.

Dichas fuentes de alimentación serán las siguientes:

- Alimentación principal: A través del transformador de tensión conectado en barras principales de 220 kV.
- Alimentación secundaria: Procedente desde una línea de baja tensión fiable y preferentemente independiente de la red de distribución de la zona, la cual deberá de ser solicitada a la compañía eléctrica distribuidora de la zona.

Alimentación tercera: instalación de un grupo electrógeno con potencia suficiente para realizar la operación normal de la subestación, en cuanto a los servicios esenciales se refiere.

Los servicios auxiliares de la instalación se alimentarán a través de una de estas dos alimentaciones eléctricas en baja tensión.

Se ha proyectado, además, la instalación de un grupo electrógeno con potencia suficiente para realizar la operación normal de la instalación en caso de que corte del suministro eléctrico de manera eventual.

Ambas fuentes alimentan un Cuadro Principal de Corriente Alterna. La conmutación de las fuentes de alimentación principales será automática y se realiza en el Cuadro Principal de Corriente Alterna. Las condiciones de explotación de la instalación dependerán del tipo de fuente de alimentación que se tenga.

Desde el Cuadro Principal de Corriente Alterna se distribuye la alimentación a los distintos equipos del recinto de medición (fuerza y climatización, alumbrado, sistema de seguridad, medición y comunicaciones) con las condiciones de seguridad requeridas por los Procedimientos de Operación.

Aquellos sistemas de servicios auxiliares necesarios en la instalación se materializarán en un único cuadro que deberá ser capaz de soportar sin daño o deformaciones permanentes las solicitudes mecánicas y térmicas producidas por el paso de la intensidad nominal de cortocircuito durante un segundo.

El cuadro de Servicios Auxiliares de c.a. y c.c. deberán estar diseñados de acuerdo con lo indicado en la Publicación 439 de la CEI y deberán tener las siguientes características nominales:

o Cuadro de servicios auxiliares de c.a.

- Tensión nominal de servicio 400/230 V
- Tensión nominal de aislamiento 500 V
- Frecuencia nominal 50 Hz

- Tensión soportada a frecuencia industrial 1 minuto 2.500 V
- Intensidad nominal en servicio continuo del embarrado 125 A
- Intensidad nominal de corta duración admisible durante 1s 15 KA
- Valor de cresta de la intensidad Momentánea admisible nominal 31,5 KV

Los interruptores automáticos montados en el interior de los compartimentos de distribución deberán estar diseñados de acuerdo con lo indicado en la Publicación 157-1 de la CEI y deberán tener las siguientes características nominales:

- Tensión nominal de servicio 400 V
- Tensión nominal de aislamiento 660 V
- Frecuencia nominal 50 Hz
- Tensión soportada a frecuencia industrial 1 minuto 2.500 V
- Poder de corte de los interruptores automáticos. 4,5 KA

La intensidad nominal en servicio continuo de los interruptores automáticos de salida corresponderá a la potencia conectada, dichas características puede observarse en el esquema unifilar de corriente alterna.

o Cuadro de servicios auxiliares de 125 Vc.c.

Desde el Cuadro Principal de Corriente Alterna se alimenta a los dos equipos rectificador-batería que constituyen las fuentes autónomas que dan seguridad funcional a la Subestación Eléctrica. Cada equipo rectificador-batería podrá alimentarse de manera conmutada desde ambas barras del Cuadro Principal de Corriente Alterna.

El Cuadro Principal de Corriente Continua de 125 Vcc, está formado por dos juegos de barras con acoplamiento. Cada uno de uno de estos juegos está alimentado, en condiciones normales, desde su correspondiente equipo rectificador-batería de 125 Vcc. Este cuadro da, entre otros, servicio a las alimentaciones necesarias de control y de maniobra.

- Tensión nominal de servicio 125 V c.c.
- Tensión nominal de aislamiento 250 V c.c.
- Tensión soportada a frecuencia industrial 1 minuto 2.000 V c.a.
- Intensidad nominal en servicio continuo del embarrado 100 A c.c.
- Intensidad nominal de corta duración admisible durante 1s 10.000 A c.c.

Los interruptores automáticos montados en el interior de los compartimentos de distribución deberán estar diseñados de acuerdo con lo indicado en la Publicación 151-1 del CEI y deberá tener las siguientes características nominales:

- Tensión nominal de servicio 125 V
- Tensión nominal de aislamiento 660 V
- Frecuencia nominal 50 Hz
- Tensión soportada a frecuencia Industrial durante 1 minuto 2.500 V
- Intensidad nominal en servicio continuo de los interruptores de salida Según potencia.
- Poder de corte en cortocircuito a una tensión de 125 V c.c. 10 kA



o Cuadro de servicios auxiliares de 48 Vc.c. (en caso de ser necesario dicho nivel de tensión).

- |   |               |
|---|---------------|
| - Tensión nominal de servicio                               | 48 V c.c.     |
| - Tensión nominal de aislamiento                            | 250 V c.c.    |
| - Tensión soportada a frecuencia industrial 1 minuto        | 2.000 V c.a.  |
| - Intensidad nominal en servicio continuo del embarrado     | 100 A c.c.    |
| - Intensidad nominal de corta duración admisible durante 1s | 10.000 A c.c. |

Los interruptores automáticos montados en el interior de los compartimentos de distribución deberán estar diseñados de acuerdo con lo indicado en la Publicación 151-1 del CEI y deberá tener las siguientes características nominales:

- |  |                 |
|--|-----------------|
| - Tensión nominal de servicio  | 48 V            |
| - Tensión nominal de aislamiento   | 660 V           |
| - Frecuencia nominal   | 50 Hz           |
| - Tensión soportada a frecuencia Industrial durante 1 minuto             | 2.500 V         |
| - Intensidad nominal en servicio continuo de los interruptores de salida | Según potencia. |
| - Poder de corte en cortocircuito a una tensión de 125 V c.c.            | 10 kA           |

### Grupo Electrónico para servicios esenciales.

Se ha proyectado, además la instalación de un grupo eléctrico con potencia suficiente para realizar la operación normal de la subestación, en cuanto a los servicios esenciales se refiere. Esta fuente alimentará al Cuadro Principal de Corriente Alterna. La conmutación de las fuentes de alimentación principales es automática y se realiza en el Cuadro Principal de Corriente Alterna mediante un autómata programable.

### 3.1.2.4 Sistema de Control y Protección.

#### Cuadro de control

Los armarios de control de las instalaciones de 220 kV, contendrá debidamente montados, conexiónados y presentados en el frontal con esquema – sinóptico los conmutadores de mando y posicionado, elementos de señalización y alarmas. También se instalarán convertidores de medida para distintas magnitudes eléctricas (V, A, cos  $\phi$ , KW, KVA<sub>r</sub>, KWh, KVA<sub>r</sub>h,).

#### Protecciones

Se prevén paneles de protecciones con las funciones de:

- Protecciones de enlace o interconexión con subestación entrega y recepción de energía. 4 Uds.
- Posición de protección de diferencial de Barras: 1 Ud.

En el frontal de los paneles, se montarán los relés que materializan el sistema de protecciones, que son probablemente una de las partes más importantes del diseño completo de un sistema de potencia. Para un funcionamiento óptimo de todos los parques fotovoltaicos es necesario garantizar una coordinación entre las protecciones propias de los mismos, las de la propia subestación y las de la Red de Transporte.

Las protecciones de desconexión de la instalación tienen por objeto:

- Impedir el mantenimiento de tensión, por parte de la subestación, en las redes que queden en isla ante defectos en la red.
- Desconectar la subestación de la red en caso de que aparezca un defecto interno.
- Permitir el funcionamiento normal de las protecciones y automatismos de la red receptora.

Las protecciones que se equipan en la Subestación de 220 kV son las siguientes:

#### **Protecciones obligatorias en la interconexión**

- Protección de máxima tensión (59).
- Protección de mínima tensión (27).
- Protección de sincronismo (25).
- Protección de máxima tensión homopolar (64).
- Tres relés instantáneos de máxima intensidad (50) (se sitúa un juego en la posición de transformador).

#### **Protecciones exigidas en la interconexión**

- Protección fallo de interruptor y direccional (21/79/50S-62/67).
- Protección diferencial longitudinal de línea (87L).

Hay además un equipo de teledisparo que provocaría la apertura del interruptor del lado opuesto de la línea de evacuación, integrado en ambas protecciones diferenciales.

### **3.1.2.5 Sistema de medida y facturación.**

#### Sistema de facturación

Tanto la medida principal como la medida redundante se instalarán según el acuerdo entre el interlocutor único de las plantas y la compañía eléctrica (REE). En estos contadores, contendrá la energía generada total por todas las plantas eólicas previstas. Deberá de contarse con una medida comprobante para discernir la generación de cada planta eólica. Por otro lado las pérdidas en el transporte deberán de repercutirse en la facturación final en cada una de éstas plantas.

Se establece inicialmente un sistema de medida de principal de todas las plantas de generación a evacuar, en la posición de conexión con la subestación La Serna 220 kV de REE, la cual forma parte de la instalación de enlace. Deberá de estar de acuerdo a lo preceptuado en el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico (Real Decreto 1110/2007) y lo indicado en la Orden TEC/1281/2019, de 19 de diciembre, por la que se aprueban las instrucciones técnicas complementarias al Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.

Dicho sistema de medida se materializarán en el nivel de 220 kV y a través de los sistemas de medida incluidos en la misma posición de línea y barras principales.

La medida principal se llevará a cabo a través del secundario de los 3 transformadores de intensidad (TI-11) de la posición de línea indicada, con potencia de precisión 20 VA y clase 0,2s, y de los 3 transformadores de tensión inductivos de la misma posición de potencia de precisión 20 VA y clase 0,2.

Finalmente se establece una medida comprobante en cada una de las tres posiciones de llegada de líneas a través del correspondiente transformador de intensidad de la posición con potencia de precisión 20 VA y clase 0,2s, y de los 3 transformadores de tensión de la posición de línea, de potencia de precisión 20 VA y clase 0,2.

Dando cumplimiento al Reglamento de Medida y sus Instrucciones Técnicas Complementarias, se prevén equipos contadores – registradores de energía activa y reactiva, de clase 0,2 para la primera y clase 0,5 para la segunda; estarán alojados en armario precintable dentro de la sala de control.

La medida redundante tiene características análogas, y estará contenida, igualmente, en un armario independiente, precintable, y en la misma sala.

### Sistema de medida

Finalmente también en los Cuadros de control y Paneles de protecciones de la posición de línea en el nivel de 220 kV, se han previsto convertidores de medida de intensidad, tensión, potencia activa y reactiva.

### **3.1.3 Medidas de seguridad**

#### **3.1.3.1 Medidas de seguridad en general**

Cumplimentando lo exigido en el R.D. 1627/1997, de 20.10.97 y al amparo de la Ley 31/1995 de 6.11.97, se redacta un ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD, en el que se analizan los riesgos que se presentan en este tipo de montajes, y se proponen las medidas preventivas necesarias para alcanzar un alto grado de seguridad y salud de los trabajadores.

Finalmente, a nivel de ejecución, la Contrata, tomando como base el estudio mencionado, deberá proponer un Plan de Seguridad y Salud, adaptado a sus equipos y métodos de ejecución.

Medidas de seguridad eléctricas específicas del diseño del Proyecto:

- Riesgo por contacto directo:

No existe riesgo por contacto directo, puesto que el aparellaje de Baja y Media Tensión, está contenido en cuadros y celdas de chapa de acero.

Paralelamente se ha previsto un sistema de enclavamiento y materiales de prevención y seguridad que se exponen seguidamente.

#### **3.1.3.2 Sistema de enclavamientos:**

Con la doble finalidad de protección del personal y de evitar falsas maniobras que puedan producir la destrucción de algún aparato, se establecerá un sistema de enclavamientos mecánicos mediante cerraduras y eléctricos que elimine este peligro, de manera, que nunca se puedan, accionar los seccionadores de Alta Tensión, sin antes haber desconectado el interruptor automático que le sigue. Por lo tanto los seccionadores tendrán un sistema de enclavamiento de tal forma que no se podrán abrir sin previamente desconectar el interruptor automático correspondiente. Dispondrán también de un enclavamiento interno entre las cuchillas principales y las de puesta a tierra.

En general se adoptarán los siguientes:

Para enclavamientos mecánicos:

- Seccionador en vacío con disyuntores.
- Seccionadores (interno), cuchillas principales con las de puesta a tierra (P.T.).

Para enclavamientos eléctricos:

- Seccionadores con disyuntores.
- Relé de bloqueo por disparo disyuntor.

#### **3.1.3.3 Materiales de prevención y seguridad:**

Para la debida protección del personal especializado a cuyo cargo queda la instalación de alta tensión, se ha dotado a ésta, del material de prevención y seguridad siguiente:

- Plataforma aislante nivel 220 kV.

- Pértiga de servicio de 6,00 m de longitud, nivel de aislamiento 220 kV,
- Casco con pantalla protectora de descargas eléctricas.
- Guantes aislantes de 220 kV.
- Puestas a tierra y en cortocircuito.
- Discos de indicación de peligro riesgo eléctrico s/UNESA 0202 A y de señalización en general.
- Placa de primeros auxilios a prestar a los accidentados por corriente eléctrica.
- Alumbrado de emergencia.
- Riesgo de contacto indirecto:

Se presenta cuando partes de la instalación que normalmente están libres de tensión (cuadros y estructuras en general), adquieren potencial eléctrico cuando existe un defecto de aislamiento.

Las medidas de seguridad adoptadas consisten en:

- Limitar la intensidad de defecto mediante la utilización en M.T. de reactancia de puesta a tierra.
- Equipotencialidad en el interior de toda la subestación.
- Eliminación del defecto, mediante disparo por medio de protecciones de sobreintensidad homopolar.
- Instalación de un sistema de puesta a tierra eficaz que limita las tensiones de paso, de contacto y defecto a valores admisibles para la seguridad de las personas y de la instalación; justificando en cálculos según ITC-RAT 13.

### 3.1.3.4 Prevención contra riesgo de incendio en la S.E.T.

Se han adoptado los materiales y los dispositivos de protección eléctricos que evitan en lo posible la aparición y propagación de un incendio en las instalaciones eléctricas puesto que:

- La posibilidad de propagación del incendio a otras partes de la instalación es difícil por su ubicación y distancias suficientes, según se refleja en los planos.
- La presencia de personal de servicio permanente o detección en la instalación.
- La disponibilidad de medios internos de lucha contra incendios.
- Dispositivos de protección rápida que cortan la alimentación a todos los arrollamientos del transformador intemperie, con relés de sobreintensidad, diferencial, termostato, termómetro, Buchholz y otros, que desconectan los automáticos correspondientes.
- En el parque de intemperie, se ha previsto en la bancada del transformador una arqueta apagafuegos y un foso de recogida de aceite.
- Para extinción de incendios se preverán extintores de CO<sub>2</sub>.

### 3.1.4 Sistema de Puesta a tierra subestación

El sistema de puesta a tierra será único para la totalidad de las instalaciones, siendo parte de este proyecto la descripción de las siguientes redes individuales:

- Parque intemperie a 220 kV.
- Cable de enlace de tierras o de acompañamiento.

Comprenderá, asimismo, las tierras de protección y de servicio; por ser  $V_d \leq 1.000$  V.

La puesta a tierra, además de asegurar el funcionamiento de las protecciones garantiza la limitación del riesgo eléctrico en caso de defectos de aislamiento, manteniendo las tensiones de paso y de contacto por debajo de los valores admisibles; según la ITC-RAT13.

Se propone para una puesta a tierra única que comprenda:

- Las puestas a tierra de protección que conectarán los siguientes elementos: estructuras,

herrajes, chasis, bastidores, armarios, vallas metálicas y puertas, cuba de transformador, pantallas de los cables y otros.

- Las puestas a tierra de servicio, que comprenden: neutros de transformadores de potencia, circuito de B.T. de los transformadores de medida, autoválvulas, elementos de derivación a tierra de los seccionadores de puesta a tierra, aparatos y equipos que lo precisen para su funcionamiento.

Conviene resaltar que el sistema de puesta a tierra va a ser único para la totalidad de las instalaciones de alta, media y baja tensión, incluida la estructura del edificio de fábrica, y el pararrayos iónico.

El diseño de la puesta a tierra para los dos niveles de tensión será el siguiente:

Malla de toma de tierra en el parque de 220 kV, con conductor de 120 mm<sup>2</sup> de cobre, desnudo, separados 4 m aproximadamente, instalados a una profundidad mínima de 0,60 m, con picas al menos en los extremos de cada tramo la malla, de acero cobreadas de 2 m de longitud y 20 mm $\varnothing$ . Además se prevén 2 líneas perimetrales al cerramiento, una interior y otra exterior; ambas a 1m de distancia de aquel. De dicha malla y también con cable de 120 mm<sup>2</sup>, se derivará mediante soldadura aluminotérmica a los distintos soportes y aparatos del parque, para su puesta a tierra por medio de piezas de conexión. Todos los conductores que emerjan del terreno llevarán en ese tramo protección mecánica y aislamiento con tubo de PVC rígido. Esta malla se conecta al edificio control de la S.E.T., desde el punto más próximo con cables de 120 mm<sup>2</sup> hasta una caja de conexión y verificación de las tierras, situado en el edificio de la que partirán a su vez la derivaciones, de 120 mm<sup>2</sup> de sección, a los Cuadros de Control y B.T., incluso el anillo perimetral del edificio, ejecutado con cable de 120 mm<sup>2</sup>, al que se conectará el mallazo de reparto.

### 3.1.5 Obra civil

#### 3.1.5.1 Edificio de control

En la Subestación se construirá un edificio de una planta, de dimensiones adecuadas para albergar las instalaciones y equipos, conforme a los planos de planta del Documento Planos del presente proyecto. El edificio para el control y explotación de la subestación, estará dividido en distintas zonas, al objeto de cubrir las actividades que se van a desarrollar en las instalaciones.

- Sala de comunicaciones y control – Sala de Operaciones**

En la sala de comunicaciones y control se instalarán los equipos de comunicación y la UCS. Estará equipada con falso suelo. En la parte inferior del muro se habilitarán huecos para el paso de cables. En este mismo edificio contará con una sala de operaciones equipada para controlar y vigilar los parques eólicos que conectan a esta subestación. El diseño de estas estancias permite una fácil comunicación con las demás dependencias del edificio.

- Sala de servicios auxiliares y sala de protecciones**

Los servicios auxiliares de la Subestación estarán atendidos necesariamente por dos sistemas de tensión uno en corriente alterna corriente alterna (400/230 V) y otro en corriente continua (uno en 125 Vc.c. para sistema de protección y control y otro en 48 Vc.c. para el sistema de comunicaciones. Se prevé que el edificio cuente con una sala específica de servicios auxiliares, en la cual instalarán tanto los armarios principales de servicios auxiliares, uno de corriente alterna y otro de corriente continua, como también los armarios de baterías y rectificador de 125 Vc.c. y 48 Vc.c en corriente continua.

Es imprescindible que ante un corte de corriente (conmutación de servicios auxiliares, etc.) los equipos continúen funcionando, sin necesidad de reconexión manual. Se incluirá un automatismo de control y alarma de los grupos refrigeradores.

En la sala de servicios auxiliares se instalará un extractor para ventilación y un equipo de aire acondicionado.



Por otra parte, la sala de protección albergará los bastidores correspondientes a las posiciones del parque de intemperie de 220 kV. Cada bastidor está compartimentado independientemente para cada posición y tiene su acceso frontal a través de las puertas con cerradura.

Ambas salas estarán provistas con falso suelo y con huecos en los muros para el paso de cables.

- **Zona de servicios y almacén**

Se dispondrá también de un almacén, aseos, vestuarios y cocina con acceso independiente desde el exterior del edificio.

Los aseos, que cumplirán las especificaciones habituales en este tipo de instalaciones, dispondrán de agua corriente fría y caliente. El suministro de agua al Edificio al no poder realizarse con una acometida desde la red municipal, se dispondrá de un depósito enterrado de al menos 12 m<sup>3</sup> de capacidad y grupo de presión ubicado en el exterior. En este caso se dispondrá además lo necesario para el aprovechamiento de las aguas pluviales de la cubierta del edificio.

### 3.1.5.2 Características constructivas del Edificio de Control

- **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. El movimiento de tierras será realizado conforme a las instrucciones de la Dirección Facultativa y a la vista del estudio geotécnico que ha de realizarse previamente al inicio de las obras, en caso de tierras sobrantes se gestionarán debidamente a un vertedero habilitado y autorizado.

- **Cimentación**

Se plantea una cimentación basada en muros de hormigón armado con zapata corrida en la zona correspondiente al cuarto de celdas y con zapatas aisladas, atadas entre sí para el resto del edificio, dadas las características y resistencias del terreno sobre el que se sustentará el edificio.

Los cimientos se llenarán de hormigón de la resistencia característica marcada en los planos, 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 todas las armaduras de zapatas especificadas en los planos.

- **Estructuras**

Se plantea una estructura basada en 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.

- **Cubierta**

La cubierta será inclinada de teja cerámica curva colocada sobre faldones contruidos con placas cerámicas autoportantes tipo ITECE.

- **Albañilería**

La fachada exterior se resolverá a partir 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 realizados 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, despacho y aseos, contarán con falso techo registrable a partir de placas de escayola.

- **Solados y alicatados**

Todos los solados del edificio se ejecutarán de terrazo. El cuarto de celdas presentará un suelo técnico, formado por piezas metálicas 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.

- **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.

- **Cerrajería**

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

- **Evacuación**

Las aguas pluviales se recogerán en la cubierta mediante canalones para proteger el edificio del retorno contra el cerramiento por el efecto del viento. Todos los albañales serán de PVC con junta tórica, con las correspondientes arquetas. Los bajantes serán de P.V.C. Se dispondrá de fosa séptica para las aguas fecales.

- **Electricidad y alumbrado**

El suministro de energía eléctrica se realizará desde el Cuadro de servicios auxiliares. Se instalarán el conjunto de medidas y dispositivos privados de mando y protección, así como el cuadro general de distribución y el de conmutación. La distribución energética se hará por líneas generales y cuadros secundarios de función, a partir de los cuales se alimentan los receptores de alumbrado y fuerza motriz. Se colocarán luminarias adosadas, estancas, con chasis de poliéster reforzado con fibra de vidrio, difusor de metacrilato, equipadas con tubos fluorescentes de diámetro 26 mm.º

- **Lampistería y sanitarios**

La red de distribución interior será en acero galvanizado en montaje superficial en paredes y techos. La producción de agua caliente sanitaria para el vestuario será a partir de un termo eléctrico de acumulación situado en el mismo lugar de consumo. Todos los aparatos sanitarios serán de porcelana vitrificada blanca. La grifería y complementos serán de calidad media.

- **Contra incendios y especiales**

El edificio cumplirá tanto en su protección como en los equipos de extinción el Código Técnico de la Edificación. Se hará la instalación necesaria para dotar al edificio de los equipamientos de telefonía, interfonía e informática.

### 3.1.5.3 Parque de Intemperie

- **Estructura metálica**

La estructura metálica estará constituida por perfiles metálicos normalizados de alma llena, La estructura dispondrá de los herrajes, tornillería y restantes elementos necesarios para la fijación de cajas de centralización, sujeción de cables, anclaje a la cimentación, etc.

Todas las estructuras y soportes serán galvanizados en caliente como protección contra la corrosión. electrosoldados y galvanizados en caliente.

Para el anclaje de estas estructuras, se dispondrán cimentaciones adecuadas a los esfuerzos que han de soportar, construidas a base de hormigón y en las que quedarán embebidos los pernos de anclaje correspondientes.

- **Cerramiento perimetral**

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 2,4 m de acuerdo a lo especificado en el Apartado 3.1 del ITC-RAT 15.

Se instalarán para el acceso a la subestación dos puertas metálicas: una peatonal de una hoja y un metro de anchura, y otra para el acceso de vehículos y siete metros de anchura.

- **Drenaje de aguas pluviales**

Para asegurar el drenaje y la adecuada evacuación de las aguas pluviales, se dispondrá de tubos drenantes necesarios para evacuar las aguas en un tiempo razonable, de forma que no se produzca acumulación de agua en la instalación y se consiga la máxima difusión posible de las aguas de lluvia.

Se ejecutarán a lo largo del recinto los sumideros necesarios y conectados a arquetas o pozos de registro de la red de aguas pluviales.

Perimetralmente se dispondrá de una cuneta que evite que el agua exterior entre al interior del recinto.

- **Cimentaciones y viales interiores**

#### Cimentaciones

Las cimentaciones de hormigón armado, serán estables al vuelco en las condiciones más desfavorables y se dimensionarán para soportar los esfuerzos a que han de estar sometidas, en función de la capacidad portante del terreno de apoyo.

Estas cimentaciones corresponden a los siguientes elementos:

- Autoválvulas.
- Transformadores de intensidad.
- Transformadores de tensión.
- Interruptor.
- Seccionador.
- Pórticos.
- Soportes barras principales.
- Aisladores apoyo.
- Botellas terminales cable aislado.



### Viales interiores

El acceso al recinto se propone desde el camino colindante tal y como figura en el plano de implantación del presente Proyecto.

Interiormente se propone un vial de acceso de 5 m de ancho llega al final de la parcela y permite posicionar los equipos en el interior del recinto.

Este vial irá pavimentado con mezcla bituminosa en caliente tipo D-12 sobre capa de zahorra artificial. No está previsto la ejecución de viales interiores de servicio.

El resto de la superficie del recinto, dispondrá de una capa de gravilla de 15 mm de tamaño máximo y entre 10 y 15 cm de espesor. Previamente se habrá de aplicar un producto fungicida que evite el nacimiento de vegetación en todo el recinto de la SET.

- **Canalizaciones eléctricas**

En el interior de la parcela de la SET, todos los cables eléctricos irán en canales de hormigón armado.

Estos canales dispondrán de tapas de hormigón o metálicas que permitan su inspección. Asimismo se realizará un agujero de drenaje en la solera cada 2 m.

Los cruces de viales se realizarán con tubos de PVC protegidos con hormigón, con un 30% de tubos libres como reserva y/o canales cable de tapa reforzada.

Se procurará minimizar el número de cruces juntando varias tuberías en un único cruce. El conjunto se protegerá con hormigón armado de 150x150x6 mm, formando un bloque. En cada cruce se dejará un 30% de tubos libres para futuro paso de cable.

Todos los tubos de cables enterrados tendrán una capa mínima de 290 mm sobre ellos. Este valor se elevará a 750 mm en cruces de caminos y carreteras, si no va protegido con hormigón.

Para evitar la entrada de agentes perjudiciales, se sellará la entrada de los tubos o conductos.

### **3.1.6 Parcelas Afectadas**

Las parcelas afectadas por la ocupación de subestación serán:

SUBESTACION LA SERNA PROMOTORES			
DATOS PARCELA			MEDICIÓN DE AFECCIONES
TERMINO MUNICIPAL	POLIGONO	PARCELA	SET
TUDELA	39	150	4.457,15 m <sup>2</sup>

### **3.1.7 Plazo de Ejecución**

Para la ejecución de los trabajos se ha previsto un plazo de ejecución de 5 meses, con las siguientes actividades principales:

- Trabajos previos consistentes en labores de replanteo, instalación de casetas de obra, inicio de los trabajos, etc.
- Vial de acceso y plataforma: Ejecución de los trabajos para la construcción del vial de acceso y de la plataforma.
- Cimentación del edificio y cimentación de transformador, autoválvulas, etc.: Ejecución de los trabajos para la construcción de las distintas cimentaciones.
- Ejecución del edificio y montaje de estructuras metálicas.
- Infraestructura eléctrica: desarrollo y ejecución de los trabajos correspondientes a los equipos de 220 kV e instalaciones auxiliares.
- Puesta en marcha de la subestación.



**PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO**  
 SUBESTACION 220 KV "LA SERNA PROMOTORES" Y LSAT DE ENTRONQUE CON LAAT  
 SET ALCARAMA – SET LA SERNA.  
 T.M.: TUDELA (COMUNIDAD FORAL DE NAVARRA)



COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA  
 Colegiado.: 0001937  
 LUIS ÓVELLEIRO MEDINA  
 VISADO Nº.: VD01663-21A  
 FECHA.: 24/5/21  
**E-VISADO**

### 3.1.8 Cronograma de Ejecución

	CRONOGRAMA EJECUCIÓN SUBESTACIÓN SECCIONADORA LA SERNA																			
	MES 1				MES 2				MES 3				MES 4				MES 5			
	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4
IMPLANTACIÓN EN OBRA	█	█																		
MOVIMIENTO DE TIERRAS: ACCESO-PLATAFORMA		█	█	█																
REALIZACIÓN DE LA MALLA DE PUESTA A TIERRA					█	█														
OBRA CIVIL: CIMENTACIONES-EDIFICIO-CANALES							█	█	█	█	█									
EDIFICIO DE CONTROL PREFABRICADO									█	█	█	█								
RECEPCION-MONTAJE DE ESTRUCTURAS SOPORTE APARAMENTA												█	█	█	█					
RECEPCION DE APARAMENTA Y ACOPIO													█	█	█					
MONTAJE ELECTROMECHANICO														█	█	█	█	█	█	
TENDIDO Y CABLEADO ELECTRICO. PROTECCIONES																█	█	█	█	█
ACONDICIONAMIENTO EDIFICIO DE CONTROL Y SERVICIOS																	█	█	█	█
PRUEBAS Y ENERGIZACIÓN																				█

### 3.2 LÍNEA SUBTERRÁNEA DE ENTRONQUE 220 kV.

Con la finalidad de poder evacuar toda la energía generada por las centrales de generación eléctrica de tecnología renovable en la subestación existente denominada La Serna 220 kV propiedad de REE, se proyecta la instalación de un entronque subterráneo ( con línea de entrada y de salida) de evacuación en 220 kV con la línea aérea existente SET Alcarama- SET La Serna 220 kV. Dicha instalación tiene como finalidad la conexión de la nueva subestación La Serna Promotores con el nivel de 220 kV de la citada subestación La Serna 220 kV y con la Subestación Alcarama.

Esta línea subterránea de 220 kV se describe en los siguientes apartados.

#### 3.2.1 Recorrido previsto

El recorrido previsto para este entronque subterráneo tiene el inicio en el parque exterior de 220 kV de la nueva subestación La Serna Promotores, en las dos posiciones de línea Alcarama y La Serna 220 kV y finaliza en los dos nuevos apoyos a instalar en la línea aérea existente que realizaran la conversión aéreo – subterráneo. Estos apoyos no forman parte del alcance de este proyecto, siendo definidos y considerados en el proyecto de modificación de la línea aérea Alcarama-La Serna 220 kV que también está siendo realizado.

Así pues el recorrido puede observarse en los planos adjuntos al presente proyecto.

Esta línea subterránea a ejecutar, discurrirá por el término municipal de Tudela (Navarra).

#### 3.2.2 Afecciones por el paso de las líneas.

El trazado de la conexión subterránea 220 kV, se verá afectado por servicios pertenecientes a organismos o entidades, distintos de los promotores del proyecto.

Es por ello que se adjuntan las siguientes tablas en la cual figuran los organismos afectados, a los cuales se les deberá informar de la afección particular con la correspondiente separata particular.

LSAT 220 kV DE ENTRENQUE CON LAAT SET ALCARAMA-SET LA SERNA (REE)	
Afección/Organismo	
Ayuntamiento de Tudela	
Renovables de La Ribera (Línea Eléctrica de Alta Tensión)	
REE (Línea Eléctrica de Alta Tensión)	

Además forma parte de este proyecto la presentación de la Relación de Bienes y Derechos de Afectados particulares del recorrido de la canalización subterránea correspondiente a esta línea de evacuación.

#### 3.2.3 Características de la instalación

Las características generales de la conexión serán las siguientes:

Tensión Nominal (Vn)	Tensión más elevada	Características mínimas del cable y accesorios	
		U <sub>0</sub> /U (kV)	U <sub>p</sub> (kV)
220 kV	245 kV	127/220	1050

- U<sub>0</sub>: Tensión asignada eficaz a frecuencia industrial entre cada conductor y la pantalla del cable, para la que se han diseñado el cable y sus accesorios.

- U: Tensión asignada eficaz a frecuencia industrial entre dos conductores cualesquiera para la que se han diseñado el cable y sus accesorios.
- Up: Valor de cresta de la tensión soportada a impulsos de tipo rayo aplicada entre cada conductor y la pantalla o la cubierta para el que se ha diseñado el cable o los accesorios.

### 3.2.4 Canalización Subterránea

El recorrido de este entronque se realizará mediante una zanja de aproximadamente 718 m de longitud, con una anchura mínima de 2,00 m, y 1,5 m de profundidad. En dicha zanja, se instalarán dos líneas (entrada-salida) de 220 kV en el interior de tubos corrugados de doble pared de 250 mm de diámetro exterior en disposición plana, red de tierras y comunicaciones.

Los cambios de dirección del trazado del tramo subterráneo se intentarán realizar con radios de curvatura no inferiores a 10 m (50 veces el diámetro exterior del tubo) con motivo de facilitar la operación de tendido.

Se deberá tener especial cuidado en la colocación de los tubos evitando rebabas y hendiduras producidas por el transporte de los mismos, realizando una inspección visual antes de montar cada tubo, desechando los tubos que presenten fisuras, aplastamiento o cualquier tipo de defecto.

Las uniones de los tubos deberán tener un sellado eficaz con objeto de evitar que a través de las mismas puedan penetrar materiales sólidos o líquidos procedentes de los trabajos a realizar durante la obra civil o posteriormente que pudieran dificultar el desarrollo normal de las operaciones de tendido de los cables (agua, barro, hormigón, etc.).

Durante el trabajo de colocación de los tubos se deberá instalar en su interior una cuerda guía para facilitar su posterior mandrilado. Estas guías deberán ser de nylon de diámetro no inferior a 10 mm.

Una vez colocados los tubos de los cables de potencia, inmovilizados y perfectamente alineados y unidos se procederá al hormigonado de los mismos, sin pisar la canalización, vertiendo y vibrando el hormigón de calidad HM-20/B/20 al menos en dos tongadas. Una primera para fijar los tubos y otra para cubrir completamente los tubos de potencia hasta alcanzar la cota del inicio del soporte de los tubos de telecomunicaciones.

Tras la colocación los tubos de telecomunicaciones, inmovilizados y perfectamente alineados y unidos se procederán al hormigonado de los mismos, sin pisar la canalización, vertiendo y vibrando el hormigón de calidad HM-20/B/20 hasta alcanzar la cota de hormigón especificada según el plano de la zanja.

Finalmente, tanto los tubos de los cables de potencia como los tubos de telecomunicaciones, quedarán totalmente rodeados por el hormigón constituyendo un prisma de hormigón que tiene como función la inmovilización de los tubos y soportar los esfuerzos de dilatación- contracción térmica o los esfuerzos de cortocircuito que se producen en los cables.

Cuando se finalice el hormigonado de la canalización se rellenará la zanja, en capas compactadas no superiores a 250 mm de espesor, con tierra procedente de la excavación, arena, o todo-uno normal al 95% P.M. (Proctor Modificado). Dentro de esta capa de relleno, a una distancia de 150 mm del firme existente, se instalarán las cintas de polietileno de 150 mm de ancho, indicativas de la presencia de cables eléctricos de alta tensión.

Para concluir, se rellenará la zanja con material seleccionado de excavación con tongadas de 20 cm. En toda la extensión de la zanja se colocará una malla de señalización, marcándose todo su recorrido mediante los hitos de hormigón.

### 3.2.5 Características del cable de potencia

El cable de potencia debe ser capaz de estar en servicio y soportar las variaciones en tensión y frecuencia de la red de acuerdo a lo establecido en la normativa nacional e internacional vigente.

Dicho cable formará parte de lo considerado como instalación de enlace, teniendo que cumplir lo preceptuado en el procedimiento de operación 13.3 correspondiente a los criterios de diseño y requisitos mínimos para las instalaciones de transporte.

Las características principales de la red de 220 kV a la cual deberán de operar el cable serán las siguientes:

- |   |         |
|---|---------|
| • Tensión nominal                       | 220 kV  |
| • Tensión máxima                        | 245 kV  |
| • Intensidad de cortocircuito simétrico | 12,4 kA |
| • Frecuencia nominal                    | 50 Hz   |

Con estos condicionantes establecemos el siguiente cable aislado, para la instalación en subterráneo para el transporte de la energía:

### **2XS(FL)2Y 127/220kV 3x1x2500 mm<sup>2</sup> AI RMS/110**

Cable aislado de aislamiento XLPE 127/220 kV de aluminio, cuerda compacta redonda 1x2500 mm<sup>2</sup> de sección con doble ob-turación longitudinal en conductor y pantalla, protección radial con lámina de aluminio solapada, pantalla constituida por alambres de cobre de 110 mm<sup>2</sup> de sección y cubierta exterior de poliolefina no propagadora del incendio (Cat.A) y características mecánicas DMZ2.

Dicho cable de potencia, para ambas líneas del entronque, será de cable unipolar de aluminio con las siguientes características:

1 – Conductor: Conductor: cuerda de hilos de aluminio, clase 2, según IEC 60228.

- Sección empleada : 2500 mm<sup>2</sup>
- Material: Aluminio
- Diametro nominal: 60,9 mm

2 – Semicond. Interior: capa extrusionada de material conductor.

3 – Aislamiento

- Material: Polietileno Reticulado XLPE
- Diam. sobre aislamiento: 123 mm

4–Semicond. Exterior: capa extrusionada de material conductor.

5 – Pantalla metálica, lámina de aluminio solapada.

- Sección: 110 mm<sup>2</sup>.

6 – Cubierta exterior: Poliolefina no propagadora de la llama de color rojo.

- Material: Poliolefina DMZ2
- Peso del cable: 16,6 kg/m

7 - Radio mínimo de curvatura

- en posición final: 1,85 m
- durante tendido: 3,05 mm

8 – Capacidad de transporte del cable

- Tipo de instalación: single point

A continuación, se muestra las características del cable de FO. Se deberá garantizar una vida media mayor del cable de 25 años.

**Tabla 9: Características CABLE FIBRA ÓPTICA**

Número de fibras	48
Diámetro exterior del cable (mm)	≤ 18
Resistencia a la tracción máxima (daN)	≥ 1.000
Masa (kg/km)	≤ 300
Radio de curvatura (mm)	≤ 300
Disposición de tubos	4 tubos de 12 fibras
Humedad relativa	Mínima: 65% hasta 55°C
Margen de Temperatura	-20°C a +90°C
Tipos de Fibra (norma de referencia)	Monomodo convencional (ITU-T G.652.D)

Tabla de características de la FO

### 3.2.6 Empalmes Cable Eléctrico

Se llevaran a cabo los empalmes unipolares necesarios los cuales deberán de ser definidos como consecuencia de las longitudes del recorrido respecto al sistema de instalación y conexionado del cable.

Los empalmes serán premoldeados y probados en fábrica previamente al montaje para cada cable en particular. Las características técnicas de los empalmes deberán ser compatibles con los cables que unen, así como con el sistema subterráneo global y condiciones de operación de la instalación a la que van destinados.

El empalme deberá estar diseñado para soportar los esfuerzos térmicos y electrodinámicos durante el funcionamiento normal y en las condiciones de cortocircuito especificadas para el cable correspondiente. Proporcionarán al menos las mismas características eléctricas y mecánicas que los cables que unen.

Por otro lado, en el suministro de cada empalme se incluirán todas las piezas y pequeño material necesario para su confección (masillas, cintas, etc.) y conexionado de pantallas (cable coaxial para conectar el empalme con la caja de puesta a tierra, etc.)

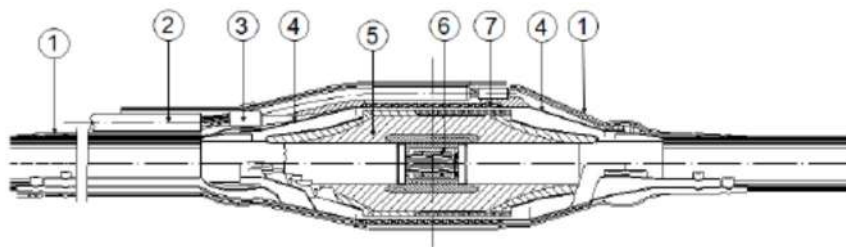
#### Composición

Empalme (con separación de pantallas)

La composición general de este tipo de empalmes (con separación de pantallas) para los cables aislados de 127/220 kV será la siguiente:

1. Cubierta de protección del empalme
2. Cable concéntrico para unión pantallas con caja puesta a tierra.
3. Manguito de unión de cables de tierra.
4. Envoltente metálica del empalme.
5. Cuerpo premoldeado del empalme.
6. Conexión de los conductores y electrodo de unión.
7. Aro o anillo aislante de separación de las pantallas





Se comprobará especialmente las compatibilidades con respecto a:

- Tipo de construcción del cable.
- Dimensiones (diámetro, área, excentricidades, tolerancias máximas)
- Temperatura máxima de operación (tanto en continuo como bajo sobrecargas y cortocircuito) Aislamiento y capas semiconductoras (compatibilidad física y química)
- Esfuerzos mecánicos y de cortocircuito
- Gradiente máximo de campo eléctrico
- Tipo de instalación a la que se destina

Protegerá el empalme, soportará los esfuerzos mecánicos y proporcionará estanqueidad total frente a la entrada de agua. La cubierta protectora deberá estar provista de una salida para el cable concéntrico de conexión de pantallas y una brida aislada separadora.

La conexión de los conductores se realizará preferentemente mediante soldadura y con un electrodo de unión que garantice una superficie de contacto y un campo uniforme en la zona de contacto con el cuerpo premoldeado del empalme.

El método de conexión de los conductores deberá garantizar la misma capacidad de transporte y soportar los esfuerzos termomecánicos del cable.

En la zona de unión con el cable deberá disponerse de protección mecánica adecuada para evitar daños causados por la transmisión de esfuerzos (tanto axiales como transversales) y garantizar la completa estanqueidad de la unión (barrera contra la penetración radial y longitudinal de agua).

Se proporcionará una certificación para cada empalme que incluya como mínimo la siguiente información:

- Tipo de empalme
- Prueba de resistencia de aislamiento (pantalla a tierra y conductor a pantalla) antes de la unión.
- Kit utilizado incluyendo el número de serie.
- Herramienta de decapado utilizada incluyendo el número de serie.
- Área de la sección transversal del conductor.
- Prueba de resistencia de aislamiento (pantalla a tierra y conductor a pantalla) después de la unión.
- Instrucciones del fabricante del kit de unión.
- Empalmador.
- Fecha de finalización.

### 3.2.7 Terminales del cable

La conexión del cable con la aparatada de la posición de línea de 220 kV de la nueva subestación La Serna Promotores se llevara a cabo por medio de unas botellas terminales de tipo exterior unipolar por fase.

Estas botellas terminales de tipo exterior se instalaran sobre soportes metálicos individuales diseñados específicamente tanto para la sujeción de estas botellas terminales como para la sujeción del cable de potencia en su subida y conexión a dicha botella terminal.

Las características técnicas de estos terminales deberán de ser compatibles con los cables que se instalen, siendo tanto su capacidad de transporte así como la corriente de cortocircuito soportada ser al menos igual a la del cable de la instalación.

Dichos terminales deberán de cumplir con los ensayos y requerimientos fijados por la norma UNE 211067-1: "Cables de energía eléctrica con aislamiento extruido y sus accesorios para tensiones asignadas superior a 150 kV hasta 400 kV. Parte 1: Requisitos y métodos de ensayo".

### 3.2.8 Sistema de Puesta a Tierra del cable. Tipo de instalación

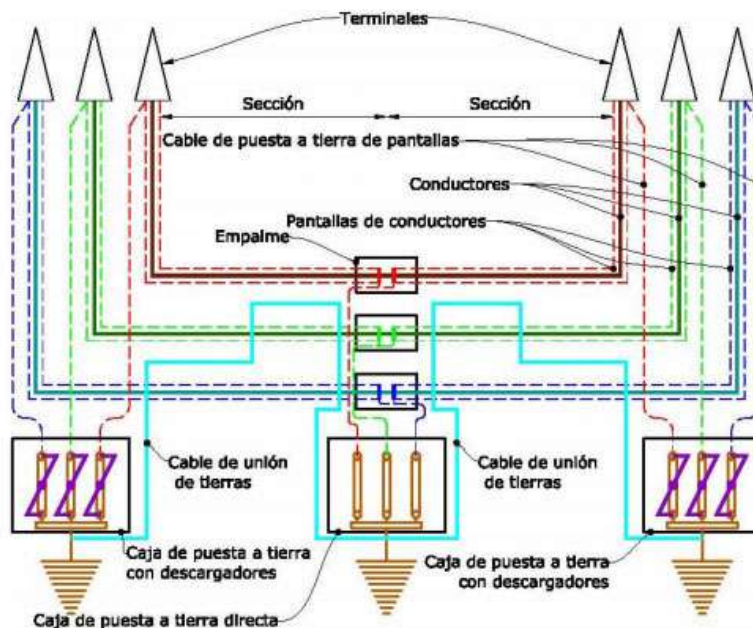
El cable aislado, al disponer de una pantalla formada por un tubo o lámina de aluminio, se produce la aparición de tensiones inducidas. Según el sistema de conexionado a tierra de las pantallas pueden aparecer corrientes inducidas que disminuyen la intensidad máxima admisible del cable, o bien, aunque no circulen corrientes longitudinales por las pantallas, las tensiones inducidas pueden alcanzar valores elevados que deben ser controlados, ya que en algunos puntos las personas pueden estar expuestas al contacto con las pantallas.

Debido a la longitud existente entre ambos extremos y a la necesidad de la existencia de un empalme intermedio, se establece la conexión de las pantallas del cable de potencia mediante el sistema "mid-point".

Este tipo de conexión consiste en dividir la línea en dos secciones de longitud idéntica y conectar las pantallas de los conductores a tierra rígidamente en el punto medio, mientras que en ambos extremos de la línea los conductores se conectaran a tierra mediante limitadores de tensión.

En este tipo de conexión es necesario tender un cable de tierra paralelo a la línea, como unión equipotencial entre los distintos electrodos de puesta a tierra a los que se conectan las pantallas de los cables. Se realizará la transposición de este cable para evitar que circulen corrientes por él.

A continuación se muestra un esquema de conexionado.



Esquema de conexión



El contratista incluirá los elementos necesarios para su instalación tanto para la bajante por el apoyo como el tendido a lo largo de toda la canalización enterrada, la caja de pantalla de pat y la caja de conexión con descargadores.

### Conductor de continuidad de tierra

El conductor de continuidad de tierra para proveer un camino de baja impedancia para las corrientes homopolares que se puedan producir en caso de circulación por la línea de corrientes del cortocircuito, será de cobre con una sección de 120 mm<sup>2</sup> y deberá estar aislado con aislamiento de XLPE en todo su recorrido.

### **3.3 CÁMARAS DE EMPALME**

Las cámaras de empalme tendrán las dimensiones suficientes para empalmar los tres cables, estas dimensiones se pueden ver con mayor exactitud en el plano "Cámara de empalme", la profundidad de la cámara de empalme será aproximadamente de 1,5 m.

Una vez realizado el hueco para la cámara de empalme con las dimensiones necesarias, se colocarán paredes fabricadas con bloques de hormigón, y se procederá a ejecutar una solera de hormigón HM-20 de 15 cm de espesor.

Cuando sea necesario conectar las pantallas metálicas a una caja de puesta a tierra a través de descargador, se facilitará la salida de los cables coaxiales de interconexión, a través de un agujero en las paredes de la cámara de empalme, para llevarlos hasta la caja correspondiente, la cual se situará lo más próxima posible a la cámara de empalme.

Una vez realizados los empalmes de los cables y las pruebas de instalación acabada, y tras colocar un lecho de arena para los mismos, la cámara se rellenará de arena de río o mina, de granulometría entre 0.2 y 1 mm, y de una resistividad de 1 K·m/W, colocándose encima de este relleno de arena una capa de hormigón HM-20 de 10 cm como protección. Finalmente se repondrá el terreno.

#### **3.3.1 Plazo de Ejecución**

Para la ejecución de los trabajos necesarios de las instalaciones indicadas correspondientes a la línea eléctrica subterránea de conexión de la subestación La Serna Promotores se ha previsto un plazo de ejecución de 3 meses, con las siguientes actividades principales:

- Trabajos previos consistentes en labores de replanteo y estudio de los posibles servicios e instalaciones afectadas a lo largo del recorrido, inicio de los trabajos, etc.
- Obra civil, realización de la canalización subterránea: Ejecución de los trabajos para la construcción de la zanja a lo largo del recorrido (excavación, extendido de capa de arena...)
- Tendido del cable de potencia
- Realización de los empalmes necesarios.
- Realización de terminales y conexión en ambos extremos.
- Pruebas eléctricas del cable, comprobando la correcta instalación desde el punto de vista de conductividad, aislamiento correcto y puesta a tierra efectiva.
- Puesta en marcha de la conexión en 220 kV.



**PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO**  
 SUBESTACION 220 KV "LA SERNA PROMOTORES" Y LSAT DE ENTRONQUE CON LAAT  
 SET ALCARAMA – SET LA SERNA.  
 T.M.: TUDELA (COMUNIDAD FORAL DE NAVARRA)

**inpro**  
 INGENIERIA Y ARQUITECTURA

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA  
 Nº de colegiado.: 0001937  
 D. JOSÉ BELLEIRO MEDINA  
 Expediente Nº.: VD01663-21A  
 DEFECHA : 24/5/21  
**E-VISADO**

### 3.3.2 Cronograma de Ejecución

	CRONOGRAMA EJECUCIÓN CONEXIÓN SUBTERRANEA 220 kV											
	MES 1				MES 2				MES 3			
	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4
IMPLANTACIÓN EN OBRA	█											
REALIZACION DE CANAL DE CABLES		█	█	█	█	█						
PREPARACION ZANJA PARA TENDIDO			█	█	█	█						
RECEPCIÓN DE CABLE						█						
TENDIDO POR ZANJA							█	█	█			
MONTAJE DE TERMINALES											█	
REALIZACION DE PRUEBAS CONDUCTIVIDAD Y AISLAMIENTO												█
ENERGIZACIÓN												█

## 4 CONCLUSIÓN

Con el presente proyecto, se entiende haber descrito adecuadamente tanto la nueva subestación La Serna Promotores como el entronque subterráneo de la línea aérea existente de 220 kV Alcarama – La Serna 220 kV (REE). Ambas instalaciones necesarias para la evacuación de las plantas de energía renovable en el nudo de conexión a la red de transporte de la subestación La Serna 220 kV, en el término municipal de Tudela (Navarra), sin perjuicio de cualquier otra ampliación o aclaración que las autoridades competentes consideren oportunas.

Mayo de 2021



Fdo: José Luis Ovelleiro Medina.  
Ingeniero Industrial.  
Colegiado nº. 1.937  
Al Servicio de la Empresa:  
Ingeniería y Proyectos Innovadores  
B-50996719



## **ANEJO 1. CALCULOS ELECTRICOS SUBESTACIÓN**

---

## ÍNDICE

1	OBJETO.....	3
2	NORMATIVA.....	4
3	SUBESTACIÓN ELÉCTRICA LA SERNA PROMOTORES 220 KV .....	5
3.1	NIVELES DE AISLAMIENTO .....	5
3.2	DISTANCIAS MINIMAS DE SEGURIDAD .....	5
3.3	CÁLCULOS DE CORTOCIRCUITO.....	8
3.3.1	<i>HIPÓTESIS DE DISEÑO</i> .....	8
3.3.2	<i>CALCULO DE CORTOCIRCUITO TRIFÁSICO</i> .....	9
3.4	CÁLCULO MECÁNICO DE EMBARRADOS RÍGIDOS .....	10
3.4.1	<i>HIPÓTESIS DE DISEÑO</i> .....	10
3.4.2	<i>CONDICIONES DE LA INSTALACIÓN</i> .....	10
3.4.3	<i>NORMATIVA APLICABLE</i> .....	10
3.4.4	<i>CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES / EQUIPOS A INSTALAR</i> .....	11
3.4.5	<i>CÁLCULO MECÁNICO DEL EMBARRADO PRINCIPAL</i> .....	11
3.4.5.1	<i>Corriente de cortocircuito</i> .....	11
3.4.5.2	<i>Tensión en el tubo</i> .....	12
3.4.5.3	<i>Reacciones sobre aisladores soporte</i> .....	14
3.4.5.4	<i>Flecha en el tubo</i> .....	14
3.4.5.5	<i>Elongación del embarrado</i> .....	15
3.4.5.6	<i>Esfuerzo térmico en cortocircuito</i> .....	15
3.5	CÁLCULOS DE EFECTO CORONA.....	16
3.5.1	<i>CÁLCULO DE LA TENSIÓN DISRUPTIVA</i> .....	16
3.6	COORDINACIÓN DE AISLAMIENTO CON LOS PARARRAYOS.....	17
3.7	CÁLCULO DE CONDUCTORES .....	19
3.7.1	<i>CONDUCTOR PARQUE INTEMPERIE 220 KV SET LA SERNA PROMOTORES</i> .....	19
3.8	CÁLCULOS DE LA RED DE TIERRAS .....	21
3.8.1	<i>CONSIDERACIONES PREVIAS</i> .....	21
3.8.1.1	<i>Normativa utilizada</i> .....	21
3.8.1.2	<i>Procedimiento para el cálculo</i> .....	21
3.8.1.3	<i>Datos de partida para el cálculo</i> .....	22
3.8.2	<i>CÁLCULO DE LAS TENSIONES DE PASO Y CONTACTO MÁXIMAS ADMISIBLES</i> .....	22
3.8.3	<i>RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA</i> .....	23
3.8.4	<i>INTENSIDAD DE DEFECTO A TIERRA</i> .....	23
3.8.5	<i>EVALUACIÓN DE TENSIONES DE PASO Y CONTACTO</i> .....	24
3.9	RED DE TIERRAS SUPERIORES .....	26
4	CONDUCTOR LÍNEA SUBTERRANEA DE ALTA TENSIÓN 220 KV .....	27
4.1	INTENSIDAD MAXIMA ADMISIBLE .....	27
4.2	INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO ADMISIBLE .....	28
4.3	PÉRDIDAS ADMISIBLES POR CAIDA DE TENSIÓN .....	30

## 1 OBJETO

El objeto del presente anexo es la realización de los cálculos eléctricos justificativos asociados a la subestación seccionadora y línea subterránea de alta tensión necesarias para la evacuación para los distintos parques de generación eléctrica situados por la misma zona.

Las infraestructuras necesarias para la evacuación de estos parques objeto de este anexo es la siguiente:

**1.- Subestación Eléctrica La Serna Promotores 220 kV:** Se trata de una nueva subestación seccionadora, situada en el término municipal de Tudela, que albergará cuatro posiciones de línea, necesarias para la conexión al nivel de 220 kV de los parques eólicos indicados y toda la aparamenta necesaria.

**2.- Línea Eléctrica Subterránea de conexión 220 kV:** Consiste de una derivación en subterránea en el nivel de 220 kV, que permitirá la conexión de la futura subestación La Serna Promotores 220 kV con la actual línea aérea Alcarama- La Serna 220 kV propiedad de REE.

En el presente anejo, se llevan a cabo los cálculos eléctricos justificativos correspondientes a los diferentes niveles de tensión de cada una de las instalaciones indicadas.

El objeto de este documento es justificar, desde el punto de vista técnico, las soluciones adoptadas en cada uno de los diferentes niveles de tensión de las infraestructuras de evacuación anteriormente indicadas, para los elementos más críticos de las configuraciones adoptadas.

Este documento incluye la justificación de los siguientes elementos:

- Cálculo de cortocircuito
- Cálculo mecánico de embarrados rígidos.
- Determinación de efecto corona.
- Determinación de distancias eléctricas mínimas en embarrados tendidos.
- Red de tierras inferiores.
- Red de tierras superiores.
- Cálculo del conductor de la línea subterránea 220 kV

Cada apartado contiene la normativa aplicable en cada caso, las hipótesis de diseño, los cálculos justificativos, criterios de validación y conclusiones.



## 2 NORMATIVA

- Ley 54/1997, de 27 de noviembre, del Sector eléctrico.
- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.
- Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23.
- Reglamento Electrotécnico de baja tensión aprobado por Real Decreto 842/2002 de 2 de Agosto, publicado en BOE N° 224 de 18 de septiembre de 2003.
- Instrucciones Complementarias del Reglamento Electrotécnico para baja tensión.
- Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.
- Orden TEC/1281/2019, de 19 de diciembre, por la que se aprueba las Instrucciones Técnicas Complementarias al Reglamento Unificado de Puntos de Medida del Sistema Eléctrico.
- Real Decreto 223/2008 de 15 de febrero por el que se aprueba el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias.
- Reglamento (UE) 2016/631 de la comisión de 14 de abril de 2016, que establece un código de red sobre requisitos de conexión de generadores a la red, con el fin de garantizar la controlabilidad y seguridad del sistema eléctrico en su conjunto.
- Norma CEI 865 de 1986, "Cálculo de los efectos de las corrientes de cortocircuito".
- Norma UNE EN 60865-1, "Corrientes de cortocircuito, cálculo de efectos. Parte 1: Definiciones y métodos de cálculo".
- Norma CEI 909-1988, "Cálculo de corrientes de cortocircuito en redes de corriente alterna trifásica".
- Norma VDE 0102.
- Norma DIN 43670.

Si al aplicar las normas y reglamentos anteriores se obtuviesen valores que discrepasen con los que pudieran obtenerse con otras normas o métodos de cálculo, se considerará siempre el resultado más desfavorable, con objeto de estar siempre del lado de la seguridad.

### 3 SUBESTACIÓN ELÉCTRICA LA SERNA PROMOTORES 220 KV

#### 3.1 NIVELES DE AISLAMIENTO

Los niveles de aislamiento de los equipos a instalar en la nueva subestación indicados cumplirán lo establecido en la ITC-RAT 12 del Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión.

Concretamente cumplirán con los niveles de aislamiento indicados en las tablas 1, 2 y 3 de la citada ITC-RAT 12 asociadas a los valores normalizados de la tensión más elevada para el material de los grupos A, B y C respectivamente, al tratarse de una instalación con diferentes niveles de tensión. Estos valores de tensión de aislamiento serán:

INSTALACIÓN	TENSIÓN NOMINAL (kV eficaces)	TENSIÓN MÁS ELEVADA PARA EL MATERIAL (kV eficaces)	TENSIÓN SOPORTADA NOMINAL A FRECUENCIA INDUSTRIAL (kV eficaces)	TENSIÓN SOPORTADA NOMINAL A LOS IMPULSOS TIPO RAYO (kV de cresta)
SET LA SERNA PROMOTORES	220	245	460	1.050

Se instalarán pararrayos en la salida de las líneas de 220 kV, debido a que la aparamenta exterior está expuesta a descargas atmosféricas.

#### 3.2 DISTANCIAS MINIMAS DE SEGURIDAD

Las distancias mínimas entre fases y entre fase y tierra de aislamiento en aire para los niveles de tensión de aislamiento indicados en el apartado anterior vienen fijados en las mismas tablas de la ITC-RAT 12 del Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión, y son:

TENSIÓN NOMINAL (kV eficaces)	TENSIÓN MÁS ELEVADA PARA EL MATERIAL (kV eficaces)	Distancia mínima de aislamiento en aire fase a tierra (mm)	Distancia mínima de aislamiento en aire entre fases (mm)
220	245	2.100	

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

Los elementos en tensión que se encuentren sobre pasillos de servicio, deberán estar a una altura mínima en cm de  $H = 250 + d$ , siendo 'd' la distancia expresada en cm de las tablas de la ITC-RAT 12, considerando como parte en tensión la línea de contacto del elemento aislante con su zócalo o soporte. En el caso de la subestación objeto de este proyecto, la altura mínima a considerar sería, para cada nivel de tensión:

- Parque 220 kV:  $H=250+210= 460$  cm

Distancia respetada como se puede observar en los planos adjuntos.

Los pasillos de servicio del parque intemperie de la subestación, dispondrán de la anchura suficiente para permitir la fácil maniobra e inspección de los equipos, cumpliendo con lo establecido en el apartado 6.1.1 de la ITC-RAT 14 del Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión.

En los planos adjuntos en este proyecto, puede comprobarse en la disposición en planta y alzado de los equipos del parque intemperie, que las distancias consideradas en el diseño de la subestación superan en todos los casos las distancias mínimas indicadas y marcadas en el Reglamento.

- **Zonas de protección contra contactos accidentales en el interior del recinto de la instalación**

Los sistemas de protección que deban establecerse en el interior de la instalación para evitar contactos accidentales con elementos en tensión, guardarán unas distancias mínimas medidas en horizontal a los elementos en tensión que se respetaran en la zona comprendida entre el suelo y una altura de 2 m y que según el sistema de protección elegido y expresadas en centímetros, serán:

- De elementos en tensión a paredes macizas de 180 cm de altura mínima:  

$$B = d + 3$$
- De elementos en tensión a enrejados de 180 cm de altura mínima:  

$$C = d + 10$$
- De elementos en tensión a cierres de cualquier tipo (paredes macizas, enrejados, barreras, etc..) con una altura que en ningún caso podrá ser inferior a 100 cm:  

$$E = d + 30, \text{ con un mínimo de } 125 \text{ cm}$$

Siendo 'd' la distancia expresada en cm de las tablas de la ITC-RAT 12.

En el caso de la subestación objeto de este proyecto las distancias mínimas a considerar se indican en la tabla siguiente:

TENSIÓN NOMINAL (kV eficaces)	TENSIÓN MÁS ELEVADA PARA EL MATERIAL (kV eficaces)	Distancia mínima de aislamiento en aire fase a tierra y entre fases 'd' (cm)	B (cm)	C (cm)	E (cm)
220	245	210	213	220	240

- **Zonas de protección contra contactos accidentales desde el exterior del recinto de la instalación**

Para evitar los contactos accidentales desde el exterior del cierre del recinto de la instalación con los elementos en tensión, deberá existir entre estos y el cierre la distancia mínima de seguridad, medida en horizontal y expresada en centímetros, que se indica a continuación:

- De elementos en tensión al cierre cuando este es una pared maciza de altura  $k < 250 + d$ :

$$F = d + 100$$

- De elementos en tensión al cierre cuando este es una pared maciza de altura  $k \geq 250 + d$

$$B = d + 3$$

- De elementos en tensión al cierre cuando este es un enrejado de cualquier altura  $k \geq 220$  (La cuadrícula del enrejado será como máximo de 50x50 mm):

$$G = d + 150$$

Siendo 'd' la distancia expresada en cm de las tablas de la ITC-RAT 12, para los diferentes niveles de tensión que tenemos en la nueva subestación.

En el caso de la subestación objeto de este proyecto, se ha considerado un cerramiento perimetral de malla metálica de 2,20 de altura mínima. Por lo que las distancias mínimas a considerar se indican en la tabla siguiente:

TENSIÓN NOMINAL (kV eficaces)	TENSIÓN MÁS ELEVADA PARA EL MATERIAL (kV eficaces)	Distancia mínima de aislamiento en aire fase a tierra y entre fases 'd' (cm)	G (cm)
220	245	210	360

En el plano de planta de la subestación adjunto en este proyecto, puede comprobarse en la disposición de los equipos del parque intemperie, que las distancias consideradas en el diseño de la subestación superan en todos los casos las distancias mínimas indicadas y marcadas en el Reglamento.

### 3.3 CÁLCULOS DE CORTOCIRCUITO

#### 3.3.1 HIPÓTESIS DE DISEÑO

Con el objeto de verificar las características de la aparamenta eléctrica y conductores en los niveles de 220, se ha realizado un estudio de cortocircuito en el sistema de alta tensión de 220 kV.

Tal y como se indica en IEC 60909-0, se han considerado las siguientes hipótesis para obtener los máximos valores de corriente de cortocircuito:

El factor  $c_{max}$  debe ser aplicado para los casos de alta y media tensión en el escenario más restrictivo (máxima corriente de cortocircuito) tal y como se indica en la Tabla 1 de la IEC 60909-0.

Table 1 – Voltage factor  $c$

Nominal voltage $U_n$	Voltage factor $c$ for the calculation of	
	maximum short-circuit currents $c_{max}^{1)}$	minimum short-circuit currents $c_{min}$
<b>Low voltage</b> 100 V to 1 000 V (IEC 60038, table I)	1,05 <sup>2)</sup> 1,10 <sup>4)</sup>	0,95
<b>Medium voltage</b> >1 kV to 35 kV (IEC 60038, table III)	1,10	1,00
<b>High voltage<sup>3)</sup></b> >35 kV (IEC 60038, table IV)		

<sup>1)</sup>  $c_{max} U_n$  should not exceed the highest voltage  $U_m$  for equipment of power systems.  
<sup>2)</sup> If no nominal voltage is defined  $c_{max} U_n = U_m$  or  $c_{min} U_n = 0,90 \times U_m$  should be applied.  
<sup>3)</sup> For low-voltage systems with a tolerance of +6 %, for example systems renamed from 380 V to 400 V.  
<sup>4)</sup> For low-voltage systems with a tolerance of +10 %.

#### Datos de partida

- SE La Serna 220 kV (REE):
  - Icc trifásica máxima= Intensidad de cortocircuito monofásica máxima: 18,7 KA
  - Intensidad de cortocircuito trifásica mínima: 11,8 kA

(Informe Anual de la Corriente de Cortocircuito en la red de transporte del Sistema Eléctrico Peninsular Español emitido en 07/05/20)

- Línea Aérea 220 kV La Serna 220 kV (REE) – La Serna Promotores (Apoyo de conversion)
  - Cable simplex Aluminio-Acero Starling ACSS
  - Resistencia R= 0,0992  $\Omega$ /km
  - Reactancia X= 0,375  $\Omega$ /km
  - Longitud L= 1083 m
- Entronque subterráneo kV Apoyo de Conversión– La Serna Promotores
  - Cable Aislado Aluminio (3x1x2500 mm<sup>2</sup>) Al RMS/110
  - Resistencia R= 0,0198  $\Omega$ /km
  - Reactancia X= 0,169  $\Omega$ /km
  - Longitud L= 718 m

Fórmulas a aplicar

Para el cálculo de la intensidad de cortocircuito simétrica inicial  $I''_{CC}$  se aplica la siguiente fórmula:

$$I''_{CC} = \frac{cU_n}{\sqrt{3} \cdot Z_{CC}} = \frac{cU_n}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{R_{CC}^2 + X_{CC}^2}} A(efc.)$$

Siendo:

$c = 1,1$ , factor que considera la verdadera tensión y capacidad de línea y admitancias de cargas en paralelo.

$U_N$  = Tensión nominal.

$Z_{CC}$  = Impedancia de cortocircuito total desde el origen hasta el punto de cortocircuito a calcular.

La amplitud o valor de cresta de la corriente de cortocircuito o de choque se calculará por la expresión:

$$I_{ch} = K \cdot \sqrt{2} I''_{CC}, \text{ siendo } K = 1,02 + 0,98 \cdot e^{-3R/X}$$

### 3.3.2 CALCULO DE CORTOCIRCUITO TRIFÁSICO

Se ha modelizado el cálculo de cortocircuito trifásico y a continuación se indican las intensidades de cortocircuito trifásico calculadas para el nivel de tensión de 220 kV:

Situación	$I''_{CC}$ TOTAL (kA)	$I_{ch}$ (kA)
SE LA SERNA PROMOTORES 220 kV	19,06	47,22



### 3.4 CÁLCULO MECÁNICO DE EMBARRADOS RÍGIDOS

#### 3.4.1 HIPÓTESIS DE DISEÑO

Con el fin de permitir evoluciones futuras del sistema eléctrico sin impacto en la nueva subestación proyectada, se adoptan los siguientes valores de diseño:

$I_{cc3}$  (simétrica) = 40 kA (Nivel de 220 kV).

R/X (sistema) = 0,07

Duración del cortocircuito = 0,5 s.

- **Conductor rígido**

Las barras principales se va a realizar mediante tubos de Al en el nivel de 220 kV:

- Tubo 150/134 mm Ø en conexiones en barras principales (Parque 220 kV).

- **Condiciones del vano**

La geometría y condiciones de anclaje en los extremos de los vanos considerados como más desfavorables son las siguientes:

- Vano A.- Barras principales en el parque de 220 kV, con las siguientes condiciones:

Longitud de vano: 15 m

Distancia entre fases: 3,5 m

Anclajes: Fijo – Elástico.

#### 3.4.2 CONDICIONES DE LA INSTALACIÓN

La subestación proyectada se encuentra en una parcela aproximadamente a 264 m sobre el nivel del mar (Zona A según RLAT). Por lo tanto se consideran las siguientes condiciones climatológicas, según se establece en el apartado 3.1.2.5 de la ITC-LAT 07 del Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión

- Viento: Presión de viento a 140 km/h = 95,3 DaN/m<sup>2</sup>

#### 3.4.3 NORMATIVA APLICABLE

Los cálculos que se realizan a continuación cumplen con la normativa vigente en España referente a este tipo de instalaciones y está basado en las siguientes Normas y Reglamentos:

- Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación. R. D. 3275/1982 de 12 de noviembre y sus modificaciones posteriores, la última por O. M. de 10/03/00.
- Instrucciones Técnicas Complementarias en Subestaciones. DECRETO nº 842/02 de 2-AGO en B.O.E.: 18-SEPT-02.
- Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias.- Real Decreto 223/2008 de 15 de febrero de 2008.
- Norma CEI 865 de 1986, "Cálculo de los efectos de las corrientes de cortocircuito".
- Norma UNE EN 60865-1, "Corrientes de cortocircuito, cálculo de efectos. Parte 1: Definiciones y métodos de cálculo".

- Norma CEI 909-1988, "Cálculo de corrientes de cortocircuito en redes de corriente alterna trifásica".
- Norma VDE 0102.
- Norma DIN 43670.

Si al aplicar las normas y reglamentos anteriores se obtuviesen valores que discrepasen con los que pudieran obtenerse con otras normas o métodos de cálculo, se considerará siempre el resultado más desfavorable, con objeto de estar siempre del lado de la seguridad.

### 3.4.4 CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES / EQUIPOS A INSTALAR

#### Tubo 150/134

Aleación	E-ALMgSi0,5, F22
Diámetro exterior (D) interior (d)	150/134 mm
Espesor de la pared (e)	8 mm
Peso propio unitario (Ppt)	9,64 kg/m
Sección (A)	3.567 mm <sup>2</sup>
Carga de rotura del material (a <sub>R</sub> )	195 N/mm <sup>2</sup>
Momento de inercia (J)	902 cm <sup>4</sup>
Momento resistente (W)	95,12 cm <sup>3</sup>
Módulo de elasticidad (Young) (E)	70.000 N/mm <sup>2</sup>
Límite de fluencia mínimo del material (R <sub>p02</sub> )	160 N/mm <sup>2</sup>
Coefficiente de dilatación lineal (s)	0,023 mm/m°C
Intensidad máxima <sup>1</sup>	3.890 A.

#### Características de los aisladores soporte

En los tramos del vano correspondientes a las barras principales en el parque de 220 kV, se instalan aisladores C10-1050, de las siguientes características mecánicas:

Carga de rotura a flexión	10.000 N
Carga de rotura a torsión	4.000 Nm
Altura del aislador	2.300 mm
Altura de la pieza soporte	170 mm

### 3.4.5 CÁLCULO MECÁNICO DEL EMBARRADO PRINCIPAL.

#### 3.4.5.1 Corriente de cortocircuito

Como ya se ha dicho, la intensidad simétrica de cortocircuito trifásico (I<sub>cc</sub>) a efectos de diseño es de 40 kA en el parque de 220 kV.

La intensidad de cresta, (S/ CEI 909) vale:

$$I_p = \chi \cdot \sqrt{2} \cdot I_{cc}$$

con:

$$\chi = 1,02 + 0,98 \cdot e^{-3R/X}$$

R/X es la relación de impedancias equivalentes del sistema en el punto de cortocircuito que, para la red de transporte en este nivel de tensión, vale típicamente 0,07.

Así,  $\chi = 1,814$  con lo que:

- $I_p = 102,63$  kA. para  $I_{cc} = 40$  kA.

### 3.4.5.2 Tensión en el tubo

- Esfuerzos por viento:
- $F_v = 953 \cdot 150$  ( $\varnothing$  tubo mm)  $\cdot 10^{-3} = 142,91$  N/m
- Esfuerzos por peso propio:

En total:  $F_p = 128,536$  N/m

- Esfuerzos por cortocircuito:

La fuerza estática por unidad de longitud entre dos conductores paralelos recorridos por una intensidad se obtiene de la expresión:

$$F_s = 0,866 \cdot \frac{\mu_0 \cdot I_p^2}{2 \cdot \pi \cdot a}$$

Donde:

$I_p$  = Intensidad de cresta de cortocircuito trifásico

$\mu_0$  = permeabilidad magnética del vacío ( $4\pi \cdot 10^{-7}$  N/A<sup>2</sup>).

$a$  = Distancia media entre fases

Sustituyendo y operando,

$$F_{s220} = 521,309 \text{ N/m}$$

Los esfuerzos dinámicos dependen a su vez de la frecuencia de vibración propia del tubo, que es función del tubo, el vano y los apoyos, y que permite calcular dos coeficientes que determinan el esfuerzo dinámico en cortocircuito sobre el tubo:

$V_\sigma$  = factor que tiene en cuenta el efecto dinámico.

$V_r$  = factor que tiene en cuenta el reenganche.

La frecuencia de vibración de un tubo vale, S/ CEI 865:

$$f_c = \frac{\gamma}{l^2} \times \sqrt{\frac{EI}{m}}$$

Donde:

$I$  = inercia de la sección del tubo.

$m$  = masa unitaria del tubo, incluido cable amortiguador

$E$  = Módulo de Young del material.

$l$  = longitud del vano.

$\gamma$  = coeficiente del tubo y los apoyos: 2,45 en este caso. (Ver tabla 3 S/CEI 865).

Sustituyendo y operando:

$$f_c = 1,564 \text{ Hz (220 kV)}$$

La relación entre la frecuencia de oscilación y la frecuencia nominal del sistema establece los valores de  $V_{\sigma}$  y  $V_r$ :

$$f_c/50 = 0,031 \text{ (220 kV)}$$

En estas condiciones:

$$V_{\sigma} = 0,298 \text{ (220 kV)}$$

$$V_r = 1,8 \text{ (220 kV)}$$

La tensión de trabajo en el tubo por esfuerzo dinámico de cortocircuito, vale:

$$\sigma_m = V_{\sigma} \times V_r \times \beta \times \frac{F_s \times l^2}{8 \times z}$$

Donde:

$$\beta = 1 \text{ S/CEI 865}$$

Z = Módulo resistente de la sección del tubo

Así:

$$\sigma_m = 65,45 \text{ N/mm}^2 \text{ (220 kV)}$$

La tensión de trabajo total en el tubo vendrá dada por la suma geométrica de las tensiones producidas por los distintos esfuerzos, que se acumulan, en sus direcciones respectivas, a la calculada de cortocircuito. En este caso, y considerando todas las cargas uniformemente repartidas:

$$\sigma_i = \frac{1}{8} \times \frac{P \times l^2}{z}$$

Donde:

l = longitud del vano

z = módulo resistente de la sección

P = carga repartida que produce el esfuerzo

Entonces:

Por viento: 
$$\sigma_v = 33,408 \text{ N/mm}^2 \text{ (220 kV)}$$

Por peso propio: 
$$\sigma_{pp} = 30,046 \text{ N/mm}^2 \text{ (220 kV)}$$

La tensión máxima tiene el valor de:

$$\sigma_{to} = \sqrt{(\sigma_v + \sigma_m)^2 + (\sigma_p + \sigma_h)^2} = 103,323 \text{ N/mm}^2 \text{ (220 kV)}$$

El coeficiente de seguridad del tubo frente al límite de fluencia vale:

$$160/\sigma_{to} = 1,54 \text{ (Parque 220 kV)}$$

En cuanto al esfuerzo en cortocircuito, la norma CEI 865 establece que el tubo soporta los esfuerzos si se cumple que:

$$\sigma_{to} \leq q \times R_{p0,2}$$

Donde q = factor de resistencia del conductor, que vale 1,344 para tubo Ø 150, y  $R_{p0,2} = 160 \text{ N/mm}^2$ .

De esta forma se debe verificar:

$$\sigma_{to} \leq 1,344 * 160 = 215,038 \text{ N/mm}^2 \text{ (Parque 220 kV).}$$

### 3.4.5.3 Reacciones sobre aisladores soporte

El máximo esfuerzo se producirá en los aisladores intermedios, considerando dos veces el esfuerzo producido en el extremo de un vano, según CEI 865.

Las acciones a considerar en este caso son solo horizontales. Así,

Viento sobre el tubo:

$$F_v = 953 * 150 (\text{Ø tubo mm}) * 10^{-3} = 142,91 \text{ N/m (Parque de 220 kV).}$$

Esfuerzo en cortocircuito: Según la norma de referencia, el valor de esfuerzo sobre los soportes tiene la expresión:

$$F_{da} = 0,866 \times V_f \times V_r \times \frac{\mu_0 \times I_{p3}^2}{2 \times \pi \times a}$$

Donde  $V_f$  = factor de carga, dependiente de la relación  $f_c/50 = 0,031$  (220 kV).

Así,

$$F_{da} = 307,921 \text{ N/m (220 kV)}$$

La suma de esfuerzos sobre el soporte central entre dos vanos vale:

$$F_t = 2 * (F_v + F_{da}) l * \alpha \quad \text{con } \alpha = 0,5$$

Así,  $F_t = 6.762,56 \text{ N (Parque 220 kV)}$

Este esfuerzo se produce sobre el eje del tubo, que está situado 170 mm por encima de la cabeza del aislador, punto sobre el que el fabricante garantiza el esfuerzo. Por lo tanto:

$$F't = F_t \times \frac{230(\text{altura aislador}) + 17(\text{pieza})}{230(\text{altura aislador})} = 7.262,40 \text{ N (Parque de 220 kV)}$$

El aislador trabajará, en las peores condiciones, con un coeficiente de seguridad frente a la carga inferior de rotura de:

$$12.500 \text{ (carga rotura flexión aislador)} / F't = 1,72 \text{ (Parque 220 kV).}$$

### 3.4.5.4 Flecha en el tubo

La flecha máxima para un vano se obtiene de la expresión:

$$f = \alpha_f \cdot \frac{P \cdot l^4}{E \cdot J} \cdot 100 \text{ (cm)}$$

Donde:

P: fuerza vertical por unidad de longitud (N/m)

l: Longitud del vano (m)

E: Módulo de elasticidad del material (N/mm<sup>2</sup>)

J: Momento de inercia de la sección (cm<sup>4</sup>)

$\alpha_f$ : factor que depende del tipo de apoyo y que toma el valor 1,3.

La carga a considerar en este caso, es el peso propio del tubo, más el cable amortiguador.

Sustituyendo:

$$f = 13,41 \text{ cm (220 kV)}$$

### 3.4.5.5 Elongación del embarrado

La flecha máxima para un vano se obtiene de la expresión:

$$f = \alpha_f \cdot \frac{P \cdot l^4}{E \cdot J} \cdot 100 \text{ (cm)}$$

Donde:

P: fuerza vertical por unidad de longitud (N/m)

l: Longitud del vano (m)

E: Módulo de elasticidad del material (N/mm<sup>2</sup>)

J: Momento de inercia de la sección (cm<sup>4</sup>)

$\alpha_f$ : factor que depende del tipo de apoyo y que toma el valor 1,3.

La carga a considerar en este caso, es el peso propio del tubo, más el cable amortiguador.

Sustituyendo:

$$f = 13,41 \text{ cm (220 kV)}$$

### 3.4.5.6 Esfuerzo térmico en cortocircuito

La intensidad térmica en cortocircuito viene dada según CEI 865 por la expresión:

$$I_{\theta} = I_{cc} \times \sqrt{(m+n)}$$

Dónde: m y n son coeficientes térmicos de disipación, que valen 0,097 y 1.

Sustituyendo:

$$I_{\theta} = 41,902 \text{ kA. (220 kV)}$$

Este valor debe ser menor que la capacidad térmica del tubo, con densidad de corriente en cortocircuito  $\rho$  de 11,74 A/mm<sup>2</sup> (proceso adiabático).

Para el tubo actual, la capacidad térmica es:

$$S \cdot \rho = 3568,84 \cdot 11,74 = 41,90 \text{ kA (220 kV)}$$



### 3.5 CÁLCULOS DE EFECTO CORONA

#### 3.5.1 CÁLCULO DE LA TENSIÓN DISRUPTIVA

Para el cálculo de la tensión crítica disruptiva ( $U_c$ ) a partir de la cual el efecto corona puede manifestarse, y aplicada a conductores cilíndricos, puede aplicarse la fórmula de Peek:

$$U_c = m_0 \cdot m_t \cdot \delta \cdot \sqrt{3} \cdot E_{of} \cdot R \cdot \ln\left(\frac{D}{R}\right)$$

Donde:

$m_0$ : coeficiente de irregularidad del conductor que toma el valor de 1 para tubo cilíndrico y liso.

$m_t$ : coeficiente meteorológico para tener en cuenta el efecto que produce la humedad, que toma el valor de 0,8 para tiempo húmedo y 1 para tiempo seco.

$R$ : radio exterior del tubo en cm; para el tubo de 150 toma un valor de 7,5 cm.

$D$ : distancia media geométrica entre conductores en cm. Dado que se encuentran situados en un mismo plano y partiendo de que estén equidistantes entre si  $x$  cm:

$$D = \sqrt[3]{x \cdot x \cdot 2x} = \sqrt[3]{2} \cdot x = 1,26 \cdot x \text{ cm}$$

Embarrado principal. Parque 220 kV:  $D = 1,26 \cdot 350 = 441 \text{ cm}$

$\delta$ : factor de corrección de la densidad del aire

$$\delta = 3,92 \cdot \frac{H}{273 + \theta}$$

donde  $H$  es la presión atmosférica en cm de mercurio y  $\theta$  es la temperatura del aire en grados Celsius.  $H$  a su vez es función de la altitud sobre el nivel del mar, se calcula con la fórmula de Halley:

$$\ln H = \ln 76 - \frac{2,3 \cdot \text{Altitud}}{18.336}$$

$$\phi = 15 - 6,5y$$

Donde  $y$  es la altitud en kilómetros.

La nueva subestación estará situada aproximadamente a 264 m de altura sobre el nivel del mar, por lo que  $h = 735,24 \text{ mm Hg}$  de presión y  $\phi = 13,28 \text{ }^\circ\text{C}$ .

Sustituyendo,  $\delta = 1$

$E_{of}$ : valor eficaz de campo eléctrico crítico para la aparición del efecto corona, 21,1 kV/cm.

Sustituyendo valores en la expresión anterior se obtiene:

Embarrado principal 220 kV (150 mm)

$$U_c = 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot \sqrt{3} \cdot 21,1 \cdot 7,5 \cdot \ln(441/7,5) = 1.124,52 \text{ kV}$$

Esta tensión disruptiva está calculada para buen tiempo. Para el caso de tiempos de niebla, nieve o tempestad debe considerarse disminuida en un 20%, es decir, en este caso:

Embarrado secundario 220 kV (150 mm)

$$U_c = 0,8 \cdot 1.124,52 = 899,62 \text{ kV}$$

Por el hecho de estar en el mismo plano los conductores, la tensión disruptiva referida al conductor central debe ser disminuida en un 4% y aumentada en un 6% para los conductores laterales respectivamente.

Como se ve los valores obtenidos están muy alejados de la tensión eficaz entre fase y tierra de los conductores, por lo que no es de esperar que el efecto corona se produzca.

### 3.6 COORDINACIÓN DE AISLAMIENTO CON LOS PARARRAYOS

En este apartado se pretende coordinar el aislamiento del conjunto de la aparamenta instalada con los niveles de protección de los pararrayos a instalar, para proporcionar protección a los aparatos contra los riesgos producidos por tensiones anormales de naturaleza diversa. Estas sobretensiones pueden provocar cebados y causar daños importantes al material, comprometiendo así el suministro de energía a los consumidores.

Se pretende utilizar pararrayos de resistencia variable de óxidos metálicos, en concreto de ZnO, para los cuales existen una serie de consideraciones técnicas que son las siguientes:

- 1) Determinación de la máxima tensión de operación del sistema

Para ello se utiliza la curva MCOV (Maximun Continuous Operating Voltage) o curva de voltaje máximo de operación continua de los pararrayos, que presenta como valor más desfavorable, el valor continuo a lo largo del tiempo de 0,8, lo que indica que los pararrayos pueden soportar una tensión del 80% de su tensión nominal durante un tiempo indefinido.

U <sub>n</sub> (kV)	U <sub>m</sub> (kV)	U <sub>m f-t</sub> (kV)	U <sub>1</sub> (kV)
220	245	141,45	176,81

Donde:

$$U_{mf-t} = \frac{U_m}{\sqrt{3}}$$

$$U_1 = \frac{U_{mf-t}}{0,8}$$

Así pues, los valores obtenidos en el nivel de 220 kV indican que los pararrayos de 176,81 kV, pueden soportar continuamente 141,45 kV.

- 2) Consideración de las sobretensiones temporales de onda 50Hz, de tiempo apreciable (faltas a tierra, cortocircuitos, etc.)

Se admite una duración del defecto de puesta a tierra de 2 s, lo que supone una disminución de la tensión del 8%.

Para redes de puesta a tierra, el coeficiente de puesta a tierra, C<sub>pat</sub>, vale 0,8 para redes con neutro efectivamente puesto a tierra y entre 1 y 1,1 para redes con neutro aislado.

- Para el nivel de 220 kV tomamos un C<sub>pat</sub> de 0,8.

El coeficiente de defecto a tierra, C<sub>dt</sub>, se define por la relación entre la tensión eficaz máxima a la frecuencia de la red, entre fase perfectamente aislada y tierra, durante un defecto a tierra (que afecte a una o más fases en un punto cualquiera de la red), y la tensión eficaz entre fase y tierra a la frecuencia de la red que se obtendría en el punto considerado en ausencia del defecto a tierra. Su valor viene dado por la siguiente expresión:

$$C_{dt} = \sqrt{3} C_{pat}$$

La evaluación de las sobretensiones temporales de corta duración para cada nivel de tensión se hace mediante la expresión:

$$U_2 = \frac{U_{mf-t}}{1,08} \cdot C_{dt}$$

U <sub>n</sub> (kV)	U <sub>m f-t</sub> (kV)	C <sub>pat</sub>	U <sub>2</sub> (kV)
220	141,45	0.8	181,48

- 3) Elección del tipo de pararrayos en función de los valores obtenidos en los apartados anteriores.

Se elige el pararrayos de manera que la tensión nominal sea de un valor comercial superior a la mayor de las dos tensiones nominales calculadas en los apartados anteriores ( $U_1$  y  $U_2$ ). Además, se indican las tensiones residuales máximas admisibles de los pararrayos de la clase elegida.

$U_n$ (kV)	U selec (kV)	U comercial (kV)	$U_{resmax}$ (kV cresta)	clase
220	181,48	192	452	3

- 4) Verificación de la coordinación de aislamiento a proteger con el nivel de protección de los pararrayos.

Debe cumplirse que:

$$C = \frac{BIL}{U_{residual}} \geq 1,4$$

Donde, BIL (Basic Insulation Level) es el nivel de aislamiento a la onda de choque 1,2/50  $\mu$ s en kV cresta entre fases de los aparatos a proteger

$U_n$ (kV)	BIL	$U_{resmax}$ (kV cresta)	C
220	1.050	452	2,32

Por consiguiente, la instalación cumple la coordinación de seguridad exigida (C mayor de 1,4).

- 5) Elección de la línea de fuga mínima

La longitud de la línea de fuga se hace en función del nivel de contaminación existente en el lugar de emplazamiento de los pararrayos. Se considera que en el emplazamiento de la subestación no hay contaminación apreciable, por tanto:

Línea de fuga  $\geq 16 U_{me}$

Siendo  $U_{me}$  la tensión más elevada prevista para el material.

$U_n$ (kV)	$U_{me}$ (kV)	Línea de fuga mínima (mm)
220	245	3.920

- 6) Análisis de márgenes de protección

Se realizan según la expresión:

$$M_p = \left( \frac{BIL}{U_{res}} - 1 \right) \cdot 100$$

Se tiene:

U <sub>n</sub> (kV)	BIL	U <sub>resmax</sub> (kV cresta)	MARGEN (%)
220	1.050	452	132,3

Estos márgenes de protección son ampliamente superiores al valor mínimo del 20%

### 3.7 CÁLCULO DE CONDUCTORES

#### 3.7.1 CONDUCTOR PARQUE INTEMPERIE 220 KV SET LA SERNA PROMOTORES.

##### Conexión mediante cable

El conductor seleccionado para realizar la conexión entre aparatos de 220 kV es un conductor LA-510.

Las características del conductor son las siguientes:

- Tipo de conductor: RAIL LA-510 (483-AL1/33-ST1A)
- Diámetro del conductor:  $\phi = 29,61$  mm
- Sección del conductor:  $A_s = 517,3$  mm<sup>2</sup>
- Peso propio del conductor:  $m_s = 1.599,8$  kg/km
- Módulo de elasticidad:  $E = 6.600$  daN/mm<sup>2</sup>
- Carga de rotura: 115.250 N
- Resistencia Eléctrica (20°C): 0,0593  $\Omega$ /Km

Se pretende en este apartado comprobar que la elección del tipo de conductor elegido es correcta.

##### Intensidad máxima admisible:

La intensidad máxima que va a existir en la instalación (caso más desfavorable) es de 927,76 A (en el parque de 220 kV)

La intensidad máxima admisible que puede transportar el cable según el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en su Instrucción Técnica Complementaria ITC-LAT-07, apartado 4.3 se calcula mediante la expresión:

$$I_{adm} = n \cdot D \cdot S \cdot K$$

Siendo,

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

S= sección del conductor en mm<sup>2</sup>

K= coeficiente que depende de la composición del cable

n= número de conductores por fase

En este caso se tiene:

D= 1,70 A/mm<sup>2</sup>

S= 517,3 mm<sup>2</sup>

K= 0,97 (correspondiente a la composición 45+7)

n= 2

Por lo tanto,

$I_{adm} = 1.706,54 \text{ A}$

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. Será interesante por lo tanto, comprobar si en algún punto del parque intemperie 220 kV de la subestación se llega a alcanzar la tensión crítica disruptiva. Para ello, utilizaremos la fórmula de Peek:

$$U_c = V_c \cdot \sqrt{3} = \frac{29,8}{\sqrt{2}} \cdot \sqrt{3} \cdot m_c \cdot \delta \cdot m_t \cdot n \cdot r \cdot \ln\left(\frac{DMG}{RMG}\right)$$

Donde:

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

$V_c$  = tensión simple correspondiente.

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

$m_c$  = coeficiente de rugosidad del conductor (se considera 0,85 para cables formados por hilos).

$m_t$  = coeficiente meteorológico (tiempo seco  $m_t=1$ , tiempo lluvioso  $m_t=0,8$ ).

n = número de conductores por fase.

r = radio del conductor en cm (1,48 cms)

DMG = distancia media geométrica entre conductores en cm. Dado que se encuentran situados en un mismo plano y partiendo de que estén equidistantes entre si x cm:

$$D = \sqrt[3]{x \cdot x \cdot 2x} = \sqrt[3]{2} \cdot x = 1,26 \cdot x \text{ cm}$$

En este caso x= 400 cm, por lo que D= 1,26·400= 504 cm

RMG = radio medio geométrico en cm.

$$RMG = \sqrt{r \cdot n \cdot d}$$

Siendo:

- r = radio del conductor [cm]
- d = distancia entre conductores de la misma fase en cm.
- n = número de conductores

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

El valor de  $\delta$  se calcula por:

$$\delta = 3,92 \cdot \frac{H}{273 + \theta} = 0,952$$

Donde:

h= presión barométrica en cm de columna de mercurio

$\theta$ = temperatura en grados centígrados, correspondiente a la altitud del punto que se considere.

El valor de h es función de la altitud sobre el nivel del mar. En el caso de la subestación objeto de este proyecto, se encuentra ubicada a menos de 500 metros sobre el nivel del mar por lo que se consideran 735,24 mm Hg de presión ( $h= 73,52$  cm) y la temperatura estimada media, en este caso 12,70°C.

Por lo tanto se tiene:

- Para tiempo seco:  $U_c= 770,84$  kV > 245 kV
- Para tiempo húmedo:  $U_c= 616,67$  kV > 245 kV

Se observa que no se produce efecto corona.

### 3.8 CÁLCULOS DE LA RED DE TIERRAS

El sistema de puesta a tierra para las instalaciones de Alta (220 kV) y Baja Tensión es único, estando compuesto por:

- Malla de puesta a tierra de la Subestación, para Parque Intemperie y Edificio de Control.

Las tierras de protección y de servicio también pertenecen al mismo sistema, puesto que se cumple  $V_d < 1.000$  V.

Cuando se produce un defecto a tierra en la instalación, se provoca una elevación del potencial del electrodo, a través del cual circula la corriente hacia tierra, apareciendo sobre el terreno gradientes de potencial. Por lo tanto, al diseñar los electrodos de puesta a tierra deben de tener en cuenta los siguientes aspectos:

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

#### 3.8.1 CONSIDERACIONES PREVIAS

##### 3.8.1.1 Normativa utilizada

Las normativas aplicadas para este cálculo del sistema de puesta a tierra son:

- Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23.
- IEEE Std 80/2013 "IEEE Guide for Safety in AC Substation Grounding". (se trata de una guía de aplicación).
- IEC 60364 Instalaciones eléctricas en edificios.
- IEC -EN – 61024-1 Protección de las estructuras contra el rayo. Parte 1: Principios generales

##### 3.8.1.2 Procedimiento para el cálculo

Para determinar el cumplimiento de las condiciones de seguridad requeridas, se seguirá el procedimiento de cálculo que se indica a continuación, según lo señalado en el apartado 2.1 de la ITC-RAT 13:

- Investigación de las características del terreno.
- Determinación de las corrientes máximas de puesta a tierra y del tiempo máximo correspondiente de eliminación del defecto.



- Diseño preliminar de la instalación de tierra.
- Cálculo de la resistencia del sistema de tierra.
- Cálculo de las tensiones de paso y contacto en el exterior de la instalación.
- Comprobación de que las tensiones de paso y contacto calculadas en los puntos anteriores son inferiores a los valores máximos.
- Corrección y ajuste del diseño inicial estableciendo el definitivo.

Se pondrán a tierra las partes metálicas de una instalación que no estén en tensión normalmente, pero que puedan estarlo como consecuencia de averías, accidentes, descargas atmosféricas o sobretensiones. Se pondrán a tierra los siguientes elementos:

- Chasis y bastidores de aparatos de maniobras.
- Puertas metálicas del local.
- Vallas y cercas metálicas.
- Blindajes metálicos del cable.
- Carcasas del transformador.
- Circuitos de BT de los transformadores de medida.
- Descargadores para la eliminación de sobretensiones.
- Los elementos de derivación a tierra de los seccionadores de p.a.t.
- Mallazo de la Subestación, cimentación del Edificio de control, y otras.

### 3.8.1.3 Datos de partida para el cálculo

Régimen de Neutro: .....Directamente enterrado.  
 Resistividad del terreno: ..... 100 Ω·m ( Datos estimativo a falta de estudio del terreno)  
 Tiempo de duración de la corriente de falta: ..... 0,5 segs  
 Intensidad monofásica de falta: .....21,9 kA

### 3.8.2 CÁLCULO DE LAS TENSIONES DE PASO Y CONTACTO MÁXIMAS ADMISIBLES

Las tensiones máximas admisibles de paso y contacto se calcularán según se especifica en el punto 1.1 de la ITC-RAT 13 utilizando las siguientes expresiones:

- Tensión de paso:

$$U_p = U_{pa} \left[ 1 + \frac{2R_{a1} + 2R_{a2}}{Z_B} \right] = 10 U_{ca} \left[ 1 + \frac{2R_{a1} + 6\rho_S}{1000} \right] \quad (2)$$

- Tensión de contacto:

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

Por otro lado, según IEEE-80-2013 dichos valores son (para una persona de 70 kg):

- Tensión de paso:  $E_{step} = (1000 + 6 \cdot C_S \cdot \rho_S) \frac{0,157}{\sqrt{t_S}}$
- Tensión de contacto:  $E_{touch} = (1000 + 1,5 \cdot C_S \cdot \rho_S) \frac{0,157}{\sqrt{t_S}}$

Siendo Cs el factor de reducción siguiente:

$$C_s = 1 - \left( \frac{0,09 \cdot \left(1 - \frac{\rho}{\rho_s}\right)}{2 \cdot h_s + 0,09} \right)$$

Donde:

$\rho$ : resistividad del terreno ( $\Omega \cdot m$ ) = 100  $\Omega \cdot m$

$\rho_s$  : resistividad de la gravilla ( $\Omega \cdot m$ ) = 3.000  $\Omega \cdot m$

$h_s$ : espesor capa de gravilla (m) = 0,1 m

Con lo que:  $C_s = 0,67$

–  $E_{step} = 3.035,94 \text{ V}$                        $E_{touch} = 925,51 \text{ V}$

### 3.8.3 RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA

Para calcular la resistencia de la red de tierra se utiliza la siguiente expresión:

$$R_s = \rho \left( \frac{1}{L} + \frac{1}{\sqrt{20A}} \left( 1 + \frac{1}{1 + h\sqrt{\frac{20}{A}}} \right) \right) = 0,77 \Omega$$

Donde:

$\rho$ : resistividad del terreno ( $\Omega \cdot m$ ) = 100  $\Omega \cdot m$

L: Longitud total de conductor enterrado (m) = 2.576,50 m

h: Profundidad de enterramiento del conductor (m) = 0,6 m

A: Superficie ocupada por la malla ( $m^2$ ) = 3.848,25  $m^2$

### 3.8.4 INTENSIDAD DE DEFECTO A TIERRA

El valor estimado de la intensidad monofásica de cortocircuito para la subestación es de 21,9 kA.

De acuerdo con la IEEE-80-2013 se puede aplicar un factor de reducción Sf en función de los caminos de retorno adicionales que suponen los hilos de guarda de las líneas de distribución y de transmisión que llegan a la subestación.

Para determinar esta reducción se utilizan los gráficos siguientes (IEEE Std 80-2013 Anexo C).

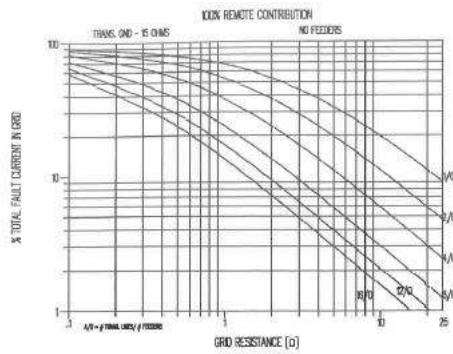


Figure C.13—Curves to approximate split factor  $S_f$

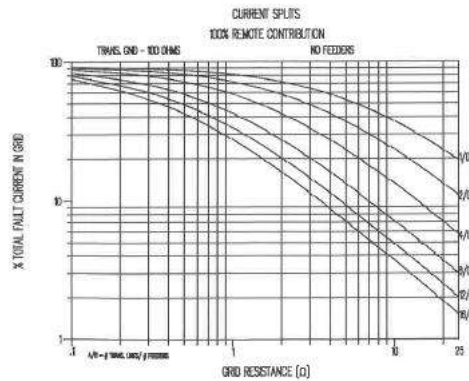


Figure C.14—Curves to approximate split factor  $S_f$

Dado que en la subestación hay 4 líneas, se adopta un 100% de contribución remota.

Para determinar esta reducción se utiliza el gráfico anterior, partiendo de la resistencia de puesta a tierra ( $R_g$ ) y el número de líneas de transmisión y de distribución.

Como la resistencia de puesta a tierra es de  $0,77 \Omega$ , el factor que resulta es del 57,65%, si consideramos una resistencia a tierra de la línea de 100  $\Omega$ .

Por lo tanto la Intensidad total disipada a tierra por la malla será:

$C_p$ : Factor de incremento por futuras ampliaciones. En este caso  $C_p = 1,2$ .

$$I_g = 21,9 \cdot 57,65\% \cdot 1,2 = 15,15 \text{ kA}$$

### 3.8.5 EVALUACIÓN DE TENSIONES DE PASO Y CONTACTO

Utilizando el estándar IEEE 80, se pueden calcular unos valores previstos de tensiones de paso y contacto para unos determinados niveles de falta, y para un diseño previo de la malla de red de tierras.

Los datos iniciales utilizados para el cálculo han sido:

Resistividad del terreno ( $\rho$ ).....	100 $\Omega \cdot m$
Espaciado medio entre conductores (D).....	3,00 m
Profundidad del conductor enterrado (h) .....	0,6 m
Diámetro del conductor (120 mm <sup>2</sup> ) (d).....	0,014 m
Longitud del conductor enterrado (L).....	2.568,50 m
Intensidad de defecto ( $I_g$ ) .....	15,15 kA

Partiendo de los valores indicados, e introducidos en las fórmulas desarrolladas en el estándar IEEE 80, se obtienen los siguientes valores intermedios:

$$K_h = \sqrt{1 + h} = 1,26$$

$$K_i = 0,644 + 0,148 \cdot n = 3,69$$

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

$$n = n_a \cdot n_b \cdot n_c \cdot n_d = 20,56$$

$$n_a = \frac{2 \cdot L_c}{L_p} = 20,42$$

$$n_b = \sqrt{\frac{L_p}{4 \cdot \sqrt{A}}} = 1,01$$

$$n_c = \left[ \frac{L_x \cdot L_y}{A} \right]^{\frac{0,7 \cdot A}{L_x \cdot L_y}} = 1$$

$$n_d = \frac{D_m}{\sqrt{L_x^2 + L_y^2}} = 1$$

Lc = longitud del conductor de la malla = 2.568,50 m

Lp = longitud del perímetro de la malla = 251,60 m

Lx = longitud máxima de la malla en la dirección x = 73,3 m

Ly = longitud máxima de la malla en la dirección y = 52,5 m

Dm = máxima distancia entre dos puntos en la malla = 90,16 m

$$K_m = \frac{1}{2\pi} \left[ \ln \left( \frac{D^2}{16h \cdot d} + \frac{(D + 2h)^2}{8D + d} - \frac{h}{4d} \right) + \frac{K_{ii}}{K_h} \ln \left( \frac{8}{\pi(2n - 1)} \right) \right] = 0,41$$

$$K_s = \frac{1}{\pi} \left[ \frac{1}{2h} + \frac{1}{D + h} + \frac{1}{D} (1 - 0,5^{n-2}) \right] = 0,45$$

De acuerdo con la IEEE-80-2013, la fórmula que permite obtener el valor de la tensión de contacto es:

$$E_{contacto} = \rho \cdot K_m \cdot K_i \cdot \frac{I_g}{L} = 920,82 \text{ V}$$

Y la fórmula que permite obtener la tensión de paso:

$$E_{paso} = \rho \cdot K_s \cdot K_i \cdot \frac{I_g}{L} = 1.334,23 \text{ V}$$

Los valores obtenidos son menores que los valores límite tanto de la IEEE-80-2013 como de la MIE-RAT13.

(\*) NOTA ACLARATORIA: Los valores iniciales de resistividad eléctrica del terreno son estimativos. Será necesario realizar en el estudio geotécnico del terreno un análisis de tomografías en el cual se indique el valor de dicha resistividad. De igual forma, una vez la instalación esté finalizada deberá de realizarse toma de datos de los valores de tensiones de paso y contacto efectivos, para asegurarse de que no hay peligro en ningún punto de la instalación.

### 3.9 RED DE TIERRAS SUPERIORES

El cometido del sistema de tierras superiores es la captación de las descargas atmosféricas y su conducción a la malla enterrada para que sean disipadas a tierra sin que se ponga en peligro la seguridad del personal y de los equipos de la subestación.

El sistema de tierras superiores consiste en un conjunto de hilos de guarda y/o de puntas Franklin sobre columnas. Estos elementos están unidos a la malla de tierra de la instalación a través de la estructura metálica que los soporta, que garantiza una unión eléctrica suficiente con la malla.

Para el diseño del sistema de protección de tierras superiores se ha adoptado el modelo electro geométrico de las descargas atmosféricas y que es generalmente aceptado para este propósito.

El criterio de seguridad que se establece es el de apantallamiento total de los embarrados y de los equipos que componen el aparellaje, siendo este criterio el que establece que todas las descargas atmosféricas que puedan originar tensiones peligrosas y que sean superiores al nivel del aislamiento de la instalación, deben ser captadas por los hilos de guarda y/o puntas Franklin.

Este apantallamiento se consigue mediante una disposición que asegura que la zona de captación de descargas peligrosas de los hilos de guarda y de las puntas Franklin contiene totalmente a la correspondiente a las partes bajo tensión.

La zona de captura se establece a partir del radio crítico de cebado ( $r$ ) y que viene dado por la siguiente expresión:

$$r = 8 \times I^{0,65}$$

en donde:

$$I = 1,1 \cdot U \cdot N / Z, \text{ siendo:}$$

$$U = \text{tensión soportada a impulsos tipo rayo} = 1425 \text{ kV}$$

$$N = \text{número de líneas conectadas a la subestación} = 4$$

$$Z = \text{Impedancia característica de las líneas} = 400\Omega \text{ (valor típico)}$$

Sustituyendo y aplicando estos valores se obtiene:

$$I = 1,1 \cdot 1.425 \cdot 4/400 = 15,675 \text{ kA}$$

Luego la zona de captura será:

$$r = 8 \cdot 15,675^{0,65} = 47,86 \text{ m}$$

El radio crítico de 47,86 m con centro en las puntas Franklin, en el centro en los amarres de los hilos de guarda y en su punto más bajo, cuyo emplazamiento se refleja en los planos correspondientes, garantiza el apantallamiento total de la instalación.

## 4 CONDUCTOR LÍNEA SUBTERRANEA DE ALTA TENSIÓN 220 KV

A continuación se establecen los cálculos eléctricos justificativos necesarios para la elección del cable aislado necesario, en el nivel de 220 kV, para realizar el entronque subterráneo con la línea aérea existente Alcarama – La Serna 220 kV (REE) en el nivel de 220 kV.

Se considera que debido a la longitud existente entre ambos extremos y la existencia de un empalme intermedio se establece la conexión de las pantallas del cable de potencia mediante un sistema "mid point".

En el momento de la realización de este proyecto se considera el valor de cortocircuito en el nivel de 220 kV con una intensidad monofásica de cortocircuito de 18,7 kA según el Informe Anual de la Corriente de Cortocircuito en la red de transporte del SEPE (REE) para la instalación en el nudo de conexión.

Los datos principales son los siguientes:

- Tensión nominal: 220 kV.
- Tensión más elevada: 245 kV.
- Frecuencia: 50 Hz.
- Intensidad de cortocircuito monofásico: 18,7 kA.
- Duración del cortocircuito: consideramos  $t_s = 1s$ .
- Tipo de instalación: Enterrado en zanja, en prisma de hormigón bajo tubo.

Los cálculos eléctricos que se llevan a cabo para el dimensionamiento del cable aislado, serán los siguientes:

- Intensidad máxima admisible.
- Intensidad de cortocircuito admisible por el conductor.
- Perdidas admisibles por caída de tensión.

Se pretende en este apartado comprobar que la elección del tipo de conductor elegido es correcta.

### 4.1 INTENSIDAD MAXIMA ADMISIBLE

La intensidad máxima que obtenemos en el nivel de 220 kV para una potencia de 353,52 MVA que evacua la subestación:

$$I_n = 927,76 \text{ A}$$

Establecemos el siguiente cable para el transporte de la energía:

**2XS(FL)2Y 127/220kV 1x(3x1x2500 mm<sup>2</sup>) AI RMS/110**

Las características eléctricas principales son las siguientes:

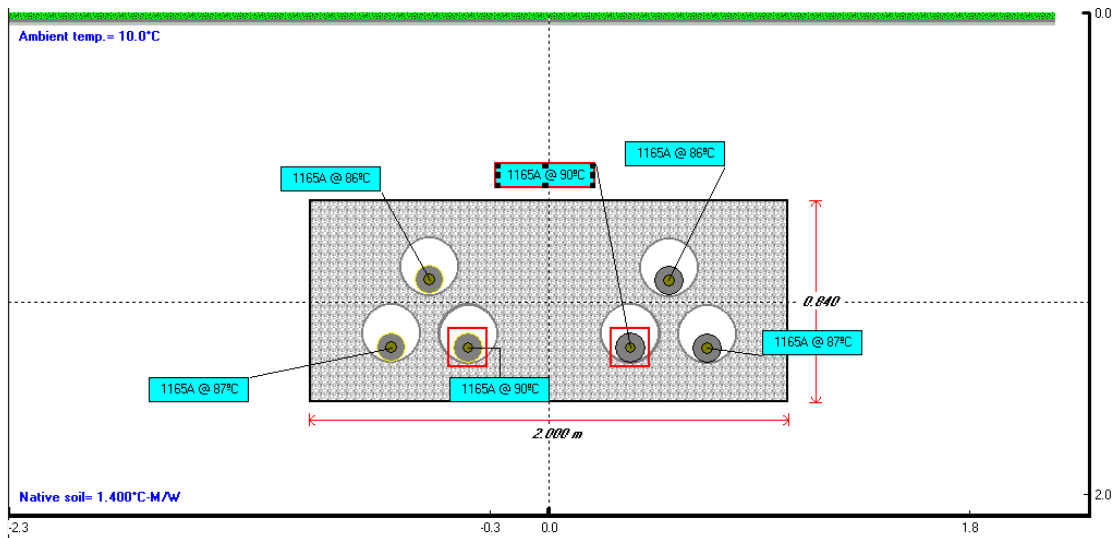
- Tensión de operación : 220 kV
- Tensión de operación máxima: 245 kV.
- Tensión de impulso: 1.050 kV.



- Capacidad: 0,294  $\mu\text{F}/\text{km}$ .
- Resistencia (20 °C) 0,0119  $\Omega/\text{km}$

Para realizar el cálculo de la intensidad máxima admisible de la línea subterránea, se han tenido en cuenta las condiciones de instalación de una terna de cables (por circuito) a tresbolillo, enterradas en prisma de hormigón bajo tubo a una profundidad de 1,5 metros, temperatura del terreno 10°C y resistividad térmica 1,4 K.m/W.

A continuación, se muestra una imagen de la simulación de esta instalación a máxima corriente admisible:



Como se puede observar en la imagen la intensidad máxima que soportada por este conductor en estas características de instalación es de 1165 A alcanzando los 90°C que es la temperatura máxima que soporta el conductor según el fabricante, por lo tanto este conductor en las condiciones indicadas, soporta la corriente nominal que circulara por el circuito (927,76 A).

#### 4.2 INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO ADMISIBLE

Las ecuaciones y tablas utilizadas en este apartado se obtienen de la norma UNE-60364-5-54.

Para el cálculo de la sección mínima del conductor adecuado para soportar la intensidad de cortocircuito se utilizará la siguiente ecuación:

$$S = \frac{\sqrt{I^2 * t}}{k}$$

Donde:

S= área transversal en mm<sup>2</sup>

I= es el valor eficaz expresado en amperios de la corriente de defecto esperada, para un defecto de impedancia despreciable que puede circular a través del dispositivo de protección

t= es el tiempo de operación en segundos del dispositivo de protección para una desconexión automática

k= es el factor dependiente del material del conductor de protección, del aislamiento y otras partes y de las temperaturas iniciales y finales.

Para el cálculo del factor k se hace uso de la ecuación dada por la norma UNE-60364-5-54 en su Anexo A:

$$k = \sqrt{\frac{Q_c(\beta + 20)}{\rho_{20}} \ln\left(\frac{\beta + \theta_f}{\beta + \theta_i}\right)}$$

Donde:

- $Q_c$  = es la capacidad calorífica volumétrica del material conductor (J/K\*mm<sup>3</sup>) a 20°C
- $\beta$  = es la inversa del coeficiente de temperatura de la resistividad a 0°C para el conductor (°C)
- $\rho_{20}$  = es la resistividad eléctrica del material conductor a 20°C (Ω\*mm)
- $\theta_i$  = Temperatura inicial del conductor (°C)
- $\theta_f$  = Temperatura final del conductor (°C)

Calculamos k:

**Tabla A.54.1 – Valor de parámetros para diferentes materiales**

Material	$\beta$ °C	$Q_c$ J/°Cmm <sup>3</sup>	$\rho_{20}$ Ωmm	$\sqrt{\frac{Q_c(\beta + 20)}{\rho_{20}}}$ A√s/mm <sup>2</sup>
Cobre	234,5	$3,45 \times 10^3$	$17,241 \times 10^6$	226
Aluminio	228	$2,5 \times 10^3$	$28,264 \times 10^6$	148
Acero	202	$3,8 \times 10^3$	$138 \times 10^6$	78

\* Valores tomados de la Norma IEC 60949.

• **Sección conductor:**

$$k = \sqrt{\frac{2,5 \times 10^{-3} * (228 + 20)}{28,264 * 10^{-6}} \ln\left(\frac{228 + 250}{228 + 90}\right)} = 94,55$$

Por lo tanto la sección mínima del conductor será:

$$S = \frac{\sqrt{18700^2 * 0,5}}{94,55} = 139,85 \text{ mm}^2$$

La sección mínima para soportar la corriente de cortocircuito que se puede producir (18,7 kA) es de 139,85 mm<sup>2</sup> y el conductor elegido tiene una sección de 2500 mm<sup>2</sup> por lo tanto cumple la condición de intensidad de cortocircuito admisible.

- **Sección pantalla:**

$$k = \sqrt{\frac{3,45 \cdot 10^{-3} \cdot (234,5 + 20)}{17,241 \cdot 10^{-6}} \ln\left(\frac{234,5 + 250}{234,5 + 90}\right)} = 142,87$$

Por lo tanto la sección mínima del conductor será:

$$S = \frac{\sqrt{18700^2 \cdot 0,5}}{142,87} = 92,55 \text{ mm}^2$$

La sección mínima para soportar la corriente de cortocircuito que se puede producir (18,7 kA) es de 92,55 mm<sup>2</sup> y la pantalla del conductor elegido tiene una sección de 110 mm<sup>2</sup> por lo tanto cumple la condición de intensidad de cortocircuito admisible.

### 4.3 PÉRDIDAS ADMISIBLES POR CAIDA DE TENSIÓN

Finalmente, consideraremos las pérdidas que se produzcan en dicho conductor en servicio continuo y para la longitud del trazado, el cual consideraremos que es de 718 metros. Inicialmente se calcula la reactancia del cable elegido y la resistencia del de este conductor en corriente alterna a la máxima temperatura de servicio, ya que el fabricante no aporta ningún dato sobre ello.

- **Reactancia:**

La reactancia sigue la siguiente fórmula:

$$X = w \cdot L$$

Donde:

$w = 2 \cdot \pi \cdot f$ , siendo la frecuencia 50 Hz

$$L = \left(0,05 + 0,2 \cdot \ln\left(\frac{2 \cdot DMG}{\varnothing c}\right)\right) \cdot 10^{-3}$$

$\varnothing c$  = Diámetro del conductor (60,9 mm)

$$DMG = \sqrt[3]{a_1 \cdot a_2 \cdot a_3}$$

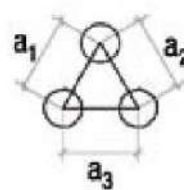
Siendo la disposición del conductor en tresbolillo:  $a_1 = a_2 = a_3 = 350 \text{ mm}$

Por lo tanto:

$$DMG = 350 \text{ mm}$$

$$L = 5,38 \times 10^{-4} \left(\frac{H}{km}\right)$$

Con esto se obtiene el valor de la reactancia:  $X = 0,169 \frac{\Omega}{km}$



• **Resistencia en corriente alterna para la máxima temperatura de servicio**

La resistencia del conductor en corriente alterna a la máxima temperatura de servicio, viene dada por la siguiente ecuación:

$$R = R' * (1 + y_s + y_p)$$

Donde:

R : Resistencia del conductor en corriente alterna a la máxima temperatura de servicio.

R' : Resistencia del conductor en corriente continua a la máxima temperatura de servicio.

$y_s$ : Factor pelicular

$y_p$ : Factor de proximidad

- Resistencia en corriente continua

La resistencia del conductor en corriente continua a la máxima temperatura de servicio, viene dada por la siguiente ecuación:

$$R' = R_0[1 + \alpha(\theta - 20)]$$

Donde:

R' : Resistencia del conductor en corriente continua a la máxima temperatura de servicio.

$R_0$  : Resistencia del conductor en corriente continua a 20 °C

$\alpha$  : Coeficiente de variación de resistencia especifica por temperatura del conductor en °C<sup>-1</sup> (0,00403 °C<sup>-1</sup> para aluminio)

Calculando:

$$R_0 = 0,0119 \left( \frac{\Omega}{km} \right) \text{ (dato aportado por el fabricante de cables)}$$

$$R' = 1,525 * 10^{-5} \left( \frac{\Omega}{m} \right)$$

- Factor Pelicular

Viene dado por las siguientes formulas:

$$y_s = \frac{x_s^4}{192 + 0,8x_s^4}$$

$$x_s^2 = \frac{8\pi f}{R'} * 10^{-7} * k_s$$

Donde:

$x_s$  : Argumento de la función de Bessel

f : frecuencia

$$k_s = 1$$

Sustituyendo valores obtenemos:

$$x_s^2 = 8,24$$

$$y_s = 0,275$$

○ Factor de Proximidad

Viene dado por las siguientes formulas:

$$y_p = \frac{x_p^4}{192 + 0,8x_p^4} \left( \frac{\phi_c}{s} \right)^2 \left[ 0,312 \left( \frac{\phi_c}{s} \right)^2 + \frac{1,18}{\frac{x_p^4}{192 + 0,8x_p^4} + 0,27} \right]$$

$$x_p^2 = \frac{8\pi f}{R'} * 10^{-7} * k_p$$

Donde:

$x_p$ : Argumento de la función de Bessel

$\phi_c$ : Diámetro del conductor

$s$ : Distancia entre fases

$k_p=1$

$f$ : frecuencia

Sustituyendo obtenemos los siguientes valores:

$$x_p^2 = 8,24$$

$$y_p = 0,0247$$

Calculamos con todos estos datos la resistencia de corriente alterna:

$$R = 1,525 * 10^{-5} * (1 + 0,275 + 0,0247) = 1,98 * 10^{-5} \left( \frac{\Omega}{m} \right) = 0,0198 \left( \frac{\Omega}{km} \right)$$

Finalmente, mediante la siguiente expresión, comprobamos que la caída de tensión en el cable elegido no supera los límites recomendados:

$$\Delta U = \sqrt{3} * L * I * (R * \cos \phi + X * \sin \phi)$$

Siendo:

- $\Delta U$  = es la caída de tensión [V]
- $L$  = es la longitud de la línea [km]
- $I$  = Corriente nominal que recorre la línea [A].
- $R$  = resistencia del conductor en c.a. a la máxima temperatura de servicio [ $\Omega$  /km]
- $X$  = reactancia de la línea [ $\Omega$  /km]
- $\cos \phi = 0,95$
- $\sin \phi = 0,31$

En el caso del conductor elegido:

- $L = 0,718$  km
- $I = 927,76$  A
- $R = 0,0198$  ohm/km
- $X = 0,169$  ohm/km

Así que la caída de tensión el con conductor resulta:

$$\Delta U = \sqrt{3} * 0,718 * 927,76 * (0,0198 * 0,95 + 0,169 * 0,31) = 82,14$$

Lo cual hace que la caída porcentual de tensión sea de 0,037%, que está por debajo de la caída de tensión de un 4,5% admisible, por lo tanto se cumple la condición de caída de tensión.



## ***ANEJO 2. ESTUDIO DE GESTION DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN.***

---





## ÍNDICE

1	IDENTIFICACIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCION Y DEMOLICION (SEGÚN ORDEN MAM/304/2002) .....	3
2	ESTIMACIÓN DE LA CANTIDAD .....	5
3	PREVENCIÓN DE RESIDUOS .....	6
4	SEPARACIÓN DE RESIDUOS.....	7
5	GESTIÓN DE RESIDUOS .....	7
6	REUTILIZACIÓN .....	7
7	VALORIZACIÓN.....	8
8	ELIMINACIÓN .....	8
9	DESTINO RCD'S.....	8
10	VALORACION DEL COSTE DE LA GESTION DE LOS RESIDUOS.....	9

## 1 IDENTIFICACIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCION Y DEMOLICION (SEGÚN ORDEN MAM/304/2002)

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
	<b>1.- Hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicas</b>
X 17 01 01	Hormigón
17 01 02	Ladrillos
17 01 03	Tejas y materiales cerámicos
17 01 06*	Mezclas o fracciones separadas que contienen sustancias peligrosas
	<b>2.- Madera, vidrio y plástico</b>
17 02 01	Madera
X 17 02 02	Vidrio
X 17 02 03	Plástico
17 02 04	Madera, vidrio o plástico que contienen sustancias peligrosas
	<b>3.- Productos derivados del alquitrán</b>
17 03 01*	Mezclas bituminosas que contienen alquitrán de hulla
17 03 02	Mezclas bituminosas distintas de las especificadas
17 03 03*	Alquitrán de hulla y productos alquitranados
	<b>4.- Metales</b>
17 04 01	Cobre, bronce y latón
17 04 02	Aluminio
17 04 03	Plomo
17 04 04	Zinc
X 17 04 05	Hierro y acero
17 04 06	Estaño
17 04 07	Metales mezclados
17 04 09	Residuos metálicos contaminados con sustancias peligrosas
17 04 10*	Cables que contienen hidrocarburos, alquitrán de hulla y sustancias peligrosas
17 04 11	Cables distintos de los especificados en el código 17 04 10
	<b>5.- Tierra, piedras y lodos de drenaje</b>
17 05 03*	Tierra y piedras que contiene sustancias peligrosas
X 17 05 04	Tierra y piedras distintos de los especificados en el código 17 05 03
17 05 05	Lodos de drenaje que contienen sustancias peligrosas
17 05 06	Lodos de drenaje distintos de los especificados en el código 17 05 05
	<b>6.- Materiales de aislamiento y amianto</b>
17 06 01*	Materiales de aislamiento que contienen amianto
17 06 03*	Otros materiales de aislamiento que contiene sustancias peligrosas
X 17 06 04	Materiales de aislamiento distintos de los especificados
	<b>7.- Materiales de yeso</b>
17 08 01*	Materiales de construcción a partir de yeso con sustancias peligrosas
17 08 02	Materiales de construcción a partir de yeso distintos de los anteriores
	<b>8.- Otros Residuos de construcción</b>
17 09 01*	Residuos de construcción y demolición que contienen mercurio
17 09 02*	Residuos de construcción y demolición que contienen PCB
17 09 03*	Otros residuos de construcción que contienen sustancias peligrosas
17 09 04	Residuos de construcción distintos de los especificados

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
	<b>9.- Residuos municipales</b>
20 01 13*	Disolventes
20 01 21*	Tubos fluorescentes y otros residuos que contienen mercurio
20 01 27*	Pinturas, tintas, adhesivos y resinas que contienen sustancias peligrosas
X 20 01 28	Pinturas, tintas, adhesivos y resinas distintas de las indicadas
X 20 02 01	Residuos biodegradables
20 02 03	Otros residuos NO biodegradables
	<b>10.- Residuos de envase</b>
X 15 01 01	Envases de papel y cartón
X 15 01 02	Envases de plástico
15 01 03	Envases de madera
15 01 04	Envases metálicos
15 01 07	Envases de vidrio
15 01 10*	Envases que contiene sustancias peligrosas
15 02 02*	Absorbentes, materiales de filtración contaminados por sustancias peligrosas
X 15 02 03	Absorbentes, materiales de filtración distintos de los indicados
	<b>11.- Residuos de revestimientos (pinturas, barnices y esmaltes vítreos)</b>
08 01 11*	Residuos de pintura y barniz que contienen disolventes orgánicos peligrosas
08 01 12	Residuos de pintura y barniz distintos de los especificados en el código 08 01 11
08 04 09*	Residuos de adhesivos y sellantes que contienen sustancias peligrosas
08 04 10	Residuos de adhesivos y sellantes distintos de especificados en código 08 04 09
	<b>12.- Residuos de aceites y de combustibles líquidos</b>
13 01 09*	Aceites hidráulicos minerales clorados
13 01 10*	Aceites hidráulicos minerales no clorados
13 01 11*	Aceites hidráulicos sintéticos
13 01 12*	Aceites hidráulicos fácilmente biodegradables,
13 02 04*	Aceites minerales clorados de motor, de transmisión mecánica y lubricantes
13 02 05*	Aceites minerales no clorados de motor, de transmisión mecánica y lubricantes
13 02 06*	Aceites sintéticos de motor, de transmisión mecánica y lubricantes
13 02 07*	Aceites fácilmente biodegradables de motor, de transmisión y lubricantes
13 07 01*	Fuel oil y gasóleo
13 07 02*	Gasolina
	<b>13.- Residuos de disolventes, refrigerantes y propelentes orgánicos</b>
14 06 02*	Otros disolventes y mezclas de disolventes halogenados.
14 06 03*	Otros disolventes y mezclas de disolventes.
	<b>14.- Residuos NO especificados</b>
16 01 03	Neumáticos fuera de uso
16 01 07_	Filtros de aceite
16 01 13_	Líquidos de frenos
16 06 01_	Baterías de plomo
16 06 02_	Acumuladores de Ni-Cd.

## 2 ESTIMACIÓN DE LA CANTIDAD

Se propone realizar una estimación del volumen total de residuos generados, mediante la asignación de un 0,2% de volumen sobre la superficie de SET y LSAT. Este valor se ha obtenido de otros estudios de residuos de similares características. El contratista podrá utilizar durante la redacción del plan de RCD's, cualquier otro método de cálculo, de reconocido prestigio, siempre que sea aprobado por la Dirección facultativa de la obra.

### SET:

ESTIMACIÓN DE RESIDUOS		
Superficie Construida total	4100,14	m <sup>2</sup>
RCD's previstos	0,002	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>
Volumen de RCD's	8,20	m <sup>3</sup>

### LSAT:

ESTIMACIÓN DE RESIDUOS		
Superficie Construida total	20908,21	m <sup>2</sup>
RCD's previstos	0,002	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>
Volumen de RCD's	41,82	m <sup>3</sup>

Para estimar el volumen previsto de cada residuo identificado anteriormente, se toma un porcentaje en volumen basado en la composición residuos media que llega a vertedero, según fuentes contrastadas en el Plan Nacional de Residuos.

SET	% VOLUMEN	VOLUMEN (m <sup>3</sup> )	DENSIDAD (t/m <sup>3</sup> )	TONELADAS
<b>RCD's: Naturaleza no pétreo</b>		<b>5,99 m<sup>3</sup></b>	-	<b>5,69 t</b>
Asfaltos-Bituminosos	2,00%	0,16 m <sup>3</sup>	1,5 t/m <sup>3</sup>	0,25 t
Madera	15,00%	1,23 m <sup>3</sup>	0,6 t/m <sup>3</sup>	0,74 t
Metales y sus aleaciones	15,00%	1,23 m <sup>3</sup>	1,5 t/m <sup>3</sup>	1,85 t
Papel y cartón	15,00%	1,23 m <sup>3</sup>	0,9 t/m <sup>3</sup>	1,11 t
Plástico	13,00%	1,07 m <sup>3</sup>	0,6 t/m <sup>3</sup>	0,64 t
Vidrio	3,00%	0,25 m <sup>3</sup>	1,2 t/m <sup>3</sup>	0,30 t
Otros	10,00%	0,82 m <sup>3</sup>	1 t/m <sup>3</sup>	0,82 t

<b>RCD's: Naturaleza pétreo</b>		<b>2,20 m<sup>3</sup></b>	-	<b>3,05 t</b>
Arena, grava y otros áridos	10,00%	0,82 m <sup>3</sup>	1,2 t/m <sup>3</sup>	0,98 t
Hormigón	10,00%	0,82 m <sup>3</sup>	1,5 t/m <sup>3</sup>	1,23 t
Materiales de yesos	0,00%	0,00 m <sup>3</sup>	1,5 t/m <sup>3</sup>	0,00 t
Otros	6,80%	0,56 m <sup>3</sup>	1,5 t/m <sup>3</sup>	0,84 t

<b>RCD: Potencialmente peligrosos</b>	0,20%	<b>0,02 m<sup>3</sup></b>	1 t/m <sup>3</sup>	<b>0,02 t</b>
---------------------------------------	-------	---------------------------	--------------------	---------------

<b>RCD's TOTAL</b>		<b>8,20 m<sup>3</sup></b>		<b>8,76 t</b>
--------------------	--	---------------------------	--	---------------

LSAT	% VOLUMEN	VOLUMEN (m <sup>3</sup> )	DENSIDAD (t/m <sup>3</sup> )	TONELADAS
<b>RCD's: Naturaleza no pétreo</b>		<b>30,53 m<sup>3</sup></b>	-	<b>29,02 t</b>
Asfaltos-Bituminosos	2,00%	0,84 m <sup>3</sup>	1,5 t/m <sup>3</sup>	1,25 t
Madera	15,00%	6,27 m <sup>3</sup>	0,6 t/m <sup>3</sup>	3,76 t
Metales y sus aleaciones	15,00%	6,27 m <sup>3</sup>	1,5 t/m <sup>3</sup>	9,41 t
Papel y cartón	15,00%	6,27 m <sup>3</sup>	0,9 t/m <sup>3</sup>	5,65 t
Plástico	13,00%	5,44 m <sup>3</sup>	0,6 t/m <sup>3</sup>	3,26 t
Vidrio	3,00%	1,25 m <sup>3</sup>	1,2 t/m <sup>3</sup>	1,51 t
Otros	10,00%	4,18 m <sup>3</sup>	1 t/m <sup>3</sup>	4,18 t

<b>RCD's: Naturaleza pétreo</b>		<b>11,21 m<sup>3</sup></b>	-	<b>15,56 t</b>
Arena, grava y otros áridos	10,00%	4,18 m <sup>3</sup>	1,2 t/m <sup>3</sup>	5,02 t
Hormigón	10,00%	4,18 m <sup>3</sup>	1,5 t/m <sup>3</sup>	6,27 t
Materiales de yesos	0,00%	0,00 m <sup>3</sup>	1,5 t/m <sup>3</sup>	0,00 t
Otros	6,80%	2,84 m <sup>3</sup>	1,5 t/m <sup>3</sup>	4,27 t

<b>RCD: Potencialmente peligrosos</b>	0,20%	<b>0,08 m<sup>3</sup></b>	1 t/m <sup>3</sup>	<b>0,08 t</b>
---------------------------------------	-------	---------------------------	--------------------	---------------

<b>RCD's TOTAL</b>		<b>41,82 m<sup>3</sup></b>		<b>44,66 t</b>
--------------------	--	----------------------------	--	----------------

### 3 PREVENCIÓN DE RESIDUOS

No	SI	MEDIDA PREVENCIÓN / REDUCCIÓN
	X	Separación de residuos en origen ( en obra)
	X	Inventario de residuos peligrosos (si los hay)
	X	Separación de residuos biodegradables (basura orgánica)
	X	Nombramiento de responsable de prevención / reducción de residuos.
	X	Utilización de materiales prefabricados (elementos de hormigón, bloques prefabricados...)
	X	Utilización de materiales con mayor vida útil o que favorezcan su reutilización, reciclado, etc.
	X	Evitar derrames, fugas, roturas de material o inservible mediante un control de calidad.
X		Posibilidad de utilizar el material sobrante o No válido en otra obra o uso distinto.
	X	Control y medición de unidades de obra durante la recepción del material.
	X	Utilización de envases y embalajes reciclables de materiales para la construcción.
	X	Implantación de medidas de vigilancia y control de vertidos incontrolados.
	X	Otras a incluir por el poseedor de residuos (constructor)

## 4 SEPARACIÓN DE RESIDUOS

De acuerdo al Art. 5 R.D.105/2008 el poseedor de residuos deberá proceder a su separación en fracciones, cuando se prevea que los residuos superen las siguientes cantidades:

RESIDUO RCD's	PREVISTO (T)	LÍMITE (T)
Hormigón	1,23 t	80 t
Ladrillos, tejas y material cerámico	0 t	40 t
Metal	1,85 t	2 t
Madera	0,74 t	1 t
Vidrio	0,3 t	1 t
Plástico	0,64 t	0,5 t
Papel y cartón	1,11 t	0,5 t

Según la estimación de volumen de residuos RCD's realizada, se deberán tomar medidas de separación para cada fracción identificada en la tabla, que deberán ser confirmadas o modificadas por el poseedor de residuos.

No	Si	MEDIDA SEPARACIÓN
X		Eliminación previa de materiales desmontables (solo en caso de demolición)
X		Utilización de contenedores de gran volumen para RCD's (solo en caso de demolición)
X		Recogida de RCD's en obra (todo mezclado)
	X	Separación de residuos peligrosos RRPP's (si los hay)
	X	Acondicionamiento de zonas en obra para efectuar la separación de RCD's
	X	Nombramiento de responsable en obra de controlar y supervisar la separación de RCD's
	X	Utilización de contenedores públicos para residuos biodegradables (si los hay)
	X	Utilización de envases / sacos de 1 m <sup>3</sup> para separación de RCD's
	X	Identificación de residuos mediante etiquetas o símbolos

## 5 GESTIÓN DE RESIDUOS

Los RCD's generados durante la ejecución de la obra se gestionarán mediante alguna de las operaciones siguientes (reutilización, valorización o eliminación). Estas medidas deberán ser confirmadas o modificadas por el poseedor de residuos.

## 6 REUTILIZACIÓN

No	Si	OPERACIÓN PREVISTA
	X	Se prevé alguna operación de reutilización
X		Previsión de reutilización en la misma obra o en otro emplazamiento externo
X		Reutilización de hormigón en plantas de hormigón o cementeras
X		Reutilización de mezclas bituminosas en otras obras
	X	Reutilización de arena y grava en áridos reciclados o urbanización
X		Reutilización de ladrillos triturados o deteriorados en otras obras
X		Reutilización de material cerámico en otras obras



<b>X</b>	Reutilización de materiales NO pétreos: madera, yeso, vidrio en otras obras
<b>X</b>	Reutilización de materiales metálicos en otras obras

## 7 VALORIZACIÓN

No	Si	OPERACIÓN PREVISTA
<b>X</b>		Valorización en la misma obra
	<b>X</b>	Entrega a gestor de RCD's autorizado
<b>X</b>		Utilización principal como combustible o como otro medio de generar energía
<b>X</b>		Recuperación o regeneración de disolventes
	<b>X</b>	Reciclado o recuperación de sustancias orgánicas (basuras)
	<b>X</b>	Reciclado o recuperación de compuestos metálicos en fundiciones o similar
	<b>X</b>	Reciclado o recuperación de hormigones, gravas y arenas para hormigón nuevo, material de base en carreteras, sellado de vertederos
	<b>X</b>	Reciclado o recuperación de mezclas bituminosas en plantas de asfalto
<b>X</b>		Regeneración de ácidos o bases
<b>X</b>		Tratamiento de suelos en beneficio de la agricultura

## 8 ELIMINACIÓN

No	Si	OPERACIÓN PREVISTA
	<b>X</b>	Se prevé alguna operación de eliminación
	<b>X</b>	Depósito de RCD's en vertedero autorizado de residuos inertes
	<b>X</b>	Depósito en vertedero de residuos peligrosos
<b>X</b>		Eliminación de RCD's en incinerador

## 9 DESTINO RCD'S

Se aporta una tabla resumen donde se refleja la salida/gestión que se propone dar a cada RCD identificado y cuantificado anteriormente. Constituye una propuesta que deberá ser confirmada por el poseedor de residuos.

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	TRATAMIENTO	DESTINO
17 01 01	Hormigón	Valorización (reciclado)	Fabricación hormigón nuevo
17 01 01	Madera	Valorización (reciclado)	Valorización como combustible
17 02 02	Vidrio	Valorización (reciclado)	Depósito en vertedero
17 02 03	Plástico	Valorización (reciclado)	Servicio recogida basuras
17 03 02	Mezclas bituminosas	Valorización (reciclado)	Fabricación de asfaltos
17 04 02	Aluminio	Valorización (reciclado)	Utilización en obras externas
17 04 05	Hierro y acero	Valorización (reciclado)	Utilización en obras externas
17 05 04	Tierra y piedras	Valorización (reutilización)	Utilización en obras externas
17 06 04	Materiales de aislamiento	Valorización (reciclado)	Utilización en obras externas
17 08 02	Materiales de yeso	Sin tratamiento	Depósito en vertedero
20 01 21*	Tubos fluorescentes	Valorización (reciclado)	Gestor de Residuos Peligrosos
20 02 01	Residuos biodegradables	Valorización (reciclado)	Servicio recogida basuras
15 01 01	Envases de papel y cartón	Valorización (reciclado)	Servicio recogida basuras
15 02 03	Absorbentes	Valorización (reciclado)	Depósito en vertedero

## 10 VALORACION DEL COSTE DE LA GESTION DE LOS RESIDUOS

Se ha previsto un coste de 2.012,86 € para el almacenamiento de los residuos dentro de la obra y su transporte al Gestor autorizado de residuos.

OBJETO	SET	LSAT	UNITARIO (€/Tn)	TOTAL
	CANTIDAD (Tn)	CANTIDAD (Tn)		
<b>RCD's: Naturaleza no pétreo</b>				
Asfaltos-Bituminosos	0,25	1,25	10	15,01 €
Madera	0,74	3,76	12	54,02 €
Metales y sus aleaciones	1,85	9,41	35	393,88 €
Papel y cartón	1,11	5,65	25	168,81 €
Plástico	0,64	3,26	20	78,03 €
Vidrio	0,30	1,51	20	36,01 €
Otros	0,82	4,18	15	75,03 €
<b>RCD's: Naturaleza pétreo</b>				
Arena, grava y otros áridos	0,98	5,02	5,5	33,01 €
Hormigón	1,23	6,27	15	112,54 €
Materiales de yesos	0,00	0,00	15	- €
Otros	0,84	4,27	15	76,53 €
Material excavacion a vertedero	0,00	0,00	5,5	- €
RCD: Potencialmente peligrosos	0,02	0,08	450	45,02 €
<b>RCD's TOTAL</b>				<b>1.087,86 €</b>
<b>ESTIMACIÓN DEL COSTE DE TRATAMIENTO DE LOS RCDs</b>				
DESCRIPCIÓN	ESTIMACIÓN		UNITARIO	TOTAL
Horas de formación básica en la gestión de residuos para los trabajadores de la obra.	25	h	25,00	625,00 €
Retirada y devolución de bobinas en caso de que el fabricante no viniera a recogerlas	1	ud	300,00	300,00 €
<b>TOTAL</b>				<b>2.012,86 €</b>



### **Anexo 3. CAMPO MAGNÉTICO SUBESTACIÓN**

---

## ÍNDICE

1	OBJETO .....	3
2	NORMATIVA .....	3
3	METODOLOGIA DE ANALISIS .....	4
4	SUBESTACION LA SERNA PROMOTORES 220 KV .....	5
4.1	CARACTERISTICAS DE LA INSTALACION Y DATOS DE CÁLCULO .....	5
4.2	RESULTADOS .....	7
5	EVALUACION DE LOS RESULTADOS .....	9
6	CONCLUSIONES .....	9

## 1 OBJETO

El objeto de este anexo es valorar los campos magnéticos que se producirán en la Subestación LA SERNA PROMOTORES de 220 kV para la evacuación la energía producida en los parques eólicos indicados en la memoria, con el propósito de comprobar el cumplimiento de los límites establecidos por la normativa vigente.

El municipio afectado por la implantación de la subestación es Tudela (Comunidad Foral de Navarra).

El estudio comprende el cálculo de los niveles máximos del campo magnético que por razón del funcionamiento de la subestación pueden alcanzarse en su entorno, y su evaluación comparativa con los límites establecidos en la normativa vigente.

## 2 NORMATIVA

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

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

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

- 1) ITC-RAT-14. INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE INTERIOR. 4.7: Limitación de los campos magnéticos en la proximidad de instalaciones de alta tensión.
- 2) ITC-RAT-15. INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE EXTERIOR. 3.15: Limitación de los campos magnéticos en la proximidad de instalaciones de alta tensión.
- 3) ITC-RAT-20. ANTEPROYECTOS Y PROYECTOS. 3.2.1: Memoria.

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

### 3 METODOLOGIA DE ANALISIS

Para la elaboración del análisis del campo magnético, se ha desarrollado una aplicación que realiza la simulación y cálculo del campo magnético en los puntos deseados de la instalación y su entorno.

El cálculo está basado en un cálculo analítico realizado sobre el conjunto de conductores 3D de una subestación, discretizados a segmentos rectilíneos, y sobre un periodo de onda completo para obtener valores eficaces. Se tienen en cuenta los diferentes desfases entre fases o motivados por la presencia de un transformador.

El cálculo no tiene en cuenta el campo generado por los transformadores, sólo por los conductores. Esta simplificación no afecta de forma significativa a los resultados obtenidos según se indica en UNE- CLC/TR-50453. De igual forma, no se consideran los posibles apantallamientos debidos a pantallas de cables o envolventes de la aparamenta eléctrica, quedando el cálculo por el lado de la seguridad.

La entrada de datos de la aplicación es la topología en 3D del conjunto de conductores de la subestación, así como las corrientes que circulan por cada conductor. Las corrientes consideradas para el cálculo son las máximas previstas para cada posición (en especial de los transformadores) o tramo de ella, de forma que se obtiene el máximo campo magnético. El estado de carga máximo planteado es técnicamente posible de alcanzar, pero difícil que se produzca en realidad, y en todo caso durante un breve espacio de tiempo.

En ocasiones, debido a la topología de la instalación, no es posible determinar las corrientes por todos los tramos de las diferentes posiciones. Para estos casos se estiman las corrientes por dichos tramos que den lugar a los campos más desfavorables.

Los resultados obtenidos se presentan en los límites exteriores de la subestación accesibles por el público, considerándose para el cálculo una distancia de 0,2 m del vallado y a una altura de 1 m, según UNE-EN 62110. De igual forma, se facilita el cálculo del campo en forma de gráfico en toda la superficie de la subestación a una altura de 1 m a efectos informativos.



## 4 SUBSTACION LA SERNA PROMOTORES 220 KV

### 4.1 CARACTERISTICAS DE LA INSTALACION Y DATOS DE CÁLCULO

La configuración de la instalación considerada es la siguiente:

Sección:

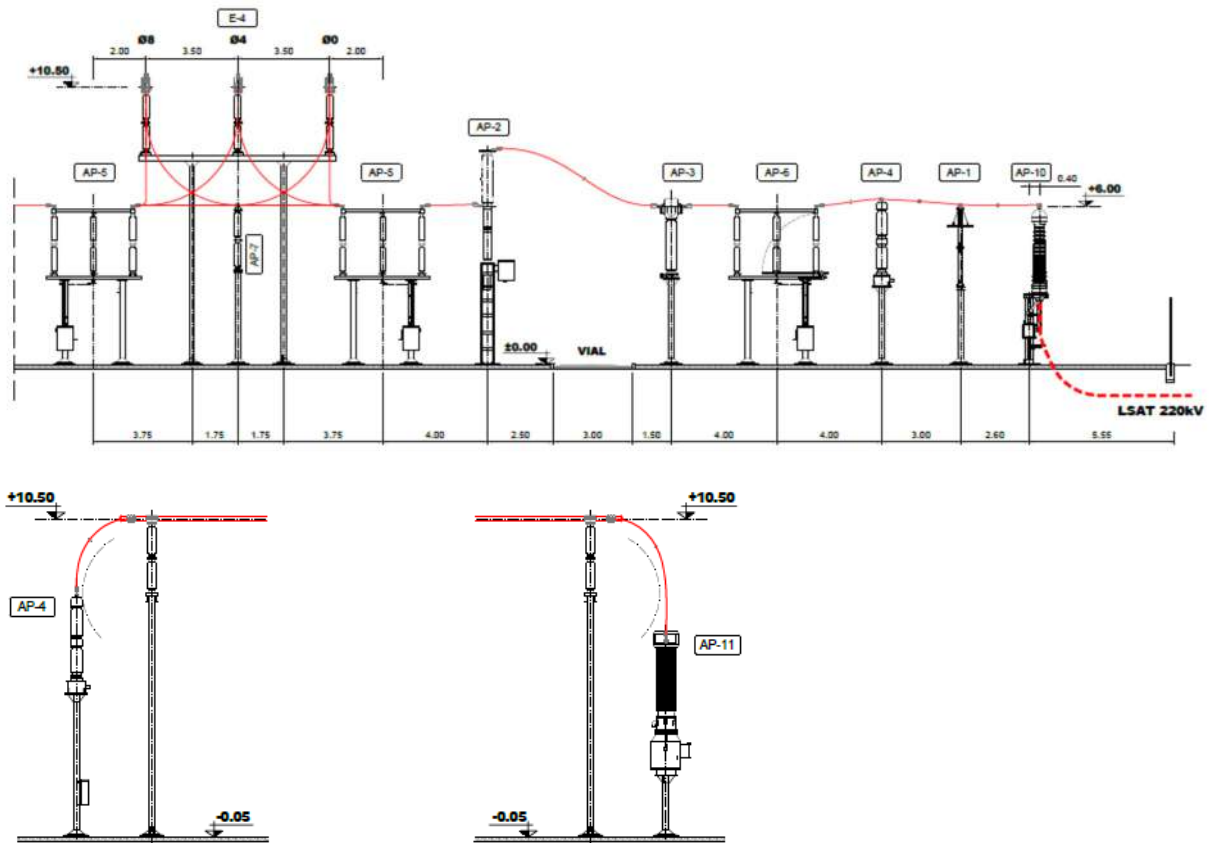


Figura 1

Planta:

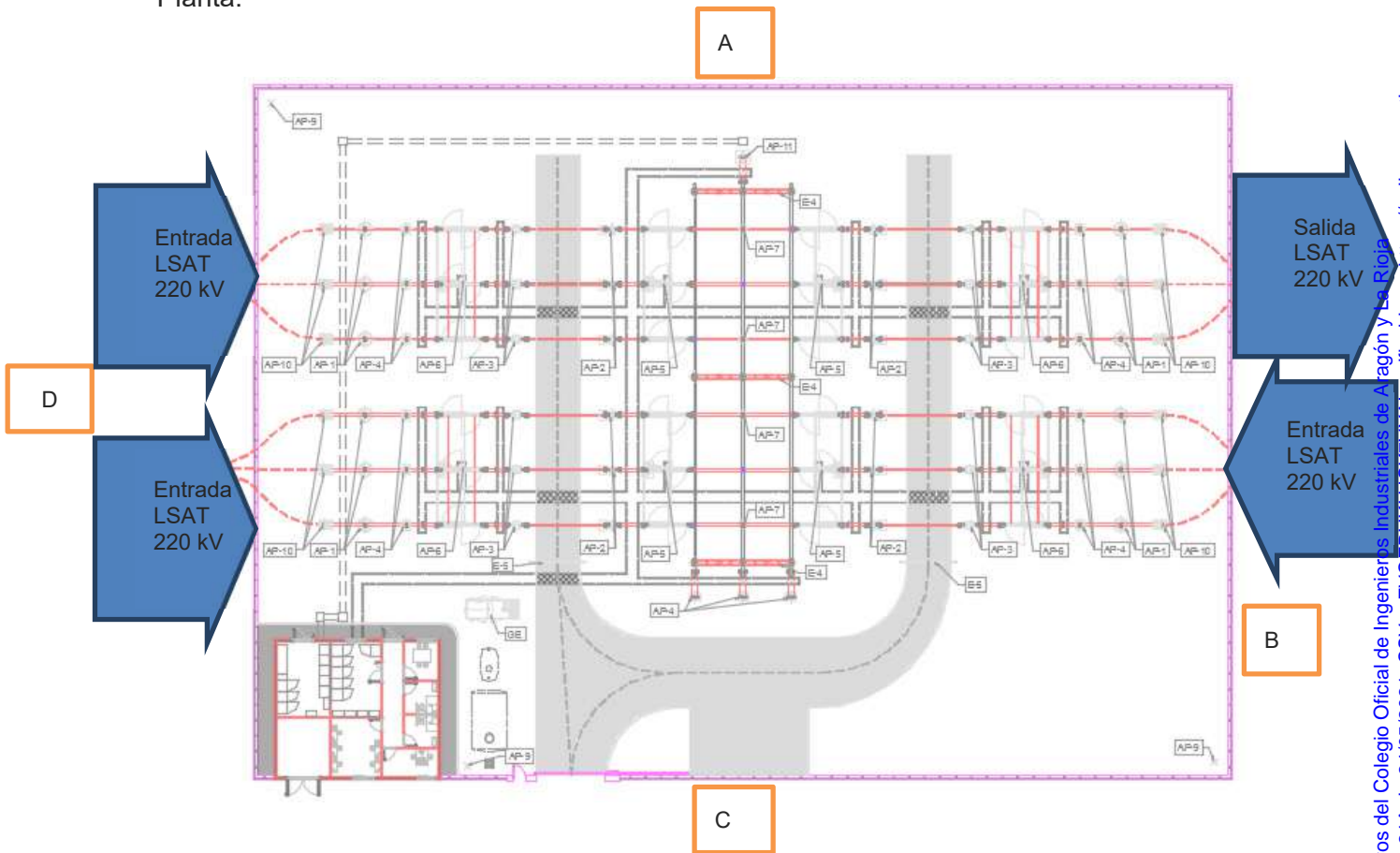


Figura 2

La misma consta de dos posiciones para las siguientes líneas de entrada:

- L1: LSAT 220 kV SET SANGORRÍN
- L2: LSAT 220 kV SET P.E LOS CHOPOS
- L1: LSAT 220 kV SET ALCARAMA

Y la siguiente posición de salida:

- L3: LSAT 220 kV SET LA SERNA 220 kV (REE)

A continuación se muestra un modelo 3D de los cables de la instalación

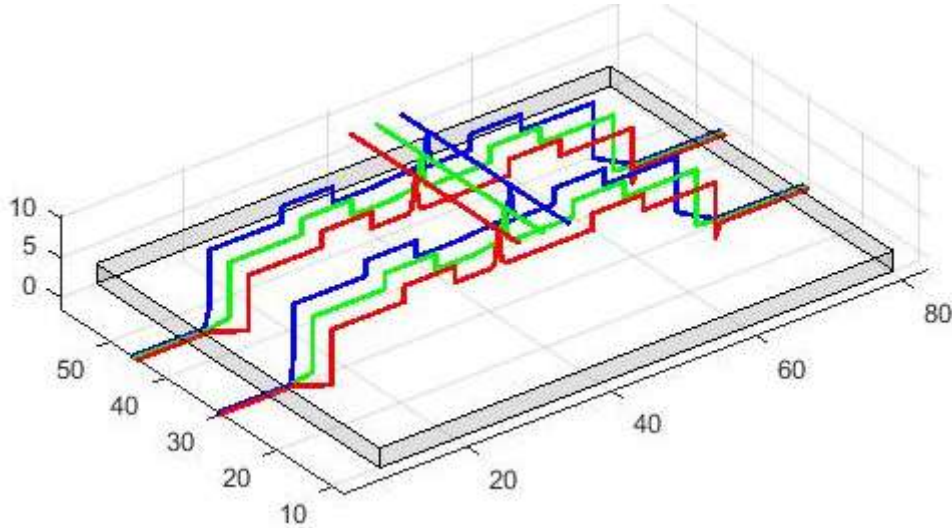


Figura 3.

## 4.2 RESULTADOS

La simulación del campo magnético ha sido realizada con el estado de carga indicado anteriormente, estado de carga máximo realizable. Por tanto, los valores de campo magnético calculados y representados serán superiores a los que se producirán durante el funcionamiento habitual de la subestación.

Se ha obtenido el campo magnético en la subestación, a 1 metro de altura del suelo. Los resultados obtenidos se representan tanto en el límite exterior del centro (Requerimiento reglamentario) como en el interior del mismo.

Los valores más elevados de campo en el exterior accesible por el público se producen en la parte B de la instalación teniendo un valor de 20,08  $\mu\text{T}$ .

En la figura siguiente se representa el campo magnético en la totalidad de la estación eléctrica y en los alrededores de la misma.

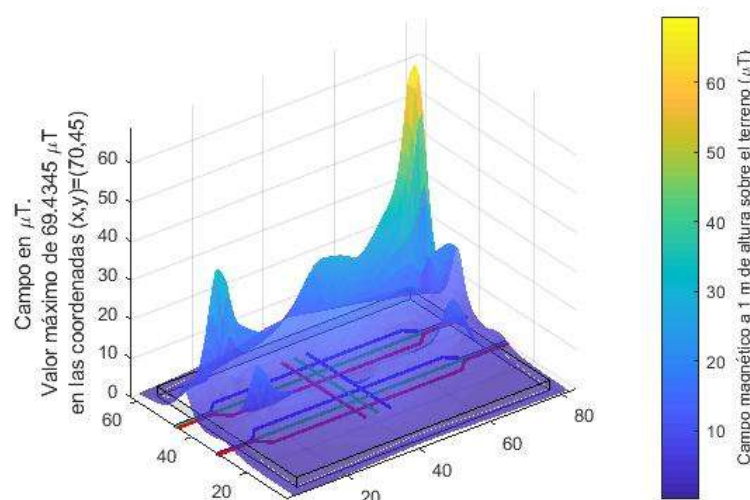


Figura 4.

Las siguientes gráficas representan los valores del campo magnético en las proximidades de la subestación, siguiendo las alineaciones de la valla, a 1 metro de altura.

Lado A: (máximo 7,50  $\mu\text{T}$ )

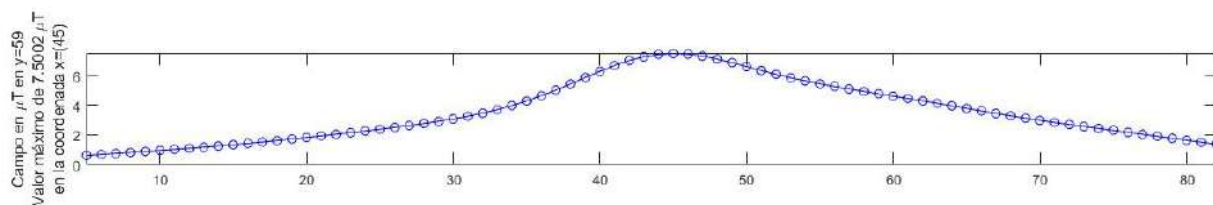


Figura 5.

Lado B (máximo 20,08  $\mu\text{T}$ )

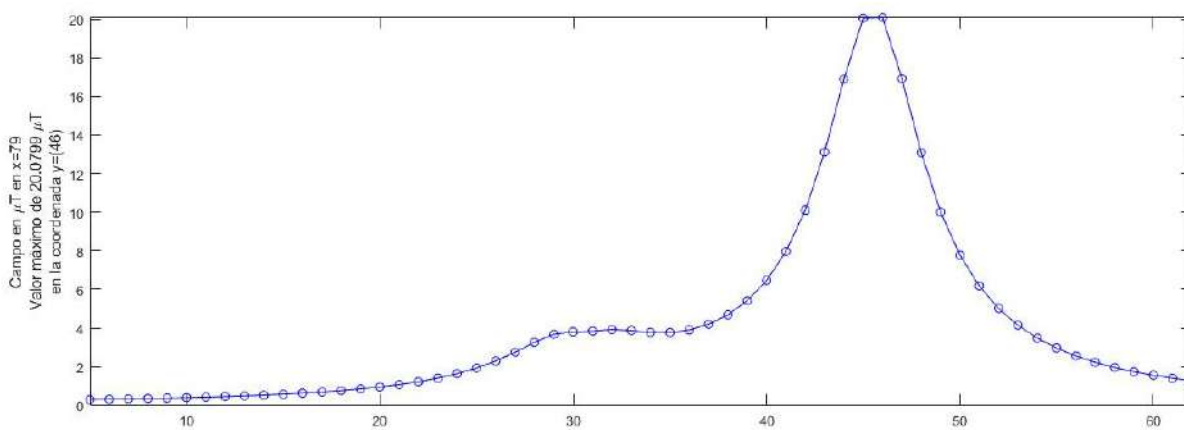


Figura 6.

Lado C (máximo 1,47  $\mu\text{T}$ )

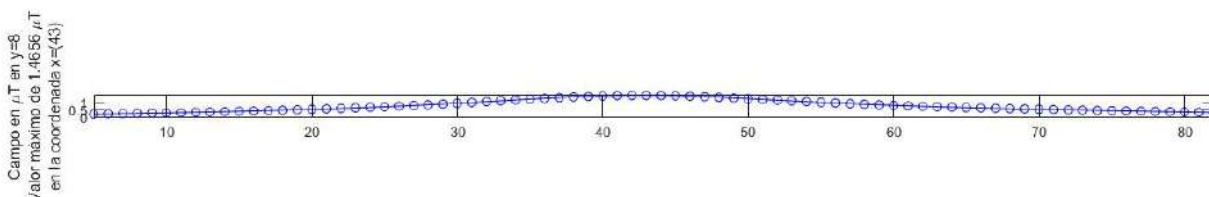


Figura 7.

Lado D (máximo 10,03  $\mu\text{T}$ )

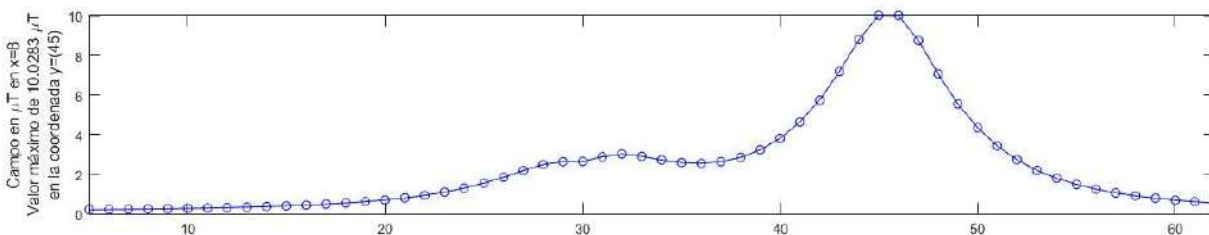


Figura 8.

## 5 EVALUACION DE LOS RESULTADOS

De acuerdo con el Resumen informativo elaborado por el Ministerio de Sanidad y Consumo con fecha 11 de Mayo de 2001, a partir del informe técnico realizado por un Comité pluridisciplinar de Expertos Independientes en el que se evaluó el riesgo de los campos electromagnéticos sobre la salud humana, se puede concretar que para los niveles de campo magnético que se generan en el centro de transformación objeto del proyecto, no se ocasionan efectos adversos para la salud, ya que son unos niveles de radiación muy inferiores a las 100  $\mu$ T, límite preventivo para el cual, se puede asegurar que no se ha identificado ningún mecanismo biológico que muestre una posible relación causal entre la exposición a estos niveles de campo electromagnético y el riesgo de padecer alguna enfermedad, en concordancia así mismo, con las conclusiones de la Recomendación del Consejo de Ministros de Salud de la Unión Europea (1999/519/CE), relativa a la exposición del público a campos electromagnéticos de 0 Hz a 300GHz, cuya transcripción al ámbito nacional queda recogido en el Real Decreto 1066/2001 28 de Septiembre de 2001.

Estos niveles de campo magnético no son, por otra parte, exclusivos de subestaciones eléctricas, siendo habituales en otros ambientes, como oficinas, medios de locomoción o incluso en ambientes residenciales fruto de la evolución tecnológica de la sociedad.

## 6 CONCLUSIONES

Como conclusión de la simulación y cálculo realizado del campo magnético generado por la actividad de la subestación eléctrica del proyecto, en las condiciones más desfavorables de funcionamiento (hipótesis de carga máxima realizable), se obtiene que los valores de radiación emitidos están muy por debajo de los valores límite recomendados, esto es, 100  $\mu$ T para el campo magnético a la frecuencia de la red, 50Hz.



## **ANEXO 4 RELACIÓN DE BIENES Y DERECHOS AFECTADOS**

---



ENTRONQUE SUBTERRÁNEO - SUBESTACIÓN LA SERNA PROMOTORES									
DATOS PARCELA						SET	ACCESO SET	ZANJA LINEA SUBTERRANEA	
ID. AFECCIÓN	REF. CATASTRAL	POLÍGONO	PARCELA	SUP. PARCELA (m <sup>2</sup> )	TÉRMINO MUNICIPAL	SUP. AFECTADA (m <sup>2</sup> )	SUP. AFECTADA (m <sup>2</sup> )	ZANJA LINEA SUBTERRANEA (m <sup>2</sup> )	SERNIDUMBRE ZANJA (m <sup>2</sup> )
1	232390146	39	146	103938,13	TUDELA			3,49	17,85
2	232390147	39	147	17381,28	TUDELA			358,97	297,18
3	232390148	39	148	12719,35	TUDELA		298,97	2,23	474,91
4	232390149	39	149	9194,01	TUDELA		92,23		
5	232390150	39	150	63089,76	TUDELA	3600,67	79,3	475,86	582,82
6	232410201	41	201	106250,27	TUDELA			700,99	799,22
7	232420231	42	231	111999,15	TUDELA			204,23	662,99
8	232420234	42	234	6563,93	TUDELA				26,38
9	232420239	42	239	142661,67	TUDELA			510,78	665,99
10	CAMINO				TUDELA		28,97	651,66	1071,42
<b>TOTALES</b>						<b>3.600,67</b>	<b>499,47</b>	<b>2.908,21</b>	<b>4.598,76</b>



**DOCUMENTO 02. PLANOS**

---



**PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO**  
SUBESTACION 220 KV "LA SERNA PROMOTORES" Y LSAT DE  
ENTRONQUE CON LAAT SET ALCARAMA – SET LA SERNA.  
T.M.: TUDELA (COMUNIDAD FORAL DE NAVARRA)



## ÍNDICE

3421100-3303-010\_SITUACIÓN

3421100-3303-050\_CATASTRO

3421100-3303-432\_IMPLANTACIÓN SOBRE ORTOFOTO

3421100-3303-433\_DETALLES LSAT 220kV

3421100-3303-434\_PLANTA GENERAL

3421100-3303-435\_SECCIONES GENERALES

3421100-3303-436\_CIMENTACIONES Y CANALES DE CABLES

3421100-3303-438\_RED DE TIERRAS

3421100-3303-439\_EDIFICIO DE CONTROL SET. DISTRIBUCIÓN DE EQUIPOS

3421100-3303-440\_CERRAMIENTO PERIMETRAL Y ACCESOS

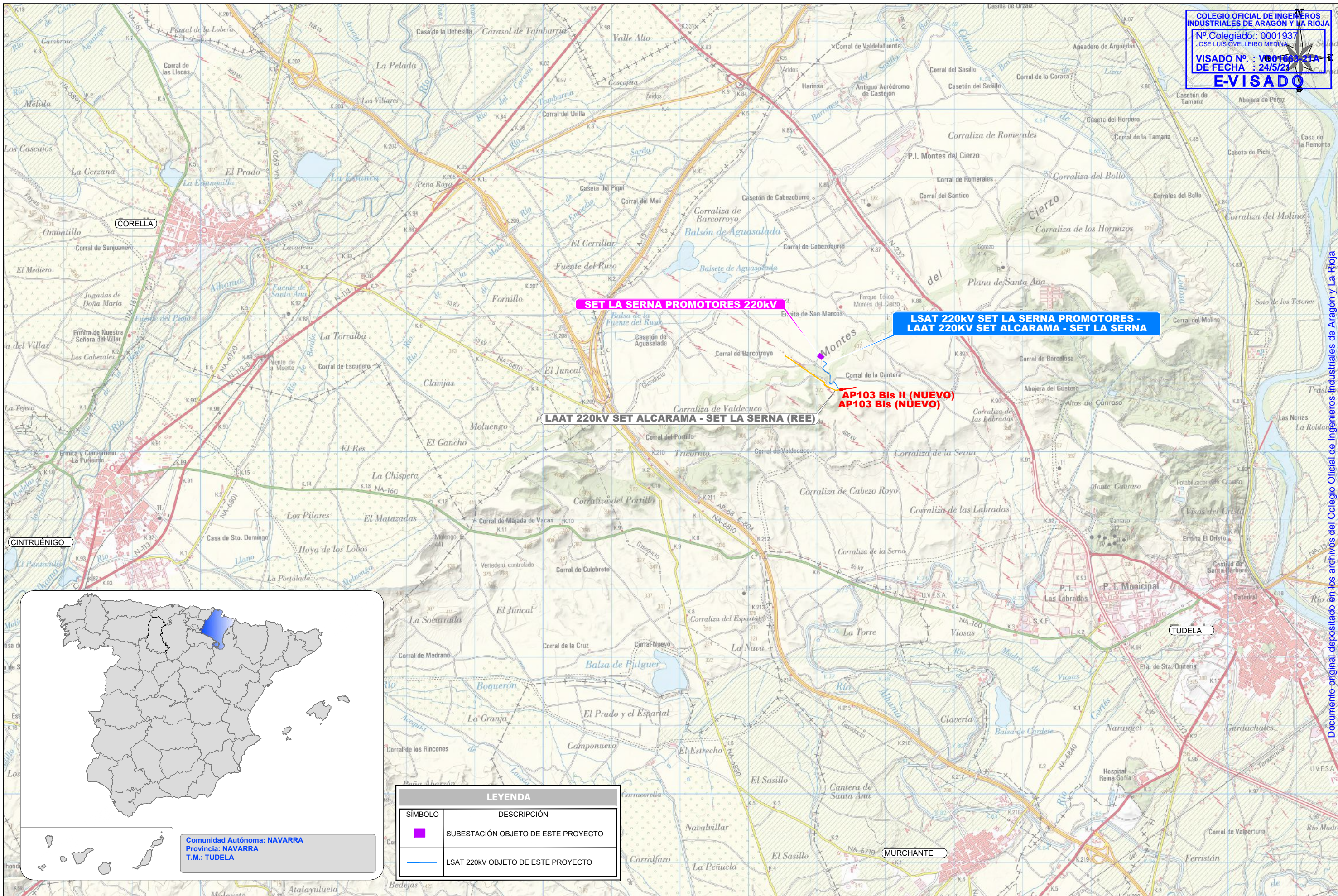
3421100-3303-441\_ESQUEMA UNIFILAR SIMPLIFICADO

3421100-3303-442\_UNIFILAR PROTECCIÓN Y MEDIDA

3421100-3303-443\_ALIMENTACIONES DE CORRIENTE ALTERNA

3421100-3303-444\_ALIMENTACIONES DE CORRIENTE CONTINUA





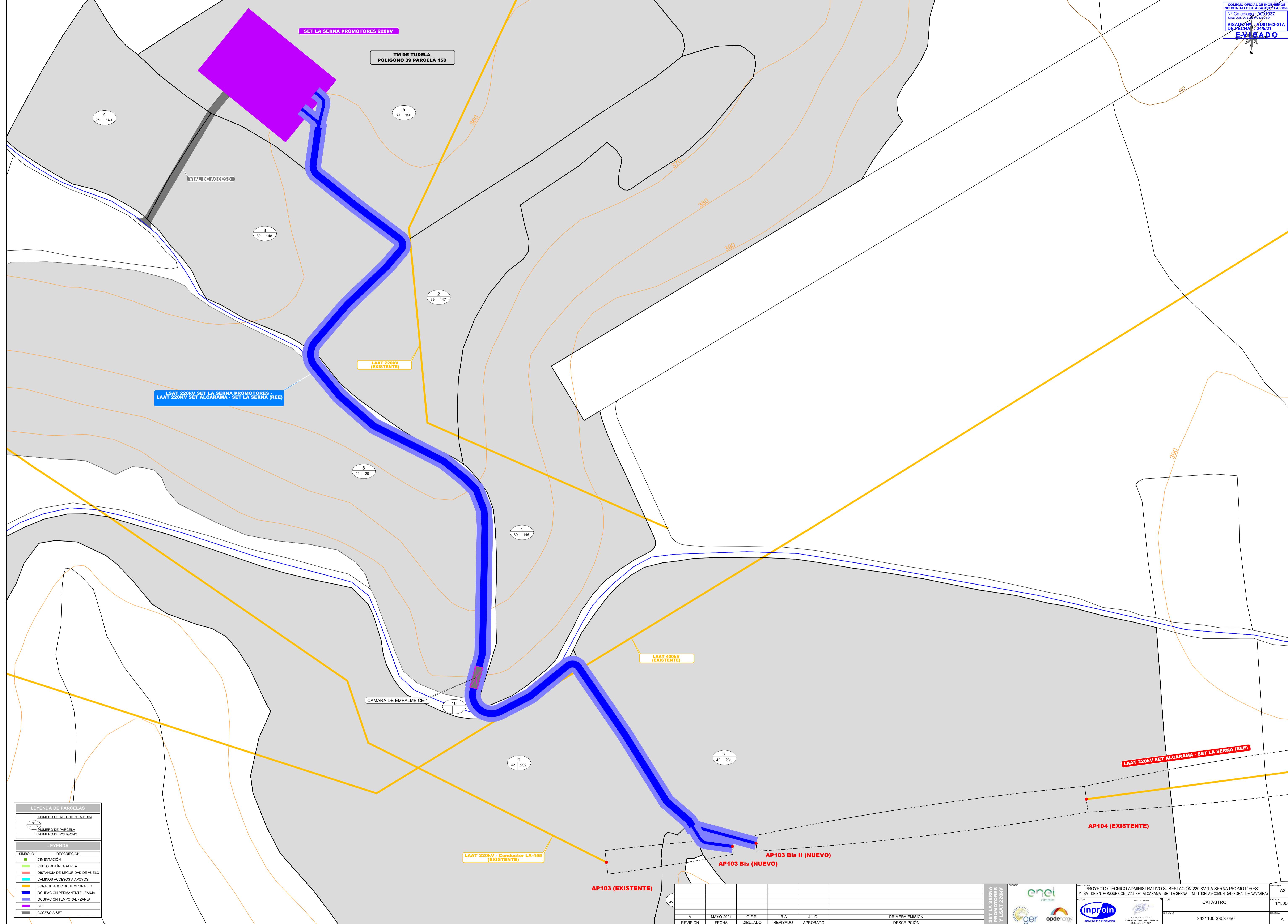
Comunidad Autónoma: NAVARRA  
 Provincia: NAVARRA  
 T.M.: TUDELA

LEYENDA	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	SUBESTACIÓN OBJETO DE ESTE PROYECTO
	LSAT 220KV OBJETO DE ESTE PROYECTO

A	MAYO-2021	G.F.P.	J.R.A.	J.L.O.	PRIMERA EMISIÓN
REVISIÓN	FECHA	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO	DESCRIPCIÓN

CLIENTE  	PROYECTO PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SUBESTACIÓN 220 KV "LA SERNA PROMOTORES" Y LSAT DE ENTRONQUE CON LAAT SET ALCARAMA - SET LA SERNA. T.M.: TUDELA (COMUNIDAD FORAL DE NAVARRA)	FORMATO A3
	AUTOR  INGENIERIA Y PROYECTOS	TÍTULO SITUACIÓN
PLANO N° 3421100-3303-010	REVISIÓN A	





**LEYENDA DE PARCELAS**

NUMERO DE AFEECIÓN EN RSDA  
 NUMERO DE PARCELA  
 NUMERO DE POLIGONO

**LEYENDA**

SIMBOLO	DESCRIPCIÓN
[Green square]	CIMENTACIÓN
[Red line]	VUELO DE LÍNEA AÉREA
[Blue line]	DISTANCIA DE SEGURIDAD DE VUELO
[Yellow line]	CAMINOS ACCESOS A APOYOS
[Orange line]	ZONA DE ACOPIOS TEMPORALES
[Blue line]	OCCUPACIÓN PERMANENTE - ZANJA
[Light blue line]	OCCUPACIÓN TEMPORAL - ZANJA
[Purple polygon]	SET
[Black line]	ACCESO A SET

42							
A	MAYO-2021	G.F.P.	J.R.A.	J.L.O.	PRIMERA EMISIÓN		
REVISIÓN	FECHA	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO	DESCRIPCIÓN		

SET LA SERNA PROMOTORES T. LAAT 220kV

PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SUBESTACIÓN 220 KV 'LA SERNA PROMOTORES' Y LSAT DE ENTRONQUE CON LAAT SET ALCARAMA - SET LA SERNA. T.M.: TUDELA (COMUNIDAD FORAL DE NAVARRA)

PROYECTO: PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SUBESTACIÓN 220 KV 'LA SERNA PROMOTORES' Y LSAT DE ENTRONQUE CON LAAT SET ALCARAMA - SET LA SERNA. T.M.: TUDELA (COMUNIDAD FORAL DE NAVARRA)

AUTORES: [Logos: enel, ger, opde, inproin]

CLIENTE: CATASTRO

PLANO Nº: 3421100-3303-050

ESCALA: 1/1.000

FORMA: A3

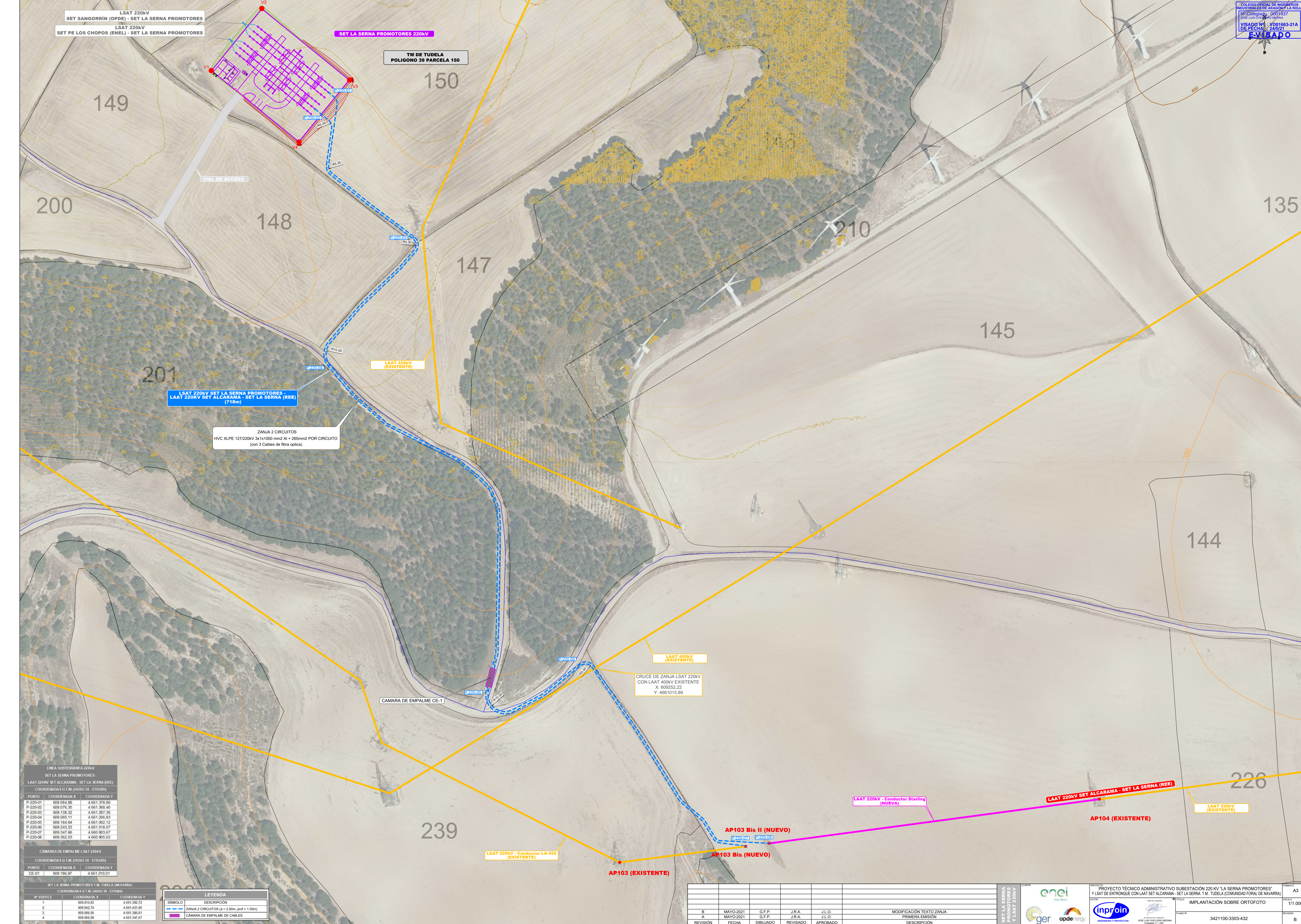
REVISIÓN: A



LSAT 220kV  
 SET SANGORRIN (OPDE) - SET LA SERNA PROMOTORES  
 LSAT 220kV  
 SET PE LOS CHOPOS (ENEL) - SET LA SERNA PROMOTORES

SET LA SERNA PROMOTORES 220kV

TM DE TUDELA  
 POLIGONO 39 PARCELA 150



LSAT 220kV SET LA SERNA PROMOTORES -  
 LAAT 220kV SET ALCARAMA - SET LA SERNA (REE)  
 (718m)

ZANJA 2 CIRCUITOS  
 HVC XLPE 127/220kV 3x1x1000 mm<sup>2</sup> Al + 266mm<sup>2</sup> POR CIRCUITO  
 (con 3 Cables de fibra optica)

CAMARA DE EMPALME CE-1

LAAT 400kV  
 (EXISTENTE)  
 CRUCE DE ZANJA LSAT 220kV  
 CON LAAT 400kV EXISTENTE  
 X: 609252,22  
 Y: 4661015,89

LAAT 220kV - Conductor Starting  
 (NUEVA)

LAAT 220kV SET ALCARAMA - SET LA SERNA (REE)

AP104 (EXISTENTE)

LAAT 220kV  
 (EXISTENTE)

AP103 Bis II (NUEVO)

AP103 Bis (NUEVO)

AP103 (EXISTENTE)

LAAT 220kV - Conductor LA-455  
 (EXISTENTE)

LÍNEA SUBTERRÁNEA 220kV  
 SET LA SERNA PROMOTORES -  
 LAAT 220kV SET ALCARAMA - SET LA SERNA (REE)

COORDENADAS U.T.M. (HUSO 30 - ETRS89)

PUNTO	COORDENADA X	COORDENADA Y
P-220-01	609 054,86	4 661 378,86
P-220-02	609 076,36	4 661 368,40
P-220-03	609 136,32	4 661 287,58
P-220-04	609 085,11	4 661 206,83
P-220-05	609 184,94	4 661 002,12
P-220-06	609 243,23	4 661 018,07
P-220-07	609 347,66	4 660 903,67
P-220-08	609 362,53	4 660 905,62

CÁMARA DE EMPALME LSAT 220kV

COORDENADAS U.T.M. (HUSO 30 - ETRS89)

PUNTO	COORDENADA X	COORDENADA Y
CE-01	609 186,97	4 661 010,01

SET LA SERNA PROMOTORES T.M. TUDELA (NAVARRA)

COORDENADAS U.T.M. (HUSO 30 - ETRS89)

Nº VEREDIC	COORDENADA X	COORDENADA Y
1	609 010,83	4 661 302,72
2	609 042,74	4 661 431,86
3	609 098,00	4 661 386,81
4	609 066,09	4 661 347,87

LEYENDA

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	ZANJA 2 CIRCUITOS (a = 2,00m, prof = 1,50m)
	CÁMARA DE EMPALME DE CABLES

REVISIÓN	FECHA	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO	DESCRIPCIÓN
B	MAYO-2021	G.F.F.	J.R.A.	J.L.O.	MODIFICACION TEXTO ZANJA
A	MAYO-2021	G.F.F.	J.R.A.	J.L.O.	PRIMERA EMISION

SET LA SERNA PROMOTORES T. LSAT 220kV

PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SUBESTACIÓN 220 KV "LA SERNA PROMOTORES" Y LSAT DE ENTRONQUE CON LAAT SET ALCARAMA - SET LA SERNA. T.M.: TUDELA (COMUNIDAD FORAL DE NAVARRA)

INPROIN INGENIERIA Y PROYECTOR

3421100-3303-432

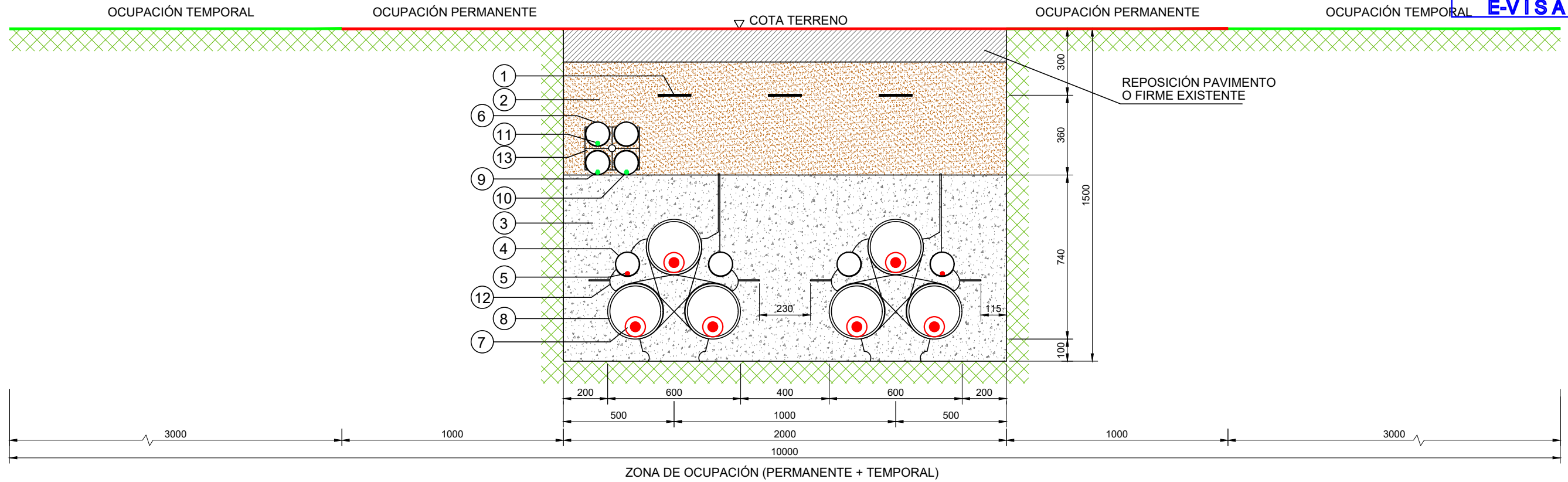
1/1.000

AS

B



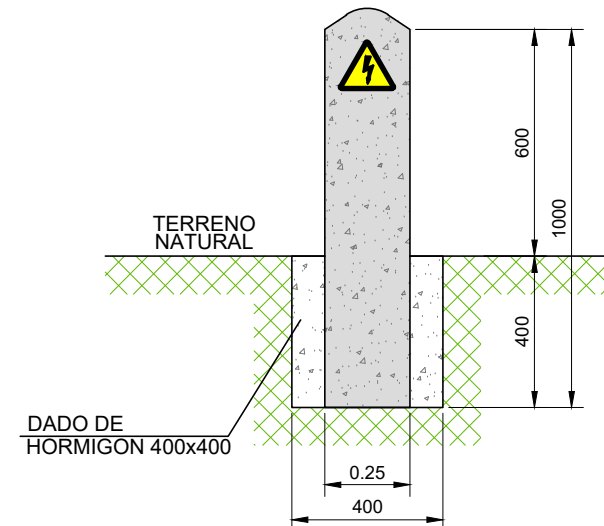
**ZANJA TIPO (2 LINEAS 220kV)**



— ZONA DE OCUPACIÓN PERMANENTE  
 — ZONA DE OCUPACIÓN TEMPORAL

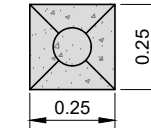
LEYENDA	
NÚMERO	DESCRIPCIÓN
1	CINTA SEÑALIZADORA 150mm
2	TIERRA SELECCIONADA DE EXCAVACIÓN
3	HORMIGON HNE-15
4	TUBO DE PE-A.D. DOBLE PARED CORRUGADO DE 110mmØ
5	CABLE DE ENLACE DE TIERRA
6	TUBO P.E. 110mmØ COMUNICACIONES
7	LINEA DE A.T. CABLES UNIPOLARES HVC XLPE 127/220kV 1x(3x1x1000 mm2) Al + 265mm2
8	TUBO DE PE-A.D. DOBLE PARED CORRUGADO DE 250mmØ
9	F.O.1. 24F.S.M. SET LA SERNA (REE)
10	F.O.2. 24F.S.M. SET LA SERNA (REE)
11	F.O.3. 24F.S.M. SET ALCARAMA
12	SEPARADOR 3Ø250 + 2Ø110
13	SEPARADOR 4Ø110

**HITO DE SEÑALIZACION  
ALZADO**

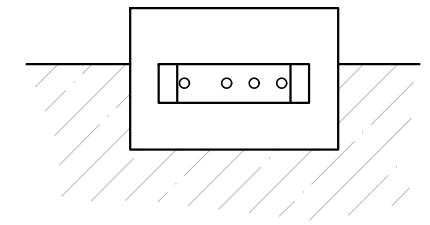
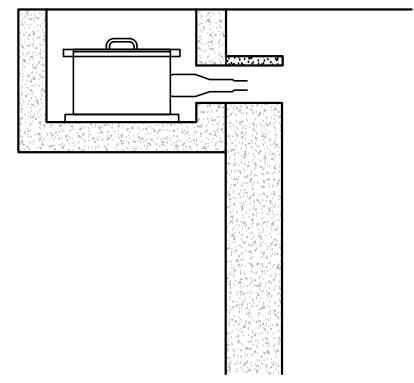
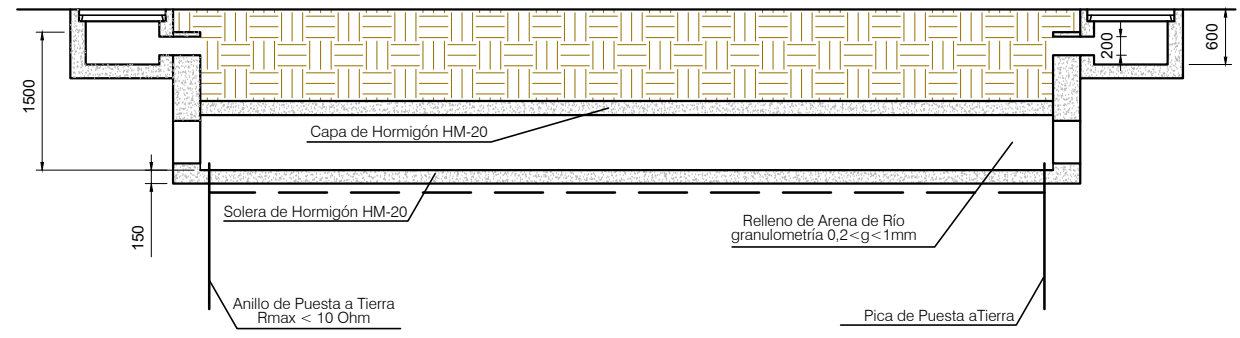


- LOS HITOS IRAN SITUADOS CADA 50 m Y EN LOS CAMBIOS DE DIRECCION DE LAS ZANJAS
- EN LOS EMPALMES SE PONDRAN TANTOS HITOS COMO EMPALMES HAYA Y DE COLOR DIFERENTE A LOS OTROS

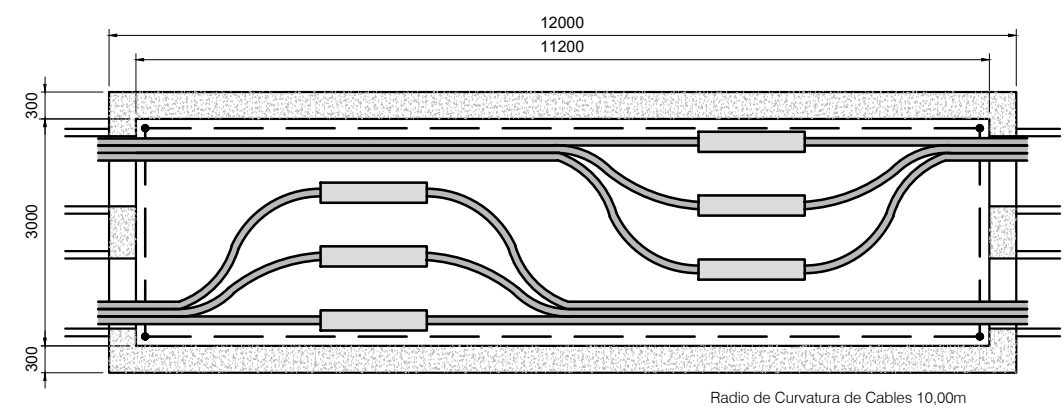
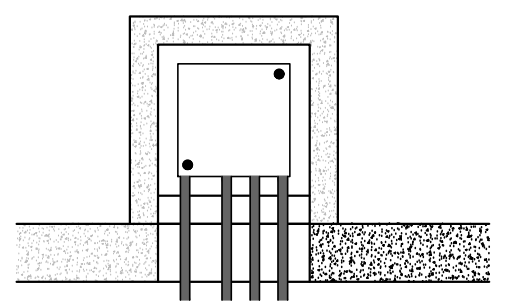
**PLANTA**



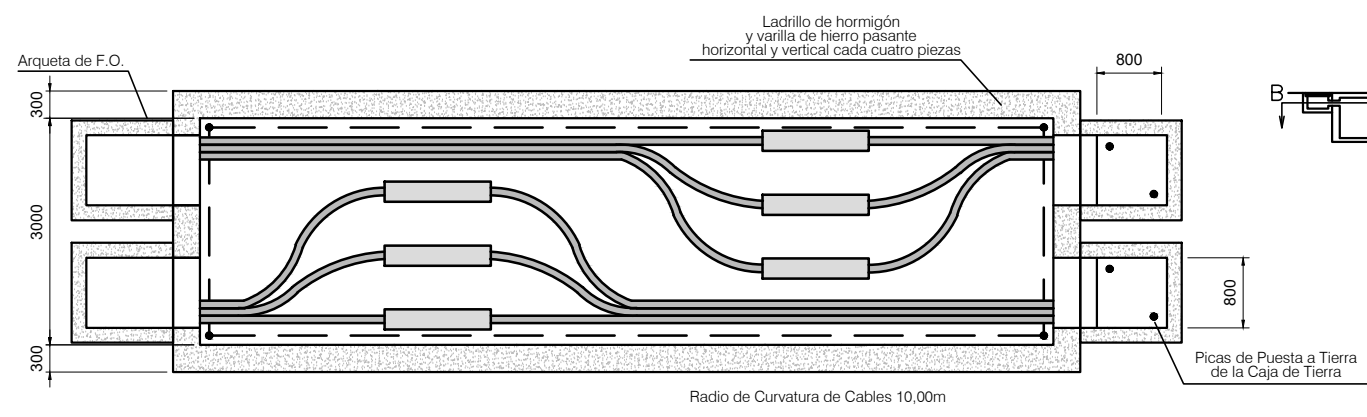
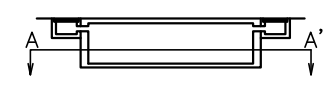
						CLIENTE 	PROYECTO PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SUBESTACIÓN 220 KV "LA SERNA PROMOTORES" Y LSAT DE ENTRONQUE CON LAAT SET ALCARAMA - SET LA SERNA. T.M.: TUDELA (COMUNIDAD FORAL DE NAVARRA)	FORMATO	A3		
								AUTOR	TÍTULO	ESCALA	1/20
								FIRMA DEL INGENIERO	SECCIÓN TIPO DE ZANJA LSAT 220kV		
								(AL SERVICIO DE LA EMPRESA) JOSE LUIS OVELLEIRO MEDINA Colegiado n.º 1.937	PLANO Nº	REVISIÓN	B
									3421100-3303-433.01		
B	MAYO-2021	G.F.P.	J.R.A.	J.L.O.	MODIFICACIÓN CABLE FIBRA 24	SET LA SERNA PROMOTORES Y LSAT 220kV					
A	MAYO-2021	G.F.P.	J.R.A.	J.L.O.	PRIMERA EMISIÓN						
REVISIÓN	FECHA	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO	DESCRIPCIÓN						



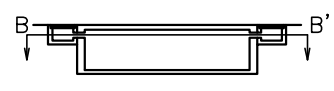
DETALLE DE LA ARQUETA  
s/e



Radio de Curvatura de Cables 10,00m



Radio de Curvatura de Cables 10,00m



REVISIÓN	FECHA	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO	DESCRIPCIÓN
A	MAYO-2021	G.F.P.	J.R.A.	J.L.O.	PRIMERA EMISIÓN

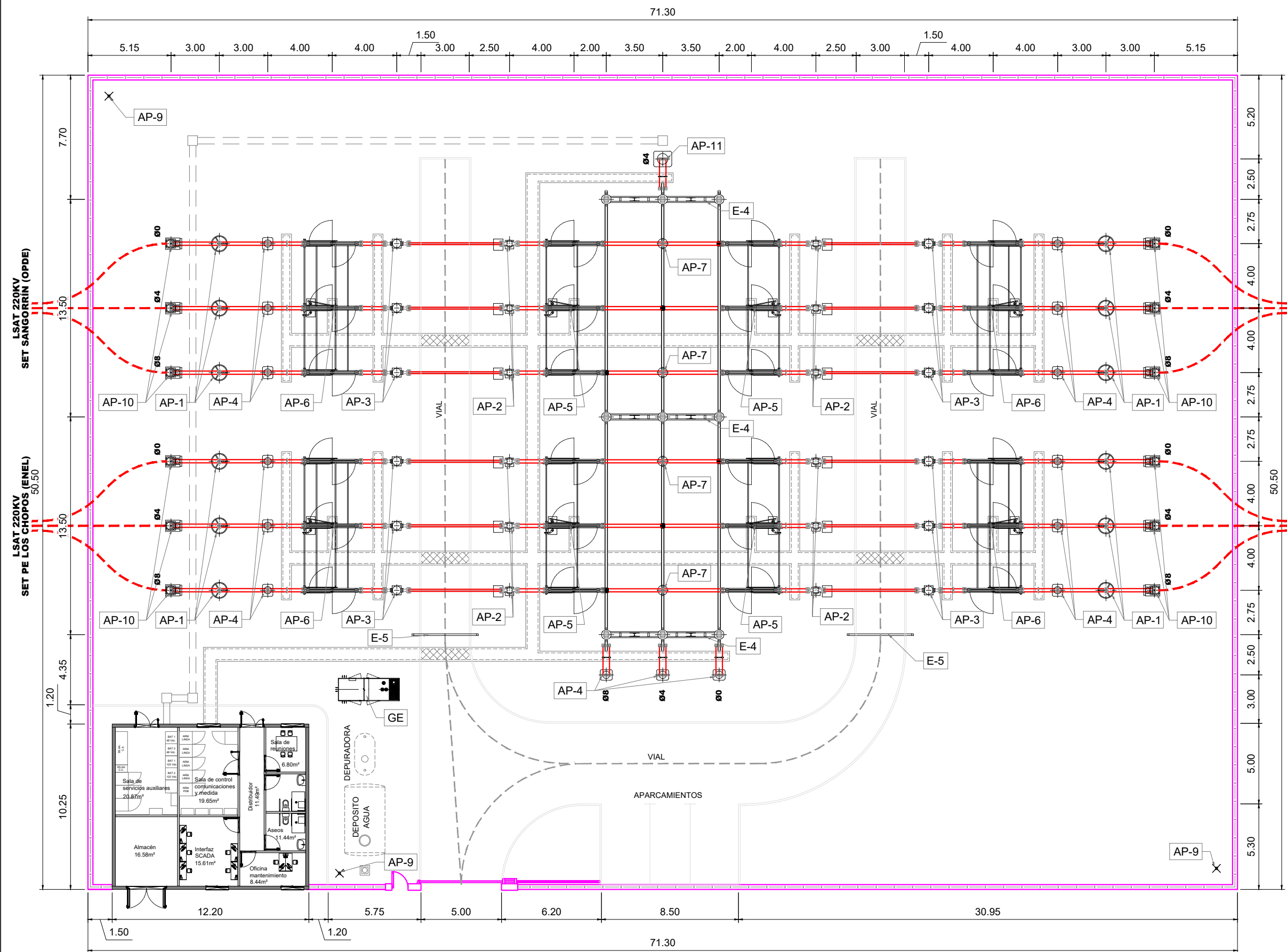
SET LA SERNA PROMOTORES Y LSAT 220kV



CLIENTE  
 PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SUBESTACIÓN 220 KV "LA SERNA PROMOTORES" Y LSAT DE ENTRONQUE CON LAAT SET ALCARAMA - SET LA SERNA. T.M.: TUDELA (COMUNIDAD FORAL DE NAVARRA)  
 AUTOR  
 INPROIN INGENIERIA Y PROYECTOS  
 FIRMA DEL INGENIERO  
 JOSE LUIS OVELLEIRO MEDINA  
 Colegiado n.º 1.937

TÍTULO  
 LSAT 220kV  
 DETALLE CÁMARA DE EMPALME LSAT 220kV  
 PLANO Nº  
 3421100-3303-433.02

FORMATO  
 A3  
 ESCALA  
 S/E  
 REVISIÓN  
 A



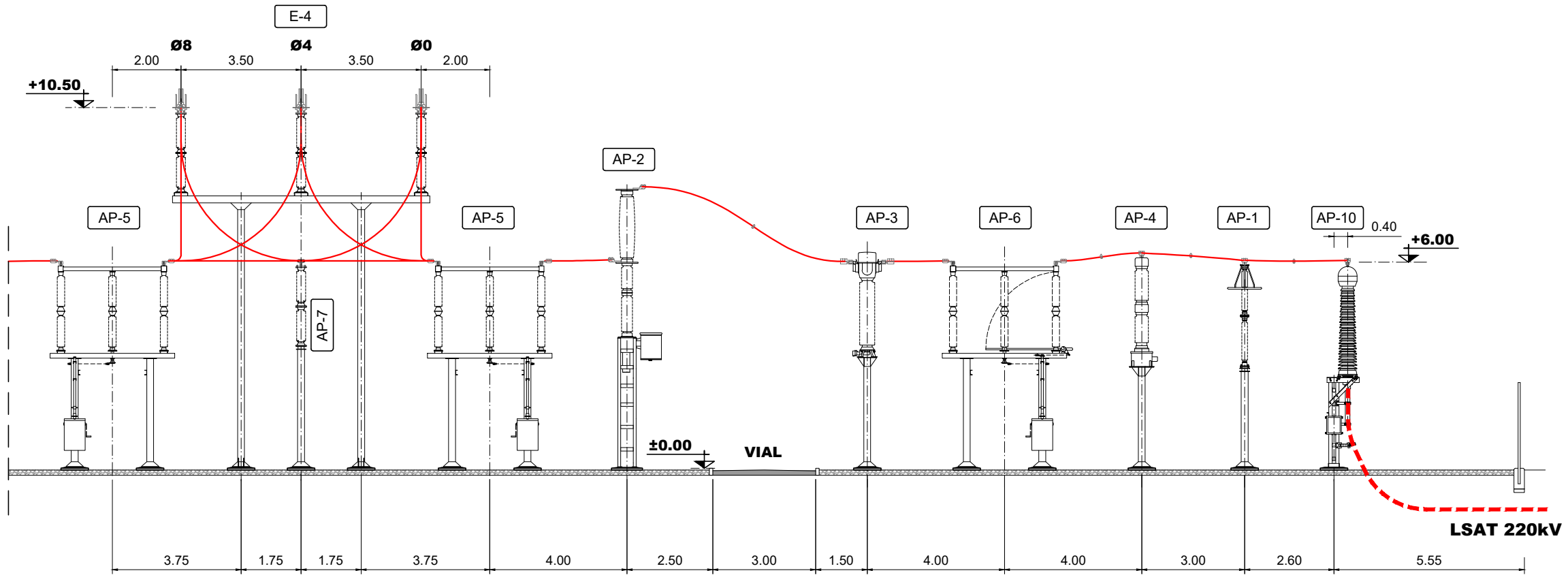
CUADRO DE EQUIPOS PARQUE EXTERIOR DE 220KV		
POS.	CANT.	DENOMINACIÓN
AP-1	12	AUTOVALVULAS PARARRAYOS 220kV
AP-2	12	INTERRUPTOR UNIPOLAR
AP-3	12	TRANSFORMADOR DE INTENSIDAD
AP-4	15	TRANSFORMADOR DE TENSION
AP-5	4	SECCIONADOR TRIPOLAR DE BARRAS
AP-6	4	SECCIONADOR TRIPOLAR DE LINEA CON PUESTA A TIERRA
AP-7	4	AISLADORES DE APOYO 220kV
AP-10	12	BOTELLA TERMINAL PARA CABLE 220kV
AP-11	1	TRANSFORMADOR DE TENSION SERVICIOS AUXILIARES

OTROS EQUIPOS AUXILIARES		
POS.	CANT.	DENOMINACIÓN
AP-9	3	APOYO PARARRAYOS
GE	1	GRUPO ELECTROGENO
E-4	3	SOPORTE CON AISLADORES DE BARRAS PRINCIPALES 220kV
E-5	2	PORTICO DE GALIBO EN VIAL DE 3m

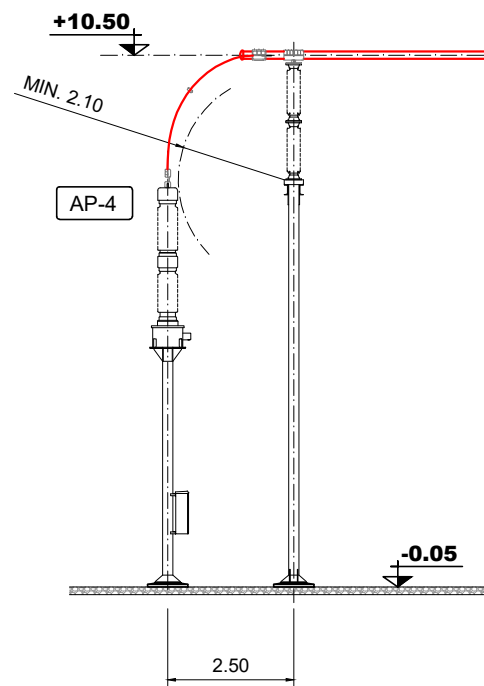
REVISIÓN	FECHA	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO	DESCRIPCIÓN
A	MAYO-2021	G.F.P.	J.R.A.	J.L.O.	PRIMERA EMISIÓN

<b>SET LA SERNA PROMOTORES Y LSAT 220KV</b>		CLIENTE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SUBESTACIÓN 220 KV "LA SERNA PROMOTORES" Y LSAT DE ENTRONQUE CON LAAT SET ALCARAMA - SET LA SERNA. T.M.: TUDELA (COMUNIDAD FORAL DE NAVARRA)	FORMATO A3
		AUTOR INGENIERIA Y PROYECTOS	TÍTULO SET LA SERNA PROMOTORES 220KV PLANTA GENERAL
		PLANO N° 3421100-3303-434	REVISIÓN A

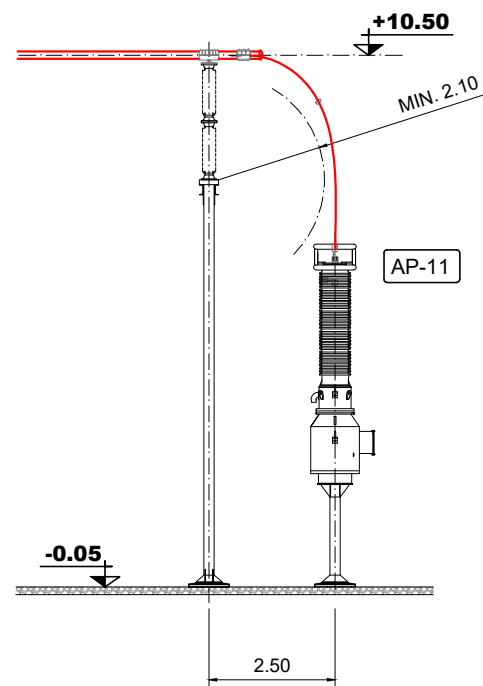
Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02277-21 y VISADO electrónico VD01663-21A de 24/05/2021. CSV = FYQEBKHUJCK7VYAI verificable en https://coliar.e-gestion.es



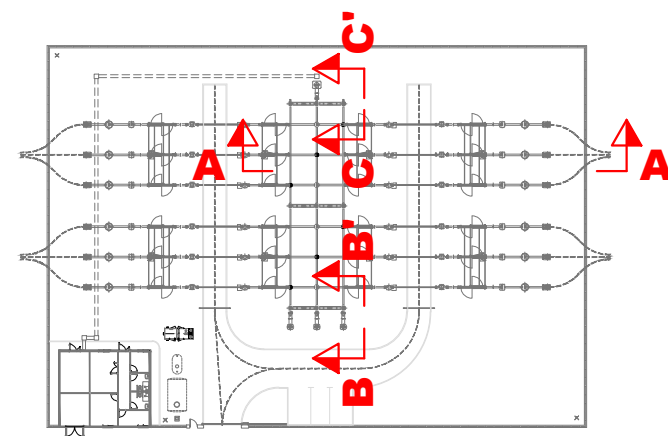
**SECCIÓN A-A'**



**SECCIÓN B-B'**



**SECCIÓN C-C'**



CUADRO DE EQUIPOS PARQUE EXTERIOR DE 220kV		
POS.	CANT.	DENOMINACIÓN
AP-1	12	AUTOVALVULAS PARARRAYOS 220kV
AP-2	12	INTERRUPTOR UNIPOLAR
AP-3	12	TRANSFORMADOR DE INTENSIDAD
AP-4	15	TRANSFORMADOR DE TENSION
AP-5	4	SECCIONADOR TRIPOLAR DE BARRAS
AP-6	4	SECCIONADOR TRIPOLAR DE LINEA CON PUESTA A TIERRA
AP-7	4	AISLADORES DE APOYO 220kV
AP-10	12	BOTELLA TERMINAL PARA CABLE 220kV
AP-11	1	TRANSFORMADOR DE TENSION SERVICIOS AUXILIARES

OTROS EQUIPOS AUXILIARES		
POS.	CANT.	DENOMINACIÓN
AP-9	3	APOYO PARARRAYOS
GE	1	GRUPO ELECTROGENO
E-4	3	SOPORTE CON AISLADORES DE BARRAS PRINCIPALES 220kV
E-5	2	PORTICO DE GALIBO EN VIAL DE 3m

REVISIÓN	FECHA	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO	DESCRIPCIÓN
B	MAYO-2021	G.F.P.	J.R.A.	J.L.O.	UNIÓN INTERRUPTOR-TRANSFORMADOR DE INTENSIDAD CON CABLE SEGÚN INDICACIONES ENEL
A	MAYO-2021	G.F.P.	J.R.A.	J.L.O.	PRIMERA EMISIÓN

SET LA SERNA PROMOTORES Y LSAT 220kV

CLIENTE



PROYECTO

PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SUBESTACIÓN 220 KV "LA SERNA PROMOTORES" Y LSAT DE ENTRONQUE CON LAAT SET ALCARAMA - SET LA SERNA. T.M.: TUDELA (COMUNIDAD FORAL DE NAVARRA)

FORMATO

A3

AUTOR



FIRMA DEL INGENIERO

JOSE LUIS ÓVELLEIRO MEDINA  
 Colegiado n.º 1.937

TÍTULO

SET LA SERNA PROMOTORES 220kV SECCIONES GENERALES

ESCALA

1/150

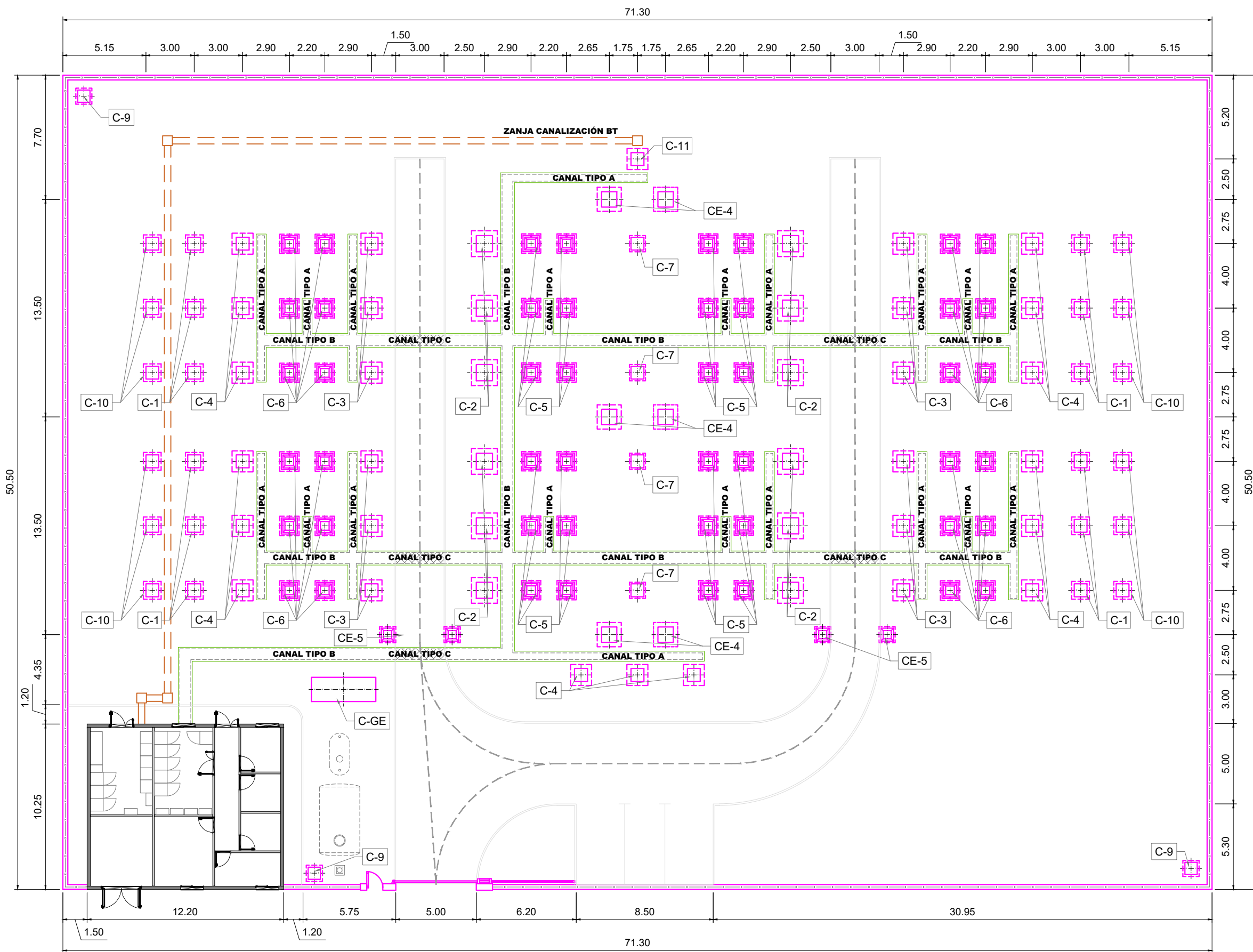
PLANO Nº

3421100-3303-435

REVISIÓN

B





CUADRO CANALES DE CABLES		
	TIPO	LONGITUD (m)
CANAL DE CABLES CONTROL Y MEDIDA	TIPO A	121
	TIPO B	132
	TIPO C	15
ZANJA DE CANALIZACIÓN ALIMENTACIÓN BAJA TENSION		67

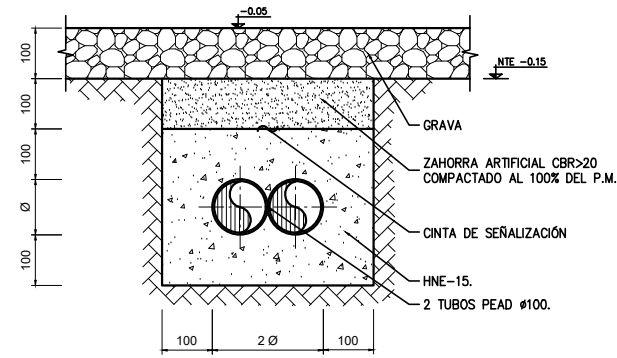
CUADRO DE CIMENTACIONES PARQUE EXTERIOR DE 220kV		
POS.	CANT.	DENOMINACIÓN
C-1	12	AUTOVALVULAS PARARRAYOS 220kV
C-2	12	INTERRUPTOR UNIPOLAR
C-3	12	TRANSFORMADOR DE INTENSIDAD
C-4	15	TRANSFORMADOR DE TENSION
C-5	12	SECCIONADOR TRIPOLAR DE BARRAS
C-6	12	SECCIONADOR TRIPOLAR DE LINEA CON PUESTA A TIERRA
C-7	4	AISLADORES DE APOYO 220kV
C-10	12	BOTELLA TERMINAL PARA CABLE 220kV
C-11	1	TRANSFORMADOR DE TENSION SERVICIOS AUXILIARES

CIMENTACIONES OTROS EQUIPOS AUXILIARES		
POS.	CANT.	DENOMINACIÓN
C-9	3	APOYO PARARRAYOS
C-GE	1	GRUPO ELECTROGENO
CE-4	6	SOPORTE CON AISLADORES DE BARRAS PRINCIPALES 220kV
CE-5	4	PORTICO DE GALIBO EN VIAL DE 3m

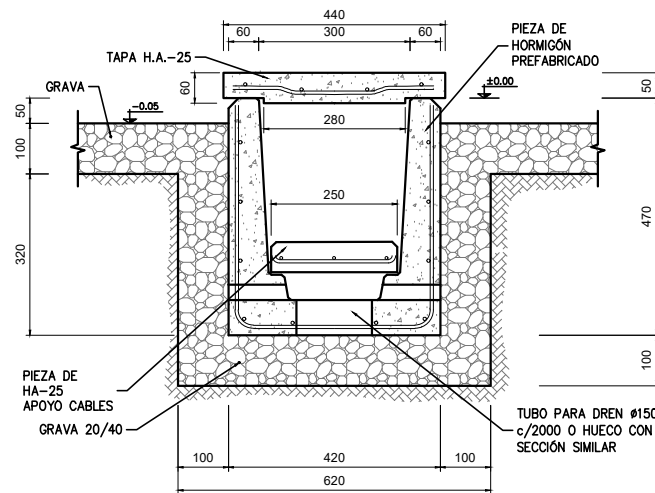
REVISIÓN	FECHA	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO	DESCRIPCIÓN
A	MAYO-2021	G.F.P.	J.R.A.	J.L.O.	PRIMERA EMISIÓN

<b>SET LA SERNA PROMOTORES Y LSAT 220kV</b> 	CLIENTE PROYECTO PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SUBESTACIÓN 220 KV "LA SERNA PROMOTORES" Y LSAT DE ENTRONQUE CON LAAT SET ALCARAMA - SET LA SERNA. T.M.: TUDELA (COMUNIDAD FORAL DE NAVARRA)	FORMATO A3
	AUTOR (AL SERVICIO DE LA EMPRESA) JOSE LUIS OVELLEIRO MEDINA Colegiado n.º 1.937	TÍTULO SET LA SERNA PROMOTORES 220kV CIMENTACIONES Y CANALES DE CABLES. PLANTA
	PLANO N.º 3421100-3303-436.01	REVISIÓN A

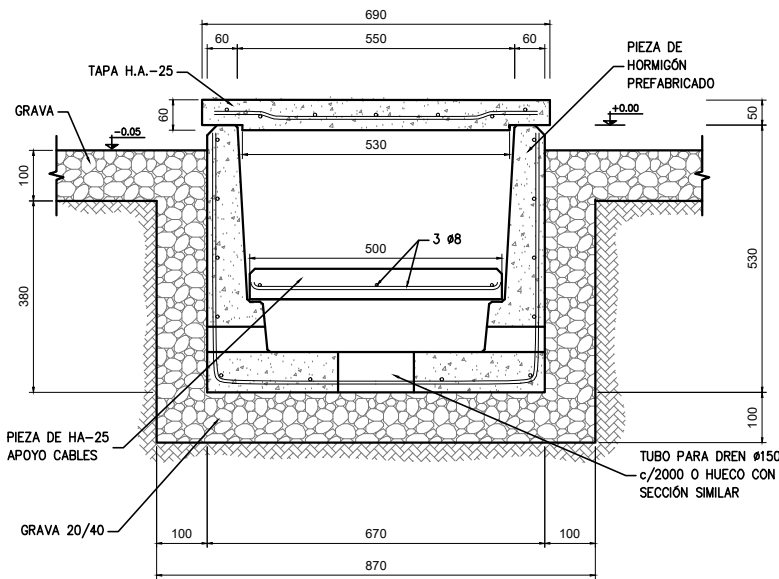
Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02277-21 y VISADO electrónico VD01663-21A de 24/05/2021. CSV = FYQEBKHUKJCK7VVAI verificable en https://coliar.e-gestion.es



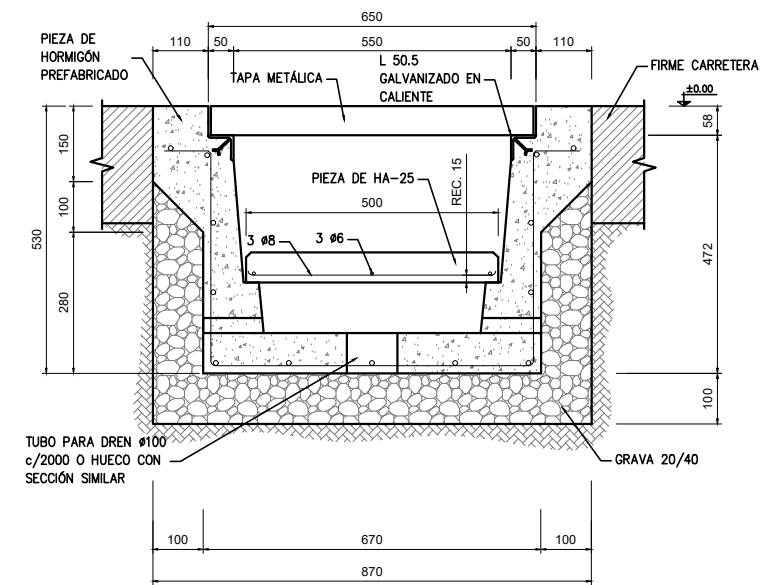
**ZANJA DE CANALIZACIÓN CON 2 TUBOS PEAD  
 ESC 1/15**



**CANAL TIPO A  
 ESC 1/15**



**CANAL TIPO B  
 ESC 1/15**

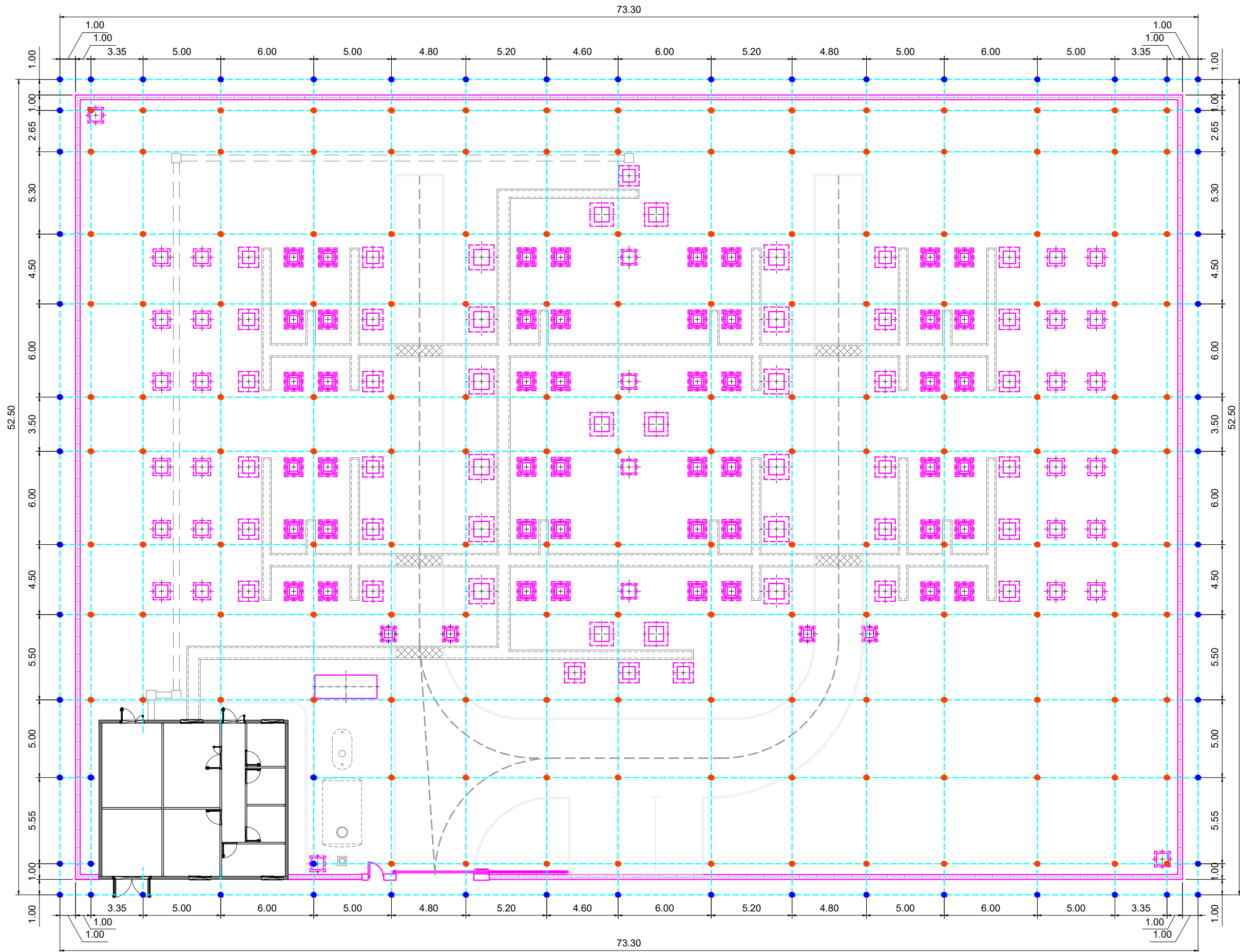


**CANAL TIPO C  
 ESC 1/15**

REVISIÓN	FECHA	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO	DESCRIPCIÓN
A	MAYO-2021	G.F.P.	J.R.A.	J.L.O.	PRIMERA EMISIÓN

<b>SET LA SERNA PROMOTORES Y LSAT 220KV</b>		CLIENTE	PROYECTO PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SUBESTACIÓN 220 KV "LA SERNA PROMOTORES" Y LSAT DE ENTRONQUE CON LAAT SET ALCARAMA - SET LA SERNA. T.M.: TUDELA (COMUNIDAD FORAL DE NAVARRA)	FORMATO A3
		AUTOR JOSE LUIS OVELLEIRO MEDINA Colegiado n.º 1.937	TÍTULO SET LA SERNA PROMOTORES 220KV CIMENTACIONES Y CANALES DE CABLES. DETALLES	ESCALA 1/250
			PLANO N.º 3421100-3303-436.02	REVISIÓN A





LEYENDA	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	SOLDADURA ALUMINOTERMICA EN "CRUZ" (290 uds.)
	SOLDADURA ALUMINOTERMICA EN "T" (127 uds.)
	CABLE DE COBRE 120 mm2 (1749m)
	PARARRAYOS

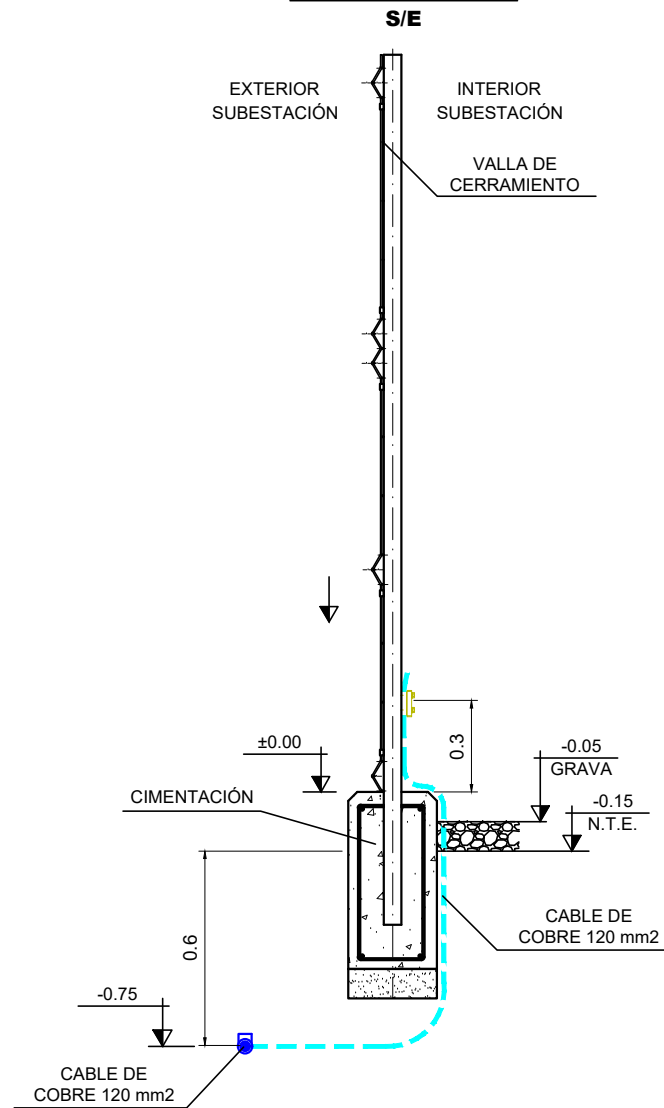
A	MAYO-2021	G.F.P.	J.R.A.	J.L.O.	PRIMERA EMISIÓN
REVISIÓN	FECHA	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO	DESCRIPCIÓN

SET LA SERNA PROMOTORES Y LSAT 220KV

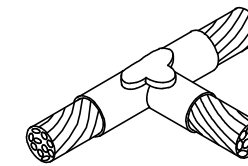
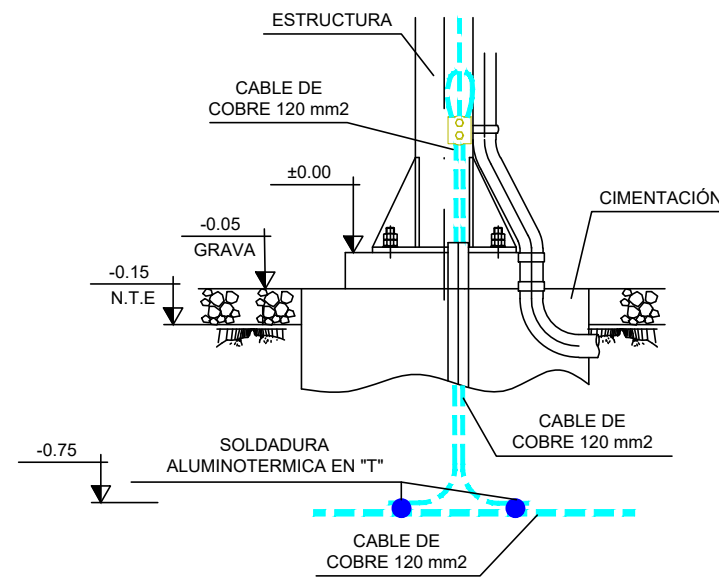


CLIENTE	PROYECTO	FORMATO
	PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SUBESTACIÓN 220 KV "LA SERNA PROMOTORES" Y LSAT DE ENTRONQUE CON LAAT SET ALCARAMA - SET LA SERNA. T.M.: TUDELA (COMUNIDAD FORAL DE NAVARRA)	A3
AUTOR	TÍTULO	ESCALA
INGENIERIA Y PROYECTOS	SET LA SERNA PROMOTORES 220KV RED DE TIERRAS. PLANTA	1/250
	PLANO Nº	REVISIÓN
	3421100-3303-438.01	A

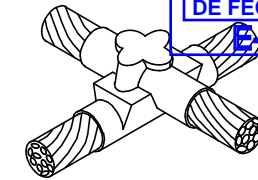
**CONEXION A TIERRA DEL CERRAMIENTO S/E**



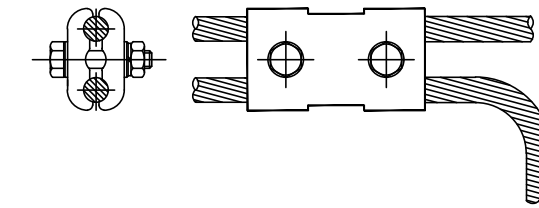
**CONEXION A TIERRA DE ESTRUCTURAS S/E**



**DETALLE -Y- S/E**

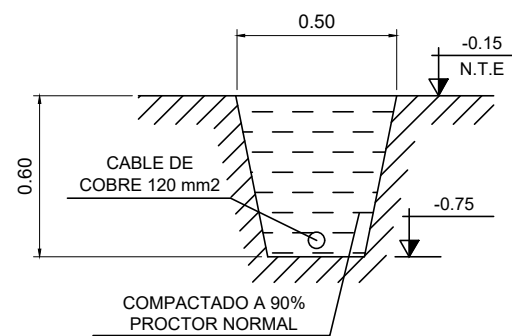


**DETALLE -Z- S/E**



**GRAPA ENLACE PARA ESTRUCTURA Y DOS CABLES S/E**

**ZANJA PARA CABLE S/E**

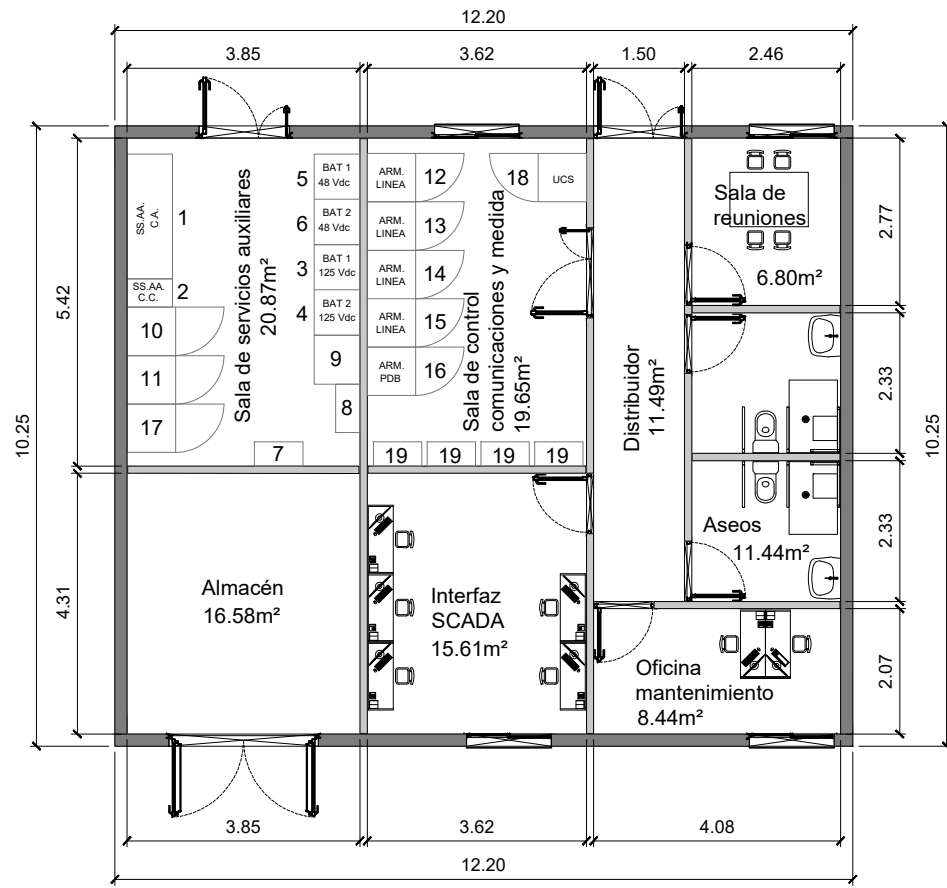


**NOTAS**

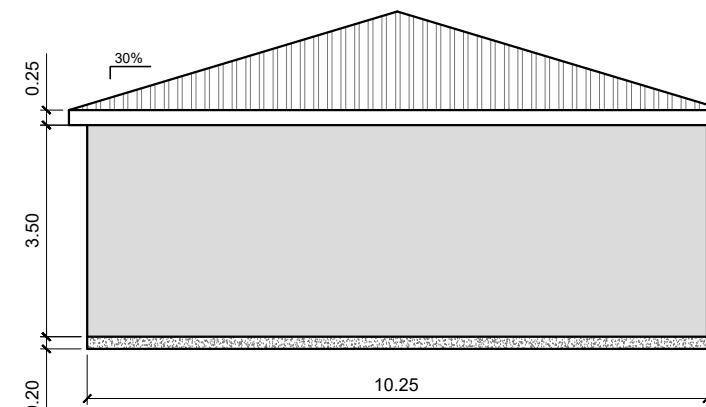
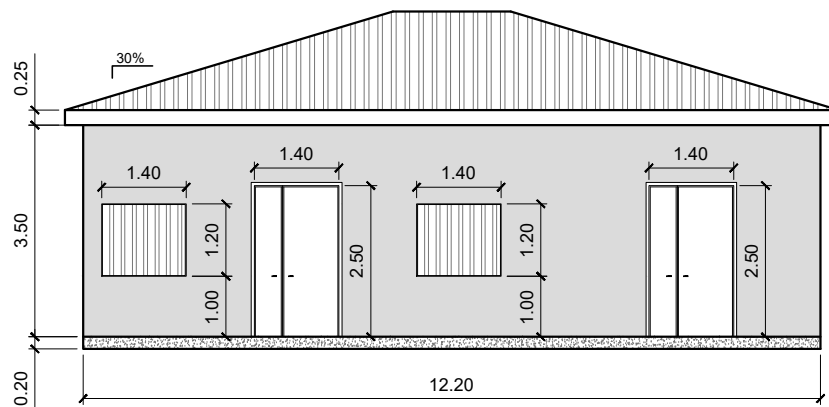
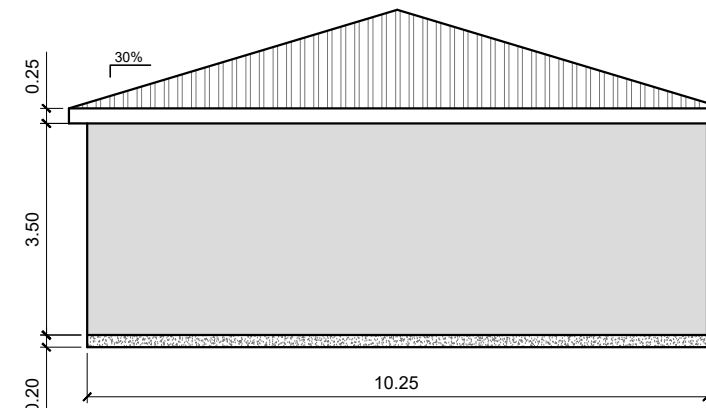
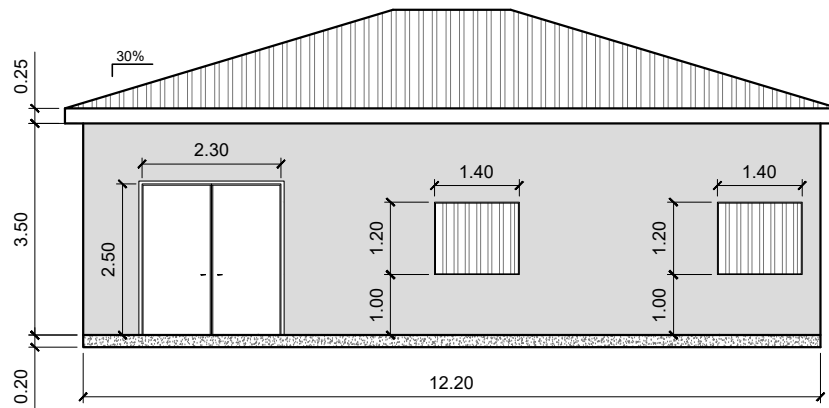
- LOS SIGUIENTES ELEMENTOS DEBERÁN SER CONECTADOS A LA MALLA DE TIERRAS DENTRO DE LOS TRABAJOS DE OBRA CIVIL:
  - PUERTAS ENTRADA SUBESTACION
  - PUERTAS CASSETAS
  - PUERTAS EXTERIORES EDIFICIO
  - CERCOS METÁLICOS DE ARQUETAS (TANTO DE CABLES COMO DE DRENAJE) Y CANALES Y CANALES REFORZADOS
  - CERRAMIENTO APROXIMADAMENTE CADA 20 m
  - MUERTOS DE ARRASTRE
  - RAILES DE VIALES DE RODADURA
  - CIMENTACIONES DE EDIFICIOS Y CASSETAS
- SE DARÁ CONTINUIDAD EN LOS EDIFICIOS A LAS ARMADURAS DE MURO DE CIMENTACIÓN Y SOLERA.
- LA MALLA DE TIERRA SE REALIZA CON CABLE Cu. 120 mm<sup>2</sup> A 60cm DE PROFUNDIDAD.
- EL CABLE DE TIERRA PERIMETRAL EXTERIOR SE COLOCARA A UN METRO DEL EJE DE LA VALLA APROXIMADAMENTE.
- SE DEJARAN DERIVACIONES DE LA MALLA DE TIERRA DE INTEMPERIE PARA UNIR CON LA MALLA DE TIERRA DE LOS EDIFICIOS.
- EL CABLE NUNCA QUEDARA EMBUTIDO EN EL HORMIGON, EL PASO DE MUROS Y CIMENTACIONES SE HARA CON TUBO DE P.V.C. Ø50mm COMO MINIMO.
- SE DEJARA UNA PUNTA DOBLE DE 1.50m MINIMO DESDE EL NIVEL DEL TERRENO EXPLANADO (-0.15), PARA LA CONEXION DE SOPORTES ESTRUCTURALES.

REVISION	FECHA	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO	DESCRIPCION
A	MAYO-2021	G.F.P.	J.R.A.	J.L.O.	PRIMERA EMISION

CLIENTE 	PROYECTO PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SUBESTACION 220 KV "LA SERNA PROMOTORES" Y LSAT DE ENTRONQUE CON LAAT SET ALCARAMA - SET LA SERNA. T.M.: TUDELA (COMUNIDAD FORAL DE NAVARRA)	FORMATO A3	
	AUTOR 	TITULO SET LA SERNA PROMOTORES 220KV RED DE TIERRAS. DETALLES	ESCALA S/E
	PLANO Nº 3421100-3303-438.02	REVISION A	



LEYENDA		
POS.	CANT.	DESCRIPCIÓN
1	1	CUADRO PRINCIPAL 400/230V DE CORRIENTE ALTERNA
2	1	CUADRO PRINCIPAL 125V DE CORRIENTE CONTINUA
3	1	ARMARIO 1 RECTIFICADOR BAT. + BATERIAS 125Vcc
4	1	ARMARIO 2 RECTIFICADOR BAT. + BATERIAS 125Vcc
5	1	ARMARIO 1 RECTIFICADOR BAT. + BATERIAS 48Vcc
6	1	ARMARIO 2 RECTIFICADOR BAT. + BATERIAS 48Vcc
7	1	CUADRO CONMUTACION TRAFO SSAA-GRUPO ELECTROGENO
8	1	CUADRO CLIMATIZACION EDIFICIO DE CONTROL
9	1	CUADRO ALUMBRADO EDIFICIO DE CONTROL
10	1	ARMARIO COMUNICACIONES
11	1	ARMARIO RACK SEGURIDAD SET
12	1	BASTIDOR DE CONTROL Y PROTECCION POSICION 220kV LINEA
13	1	BASTIDOR DE CONTROL Y PROTECCION POSICION 220kV LINEA
14	1	BASTIDOR DE CONTROL Y PROTECCION POSICION 220kV LINEA
15	1	BASTIDOR DE CONTROL Y PROTECCION POSICION 220kV LINEA
16	1	BASTIDOR DE CONTROL Y PROTECCION POSICION 220kV PDB
17	1	REPARTIDOR DE F.O.
18	1	ARMARIO U.C.S.
19	4	CONTADORES MEDIDA GLOBAL. PRINCIPAL Y REDUNDANTE

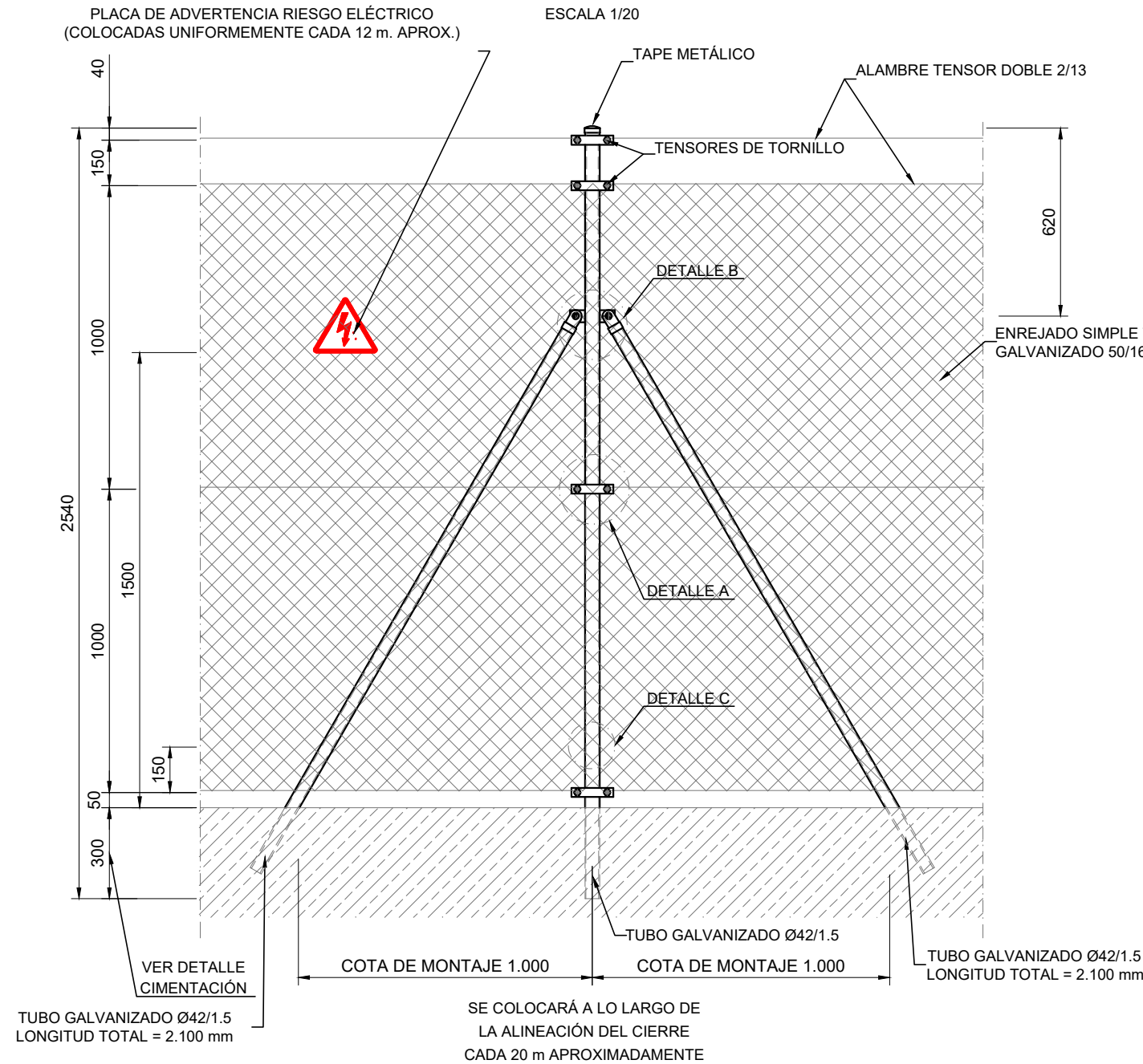


REVISIÓN	FECHA	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO	DESCRIPCIÓN
A	MAYO-2021	G.F.P.	J.R.A.	J.L.O.	PRIMERA EMISIÓN

CLIENTE 	PROYECTO PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SUBESTACIÓN 220 KV "LA SERNA PROMOTORES" Y LSAT DE ENTRONQUE CON LAAT SET ALCARAMA - SET LA SERNA. T.M.: TUDELA (COMUNIDAD FORAL DE NAVARRA)	FORMATO A3
	AUTOR (AL SERVICIO DE LA EMPRESA) JOSE LUIS OVELLEIRO MEDINA Colegiado n.º 1.937	TÍTULO SET LA SERNA PROMOTORES 220KV EDIFICIO DE CONTROL SE. DISTRIBUCION DE EQUIPOS
	PLANO Nº 3421100-3303-439	REVISIÓN A

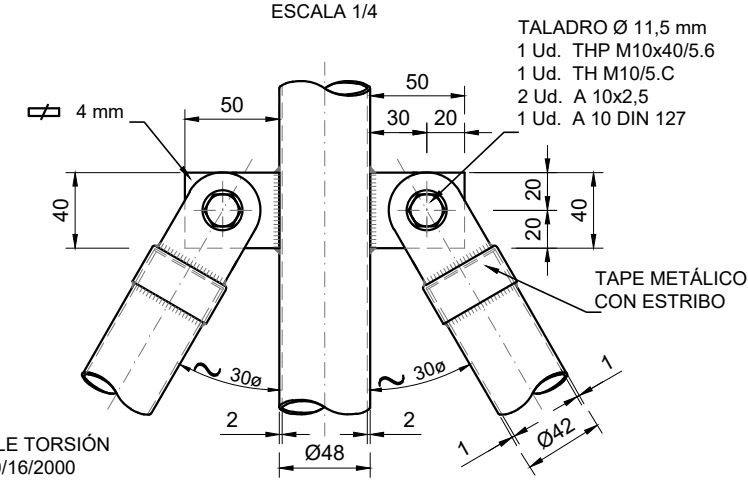
**ALZADO PRINCIPAL**

(POR EL EXTERIOR)  
 ESCALA 1/20



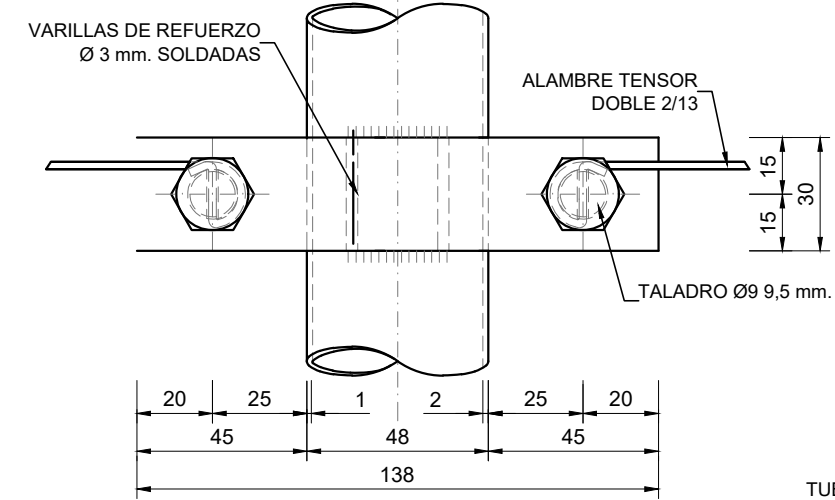
**DETALLE B**

ESCALA 1/4



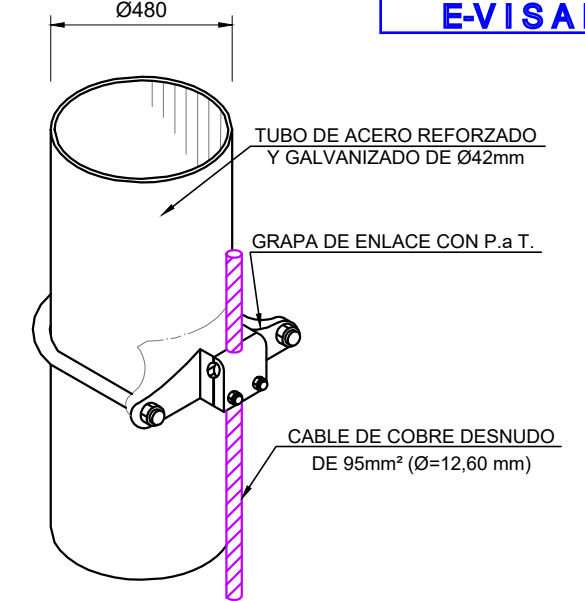
**DETALLE A**

ESCALA 1/2



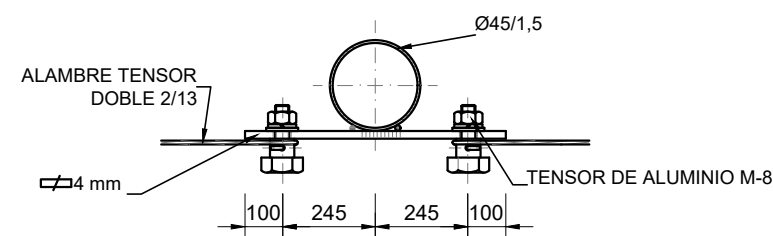
**DETALLE PUESTA A TIERRA**

ESCALA 1/2

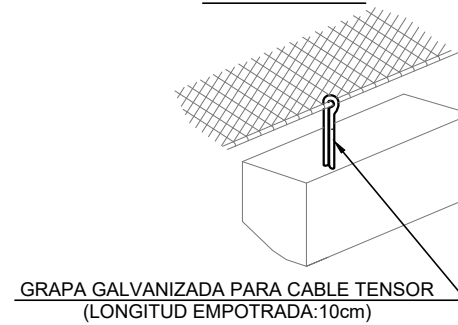


**DETALLE C**

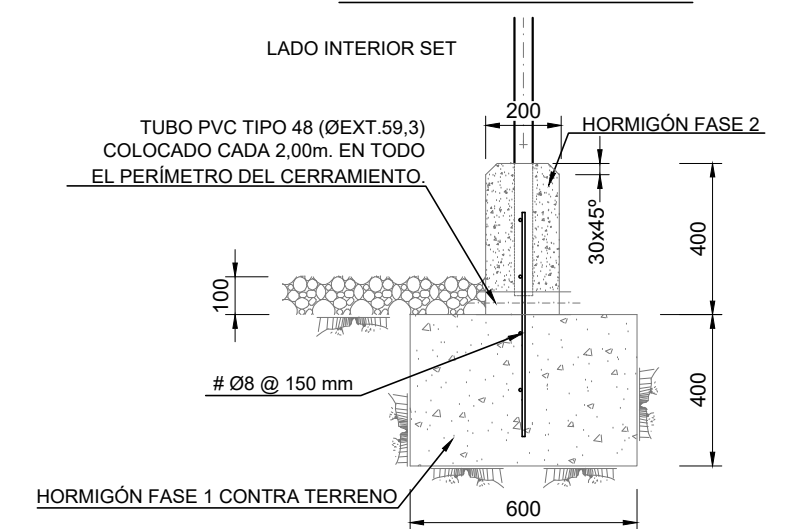
ESCALA 1/4



**DETALLE D**

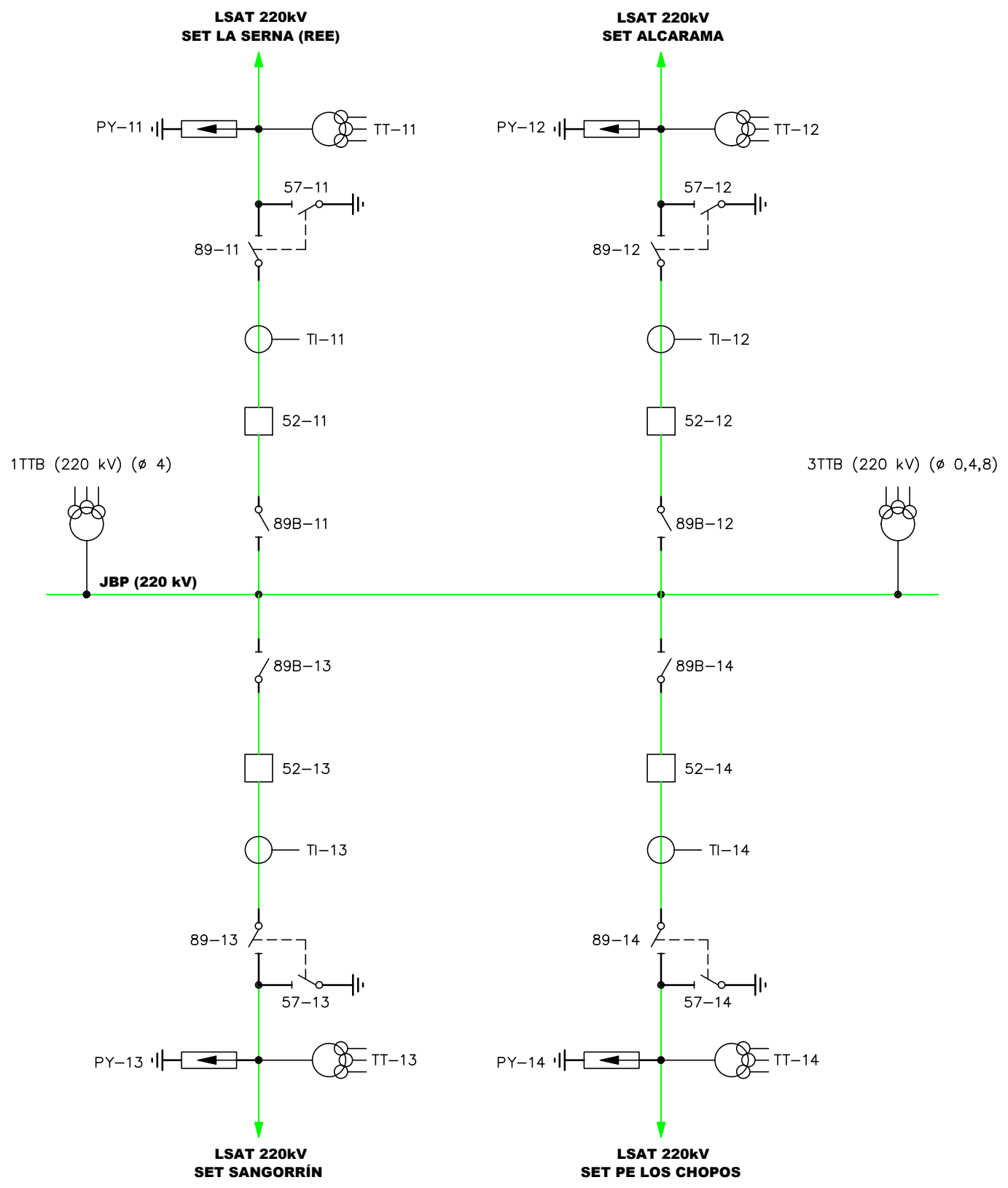
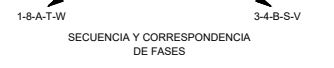


**DETALLE CIMENTACIÓN**



A	MAYO-2021	G.F.P.	J.R.A.	J.L.O.	PRIMERA EMISIÓN
REVISIÓN	FECHA	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO	DESCRIPCIÓN

CLIENTE   	PROYECTO PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SUBESTACIÓN 220 KV "LA SERNA PROMOTORES" Y LSAT DE ENTRONQUE CON LAAT SET ALCARAMA - SET LA SERNA. T.M.: TUDELA (COMUNIDAD FORAL DE NAVARRA)	FORMATO A3
	AUTOR  INGENIERIA Y PROYECTOS FIRMA DEL INGENIERO  TÍTULO SET LA SERNA PROMOTORES 220KV CERRAMIENTO PERIMETRAL Y ACCESOS	ESCALA INDICADAS REVISIÓN A
PLANO Nº 3421100-3303-440		



CODIFICACIÓN ELEMENTOS	
XX-XX	Nº POSICIÓN NIVEL DE TENSIÓN CÓDIGO ELEMENTO
<b>CÓDIGO ELEMENTOS</b>	
52:	INTERRUPTOR AUTOMÁTICO.
89:	SECCIONADOR.
57:	SECCIONADOR PAT.
TI:	TRANSFORMADOR DE INTENSIDAD.
TT:	TRANSFORMADOR DE TENSIÓN.
PY:	PARARRAYOS AUTOVÁLVULA.
<b>NIVEL DE TENSIÓN</b>	
1:	220 kV.
<b>Nº DE POSICIÓN</b>	
1:	POSICIÓN LÍNEA SET LA SERNA (REE).
2:	POSICIÓN LÍNEA SET ALCARAMA.
3:	POSICIÓN LÍNEA SET SANGORRÍN (OPDE).
4:	POSICIÓN LÍNEA SET PE LOS CHOPOS (ENEL).
NIVEL DE TENSIÓN 220 kV	

REVISIÓN	FECHA	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO	DESCRIPCIÓN
A	MAYO-2021	G.F.P.	J.R.A.	J.L.O.	PRIMERA EMISIÓN

SET LA SERNA PROMOTORES Y LSAT 220kV

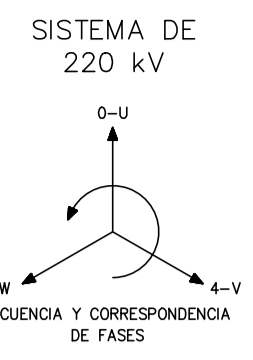


CLIENTE	PROYECTO	FORMATO
	PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SUBESTACIÓN 220 KV "LA SERNA PROMOTORES" Y LSAT DE ENTRONQUE CON LAAT SET ALCARAMA - SET LA SERNA. T.M.: TUDELA (COMUNIDAD FORAL DE NAVARRA)	A3
AUTOR	TÍTULO	ESCALA
inproin INGENIERIA Y PROYECTOS	SET LA SERNA PROMOTORES 220kV ESQUEMA UNIFILAR SIMPLIFICADO	S/E
	PLANO Nº	REVISIÓN
	3421100-3303-441	A

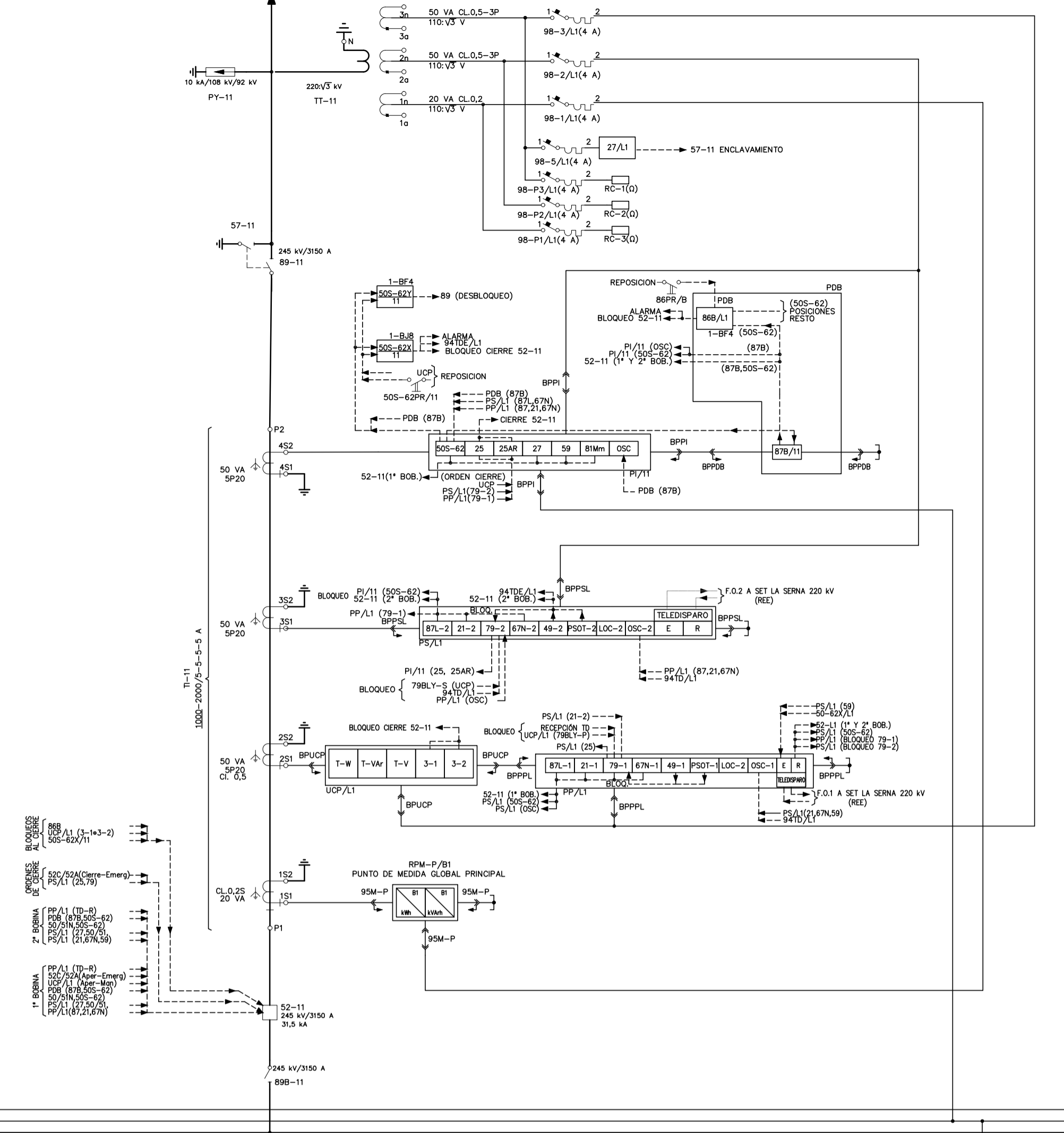


**LEYENDA**

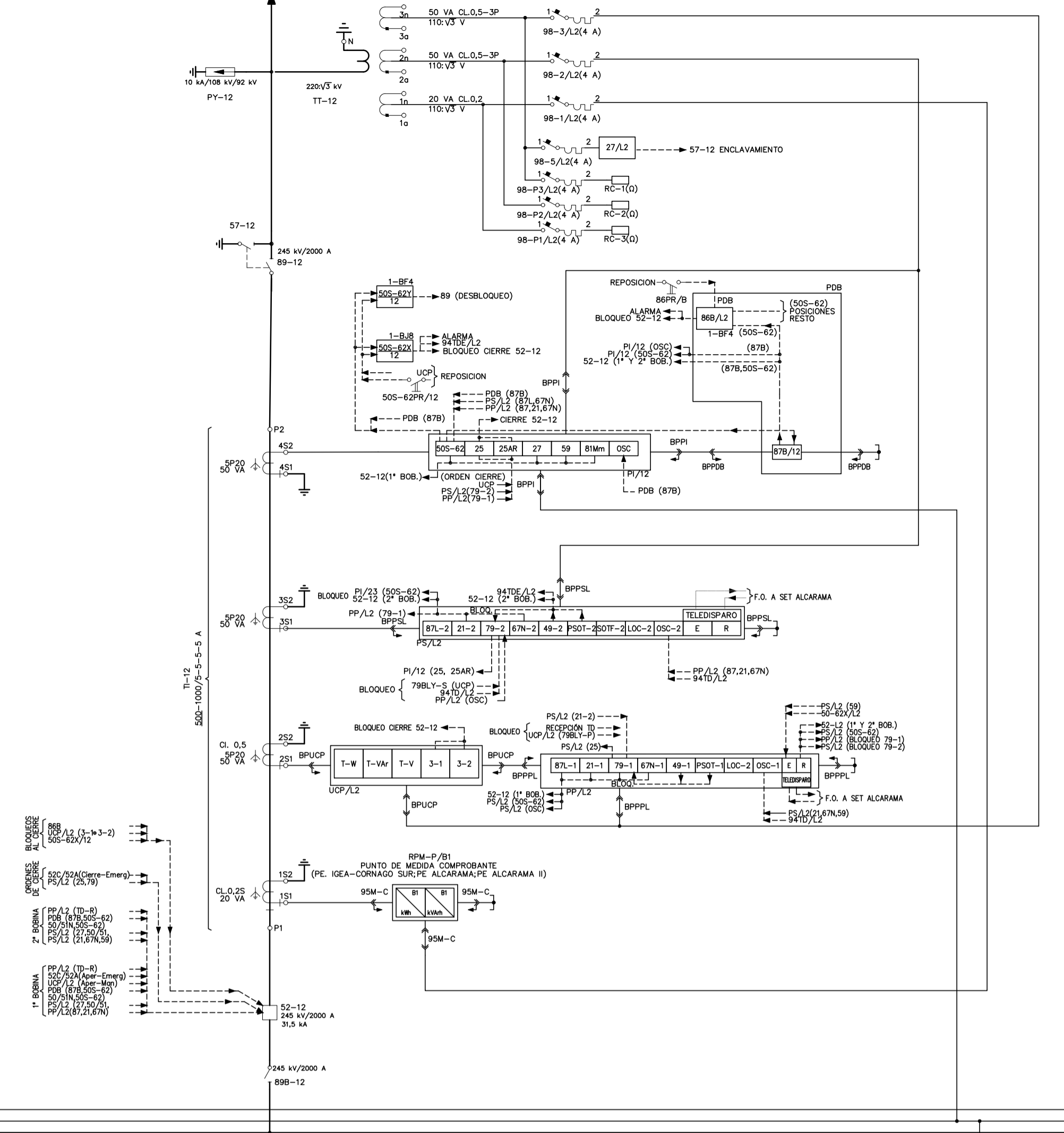
- 2 DISCORDANCIA DE POLOS
- 3 SUPERVISIÓN DE BOBINAS DE DISPARO
- 21 PROTECCIÓN DE DISTANCIA
- 25 PROTECCIÓN DE SINCRONISMO
- 27 PROTECCIÓN DE MÍNIMA TENSIÓN
- 49 PROTECCIÓN DE IMAGEN TÉRMICA
- 50-51 PROTECCIÓN DE SOBREINTENSIDAD DE FASES
- 50S-62 PROTECCIÓN DE FALLO INTERRUPTOR
- 50N-51N PROTECCIÓN DE SOBREINTENSIDAD DE NEUTRO
- 52 INTERRUPTOR AUTOMÁTICO
- 59 PROTECCIÓN DE MÁXIMA TENSIÓN
- 59N PROTECCIÓN DE MÁXIMA TENSIÓN HOMOPOLAR
- 63B RÉLE BUCHHOLZ
- 63BJ RÉLE PARA CAMBIADOR DE TOMAS
- 63J RÉLE JANSEN
- 63P RÉLE SOBREPRESIÓN
- 26 TEMPERATURA ACEITE
- 67N PROTECCIÓN DE SOBREINTENSIDAD DIRECCIONAL DE NEUTRO
- 70 INDICADOR DE TOMAS
- 79 REENGANCHE
- 81 PROTECCIÓN DE MÁXIMA / MÍNIMA FRECUENCIA
- 86 RELE DE DISPAROS CON BLOQUEO Y REARME
- 87L PROTECCIÓN DIFERENCIAL DE LÍNEA
- 87T PROTECCIÓN DIFERENCIAL DE TRAFÓ
- 89 SECCIONADOR
- 98 INTERRUPTOR MAGNETOTÉRMICO AC
- OSC OSCILOPERTURBÓGRAFO
- UCP UNIDAD DE CONTROL DE POSICIÓN



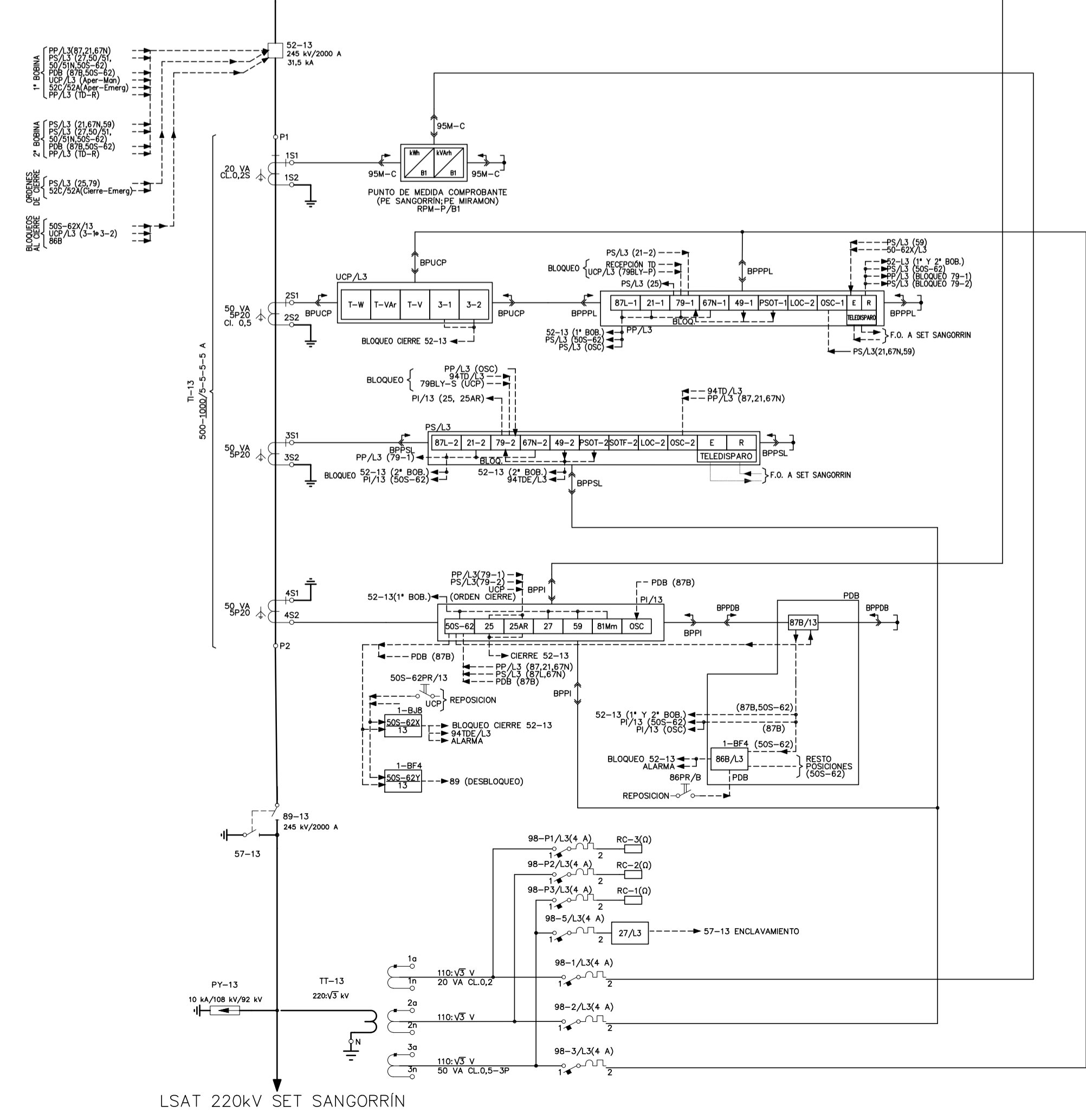
LSAT 220kV SET LA SERNA (REE)



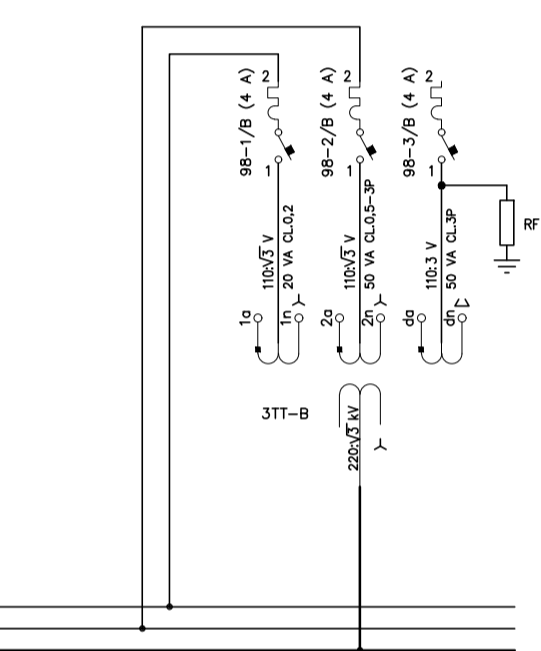
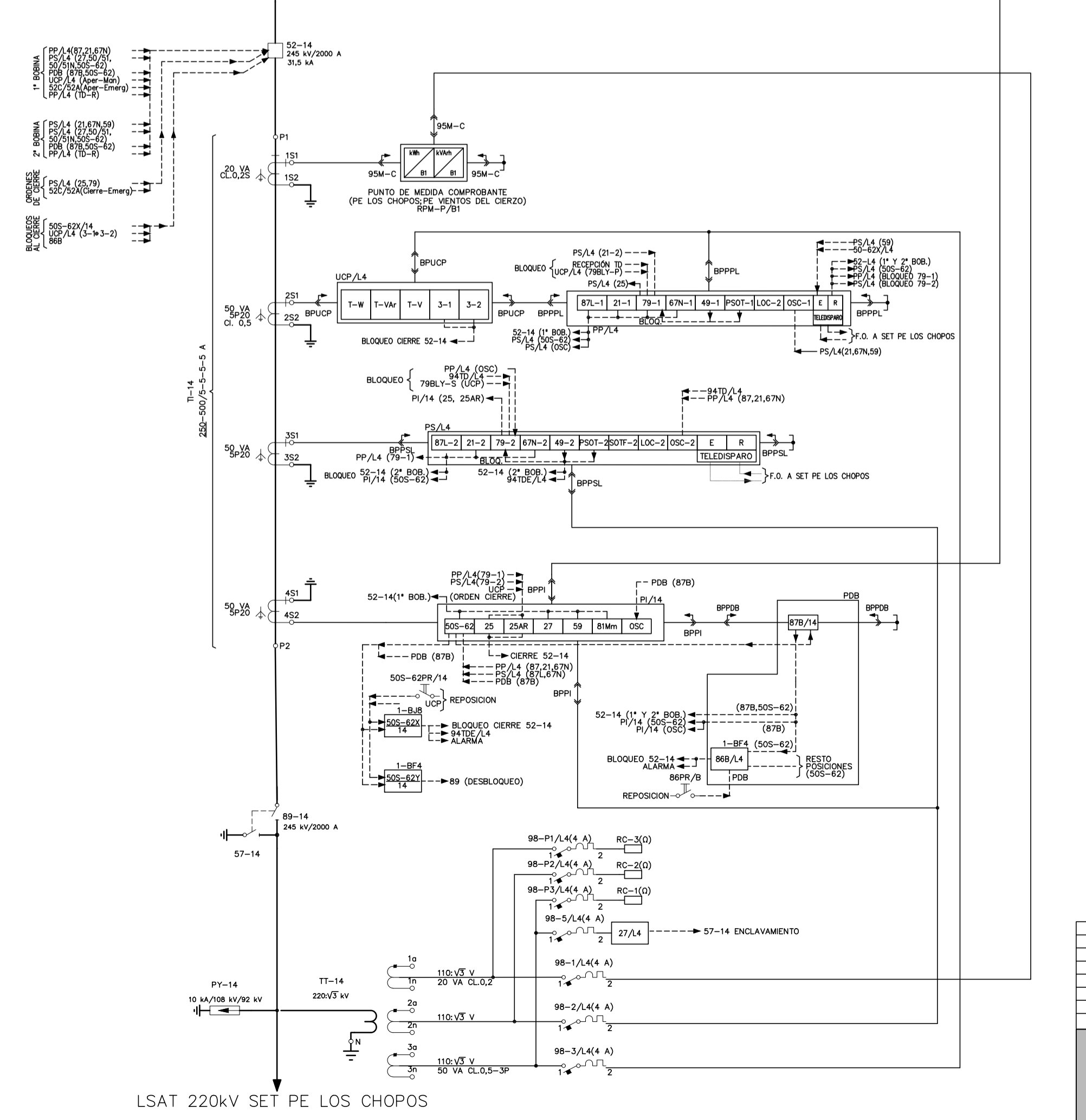
LSAT 220kV SET ALCARAMA



LSAT 220kV SET SANGORRIN



LSAT 220kV SET PE LOS CHOPOS

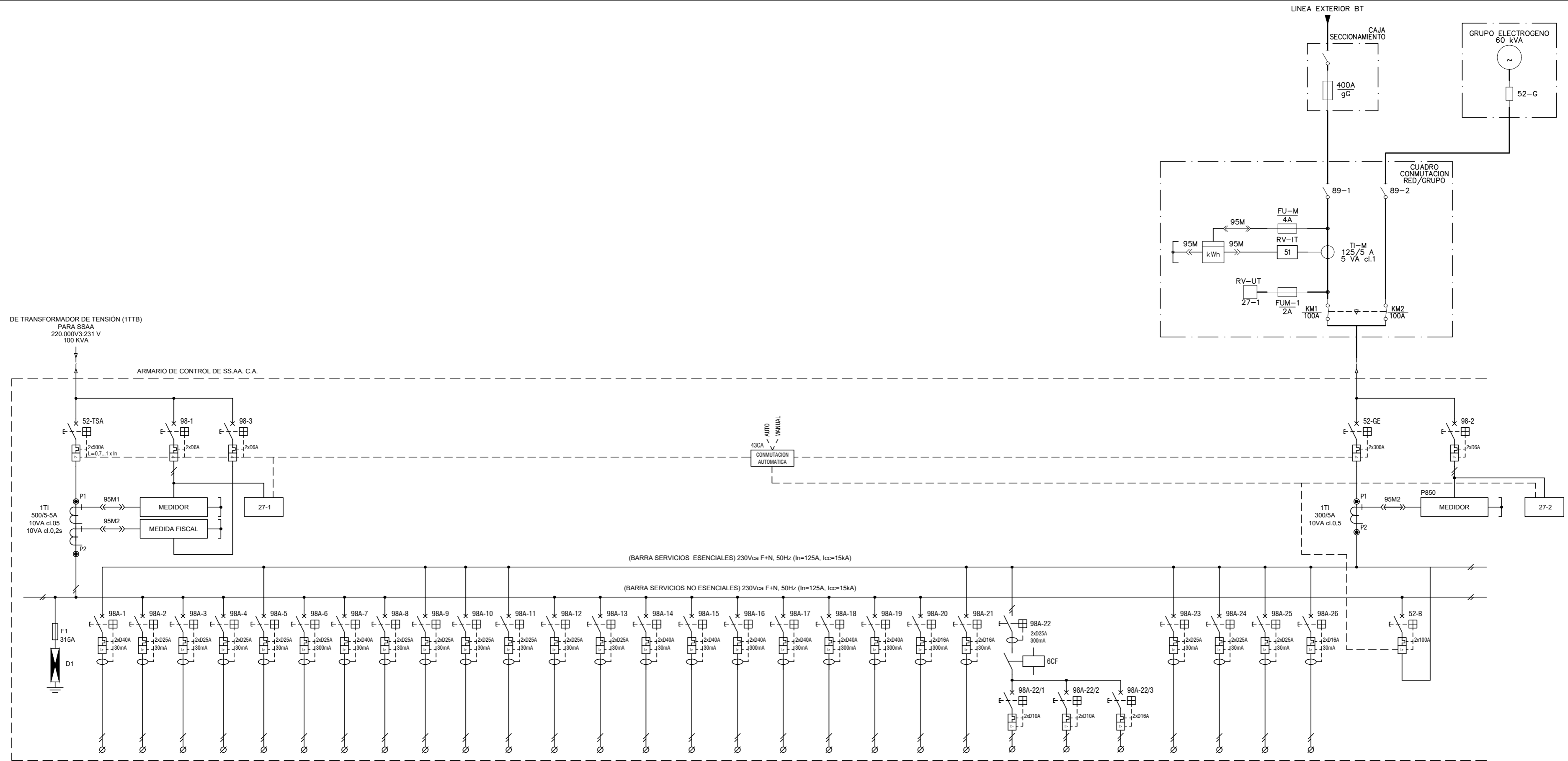


REVISIÓN	FECHA	DIBUJADO	APROBADO	DESCRIPCIÓN	CONVATO
B	MAYO-2021	G.F.P.	J.R.A.	J.L.O.	MODIFICACION RELACION DE TRANSFORMACION TI POS ALCARAMA SEGUN GER
A	MAYO-2021	G.F.P.	J.R.A.	J.L.O.	PRIMERA EMISION

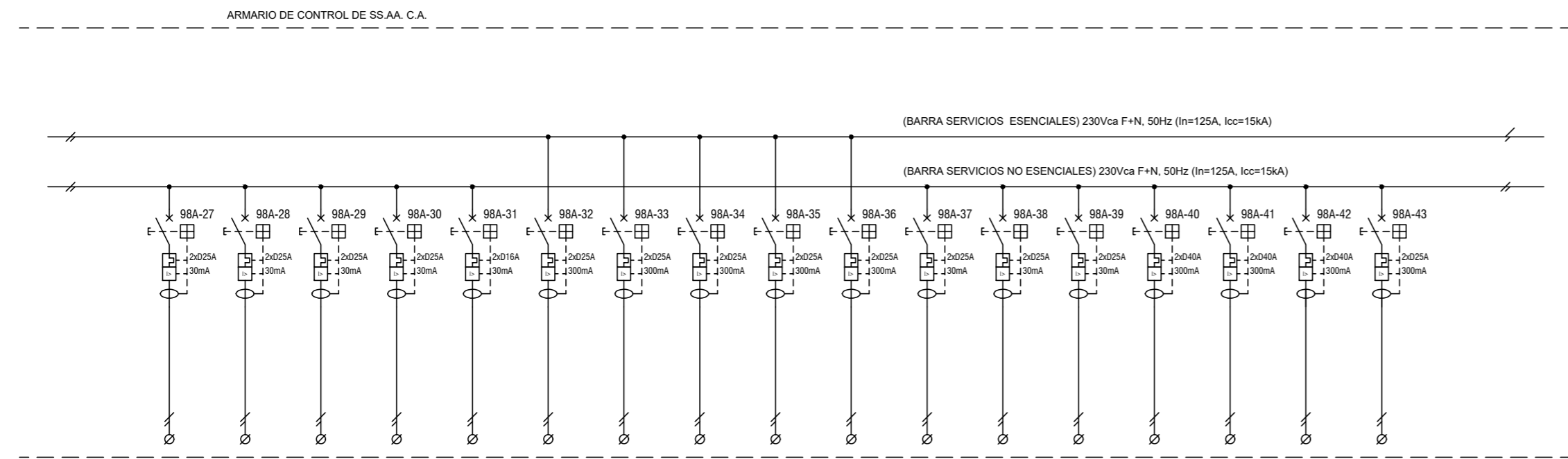
  

PROYECTO	TÍTULO	PLANO Nº	ESCALA	REVISIÓN
PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SUBESTACION 220 KV 'LA SERNA PROMOTORES' Y LSAT DE ENTROQUE CON LAAT SET ALCARAMA - SET LA SERNA. T.M.: TUDELA (COMUNIDAD FORAL DE NAVARRA)	SET LA SERNA PROMOTORES 220KV UNIFILAR PROTECCION Y MEDIDA	3421100-3303-442	S/E	B





NUMERO	52-TSA	98A-1	98A-2	98A-3	98A-4	98A-5	98A-6	98A-7	98A-8	98A-9	98A-10	98A-11	98A-12	98A-13	98A-14	98A-15	98A-16	98A-17	98A-18	98A-19	98A-20	98A-21	98A-22/1	98A-22/2	98A-22/3	98A-23	98A-24	98A-25	98A-26	52-GE	52-B
FUNCION	ACOMETIDA TSA	RECTIFICADOR BATERIA 1 125Vcc	ARMARIO CONTROL Y PROT. 220kV Pos. Línea	ARMARIO CONTROL Y PROT. 220kV Pos. Línea	ARMARIO CONTROL Y PROT. 220kV Pos. Línea	ARMARIO CONTROL Y PROT. 220kV Pos. Línea	RECTIFICADOR BATERIA 2 125Vcc	GRUPO PRESION	ARMARIO UCS	DETECCION INTRUSOS	DETECCION INCENDIOS	RESERVA	RESERVA	FUERZA 1 SALA CONTROL	FUERZA SALA SS.AA	FUERZA 2 SALA CONTROL	FUERZA ALMACEN	FUERZA ASESOS Y OFFICE	FUERZA PARQUE	REFRIG. TRANSFORM.	RESERVA	RESERVA	ALUMBRADO PARQUE	ALUMBRADO PARQUE	ALUMBRADO PARQUE	ALUMBRADO SALA CONTROL Y TELECONTROL	ALUMBRADO SALA SS.AA	ALUMBRADO EDIFICIO EXTERIOR	ALUMBRADO EMERGENCIAS	ACOMETIDA GE	INTERCONEXION BARRAS
CONSUMO (VA)	--	3750	720	720	720	720	3750	1130	720	500	1880	--	--	4000	3300	4000	3300	3200	3125	8000	--	--	700	700	1600	670	620	700	220	20000	20000
SECCION BORNES	--	35	6	6	6	6	35	16	6	6	6	6	6	16	16	16	16	16	16	16	4	4	4	4	6	6	6	4	--	--	
SECCION CABLES	2x(1x120)	3x25	3x6	3x6	3x6	3x6	3x25	2x16	3x6	3x6	3x6	--	--	3x16	3x25	3x16	3x25	3x16	3x25	3x25	3x25	3x25	3x25	3x25	2x6	3x6	3x6	3x6	3x25	2x(1x120)	--



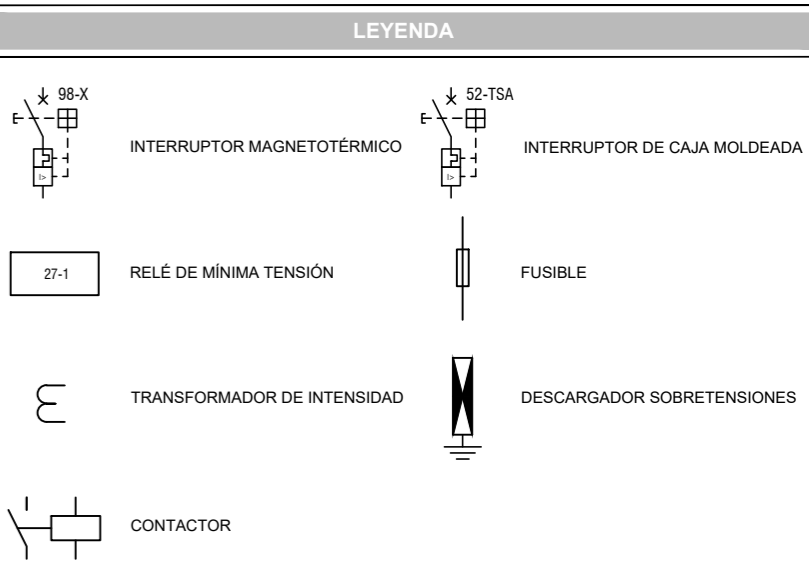
NUMERO	98A-27	98A-28	98A-29	98A-30	98A-31	98A-32	98A-33	98A-34	98A-35	98A-36	98A-37	98A-40	98A-41	98A-42	98A-43	98A-44	98A-45
FUNCION	ALUM. ENTRADA	ALUMBRADO ASESOS Y VESTIARIOS	ALUMBRADO ALMACEN	RESERVA	RESERVA	A.C. SALA OPERADORES	A.C. SALA CONTROL Y COMUNICACIONES	A.C. SALA SS.AA	SALA PROTECCIONES	RESERVA	CALEFACCION PARQUE	GRUPO ELECTROGENO	RESERVA	RESERVA	RESERVA	RESERVA	RESERVA
CONSUMO (VA)	740	570	1130	--	--	1500	1250	2500	2500	--	1200	350	--	--	--	--	--
SECCION BORNES	6	6	6	6	4	6	6	6	6	6	16	16	16	6	6	6	6
SECCION CABLES	3x6	3x6	3x6	--	--	3x6	3x6	3x6	3x6	--	3x16	2x16	--	--	--	--	--

**NOTAS**

- TODOS LOS DATOS ELÉCTRICOS DE LOS EQUIPOS DE SS.AA SON PRELIMINARES (POTENCIAS, INTENSIDADES NOMINALES, SECCIONES DE CABLES, ETC.).
- LAS ALIMENTACIONES SON ESTIMATIVAS Y SE REDEFINIRÁN UNA VEZ ESTÉN CONCRETADAS LAS CARGAS REQUERIDAS POR LOS FABRICANTES DE LOS DIFERENTES EQUIPOS ASÍ COMO LA SECCIÓN A EMPLEAR EN CABLES Y SUS PROTECCIONES NECESARIAS.

**PLANOS DE REFERENCIA**

- 3421100-3303-441 ESQUEMA UNIFILAR SIMPLIFICADO SUBESTACIÓN.
- 3421100-3303-442 ESQUEMAS UNIFILARES DE PROTECCIÓN Y MEDIDA.
- 3421100-3303-444 ESQUEMA UNIFILAR DE SERVICIOS AUXILIARES DE C. C.



REVISIÓN	FECHA	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO	DESCRIPCIÓN
A	MAYO-2021	G.F.P.	J.R.A.	J.L.O.	PRIMERA EMISIÓN

PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SUBESTACIÓN 220 KV "LA SERNA PROMOTORES" Y LSAT DE ENTRONQUE CON LAAT SET ALCARAMA - SET LA SERNA. T.M.: TUDELA (COMUNIDAD FORAL DE NAVARRA)

AUTOR: JOSÉ LUIS OVELLEIRO MEDINA Colegiado nº 1.937

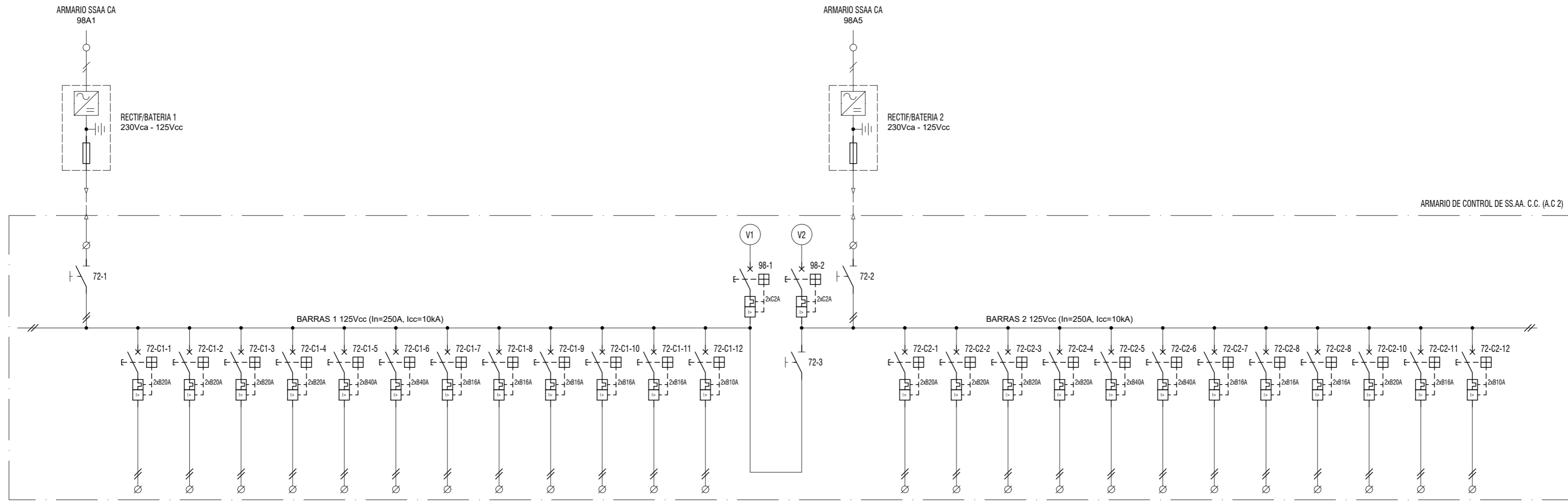
TÍTULO: SET LA SERNA PROMOTORES 220KV ALIMENTACIONES DE CORRIENTE ALTERNA

PLANO Nº: 3421100-3303-443

FORMATO: A2

ESCALA: S/E

REVISIÓN: A



NUMERO	72-1	72-C1-1	72-C1-2	72-C1-3	72-C1-4	72-C1-5	72-C1-6	72-C1-7	72-C1-8	72-C1-9	72-C1-10	72-C1-11	72-C1-12	72-3	72-2	72-C2-1	72-C2-2	72-C2-3	72-C2-4	72-C2-5	72-C2-6	72-C2-7	72-C2-8	72-C2-9	72-C2-10	72-C2-11	72-C2-12
FUNCION	ACOMETIDA 1	MANDO Y PROT. 220kV LINEA. 1ª BAT	MANDO Y PROT. 220kV LINEA. 1ª BAT	MANDO Y PROT. 220kV LINEA. 1ª BAT	MANDO Y PROT. 220kV LINEA. 1ª BAT	FUERZA 1 220kV	FUERZA 2 220kV	ARMARIO UCS. 1	COMUNICACIONES	CONMUTACIÓN RED GRUPO	ARMARIO CONTADORES	RESERVA	RESERVA	UNIÓN DE BARRAS 125Vcc	ACOMETIDA 2	MANDO Y PROT. 220kV LINEA. 2ª BAT	MANDO Y PROT. 220kV LINEA. 2ª BAT	MANDO Y PROT. 220kV LINEA. 2ª BAT	MANDO Y PROT. 220kV LINEA. 2ª BAT	FUERZA 1 220kV	FUERZA 2 220kV	ARMARIO UCS. 2	CONTROL CPCA Y CPCC	PANEL DE CONTROL	RESERVA	RESERVA	RESERVA
INTENSIDAD (A)	--	215	215	215	215	5250	5250	282	100	9	200	--	--	--	--	215	215	215	215	5250	5250	282	26,5	140	--	--	--
SECCION BORNES	35	4	4	4	4	16	16	4	4	4	4	4	4	--	35	4	4	4	4	16	16	4	4	4	4	4	4
SECCION CABLES	2x25	2x4	2x4	2x4	2x4	2x16	2x16	2x4	2x4	2x4	2x4	--	--	--	2x25	2x4	2x4	2x4	2x4	2x16	2x16	2x4	2x4	2x4	--	--	--

**NOTAS**

- TODOS LOS DATOS ELÉCTRICOS DE LOS EQUIPOS DE SS AA SON PRELIMINARES (POTENCIAS, INTENSIDADES NOMINALES, SECCIONES DE CABLES, ETC.)
- LAS ALIMENTACIONES SON ESTIMATIVAS Y SE REDEFINIRÁN UNA VEZ ESTÉN CONCRETADAS LAS CARGAS REQUERIDAS POR LOS FABRICANTES DE LOS DIFERENTES EQUIPOS ASÍ COMO LA SECCIÓN A EMPLEAR EN CABLES Y SUS PROTECCIONES NECESARIAS.

**PLANOS DE REFERENCIA**

- 3421100-3303-441 ESQUEMA UNIFILAR SIMPLIFICADO SUBESTACIÓN.
- 3421100-3303-442 ESQUEMAS UNIFILARES DE PROTECCIÓN Y MEDIDA.
- 3421100-3303-443 ESQUEMA UNIFILAR DE SERVICIOS AUXILIARES DE CA.

**LEYENDA**

	RELÉ DE MÍNIMA TENSIÓN		FUSIBLE
	SHUNT PARA MEDIDA DE CC		DESCARGADOR SOBRETENSIONES
	VOLTÍMETRO		AMPERÍMETRO

REVISIÓN	FECHA	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO	DESCRIPCIÓN
A	ABRIL-2021	G.F.P.	J.R.A.	J.L.O.	PRIMERA EMISIÓN
REVISIÓN	FECHA	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO	DESCRIPCIÓN

SET LA SERNA PROMOTORES Y LSAT 220kV	CLIENTE		PROYECTO	PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SUBESTACIÓN 220 KV "LA SERNA PROMOTORES" Y LSAT DE ENTRONQUE CON LAAT SET ALCARAMA - SET LA SERNA. T.M.: TUDELA (COMUNIDAD FORAL DE NAVARRA)	FORMATO	A2
	AUTOR				TÍTULO	SET LA SERNA PROMOTORES 220kV ALIMENTACIONES DE CORRIENTE CONTINUA
					ESCALA	S/E
					PLANO Nº	3421100-3303-444
					REVISIÓN	A



**DOCUMENTO 03. PRESUPUESTO**

---



**PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO**  
SUBESTACION 220 KV "LA SERNA PROMOTORES" Y LSAT  
DE ENTRONQUE CON LAAT SET ALCARAMA – SET LA  
SERNA.  
T.M.: TUDELA (COMUNIDAD FORAL DE NAVARRA)



## INDICE PRESUPUESTO

- PARTE A. PRESUPUESTO Y MEDICIONES
- PARTE B. RESUMEN DEL PRESUPUESTO



## DOCUMENTO 03. PRESUPUESTO

### Parte A. - Presupuesto y Mediciones



## PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
<b>CAPÍTULO 01 SET LA SERNA PROMOTORES</b>				
<b>SUBCAPÍTULO 01.01 MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				
01.01.01	<b>m³ EXCAVACIÓN TIERRA VEGETAL</b> Excavación de tierra vegetal por medios mecánicos (espesor medio de 30 cm), incluso acopio junto a traza y posterior extendido de una capa de tierra vegetal de 10 cmts. de espesor sobre taludes a revegetar, incluye transporte a lugar de empleo o vertedero autorizado.			
		1.671,30	0,42	701,95
01.01.02	<b>m³ EXCAVACIÓN TODO TIPO DE TERRENO</b> Excavación en todo tipo de terreno en zonas de desmonte por medios mecánicos, incluso carga y transporte a lugar de acopio o vertedero. Incluye rasanteo de explanada mejorada a cotas de proyecto, reperfilado de cunetas y refino de taludes.			
		2.367,21	3,25	7.693,43
01.01.03	<b>m³ FORMACIÓN DE TERRAPLÉN</b> Formación de terraplén con material adecuado procedente de la excavación, incluso selección, transporte interno, extendido, humectación y compactación hasta el 97% Proctor Modificado, utilizando rodillo vibratorio de 16 Tn., en tongadas de 30 cm. máximo, incluye rasanteo de explanada mejorada a cotas de proyecto y refino posterior de taludes.			
		1.841,64	1,58	2.909,79
01.01.04	<b>m³ FIRMES</b> Suministro, confección, colocación, compactación y terminación con una capa de 20 cm de zahorra natural compactada al 95% P.M.			
		730,12	28,35	20.698,90
<b>TOTAL SUBCAPÍTULO 01.01 MOVIMIENTO DE TIERRAS .....</b>				<b>32.004,07</b>
<b>SUBCAPÍTULO 01.02 OBRA CIVIL</b>				
01.02.01	<b>u CIMENTACIÓN APARAMENTA PARQUE 220 kV</b> Cimentación maciza de aparato que incluye excavación, suministro y colocación de hormigón de limpieza, encofrado, suministro, colocación y nivelación de pernos, suministro y colocación de hormigón en primera y segunda fases, suministro y colocación de tubos de cable de tierra y señales, totalmente terminada. Autoválvulas 220 kV.....12 ud. Seccionador tripolar de línea con p.a.t.....24 ud. Seccionador tripolar de barras.....24 ud. Transformador de Tensión.....16 ud. Transformador de Intensidad.....12 ud. Interruptor unipolar..... 12 ud. Botella terminal para cables subterráneos 220 kV.....12 ud. Aisladores de apoyo 220 kV..... 4 ud. Soporte Barras Principales..... 6 ud. Apoyo Pararrayos..... 3 ud.			
		125,00	823,00	102.875,00
01.02.02	<b>u EDIFICIO DE CONTROL</b> Edificio de control para alojamiento de protecciones, baterías, comunicaciones y telemando, incluidas instalaciones auxiliares y estructuras metálicas.			



### PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
01.02.03	<p><b>u SISTEMA DE DRENAJE</b></p> <p>Sistema de drenaje de aguas perimetrales e interiores ,en subestación. Incluye suministro y ejecución de drenajes bajo canal., en terreno explanado y drenaje colector. debera de contar con las arquetas suficientes, de acuerdo a calculos de drenaje efectuados. Incluye cuneta perimetral revestida y pozo de recogida.</p>	1,00	165.480,00	165.480,00
01.02.04	<p><b>m3 GRAVILLA</b></p> <p>Acabado de parque, con extensión de gravilla machacada 18-20 mm, en capa de 10 cm.</p>	1,00	3.045,90	3.045,90
01.02.05	<p><b>u VIALES</b></p> <p>Viales interiores subestación de firme rígido de anchura y características según planos de proyecto, que incluye sin carácter limitativo: excavación en cualquier tipo de terreno con medios mecánicos en formación de caja para viales, refino, nivelación y compactación del fondo de la excavación, carga y transporte a vertedero autorizado de los productos sobrantes, sin límite de distancia, vertido y extendido si fuese necesario, incluso canon de vertido y p.p. de achique de agua, limpieza y medios auxiliares, p.p. de reposición de la red de tierras, suministro y colocación de las distintas capas constituyentes, realización de juntas incluso pendientes. Se incluye asimismo la posible ejecución en fases por necesidades de la instalación, así como parte proporcional de ensanches para cambios de dirección y demás elementos no mencionadas expresamente en este texto para su cumplimiento. eta instalación ejecutada de acuerdo a pliegos Generales y Particular, totalmente</p>	65,00	60,80	3.952,00
01.02.06	<p><b>u VALLADO PERIMETRAL</b></p> <p>Suministro y montaje de vallado perimetral de 2,5 m de altura, incluidas puertas de acceso de acuerdo a los planos de proyecto, totalmente instalado y conectado a malla de tierras</p>	1,00	19.675,00	19.675,00
01.02.07	<p><b>u PUESTA A TIERRA</b></p> <p>Montaje de red de tierras inferiores que incluye sin carácter limitativo: excavación en zanja en cualquier tipo de terreno con medios mecánicos, con extracción de tierras a los bordes, tendido de cable de cobre de 120 mm<sup>2</sup> en la zanja, dejando accesibles al exterior las cocas de cable en longitud suficiente (min. 1.50 mtrs) para posterior puesta a tierra de las estructuras, p.p. de realización de soldaduras aluminotérmicas en "cruz" o "t" para uniones de los conductores de la red y posterior relleno de la zanja (al 98% del P.M.) con los materiales procedentes de la excavación incluso p.p.de achique de agua, limpieza, medios auxiliares y aperturas y posteriores rellenos de zanjas que sean necesarias, ejecutado de acuerdo a pliegos Generales y Particular y según características y detalles constructivos indicados en Planos de Proyecto.</p>	1,00	20.270,00	20.270,00
01.02.08	<p><b>m CANALIZACIONES PREFABRICADAS</b></p> <p>Canalizaciones prefabricadas y de obra para cables de control y de medida. Dimensiones de acuerdo a las indicadas en planos.                      Incluye diversos tipos segun plano de cimentaciones y canales de cables.                      Canalización tipo A: 121 metros                      Canalización tipo B: 132 metros                      Canalización tipo C: 15 metros.                      Canalización subterránea de cables de baja tensión: 67 metros</p>	1,00	20.181,39	20.181,39
		335,00	250,00	83.750,00
<b>TOTAL SUBCAPÍTULO 01.02 OBRA CIVIL</b>			<b>419.229,29</b>	

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02277-21 y VISADO electrónico VD01663-21A de 24/05/2021. CSV = FVQEBKHUJCK7VYA1 verificable en https://coliar-e-gestion.es



## PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
<b>SUBCAPÍTULO 01.03 APARAMENTA DE ALTA TENSIÓN 220 kV</b>				
01.03.01	<b>Ud AUTOVALVULAS 220 kV</b> Autoválvula 220 kV, 10 kA, incluida estructura metálica, contadores de descarga y montaje. Totalmente finalizada			
		12,00	2.497,50	29.970,00
01.03.02	<b>Ud BOTELLA TERMINAL CABLE SUBTERRÁNEO 220 kV</b> Botella para terminación de cable aislado 220 kV y de 2500 mm2 de sección, incluida estructura metálica, montaje, conexionado del cable aislado y puesta a tierra de las pantallas.			
		12,00	5.200,00	62.400,00
01.03.03	<b>Ud TRANSFORMADORES DE TENSIÓN</b> Transformadores de tensión inductivo con relación de transformación 220.000:73 /110:73 - 110:73 - 110:73 V , potencias de precisión 20VA-50VA-50VA y clase de precisión cl. 0.2 – cl. 0.5 3P – cl. 0.5 3P, incluida estructura metálica, caja de centralizacion de tensiones y montaje. Totalmente instalado y conectado.			
		15,00	14.010,00	210.150,00
01.03.04	<b>Ud INTERRUPTOR AUTOMATICO (POS. LA SERNA 220 kV)</b> Interruptor automático con mando unipolar y armario de centralización, 220 kV, 3.150 A, 40 kA incluida estructura metálica , montaje y pruebas de disparo..			
		3,00	10.820,00	32.460,00
01.03.05	<b>Ud INTERRUPTOR AUTOMATICO(POS. ALCARAMA, SANGORRÍN Y PE LOS CHOPOS)</b> Interruptor automático con mando unipolar y armario de centralización, 220 kV, 2.000 A, 40 kA incluida estructura metálica , montaje y pruebas de disparo..			
		9,00	8.015,32	72.137,88
01.03.06	<b>Ud TRANSFORMADORES DE INTENSIDAD (POS. LA SERNA 220 kV)</b> Transformadores de intensidad con relación de transformación 1000-2000 /5-5-5-5 A, potencias de precisión 20 VA-50 VA-50VA-50VA y clase de precisión cl 0,2 s – cl. 0.5 5P20 - 5P20 - 5P20 incluida estructura metálica, caja de centralización y montaje.			
		3,00	15.761,25	47.283,75
01.03.07	<b>Ud TRANSFORMADORES DE INTENSIDAD (POS PE LOS CHOPOS)</b> Transformadores de intensidad con relación de transformación 250-500 /5-5-5-5 A, potencias de precisión 20 VA-50 VA-50VA-50VA y clase de precisión cl 0,2 s – cl. 0.5 - 5P20 - 5P20 incluida estructura metálica, caja de centralización y montaje.			
		3,00	8.406,06	25.218,18
01.03.08	<b>Ud TRANSFORMADORES DE INTENSIDAD (POS ALCARAMA Y POS. SANGORRÍN)</b> Transformadores de intensidad con relación de transformación 500-1000 /5-5-5-5 A, potencias de precisión 20 VA-20 VA-50VA-50VA-50VA y clase de precisión cl 0,2 s – cl. 0.5 – 5P20 - 5P20 incluida estructura metálica, caja de centralización y montaje.			
		6,00	10.507,50	63.045,00
01.03.09	<b>Ud SECCIONADOR TRIPOLAR DE BARRAS (Resto de Posiciones)</b> Seccionador tripolar de barras 245 kV, 2.000 A, incluida estructura y montaje.			
		3,00	5.312,50	15.937,50

### PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
01.03.10	<b>Ud SECCIONADOR TRIPOLAR DE BARRAS (Posición La Serna 200 kV REE)</b> Seccionador tripolar de barras 245 kV, 3.150 A, incluida estructura y montaje			
01.03.11	<b>Ud SECCIONADOR TRIPOLAR CON CUCHILLAS DE P.a.T (Resto de Posiciones)</b> Seccionador de línea tripolar 245 kV, 2.000 A, con cuchillas de puesta a tierra, incluida estructura y montaje.	1,00	7.702,40	7.702,40
01.03.12	<b>Ud SECCIONADOR TRIPOLAR CON CUCHILLAS DE P.a.T (La Serna 200 kV REE)</b> Seccionador de línea tripolar 245 kV, 3.150 A, con cuchillas de puesta a tierra, incluida estructura y montaje.	3,00	6.906,25	20.718,75
01.03.13	<b>Ud AISLADORES DE APOYO 220 kV</b> Aislador de apoyo de barras principales 220 kV, incluida estructura metálica y montaje.	1,00	10.014,07	10.014,07
01.03.14	<b>Ud MATERIAL DIVERSO</b> Material diverso, conductores desnudos, conectores de aparamenta, tubos barras principales, estructuras soportes, aisladores y conexión entre aparatos.	4,00	1.338,75	5.355,00
		1,00	36.729,15	36.729,15
<b>TOTAL SUBCAPÍTULO 01.03 APARAMENTA DE ALTA TENSIÓN .....</b>				<b>639.121,68</b>

#### SUBCAPÍTULO 01.04 EQUIPOS DE PROTECCIÓN Y SERVICIOS AUXILIARES

01.04.01	<b>u CUADROS DE PROTECCIÓN Y CONTROL</b> Conjunto de armario de protección de las posiciones de 220 kV ( 4 Uds para posiciones de línea + 1 Ud. de Protección diferencias de Barras ). Perfectamente instalado, cableado y conectado. Incluye el cableado a lo largo de todo el parque (Suministro cableado, tendido a lo largo del parque exterior, conexionado y realización de verificación de pruebas en vacío).	1,00	84.768,07	84.768,07
01.04.02	<b>u EQUIPO DE CENTRAL CONTROL SUBESTACIÓN</b> Conjunto de sistema de control subestación, incluye sistema auxiliares en cada una de las posiciones.	1,00	10.763,81	10.763,81
01.04.03	<b>u SISTEMA DE TELECOMUNICACIONES</b> Equipo completo de comunicación por fibra óptica y telecontrol, ordenador de control. Armario o cuadro de repartidor de fibra optica. Completamente, instalado y probado su comunicación.	1,00	58.800,00	58.800,00
01.04.04	<b>u EQUIPOS DE MEDIDA</b> Equipo de medida para punto de medida, compuesto por contadores, registradores, módem de comunicaciones, regleta de comprobación, línea telefónica.	4,00	3.741,60	14.966,40

### PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
01.04.05	u <b>BATERÍAS 125 Vcc</b> Equipo rectificador y batería 125 Vcc, convertor 380 V ac - 125 Vcc .Suministrreo e instalacion de armario de Baterias Ni-Cd compuesta de 96 vasos con capacidad de suministro de 8 horas. Capacidad de carga rápida. Incluye equipo rectificador . Montada en edificio de contro len sala de servicios auxiliares sobre bancada ewn falso suelo.	2,00	18.173,75	36.347,50
01.04.06	u <b>BATERÍAS 48 Vcc</b> Equipo rectificador y batería 125 Vcc, convertor 125 Vcc - 48 Vcc. Suministro de equipos en 48 Vcc opcional en funcion de las necesidades de comunicaciones.	2,00	7.700,17	15.400,34
01.04.07	u <b>GRUPO ELECTROGENO</b> Ud. Suministro y montaje de grupo electrógeno de hasta 160 KVA, de emergencia, incluye la descarga hasta la zona de acopio y traslado hasta la zona de montaje, anclaje y nivelado a bancada, incluyendo todos los materiales y accesorios necesarios para su correcto montaje y funcionamiento, incluso el sellado de los tubos de cables no utilizados y la puesta a tierra de acuerdo con las recomendaciones del fabricante y los requisitos de la especificación técnica de montaje.	1,00	10.036,25	10.036,25
01.04.08	u <b>EQUIPO DE DETECCIÓN Y EXT. DE INCENDIOS</b> Suministro e instalación de sistema de detección, alarma y extinción de incendios para el edificio de control.	1,00	8.941,10	8.941,10
01.04.09	u <b>CUADROS DE BAJA TENSIÓN</b> Conjunto de tableros de baja tensión para corriente alterna.	1,00	13.323,53	13.323,53
01.04.10	u <b>CUADROS DE CORRIENTE CONTINUA</b> Conjunto de tableros de baja tensión para corriente alterna.	1,00	7.651,14	7.651,14
01.04.11	u <b>SISTEMA DE CALEF., VENTILACIÓN Y AIRE AC.</b> SISTEMA DE CALEF., VENTILACIÓN Y AIRE AC.	1,00	19.414,71	19.414,71
01.04.12	u <b>TRANSFORMADOR DE SERVICIOS AUXILIARES</b> Transformador de tensión de servicios auxiliares 100 kVA, exterior, conectado en barras principales, con relación de transformación 220.000 V/ 231 V, tensión de cortocircuito 6%, totalmente montado.	1,00	15.302,50	15.302,50
<b>TOTAL SUBCAPÍTULO 01.04 EQUIPOS DE PROTECCIÓN Y .....</b>				<b>295.715,35</b>
<b>TOTAL CAPÍTULO 01 SET LA SERNA PROMOTORES .....</b>				<b>1.386.070,39</b>

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02277-21 y VISADO electrónico VD01663-21A de 24/05/2021. CSV = FVQEBHKUJCK7VYA1 verificable en https://coliar-e-gestion.es





## PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
--------	---------	----------	--------	---------

### CAPÍTULO 02 ENTRONQUE SUBTERRÁNEO DE 220 kV

#### SUBCAPÍTULO 02.01 CANALIZACIÓN SUBTERRANEA- OBRA CIVIL - RECORRIDO

02.01.01	<b>m3 MOVIMIENTO DE TIERRAS</b> Despeje y desbroce del terreno por medios mecánicos y retirada de capa vegetal en una profundidad de 30 cm, incluso almacenamiento en montones de altura inferior a 2 m para posterior utilización y restitución de la tierra vegetal y/o carga y transporte de sobrantes a vertedero autorizado.			
02.01.02	<b>m CANALIZACIÓN SUBTERRÁNEA. 2 circuitos</b> ZANJA PARA DOS CIRCUITOS AT (1C) Excavación de zanja en terreno no rocoso para cables para un circuito de 220 kV según plano secciones tipo y especificación técnica según procedimientos de operación, en cualquier clase de terreno, incluso el suministro e instalación de los tubos de polietileno de alta densidad (sin halógenos) de diametro 250 mm para cables de AT y de 90 mm para cables de fibra óptica y cable de tierra de doble pared, lisa la interior y corrugada la exterior, parte exterior de color rojo, incluso tubos de reserva, incluidos manguitos de unión, separadores y sellado mediante producto resistente al agua en los extremos de la canalización, embebidos en hormigón en masa HM-20 N/mm <sup>2</sup> , consistencia plástica, tmáx 20 mm, elaborado en central y vertido por medios manuales y colocación, materiales necesarios de relleno, su extendido y compactación (95% PM) por medios mecánicos, humectación, agotamientos, desagües, etc., separación de tierra vegetal y áridos, transporte a vertedero autorizado por los organismos competentes, acopio de materiales, refino de taludes, mano de obra y maquinaria necesaria para su correcta ejecución	460,00	0,35	161,00
		718,00	83,50	59.953,00
<b>TOTAL SUBCAPÍTULO 02.01 CANALIZACIÓN SUBTERRANEA-.....</b>				<b>60.114,00</b>

#### SUBCAPÍTULO 02.02 TENDIDO ELECTRICO

02.02.01	<b>m CABLE AISLADO UNIPOLAR 127/220 kV (2500mm<sup>2</sup>) AL</b> SUMINISTRO CONDUCTOR 127/220 kV de sección 2500mm <sup>2</sup> , tipo Al RHZ1, conductor de aluminio, aislamiento XLPE, pantalla de hilos de cobre en hélice con cinta de cobre a contraespira y cubierta exterior de poliolefina termoplástica (Z1 Vemex) , i/ coca de 25 m en interior de subestación.			
02.02.02	<b>m TENDIDO DE 1 TERNA DE CABLE AISLADO 127/220 kV (2500 mm<sup>2</sup>).</b> INSTALACIÓN CONDUCTOR 127/220 kV 1x(3x1x2500 Al) Instalación de terna de cables unipolares para 127/220 kV de sección 2500 mm <sup>2</sup> , tipo Al RHZ1, conductor de aluminio, aislamiento XLPE, pantalla de cinta longitudinal de aluminio y cubierta exterior de poliolefina termoplástica (Z1 Vemex) , tendida en zanja s/ plano, bajo tubos en prisma hormigonado, secciones tipo, cinta para señalización de fases, cinta adhesiva para fijación y pequeño material.	4.428,00	76,80	340.070,40
02.02.03	<b>u TERMINAL UNIP. 127/220 kV 2500 mm<sup>2</sup> Al</b> Suministro y montaje de terminal para parque exterior para conversión a cable desnudo en parque exterior en el nivel de 220 kV. Terminal para conductor tipo Al RHZ1, 127/220 kV de sección 1x2500 mm <sup>2</sup> , completamente ejecutado en conexión en ambos lados de los dos extremos de la conexión s/ planos, i/ pequeño material y elementos de fijación. Incluye todo lo necesario para dejar terminada la partida, incluido la realización de la conexión de las pantallas de cables a tierra, según el metodo de instalación	1.436,00	16,25	23.335,00
02.02.04	<b>m CABLE COMUNICACIONES FIBRA OPTICA.</b> Suministro y tendido de cable de fibra optica para comunicaciones completamente instalado desde la subestación hasta los apoyos de conversión sus correspondientes cajas de conexiones. Empalme-	6,00	4.540,00	27.240,00



**PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO**  
**SUBESTACION 220 KV "LA SERNA PROMOTORES" Y LSAT DE**  
**ENTRONQUE CON LAAT SET ALCARAMA – SET LA SERNA.**  
 T.M.: TUDELA (COMUNIDAD FORAL DE NAVARRA)



**PRESUPUESTO Y MEDICIONES**

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
	es en el interior de la subestación. Se incluye el suministro, la ejecución de los empalmes y la instalación de dichas cajas de empalmes en todo el recorrido. Incluido parte proporcional de pruebas de comunicación.			
02.02.05	u CAJA ENTERRADA DE CONEXIÓN A TIERRA Suministro , montaje y conexionado de caja enterrada de conexión de pantallas a tierra 220 kV	2.175,00	5,75	12.506,25
02.02.06	u CAJA ENTERRADA DE CONEXIÓN A TIERRA CON DESCARGADORES Caja enterrada de conexión de pantallas a tierra 220 kV	1,00	2.166,86	2.166,86
02.02.07	u ENSAYOS CONDUCTORES Comprobación de cables: orden de fases, radios de curvatura, ensayos de rigidez de cubierta, de aislamiento y descargas parciales por cada circuito. Están incluidas la mano de obra y las herramientas y equipos de prueba necesarias para la comprobación en las tres fases del cable, incluyéndose emisión de informe por parte de OCA todo según normativa en vigor.	2,00	4.935,40	9.870,80
		1	1,00	
		1,00	13.125,00	13.125,00
<b>TOTAL SUBCAPÍTULO 02.02 TENDIDO ELECTRICO .....</b>			<b>428.314,31</b>	
<b>TOTAL CAPÍTULO 02 ENTRONQUE SUBTERRÁNEO DE 220 kV .....</b>				<b>488.428,31</b>

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragon y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02277-21 y VISADO electrónico VD01663-21A de 24/05/2021. CSV = FVQEBHKUJCK7VYA | verificable en https://coliar e-gestion.es



**PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO**  
 SUBESTACION 220 KV "LA SERNA PROMOTORES" Y LSAT DE  
 ENTRONQUE CON LAAT SET ALCARAMA – SET LA SERNA.  
 T.M.: TUDELA (COMUNIDAD FORAL DE NAVARRA)



**PRESUPUESTO Y MEDICIONES**

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
--------	---------	----------	--------	---------

**CAPÍTULO 03 SEGURIDAD Y SALUD**

<b>TOTAL CAPÍTULO 03 SEGURIDAD Y SALUD .....</b>				<b>23.717,54</b>
<b>TOTAL</b>	<b>.....</b>	<b>1.898.216,24</b>		

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02277-21 y VISADO electrónico VD01663-21A de 24/05/2021. CSV = FVQEBHKUJCK7VYA | verificable en <https://coliar.e-gestion.es>



# DOCUMENTO 04. PRESUPUESTO

## Parte B. – Resumen





**PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO**  
**SUBESTACION 220 KV "LA SERNA PROMOTORES" Y LSAT DE**  
**ENTRONQUE CON LAAT SET ALCARAMA – SET LA SERNA.**  
 T.M.: TUDELA (COMUNIDAD FORAL DE NAVARRA)



**RESUMEN DE PRESUPUESTO**

CAPITULO	RESUMEN	EUROS
01	SUBESTACIÓN LA SERNA PROMOTORES 220 kv .....	1.386.070,39€
02	ENTRONQUE SUBTERRÁNEO DE 220 kv .....	488.428,31€
03	SEGURIDAD Y SALUD .....	23.717,54 €
<b>TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL</b>		<b>1.898.216,24 €</b>
	<b>GASTOS GENERALES (13%)</b>	<b>246.768,11 €</b>
	<b>BENEFICIO INDUSTRIAL (6%)</b>	<b>113.892,97 €</b>
<b>PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA</b>		<b>2.258.877,32 €</b>
	21,00 % I.V.A.....	474.364,24 €
<b>TOTAL PRESUPUESTO GENERAL</b>		<b>2.733.241,56 €</b>

Asciende el presupuesto general a la expresada cantidad de DOS MILLONES SETECIENTOS TREINTA Y TRES MIL DOSCIENTOS CUARENTA Y UNO EUROS con CINCUENTA Y SEIS CÉNTIMOS

Mayo 2021

José Luis Ovelleiro Medina.  
 Ingeniero Industrial.  
 Colegiado nº. 1.937

Al Servicio de la Empresa:  
 Ingeniería y Proyectos Innovadores  
 B-50996719

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02277-21 y VISADO electrónico VD01663-21A de 24/05/2021. CSV = FVQEBKHUJCK7YAI verificable en https://coliar-e-gestion.es



**DOCUMENTO 04. PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES**

---

## ÍNDICE

1	CONDICIONES GENERALES .....	3
1.1	OBJETO .....	3
1.2	DISPOSICIONES GENERALES.....	3
1.3	ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO.....	5
1.4	MEJORAS Y MODIFICACIONES DEL PROYECTO .....	5
1.5	OBRAS AUXILIARES .....	5
2	CONDICIONES TÉCNICAS.....	6
2.1	NORMATIVA LEGAL APLICABLE.....	6
2.2	REDES DE BAJA TENSIÓN.....	8
2.3	LINEA SUBTERRÁNEA DE CONEXIÓN 220 kV .....	10
2.4	RED DE TIERRA .....	16
2.5	EQUIPO DE MEDIDA DE ENERGÍA ELÉCTRICA.....	21
2.6	ESTRUCTURA METÁLICA .....	24
3	CONDICIONES ECONÓMICAS Y PLAZOS .....	25
3.1	PLAZO DE REPLANTEO .....	25
3.2	PLAZO DE EJECUCIÓN .....	25
3.3	RECEPCIÓN PROVISIONAL .....	26
3.4	PLAZO DE GARANTÍA.....	26
3.5	RECEPCIÓN DEFINITIVA.....	26
3.6	GASTOS DE REPLANTEO Y LIQUIDACIÓN .....	26
3.7	MEDICIÓN Y ABONO DE LAS OBRAS .....	27

## 1 CONDICIONES GENERALES

### 1.1 OBJETO

El presente Pliego de Condiciones determina los requisitos a los que debe ajustarse la ejecución de las instalaciones eléctricas compartidas necesarias para la evacuación de las centrales de generación eléctrica de tecnología eólica indicadas en el capítulo de 1.2 de la memoria, promovidas en las provincias de La Rioja, Zaragoza y Navarra. Dichas instalaciones eléctricas compartidas se encuentran en Tudela (Comunidad Foral de Navarra) y cuyas características se definen en la Memoria y Planos del mismo.

### 1.2 DISPOSICIONES GENERALES

El Contratista está obligado al cumplimiento de la Reglamentación del Trabajo correspondiente, contratación del Seguro Obligatorio, Subsidio Familiar y de Vejez, Seguro de Enfermedad y todas aquellas reglamentaciones de carácter social vigentes o que, en lo sucesivo, se dicten. En particular, deberá cumplir lo dispuesto en la norma UNE 24042 "Contratación de obras. Condiciones generales", siempre que no sea modificada por el presente Pliego de Condiciones.

#### 1.2.1 CONDICIONES FACULTATIVAS LEGALES

En la ejecución de este proyecto, además de lo prescrito en el presente Pliego, se aplicarán todas las Normas Legales Vigentes en la fecha de su aprobación que le sean de aplicación y que se encuentren recogidas en Disposiciones y Reglamentos, las Recomendaciones de UNESA y las disposiciones encuadradas en los Proyectos Tipo de Electrificación Rural y Urbana.

La Dirección de Obra podrá parar la misma si observara el incumplimiento de las Normas contenidas en este Pliego o de aquellas a las que no se hace referencia expresa y sean de aplicación, y procederá en consecuencia si estas faltas no quedan inmediatamente subsanadas.

En cualquier caso, no tendrá el Contratista derecho a indemnización alguna cuando la modificación que se introduzca obedezca al hecho de tener que cumplir lo mandado en cualquier Disposición Legal Vigente en la fecha de redacción de este proyecto, aun cuando en la misma no haya sido tenido en cuenta.

#### 1.2.2 SEGURIDAD EN EL TRABAJO

El Contratista está obligado a cumplir las condiciones que se indican en la Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales y en los Reales Decretos que la desarrollan, además de los distintos reglamentos y normativas que sean de aplicación en materia de seguridad y salud.

De igual modo, deberá proveer cuanto sea preciso para el mantenimiento de las máquinas, herramientas, materiales y útiles de trabajo en las debidas condiciones de seguridad.

Mientras los operarios estén trabajando en circuitos o equipos de tensión o en su proximidad, usarán ropa sin accesorios metálicos y evitarán el uso innecesario de objetos de metal. Los metros, reglas, mangos de aceiteras, útiles limpiadores, etc. que se utilicen no deben ser de



material conductor. Se llevarán las herramientas o equipos en bolsas y se utilizará calzado aislante o, al menos, sin herrajes ni clavos en las suelas.

El personal de la contrata está obligado a usar todos los dispositivos y medios de protección personal, herramientas y prendas de seguridad exigidas para eliminar o reducir los riesgos profesionales según se indican en el Estudio de Seguridad y Salud del presente proyecto y en el Plan de Seguridad y Salud que se elaborará posteriormente, pudiendo el Director de Obra o el Coordinador de Seguridad, en su caso, suspender los trabajos si estima que el personal de la contrata está expuesto a peligros que son corregibles.

El Director de Obra o el Coordinador de Seguridad, en su caso, podrá exigir por escrito al Contratista el cese en la obra de cualquier empleado u obrero que, por imprudencia temeraria, pueda producir accidentes que hagan peligrar su integridad física o la de sus compañeros.

Igualmente, el Director de Obra podrá requerir al Contratista, en cualquier momento, los documentos acreditativos de haber formalizado los regímenes de Seguridad Social de todo tipo (afiliación, accidente, enfermedad, etc.) en la forma legalmente establecida.

En el Estudio de Seguridad y Salud del presente proyecto se describen todos los riesgos a que están expuestos los trabajadores y las medidas correctoras para eliminar o minimizar éstos riesgos.

Tal y como se indica en el R.D. 1627/1997, antes del comienzo de los trabajos cada contratista deberá de presentar un Plan de Seguridad y Salud para los trabajos que va a realizar que contendrá, como mínimo, los riesgos indicados en el Estudio de Seguridad y Salud de éste proyecto.

Dichos Planes de Seguridad y Salud deberán de ser aprobados por el Director de Obra o por el Coordinador de Seguridad, en su caso, y cumplidos por los contratistas.

En el caso de que durante el transcurso de los trabajos aparezcan nuevos riesgos no contenidos en los Planes de Seguridad y Salud, el Director de Obra o el Coordinador de Seguridad, en su caso, deberá de incluirlos y proponer las medidas correctoras oportunas para corregirlos o minimizarlos.

### 1.2.3 SEGURIDAD PÚBLICA

El Contratista deberá tomar las precauciones máximas en las operaciones y usos de equipos para proteger a las personas, animales y demás elementos del entorno de los peligros procedentes del trabajo, siendo de su cuenta las responsabilidades que por tales accidentes se ocasionen.

Se deberá de prohibir el acceso a la obra a personas ajenas a ésta e incluir en el Plan de Seguridad y Salud correspondiente los riesgos a terceros, tal como se indica en el Estudio de Seguridad y Salud del presente proyecto.

El Contratista mantendrá una póliza de Seguros que proteja suficientemente a él y a sus empleados frente a las responsabilidades por daños, civil, etc. en que uno u otros puedan incurrir como consecuencia de la ejecución de los trabajos.

### 1.3 ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO

El Contratista actuará de patrono legal, aceptando todas las responsabilidades inherentes, quedando obligado al pago de los salarios y todas aquellas cargas que legalmente estén establecidas, y en general, a todo cuanto se legisle, decrete u ordene sobre el particular antes o durante la ejecución de las obras.

La organización de la obra, la determinación de la procedencia de los materiales a emplear y la responsabilidad de la seguridad contra accidentes correrán a cargo del Contratista, el cual deberá informar al Director de Obra de todos los planes de organización técnica de la obra, de la procedencia de los materiales, así como observar cuantas órdenes de éste.

En las obras por administración, el Contratista deberá dar cuenta diaria al Director de Obra de la admisión de personal, compra de materiales, adquisición o alquiler de elementos auxiliares y de cuantos gastos vaya a realizar. Para los contratos de trabajo, compra de material o alquiler de elementos auxiliares cuyos salarios, precios o cuotas sobrepasen en más de un 5% a los del mercado, el Contratista solicitará la aprobación previa del Director de Obra, quien deberá responder dentro de los ocho días siguientes a la petición, salvo casos de urgencia manifiesta, en los que se dará cuenta posteriormente.

Las órdenes, consultas y cualquier tipo de comunicaciones que puedan influir en la buena marcha de las obras se harán por escrito.

### 1.4 MEJORAS Y MODIFICACIONES DEL PROYECTO

No se considerarán como mejoras ni modificaciones del proyecto más que aquellas que hayan sido ordenadas expresamente, y por escrito, por el Director de Obra y cuyo precio haya sido convenido antes de proceder a su ejecución.

La Dirección de Obra podrá introducir modificaciones originadas por nuevas necesidades o causas técnicas no detectadas anteriormente.

Todas estas modificaciones serán obligatorias para el Contratista y a los mismos precios que la principal.

Las variaciones del proyecto que supongan la inclusión de nuevas unidades de obra se valorarán conforme a los siguientes criterios, por orden de preferencia:

- Precio de unidades iguales reflejadas en el presupuesto del proyecto.
- Precio de unidades del cuadro general de precios del proyecto tipo existente.
- Precio establecido como suma de componentes de otros precios recogidos en el presupuesto o en el cuadro general de precios.
- Precios contradictorios fijados reglamentariamente.

Las obras accesorias o delicadas, no incluidas en los precios de adjudicación, podrán ejecutarse con personal independiente del Contratista principal.

### 1.5 OBRAS AUXILIARES

Las obras auxiliares que para la ejecución de todas las proyectadas haya de realizar el Contratista serán siempre por su cuenta, pero su disposición y planos habrán de ser aprobados previamente por el Director de Obra.

En cualquier caso, las obras auxiliares se ejecutarán también de acuerdo con las condiciones que se estipulen en este Pliego.

## 2 CONDICIONES TÉCNICAS

### 2.1 NORMATIVA LEGAL APLICABLE

#### 2.1.1 OBJETO Y ALCANCE

Esta documentación tiene por objeto establecer la normativa legal de ámbito nacional a la que deberá ajustarse el diseño, construcción y montaje de las instalaciones que forman parte de las Subestación Eléctrica Seccionadora 220 kV y línea de entronque asociada en el nivel de tensión de 220 kV.

#### 2.1.2 DEFINICIONES

IEEE: Institute of Electrical and Electronics Engineers.

#### 2.1.3 DESARROLLO

La normativa legal aplicable es la que a continuación se relaciona. De las normas se utilizará la última revisión editada.

##### 2.1.3.1 ELECTRICIDAD

- Real Decreto 223/2008 de 15 de febrero por el que se aprueba el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias.
- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico
- Ley 54/1997, de 27 de Noviembre, del Sector Eléctrico.
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión.
- Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimiento de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23
- Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.
- IEEE Std-1094. Recommended Practice for the Electrical Design and Operation of Windfarm Generating Stations.
- IEEE Std-367. Guide for Determining the Maximum Electric Power Station Ground Potential Rise and Induced Voltage from Power Fault.

- IEEE Std-142. Recommended Practice for Grounding Industrial and Commercial Power Systems.
- IEEE Std-80. Guide for Safety in AC Substation Grounding.

### 2.1.3.2 TELECOMUNICACIONES

- 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.

### 2.1.3.3 OBRA CIVIL Y ESTRUCTURAS

- Instrucción de hormigón estructural, R.D. 1247/2008, de 18 de Julio (EHE-08).
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- Las disposiciones, normas y reglamentos que figuran en el Pliego de Prescripciones Técnicas, tanto en lo referente a instalaciones eléctricas como en lo referente a obra civil.
- Normativa DB SE-AE Acciones en la edificación.
- Normativa DB SE-A Acero.
- Normativa DB SE Seguridad Estructural.
- Orden de 16 de Diciembre de 1997 por la que se regulan los accesos a las carreteras del Estado, las vías de servicio y la construcción de instalaciones de servicios.
- Recomendaciones para el proyecto de intersecciones, MOP, 1967
- Norma 3.1-IC de Trazado, de la Instrucción de Carreteras.
- Norma 5.2-IC de Drenaje superficial, de la Instrucción de Carreteras.
- Norma 6.1-IC de Secciones de firme, de la Instrucción de Carreteras.
- Norma 8.1-IC de Señalización Vertical, de la Instrucción de Carreteras.
- Norma 8.2-IC de Marcas Viales, de la Instrucción de Carreteras.
- Norma 8.3-IC de Señalización de Obras, de la Instrucción de Carreteras.
- Manual de Ejemplos de Señalización de Obras Fijas de la DGC del Ministerio de Fomento.
- Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes de la Dirección General de Carreteras y Caminos Vecinales PG-3/75.

### 2.1.3.4 SEGURIDAD E HIGIENE

- O.C. 300/89 P y P, de 20 de marzo, sobre "Señalizaciones de Obras" y consideraciones sobre "Limpieza y Terminación de las obras".
- Real Decreto 604/2006, de 19 de mayo, por el que se modifican el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, y el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo (O.M. Mº Trabajo de 09-03-1971) en sus partes no derogadas.



## 2.2 REDES DE BAJA TENSIÓN

### 2.2.1 OBJETO Y ALCANCE

Esta Especificación tiene por objeto fijar las características que debe reunir la red de Baja Tensión de una Subestación Eléctrica Transformadora.

### 2.2.2 DOCUMENTACIÓN DE REFERENCIA

Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, sus Instrucciones Técnicas Complementarias y las normas de referencia en él incluidas.

### 2.2.3 DESARROLLO

#### 2.2.3.1 RED SUBTERRÁNEA.

##### Cables.

##### Secciones y Materiales.

Los conductores serán de Cobre o Aluminio, de la sección adecuada a la intensidad que transportan.

El cálculo técnico de los cables se realizará por:

- Densidad de corriente.
- Caída de tensión.
- Cortocircuito.

Además del cálculo técnico, los cables se calcularán utilizando un criterio económico para minimizar el costo del conjunto inversión y pérdidas.

##### Aislamiento.

Siempre que sea posible, el material de aislamiento será polietileno reticulado químicamente (XLPE), para un nivel de aislamiento de 0,6/1 KV.

##### Armadura.

Cuando se utilicen, por razones de seguridad, cables con protección mecánica, esta se realizará preferentemente mediante corona de alambres de acero galvanizado.

##### Cubierta.

La cubierta exterior del cable será preferentemente de policloruro de vinilo (PVC) de color negro.

Deberá llevar grabada, de forma indeleble, la identificación del conductor y nombre del fabricante.

##### Composición.

Los cables de potencia serán unipolares si su sección es superior a 50 mm<sup>2</sup>.

##### Empalmes.

Siempre que sea posible se evitará la realización de empalmes.

La realización de empalmes en las redes de Baja Tensión solo se podrá realizar con la autorización expresa de la Dirección de Obra.

El tipo de empalme deberá ser aprobado por la Dirección de Obra.

### Montaje.

Los cables se instalarán en zanjas construidas al efecto, sobre cama de arena lavada de río de 150 mm de espesor como mínimo, en una sola capa y suficientemente distanciados para que no se produzcan calentamientos debido a los cables adyacentes. Esta previsión deberá ser tenida en cuenta por el Contratista especialmente en el caso en que en una misma zanja, vayan tendidos más de un terno de cables Unipolares. En este caso, el ancho de la zanja y la disposición de los conductores deberá ser tal que en cada terno no se produzca una reducción de la intensidad admisible debido a la presencia de otros conductores.

Las capas de arena se compactaran al 98% del Proctor modificado en tongadas de 20 centímetros como máximo. Para la compactación se utilizarán medios mecánicos, tales como rana compactadora.

Los cables se instalarán formando ternas, sujetas mediante bridas colocadas al menos cada 15 metros.

Los cruces bajo calzada se harán siempre bajo tubos de hormigón centrifugado de 200 mm de diámetro interior, instalándose, además, un tubo de reserva.

Las acometidas a los Centros de Transformación se realizarán de acuerdo con los esquemas mostrados en planos.

Los cables, a su entrada en el terreno, se protegerán bajo tubo. Estos se sellarán con cáñamo y masilla dieléctrica y sus extremos, si son metálicos, se biselarán con objeto de eliminar filos cortantes.

Los cables estarán debidamente identificados en todo su recorrido, para una fácil localización en caso de avería o defecto, mediante anillos metálicos identificadores con una distancia no superior a 5 metros. Asimismo, estarán debidamente marcados los extremos de los mismos, mediante etiquetas identificadoras con rotulación indeleble.

El conexionado de los cables de baja tensión a sus terminales se realizará mediante herramientas de crimpado hidráulico con retenedor. La matriz, que será de las dimensiones adecuadas para la sección del cable en cuestión, deberá dejar marcado en el terminal su identificación.

### **2.2.3.2 RED AÉREA.**

Los cables aéreos serán objeto de especificación aparte.

### **2.2.4 PRUEBAS Y ENSAYOS.**

#### El fabricante.

El fabricante someterá a los cables a los siguientes ensayos:

Ensayos Individuales:

- Prueba de tensión a frecuencia industrial.
- Medida de la resistencia eléctrica de los conductores.
- Medida de la resistencia de aislamiento.

Ensayos De Tipo:

- Medida de espesores de aislamiento y cubiertas.
- Comprobación de la reticulación del aislamiento.

Asimismo el fabricante facilitará el acta de pruebas correspondiente.

### El contratista.

El Contratista realizará, en campo, los siguientes ensayos para cada cable:

Sobre Bobina A Su Recepción.

Medida de la resistencia de aislamiento de cada uno de los conductores activos en relación con tierra y entre los conductores activos aislados. A tales efectos el Contratista suministrará los cables de forma que sobre la bobina sean accesibles ambos extremos del cable.

No se admitirá que el cable suministrado en cada bobina vaya cortado en varios tramos, debiendo ser suministrado como un único tramo.

Una Vez Tendido Con Todos Sus Accesorios Montados.

- Prueba de continuidad.
- Medida de la resistencia de aislamiento.

Los ensayos se realizarán de acuerdo con la Instrucción ITC-BT-19 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, y serán efectuados en presencia de un inspector designado al efecto por la Ingeniería; las actas correspondientes estarán firmadas por las partes.

## **2.3 LINEA SUBTERRÁNEA DE CONEXIÓN 220 kV**

### **2.3.1 OBJETO Y ALCANCE**

Esta Especificación tiene por objeto fijar las características que deben reunir la línea subterránea de conexión de 220 kV de la Subestación Eléctrica Seccionadora La Serna Promotores al nudo de conexión a la red de transporte en la subestación La Serna 220 kV, propiedad ésta última de Red Eléctrica de España.

### **2.3.2 DOCUMENTACIÓN DE REFERENCIA**

- Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-LAT 01 a 09.
- Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23.

### 2.3.3 DESARROLLO

#### 2.3.3.1 RED SUBTERRÁNEA.

##### Cables.

##### Secciones y Materiales

Los conductores serán de aluminio, eligiéndose su sección conforme a los criterios de densidad e corriente, caída de tensión y cortocircuito. En aquellos casos en los que se considere adecuado se aplicará además un criterio económico, que se definirá en documento aparte.

##### Aislamiento

El material de aislamiento será polietileno reticulado químicamente (XLPE), para un nivel de aislamiento de y 127/220 kV según la tensión nominal de la red (220 kV).

##### Pantalla

Las pantallas serán de conductores de cobre en forma de hilos con una sección de acuerdo a los criterios de niveles de cortocircuito establecidos en la instalación.

Los cables son de campo radial.

##### Cubierta

La cubierta exterior del cable será de poliolefina y su color rojo para identificación en caso de proximidad con otros conductores. Deberá llevar grabada, de forma indeleble, cada 30 cm, la identificación del conductor, nombre del fabricante y año de fabricación, tal y como se indica en las normas UNE 20.435 parte 2 y R.U. 3.305.

##### Composición

Los cables serán unipolares y se fabricarán mediante triple extrusión.

##### Puesta a tierra de las pantallas

Las pantallas de los cables serán conectadas a tierra en todos los puntos accesibles a una toma que cumpla las condiciones técnicas especificadas en los reglamentos en vigor.

Particularmente, las pantallas se conectarán a tierra, obligatoriamente, en cada extremo de la línea.

Deberá asegurarse la continuidad de las pantallas a todo lo largo de la línea.

##### Accesorios

Se entienden como tal los empalmes, terminaciones y respectivos complementos, destinados a los cables con aislamiento seco de (XLPE).

Todos ellos responderán a las especificaciones que establecen las normas internacionales en vigor, de acuerdo con la tensión y condiciones de servicio a que vayan destinados.



## Terminaciones

Se deberá de utilizar para exterior botella terminal de cono premoldeado o terminal para exterior con aislador de porcelana.

Empalmes (en caso de ser necesarios).

Siempre que sea posible se evitará la realización de empalmes.

La realización de empalmes requiere la autorización expresa de la Dirección de Obra. El tipo de empalme deberá ser aprobado por la Dirección de Obra.

Se realizarán utilizando procedimiento previo de empalme que aseguren la continuidad de la parte conductora, capa semiconductor interior, capa aislante, capa semiconductor exterior, pantalla y cubierta.

La continuidad del conductor se conseguirá mediante un manguito metálico que realice la unión a presión, sin debilitamiento de sección ni producción de vacíos superficiales.

### Condiciones de instalación.

Los cables se instalarán en zanjas construidas al efecto, cuyas dimensiones serán las indicadas en el plano "Sección Tipo de Zanja" de aplicación, salvo indicación en contrario.

Las dimensiones de la zanja y la separación y disposición de conductores en la misma serán las adecuadas para evitar el calentamiento y daños en el cable.

Tras la ejecución del prisma hormigonado mediante los tubos coarrugados de doble pared embebidos en el mismo según plano de sección tipo de zanja, se procederá al tendido de los cables integrantes de la línea se dispondrán formando una terna (un cable de potencia en cada tubo) , para lo cual se dispondrá el número necesario de medios de fijación y elementos para el tendido.

Se seguirán las recomendaciones técnicas proporcionadas por el fabricante del cable para el tendido, en especial las correspondientes al radio mínimo de giro admisible, tracción máxima admisible y velocidad máxima de desplazamiento del cable. En cualquier caso, se respetarán los valores límites siguientes:

- Radio mínimo de giro: 10 veces el diámetro del cable.
- Tracción máxima admisible: 3 kg por mm<sup>2</sup> de sección del cable.
- Distancia máxima entre rodillos de soporte: 5 a 8 m.

Deberán disponerse todos los rodillos y protectores necesarios para evitar que se produzcan daños o muescas en la cubierta de los cables, utilizando la media de tracción adecuada para ello. Se considera muy recomendable el uso de medios mecánicos de tracción controlada, debiendo situarse, en su defecto, el número suficiente de operarios que aseguren una velocidad constante de tracción y un reparto de los esfuerzos mecánicos a lo largo de toda la longitud del cable.

En caso de que la temperatura del cable en el momento del tendido sea inferior a 0° C, deberá procederse al calentamiento previo del mismo durante varias horas antes de proceder a su instalación.

Se vigilará especialmente la ausencia de piedras o elementos extraños en la arena o tierra de cubrición de los cables, así como que el cable se encuentra recubierto, a lo largo de toda su longitud, de un espesor de arena o tierra seleccionada superior al mínimo indicado en plano.

Los cruces bajo calzada se harán siempre bajo tubos de hormigón centrifugado de 160 mm de diámetro interior, instalándose, además, un tubo de reserva.

Los cables, a su entrada en el terreno se protegerán bajo tubo de PVC de 6 atmósferas de presión nominal.

Los tubos se sellarán con masilla dieléctrica e ignífuga y sus extremos se biselarán con objeto de eliminar filos cortantes.

Los cables, a la salida de los equipos a los que van conectados se marcarán con el código del equipo receptor y con el código de identificación del cable y cada uno de los conductores se marcará con el código del terminal a que está conectado.

#### 2.3.4 MEDICIÓN DE LA RESISTIVIDAD TÉRMICA DEL TERRENO.

Con la finalidad de establecer una de las características más influyentes sobre el cable se establece la necesidad de realizar una medición de la resistividad térmica del suelo.

Para ello la medición de la resistividad o conductividad térmica se realiza bajo el método de medición Non-Steady-State Probe (NSSP), que utiliza una sonda (también llamado sensor térmico o aguja térmica) en el que se incorporan tanto un alambre de calor y un sensor de temperatura.

La sonda se inserta en el suelo, a partir de la respuesta a una etapa de calentamiento de la resistividad del suelo se puede calcular la conductividad térmica.

En general un NSSP consiste de un alambre de calor, lo que representa una fuente de línea perfecta, y un sensor de temperatura capaz de medir la temperatura en esta fuente. La sonda se inserta en el suelo que se investiga. El principio NSSP se basa en una propiedad única de una fuente de línea: después de un período transitorio corto el aumento de la temperatura, Delta T, sólo depende de la potencia del calentador, Q, y la conductividad térmica media,  $\lambda$ :

$$\Delta T = (Q / 4 \pi \lambda) (\ln t + B)$$

Este método geofísico se basa en el principio de la evolución en el tiempo del calor emitido por una fuente lineal al insertarse en el seno de un material. La medida de la resistividad térmica del terreno se realiza de acuerdo a los estándares especificados por la guía ASTM D-5334 "Standard Test Method for Determination of Thermal Conductivity of Soil and Soft rock by Thermal Needle Probe Procedure".

La medición geofísica de la resistividad o conductividad térmica se puede llevar a cabo tanto en el laboratorio como in situ. La resistividad térmica del terreno depende de su contenido de humedad, densidad, temperatura y composición, siendo la variable más influyente el contenido de humedad de la muestra. Por ello es necesario establecer la determinación de la curva de resistividad térmica vs humedad (Thermal Dryout Curve) para el correcto diseño del relleno de las zanjas eléctricas.

### 2.3.4.1 RED AÉREA.

#### Dimensionamiento

En el cálculo de la tracción máxima admisible de los conductores y cables de tierra se considerará una hipótesis adicional a la reglamentaria, suponiendo un valor de la velocidad de viento igual, al menos, al de la máxima racha en 3 segundos estimada para un periodo de retorno de 50 años.

#### Secciones y Materiales.

Los conductores serán del tipo aluminio-acero.

En zonas de fuerte agresividad ambiental (marina, química, etc.) se deberá recurrir a conductores especiales de aluminio y de acero recubierto de aluminio, forrado del conductor con materiales plásticos (sin que ello prejuzgue aislamiento del conductor), etc.

La sección de los conductores será la adecuada de acuerdo con los cálculos técnicos necesarios para garantizar una caída de tensión menor que la admitida por los reglamentos en vigor, y una densidad de corriente admisible, con unos valores normalizados de 31,1; 54,6; 78,6; 116,2 y 181,3 mm<sup>2</sup> de sección total.

#### Empalmes

Estarán constituidos por un manguito metálico que realice la unión a presión de la parte conductora, sin debilitamiento de sección ni producción de vacíos superficiales.

#### Aislamiento

Salvo acuerdo explícito en contrario, el aislamiento entre los conductores y los apoyos, estará formado por aisladores de tipo denominado de cadena con vástago de 11 mm de diámetro. Si las características mecánicas de cálculo obligasen a un aislador de mayor resistencia, se usarán los de vástago de 16 mm de diámetro. Las características de ambos tipos de aisladores se encuentran recogidas en la Norma UNE 21.009.

#### Apoyos

Los apoyos a utilizar en las líneas serán metálicos, de hormigón o de fibra. En el caso de que sean metálicos estarán protegidos contra la corrosión por medio de una galvanización en caliente adecuada de acuerdo con la Norma UNE EN ISO 1461 y recomendación UNESA 6.618.

Sobre estos apoyos se colocarán las correspondientes crucetas metálicas galvanizadas, capaces de soportar los esfuerzos a que están sometidas, y con las distancias adecuadas a los vanos contiguos.

#### Herrajes y Grapas

Los herrajes de unión entre aisladores, de estos a los apoyos y a los conductores, las crucetas de los apoyos, etc. llevarán una protección contra la corrosión ambiental similar a la elegida para los apoyos, es decir, galvanización que cumplirá con la Norma UNE EN ISO 1461 y R.U. 6618.

Las grapas serán de aluminio y su diseño permitirá el apriete uniforme sobre el conductor, de forma que se evite al máximo la concentración de esfuerzos sobre el mismo y carecerá de aristas vivas en la zona de contacto con el conductor que puedan dañar a este.

#### Puesta a tierra de los herrajes

Todas las partes metálicas de los apoyos y los herrajes serán conectadas a una toma de tierra en cada apoyo, que cumpla con las condiciones técnicas específicas de los Reglamentos en vigor.

En los apoyos que soporten seccionadores será de aplicación lo dispuesto en el apartado 7 de la ITC-LAT 07 del Reglamento de Líneas Eléctricas Aéreas de Alta Tensión.

Como conductores de tierra, entre herrajes (y crucetas) y la propia toma de tierra, pueden emplearse la estructura de los apoyos metálicos.

#### Cimentaciones

Para una eficaz estabilidad de los apoyos, estos se encastrarán en el suelo en bloques de hormigón en masa, calculados de acuerdo con la resistencia mecánica del mismo y según sistema de cálculo sancionados por la experiencia y conforme a lo previsto en el Reglamento de Líneas Eléctricas Aéreas de Alta Tensión.

#### Entronque

La conexión de las líneas aéreas con el Centro de Seccionamiento se hará necesariamente en un "puente flojo" quedando prohibido que los conductores ejerzan esfuerzos mecánicos de tracción sobre las piezas de conexión, para lo cual el primer apoyo de la línea aérea se situará preferentemente a una distancia inferior a 20 metros del pódico de amarre.

### 2.3.4.2 PRUEBAS Y ENSAYOS.

#### Ensayos previos a la entrega.

El fabricante someterá a los cables a los siguientes ensayos:

Ensayos individuales.

- Prueba de tensión a frecuencia industrial.
- Medida de la resistencia eléctrica de los conductores.
- Ensayo de descargas parciales.

Ensayos de tipo no eléctricos.

Medida de la resistencia de aislamiento a temperatura ambiente.

El fabricante entregará un Acta de pruebas con los resultados de estos ensayos.

Ensayos en campo.

El Contratista realizará, en campo, los siguientes ensayos para cada cable:

*Sobre bobina a su recepción.*

Medida de la resistencia de aislamiento en relación con tierra. A tales efectos el Contratista suministrará los cables de forma que sobre la bobina sean accesibles ambos extremos del cable, no admitiéndose que el cable suministrado en cada bobina vaya cortado en varios tramos, debiendo ser suministrado como un único tramo.

*Una vez tendido con todos sus accesorios montados.*

- Prueba de continuidad.
- Medida de la resistencia de aislamiento de cada uno de los conductores activos en relación con tierra y entre los conductores activos aislados.
- Ensayo de tensión.

Todos los ensayos se realizarán de acuerdo con la UNE HD 632 y serán efectuados en presencia de un inspector designado al efecto por la Ingeniería; Las actas correspondientes estarán firmadas por las partes.



## 2.4 RED DE TIERRA

### 2.4.1 OBJETO Y ALCANCE

Esta especificación tiene por objeto definir las mediciones previas a realizar, el diseño, construcción, características de materiales, pruebas y protocolos de ensayo que debe reunir la red de tierras de una Subestación Eléctrica Transformadora.

La instalación de puesta a tierra se ejecutará con las máximas garantías de funcionamiento, facilidad de control y mantenimiento, siendo estas premisas el objeto de esta especificación.

### 2.4.2 DOCUMENTACIÓN DE REFERENCIA

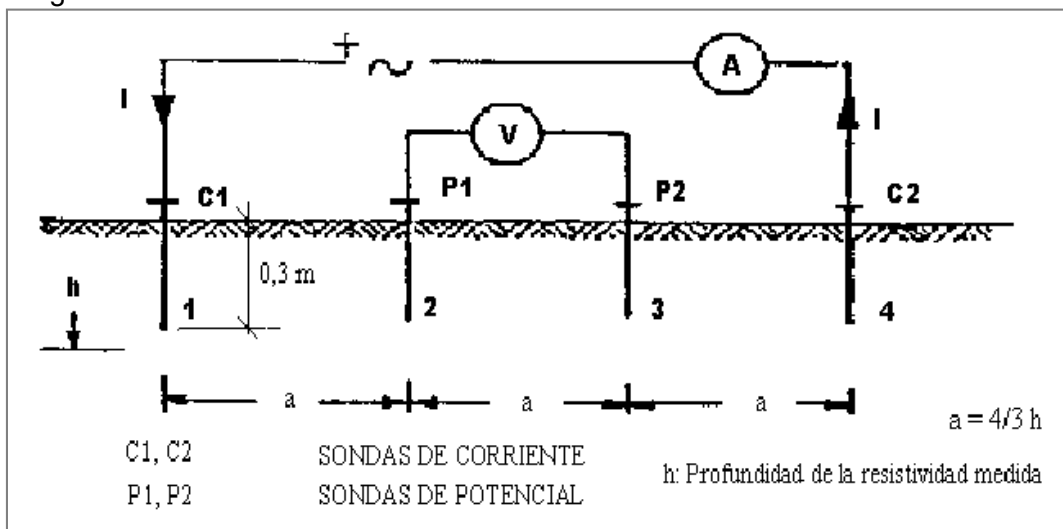
DR1 IEEE Std-80. Guide for Safety in AC Substation Grounding.

DR2 UNE 21-185:1995 sobre Protección de las estructuras contra el rayo y principios generales.

### 2.4.3 DESARROLLO

#### 2.4.3.1 MEDIDA DE LA RESISTIVIDAD DEL TERRENO

Se tomarán medidas de resistividad en la ubicación de la Subestación. Para obtener el valor de la resistividad del terreno se usará el método Wenner. Se realizarán medidas en dos direcciones perpendiculares, coincidiendo con las direcciones principales del Centro de Seccionamiento. Se dispondrán los electrodos alineados, separados una distancia  $a$ , e hincados a una profundidad de unos 0,3 m. La profundidad  $h$  a la que se mide la resistividad es  $h/a = 3/4$ , tal como muestra la figura.



La primera medida se tomará para una distancia  $a=1$  m. Progresivamente se tomarán medidas aumentando  $a$  de 2 en 2 m hasta llegar a una separación de 15 a 19 m.

Los resultados obtenidos se anotarán en el formulario Anexo I que se entregará a la Dirección de Obra. Estos resultados se utilizarán para realizar el diseño de la red de tierras.

### 2.4.3.2 DISEÑO

#### Subestación Eléctrica Seccionadora

El electrodo de puesta a tierra de la Subestación se calculará siguiendo el IEEE Std- 80. Guide for Safety in AC Substation Grounding.

La red de tierras de la Subestación estará constituida por una malla rectangular de cable de cobre electrolítico desnudo con 95 mm<sup>2</sup> de sección, con la separación entre conductores necesaria para que las tensiones de paso y contacto inducidas no resulten peligrosas, enterrada a una profundidad mínima de 0,6 metros y extendida hasta una distancia de 1 m del perímetro exterior del Edificio. La red estará calculada para soportar el paso de las corrientes de defecto a tierra considerando la red de tierra del resto de la planta, de forma que no pueda producirse la aparición de tensiones de paso y contacto peligrosas derivadas de la aparición de un defecto en la misma.

Todas las conexiones enterradas de la red, incluidos los cruces entre los cables de cobre, se realizarán con soldaduras aluminotérmicas, empleando en cada caso los moldes y materiales de aporte especificados por el fabricante, que aseguren una correcta ejecución de las mismas.

Las conexiones a todas las masas metálicas de la subestación a la red de tierra se realizarán en al menos dos puntos.

En el caso de Subestación de tipo interior, el conjunto de las cabinas metálicas estarán equipadas con una pletina de cobre de 40x5 mm de sección como mínimo para su puesta a tierra. A esta pletina se conectarán las pantallas de los cables de Alta tensión.

#### Líneas de Alta Tensión

Para la conexión de la red de tierras de la pantalla del cable a la red de tierras de la subestación se utilizarán tubo aluminio en la cubierta de 450mm<sup>2</sup> del cable de alta tensión RHZ1 127/220 kV. Cada pantalla individual soporta una intensidad de cortocircuito durante 1 segundo de 54,9 kA.

#### Líneas de Baja Tensión y Cables Interconexión Tierras

Desde la barra de tierra de la torre se tenderá junto a los cables de Baja Tensión, un cable de cobre desnudo de 120 mm<sup>2</sup> de sección, en un lecho de arena de baja resistividad y a una distancia de los cables de BT no inferior a 250 mm. En el otro extremo, este cable se conectará a la barra de puesta a tierra del Centro de Transformación.

### 2.4.3.3 CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES

- Las uniones cable-cable o cable-pica se realizarán utilizando soldaduras aluminotérmicas, empleando los accesorios y material de aporte especificado por el fabricante. Si no fuera

posible ejecutar éstas con total garantía, se comunicará a la Dirección de Obra la solución alternativa (grapas u otros medios) para su aceptación o reparos.

- Las conexiones cable-borna ó cable-pletina se realizarán utilizando terminales de cobre de alta conductividad, tipo YCA de Burndy o equivalente.
- La tornillería será de acero inoxidable.
- Se utilizarán arandelas de seguridad en todas las conexiones, para evitar su aflojamiento.

#### 2.4.3.4 CONEXIONADO EN LA SUBESTACIÓN DE INTERIOR

El conexionado de las pantallas de los cables de Media Tensión se realizará individualmente a la pletina de puesta a tierra de la cabina de media tensión, mediante terminales de cobre y tornillería de acero inoxidable, para evitar una discontinuidad en el sistema de tierras en caso de desconexión de una de ellas.

Todos los cables de tierra deberán estar marcados mediante un procedimiento que permita su identificación, con objeto de poder ser desconectados en eventuales trabajos de mantenimiento.

#### 2.4.3.5 INSPECCIÓN Y ENSAYOS

##### General

La ejecución correcta de la red de tierras de un Centro de Seccionamiento implica necesariamente numerosas inspecciones.

##### Ejecución de Redes de Tierra.

El subcontratista es directamente responsable de realizar todas y cada una de las comprobaciones y medidas citadas, avisando con suficiente antelación para permitir la presencia de un técnico de el cliente durante su realización.

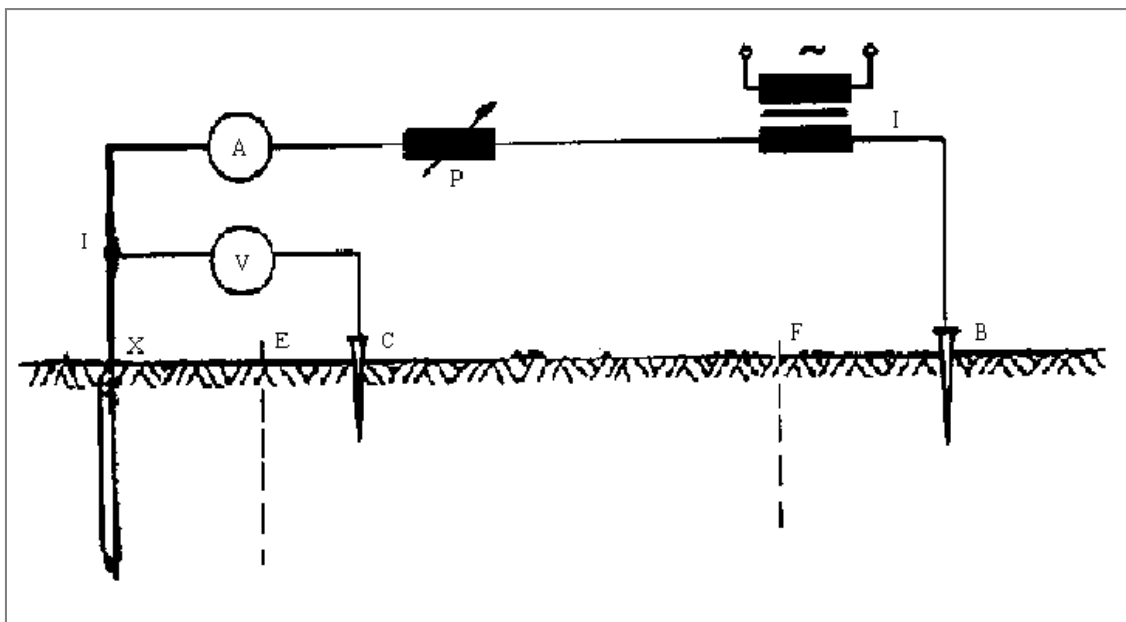
Una vez cumplimentados los protocolos, serán archivados por el Departamento de Proyectos.

Las inspecciones y ensayos a realizar serán los siguientes.

Medida de Resistencias de Puesta a Tierra y Tensiones de Paso y Contacto

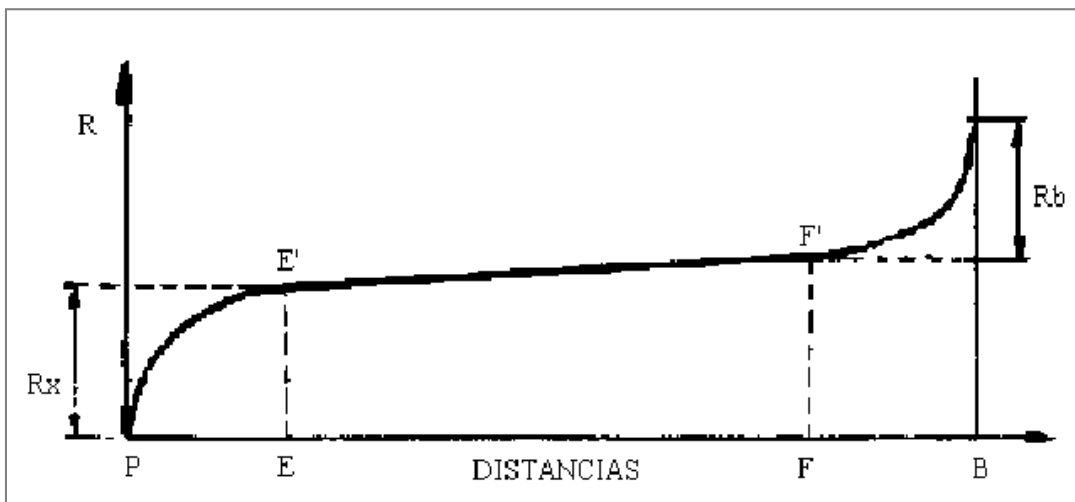
##### *Resistencia del Electrodo de Puesta a Tierra*

La base de esta medida es hacer circular una corriente alterna entre la puesta a tierra cuya resistencia queremos medir y un electrodo auxiliar emplazado a una distancia de unos 12 a 20 m.



Se hace circular una corriente  $I$ , entre  $X$  y  $B$  y con un voltímetro  $V$  vamos midiendo la diferencia de potencial entre el electrodo a medir  $X$  y un electrodo auxiliar  $C$ , que se irá colocando entre  $X$  y el electrodo de corriente  $B$  a distancias crecientes.

La resistencia  $R$ , cociente entre la tensión  $V$  y la corriente  $I$  que hacemos pasar, en función de la distancia, nos dará la curva representada en la figura, en la cual se distingue una parte  $E'F'$  prácticamente plana, cuya ordenada nos dará el valor de la resistencia del electrodo de puesta a tierra.



Para realizar esta medición se usará un aparato de medida tipo Megger o similar.

#### Tensiones de Paso y Contacto

Para determinar experimentalmente estas tensiones, El cliente facilitará al contratista el valor de la intensidad máxima de defecto en el punto de medida.

La intensidad inyectada para el ensayo no será inferior al 1% de dicha corriente y en ningún caso inferior a 5 A para los centros de transformación y 50 A para la subestación.

La realización del circuito de tierra requiere un electrodo auxiliar de tierra, alejado como mínimo 20 m de la puesta a tierra para que las curvas de tensión de los electrodos no se influyan mutuamente.

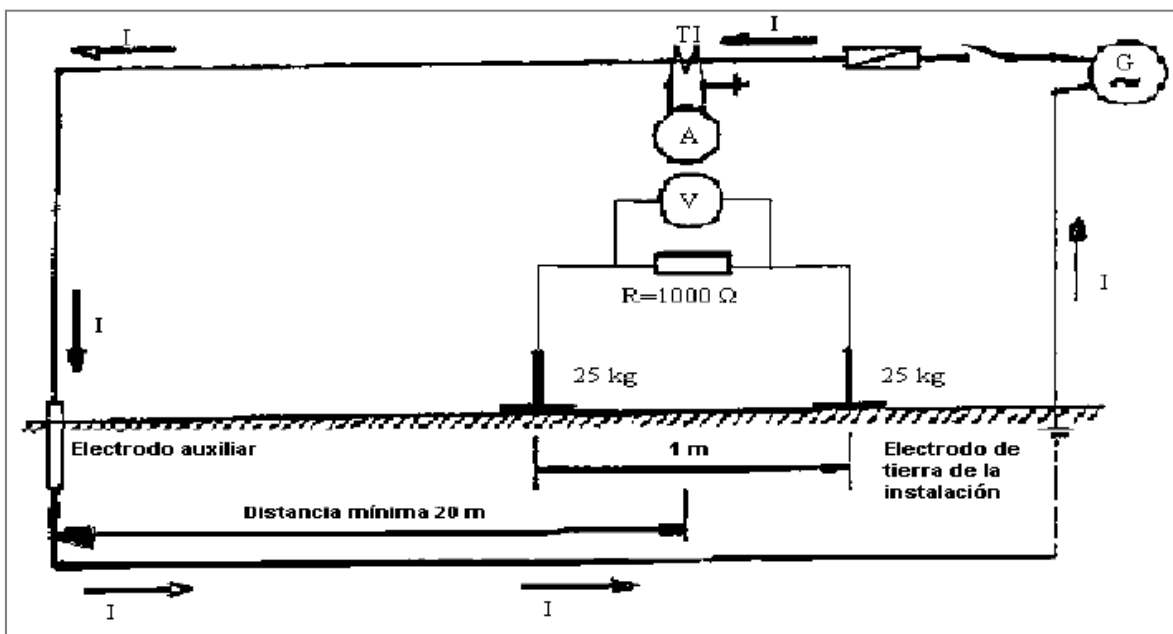


Los electrodos de tensión en estas mediciones estarán constituidos por dos cuerpos cilíndricos de 25 kg de peso y una superficie en la base de 200 cm<sup>2</sup>, perfectamente plana y niquelada para asegurar un buen contacto con el suelo.

Dispondrán de asas para su transporte y un borne para su conexión.

El aparato de medida suministrará una corriente alterna regulable de 5 a 60 A, como mínimo, con una frecuencia de 50 Hz.

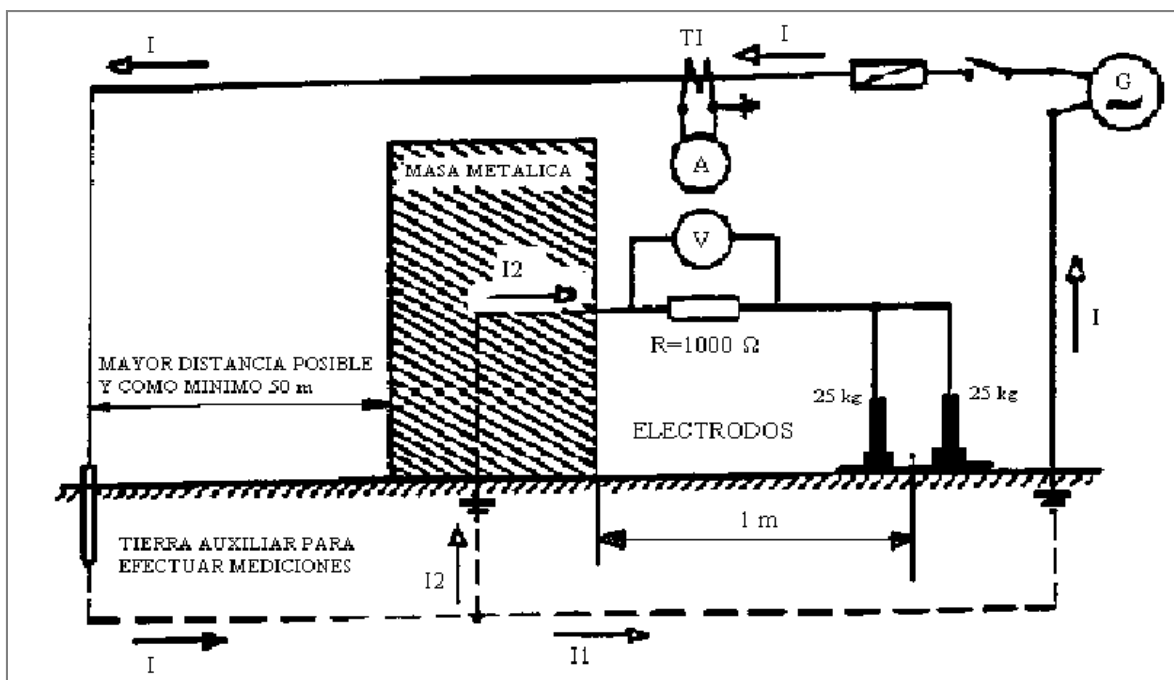
El voltímetro de medida tendrá una resistencia interna de 1.000 Ω. El esquema de conexiones a realizar para medir las tensiones de paso se muestra en la figura.



Los dos electrodos de contacto con el suelo se colocan uno junto al otro, separados 1 m y en la dirección del electrodo de tierra auxiliar, conectándose sus bornes a los bornes de medida del aparato.

Antes de efectuar la medición se impedirá mediante señalizaciones adecuadas, la permanencia o paso de personas o animales por la zona de influencia de los electrodos de tierra.

El esquema de conexiones para medir la tensión de contacto se muestra en la siguiente figura.



La tensión de contacto se medirá entre una masa metálica conectada a tierra y los dos electrodos de medida colocados juntos, con una separación de unos 20 cm, unidos entre sí y a una distancia de 1m de la masa metálica.

Las mediciones a efectuar en el sistema de puesta a tierra de una Planta Eólica, comprenderá las siguientes actuaciones:

## Ensayos

### Subestación

Se realizarán medidas de las siguientes magnitudes:

- Resistencia de puesta a tierra resultante de la malla de la Subestación, desconectando las pantallas de los cables de media tensión del sistema colector.
- Medida de las tensiones de paso y contacto en el interior y exterior de la Subestación, en todos los puntos susceptibles de aparecer tensiones peligrosas, desconectando las pantallas de los cables de Media Tensión del sistema colector.
- Medida de las tensiones de paso y contacto en el interior y exterior de la Subestación, en todos los puntos susceptibles de aparecer tensiones peligrosas, conectando las pantallas de los cables de Media Tensión del sistema colector.

## 2.5 EQUIPO DE MEDIDA DE ENERGÍA ELÉCTRICA

### 2.5.1 OBJETO Y ALCANCE

Esta Especificación tiene por objeto definir las características del suministro y montaje de los equipos (principal y redundante o comprobante) de medida de la energía eléctrica intercambiada entre las plantas eólicas y fotovoltaicas con la compañía eléctrica suministradora.

El alcance del Suministro será el siguiente:

- Armario de medida de las características, dimensiones y con los elementos que se indican instalados.
- Contadores y Registradores o Contadores-Registradores.

- Sistema de adquisición de datos de las características y con los elementos que a continuación se indican.

## 2.5.2 DOCUMENTACIÓN DE REFERENCIA

Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.

## 2.5.3 DESARROLLO

### 2.5.3.1 ARMARIO DE MEDIDA

Se suministrará un armario de medida para facturación, de características según normas particulares de la compañía eléctrica, conteniendo en su interior, debidamente conectados y conexiónados, los contadores y registradores necesarios según el Reglamento de Puntos de Medida de los Consumos y Tránsitos de la Energía Eléctrica.

### 2.5.3.2 CONTADORES-REGISTRADORES

Estarán constituidos por un contador combinado de energía activa y reactiva, pudiendo estar el registrador integrado o constituir un dispositivo independiente.

Ambos equipos (Principal y Redundante o Comprobante) tendrán las mismas características técnicas.

#### Contador Estático Combinado

Los contadores de energía (Principal y Redundante o Comprobante) serán estáticos y combinados para energía activa y reactiva.

Para la energía activa serán de clase de precisión igual o mejor que 0,2S y deberán contar con el correspondiente certificado de conformidad con la norma UNE-EN 60.687 (Contadores estáticos de energía activa para corriente alterna de clases 0,2S y 0,5S).

Para energía reactiva serán de clase de precisión mejor o igual a 0,5. En cuanto no exista normativa específica UNE o CEI para esta clase de precisión el suministrador deberá presentar autorización expedida por la Dirección General de la Energía para su uso, según lo dispuesto en el Reglamento de Puntos de Medida.

Los Contadores tendrán las siguientes características:

- El sistema de medida empleado será trifásico a cuatro hilos, desequilibrado, con conexión a través de transformadores de medida.
- El registro de la energía activa se realizará en los dos sentidos posibles de circulación (A+, A-).
- El registro de la energía reactiva se realizará en los cuatro cuadrantes correspondientes a todos los sentidos de circulación de la energía (Ri+, Ri-, Rc+, Rc-). El criterio de signos estará de acuerdo con los capítulos 12 y 14 de la norma UNE 21.336 (CEI 375).
- Permitirá programar las constantes de medida.
- Tendrá alta inmunidad a las interferencias electromagnéticas.

- Descargas electrostáticas: Tensión de choque 8kV (Nivel de severidad 3). Según UNE-EN 60801-2:1996. Compatibilidad electromagnética para los equipos de medida y de control de los procesos industriales. Parte 2: Requisitos relativos a las descargas electrostáticas.
- Campos electromagnéticos: Gama de frecuencias 27MHz hasta 500MHz, Intensidad del campo de ensayo 10V/m (Nivel de severidad 3). Según UNE-EN 61000-4-3:1998. Compatibilidad electromagnética (CEM). Parte 4: Técnicas de ensayo y de medida. Sección 3: Ensayos de inmunidad a los campos electromagnéticos radiados de radiofrecuencia.
- Transitorios a ráfagas: 2kV para circuitos de tensión e intensidad y 1 kV para circuitos auxiliares. Según UNE 20.801-4. Compatibilidad electromagnética para los equipos de medida y control de los procesos industriales. Parte 4: requisitos relativos a los transitorios eléctricos rápidos en ráfagas.
- Radio-interferencias: Equipo de clase A según UNE-EN 55011:1999. Límites y métodos de medida de las características relativas a las perturbaciones radioeléctricas de los aparatos industriales, científicos y médicos (ICM) que producen energía en radiofrecuencia.
- Rango de temperatura de funcionamiento: -25°C a +60°C.

### Registrador

Se suministrarán dos registradores, uno para el equipo principal y otro para el redundante o comprobante.

Este equipo almacenará las medidas procedentes de los contadores y dará apoyo a la teletransmisión, tratamiento y preparación de la información de energía activa y reactiva. Las medidas no podrán obtenerse mediante integración de impulsos.

Cumplirá las siguientes características:

- El número de magnitudes a registrar será mayor de ocho, estando las dos primeras asociadas a los registros de energía activa, las cuatro siguientes a la energía reactiva y las dos últimas disponibles para usos futuros (p.e. calidad del servicio).
- El periodo de integración será de quince minutos, aunque podrá ser parametrizable de cinco a sesenta minutos.
- Tendrá capacidad para almacenar los resultados en periodos, con fecha, hora y minuto, tal que el número de registros almacenados no sea inferior a cuatro mil para cada medida.
- Permitirá la lectura en modo local y remoto mediante un canal de comunicaciones apropiado, puerto serie RS-232 u optoacoplador según norma UNE-EN 61.107.
- El equipo registrará la fecha y hora exacta en que se produzca la última programación. El acceso a la programación se limitará mediante el uso de una contraseña.
- La puesta en hora del equipo se realizará mediante sistema GPS.
- Reloj calendario interno.
- Modem telefónico interno certificado por la DGTEL.
- Módulo de entrada serie RS485 o bucle de corriente para la lectura de contadores.
- Será capaz de procesar al menos dos periodos de integración (2 curvas de carga).

### **2.5.3.3 SISTEMA DE ADQUISICIÓN DE DATOS**

El equipo estará preparado para poder comunicarse con él a distancia, bien por línea telefónica o bien por lectura óptica. Estará compuesto por los siguientes elementos:

- Línea telefónica, con dedicación exclusiva para la telelectura.



- Ordenador PC compatible, con teclado expandido, sistema operativo Windows, dos puertos serie y uno paralelo y lector DVD. No obstante, previa adquisición del ordenador por parte del instalador del sistema eléctrico, el suministrador indicará las características técnicas mínimas necesarias para el correcto funcionamiento del software.
- Impresora láser o de inyección de tinta.
- Software para lectura y tratamiento de datos con las siguientes características:
- Comunicaciones remotas. Con posibilidad de seleccionar el soporte y protocolo de comunicación.
- Salida de ficheros ASCII.
- Módulo de configuración del sistema de facturación.
- Editor de tarifas.
- Editor de calendario.
- Representación gráfica de curvas de carga de los posibles grupos de energías.
- Emisión de informes de los posibles grupos de energías.
- Contador personalizado de venta de energía.
- Emisión de facturas de venta de energía.
- Emisión de facturas de compra de energía.

#### 2.5.3.4 MONTAJE

El montaje del equipo de medida será realizado por el instalador del sistema eléctrico. Él mismo será el responsable, en su caso, de la verificación del equipo por parte de la Administración y/o la compañía eléctrica.

El suministrador debe montar, poner a punto y en servicio el software de adquisición de datos, cuyo coste correrá a cargo del instalador del equipo eléctrico.

#### 2.5.3.5 DOCUMENTACIÓN A ENTREGAR

Al Ofertar

- Certificado de homologación de los equipos.

A la Recepción Provisional del Equipo

- Certificado de verificación por parte de la Administración y/o compañía eléctrica.
- Manual de instrucciones, incluyendo esquemas de conexionado y lista de partes de todos los componentes del equipo de medida.
- Manual de instrucciones del software de adquisición de datos.

## 2.6 ESTRUCTURA METÁLICA

El acero laminado para la ejecución de la estructura será del tipo descrito en la Norma UNE-36.080-73, debiendo cumplir exactamente las prescripciones sobre composición química y características mecánicas estipuladas en la norma en cuestión. Las condiciones de suministro y recepción del material se registrarán por lo especificado en el Capítulo 3 de la Norma MV-102-1975,

pudiendo el Director de la Obra exigir los certificados de haberse realizado los ensayos de recepción indicados en dicha Norma.

Los apoyos y aparatos de apoyo serán de calidad, forma y configuración descritas en al Capítulo IX de la Norma MV-103. Deberá comprobarse por medios magnéticos, ultrasónicos o radiográficos, que no presentan inclusiones, grietas u oquedades capaces de alterar la solidez del conjunto.

Los rodillos de los aparatos de apoyo serán de acero forjado y torneado con las mismas características mecánicas mínimas indicadas.

Se protegerán de la corrosión mediante la galvanización por inmersión, siguiendo para ello las condiciones indicadas en las normas de Recubrimiento galvanizado en caliente UNE 37-508-88 y UNE-EN-ISO:1.461:1.999.

El Contratista presentará, a petición del Director de la Obra, la marca y clase de los electrodos a emplear en los distintos cordones de soldadura de la estructura. Estos electrodos pertenecerán a una de las clases estructurales definidas por la Norma MV-104 en su capítulo 3.22, y una vez aprobados no podrán ser sustituidos por otro sin el conocimiento y aprobación del Ingeniero o Director de la Obra. A esta presentación se acompañará una sucinta información sobre los diámetros, aparatos de soldadura e intensidades y voltajes de la corriente a utilizar en el depósito de los distintos cordones.

El Contratista queda obligado a almacenar los electrodos recibidos en condiciones tales que no puedan perjudicarse las características del material de aportación.

El Director de la Obra podrá inspeccionar el almacén de electrodos siempre que lo tenga por conveniente, y exigir que en cualquier momento se realicen los ensayos previstos en la Norma UNE-14022 para comprobar que las características del material de aportación se ajusta a las correspondientes al tipo de electrodos elegidos para las uniones soldadas.

### 3 CONDICIONES ECONÓMICAS Y PLAZOS

#### 3.1 PLAZO DE REPLANTEO

El plazo de Replanteo quedará definido en el Contrato y empezará a contar a partir del primer día hábil a partir de la firma del mismo.

#### 3.2 PLAZO DE EJECUCIÓN

Los plazos de ejecución, totales y parciales, indicados en el Contrato, empezarán a contar a partir de la fecha de Replanteo.

El Contratista estará obligado a cumplir dichos plazos, que serán improrrogables.

No obstante, los plazos podrán ser objeto de modificaciones cuando así resulte por cambios determinados por el Director de Obra debidos a exigencias de la realización de las obras y siempre que tales cambios influyan realmente en los plazos señalados en el contrato.

Si por cualquier causa ajena por completo al Contratista no fuera posible empezar los trabajos en la fecha prevista o tuvieran que ser suspendidos una vez empezados, se concederá por el Director de obra la prórroga estrictamente necesaria.

### 3.3 RECEPCIÓN PROVISIONAL

Una vez terminadas las obras, y en los 15 días siguientes a la petición del Contratista, se hará la Recepción Provisional de las mismas por la Propiedad, requiriendo para ello la presencia del Director de Obra y del Representante del Contratista, levantándose la correspondiente Acta, en la que se hará constar la conformidad con los trabajos realizados, si es este el caso.

Dicha Acta será firmada por ambas partes dándose la obra por recibida, comenzando entonces a contar el período de garantía.

En el caso de no hallarse la obra en estado de ser recibida, se hará constar así en el Acta y se darán al Contratista las instrucciones precisas y detalladas para remediar los defectos observados, estableciéndose un plazo de ejecución. Expirado dicho plazo, se hará un nuevo reconocimiento.

Las obras de reparación serán por cuenta del Contratista.

Si el Contratista no cumpliera esas prescripciones podrá declararse rescindido el contrato con pérdida de la fianza.

### 3.4 PLAZO DE GARANTÍA

El período de garantía será el señalado en el Contrato y empezará a contar desde la fecha de aprobación del Acta de Recepción.

Los gastos de conservación, mantenimiento, limpieza y entretenimiento de las obras realizadas, durante el plazo de garantía, correrán a cargo del Contratista hasta la firma del Acta de Recepción Definitiva. Se exceptúan de dichos gastos los correspondientes al coste energético (alumbrado, etc.).

### 3.5 RECEPCIÓN DEFINITIVA

Al terminar el plazo de garantía señalado en el contrato o, en su defecto, a los doce meses de la recepción provisional, se procederá a la recepción definitiva de las obras, levantándose el Acta correspondiente.

### 3.6 GASTOS DE REPLANTEO Y LIQUIDACIÓN

Todos los gastos que puedan originarse, tanto por los trabajos de replanteo como por los de liquidación de las obras, serán por cuenta del Contratista.

### 3.7 MEDICIÓN Y ABONO DE LAS OBRAS

La medición y el abono de las diferentes unidades de obra se llevarán a cabo con arreglo a las unidades realmente ejecutadas, con sujeción a las características del proyecto y por aplicación de los precios establecidos en el mismo o, en su caso, de los precios contradictorios expresamente aceptados o asumidos por la Dirección de Obra.

Los excesos no justificados de unidades de obra en relación con las estipulaciones del proyecto no serán objeto de abono al Contratista.

Las Certificaciones parciales se realizarán con la frecuencia que determine la Dirección de Obra, con un mínimo de una mensual.

Las mediciones parciales podrán realizarse por el Contratista ante la Dirección de Obra.

El Director de Obra expedirá las Certificaciones de las obras ejecutadas que tendrán carácter de documentos provisionales a buena cuenta, rectificables por la liquidación definitiva o por cualquiera de las Certificaciones siguientes, no suponiendo, por otra parte, aprobación ni recepción de las obras ejecutadas y comprendidas en dichas Certificaciones.

Mayo de 2021



Fdo: José Luis Ovelleiro Medina.  
Ingeniero Industrial.  
Colegiado nº. 1.937  
Al Servicio de la Empresa:  
Ingeniería y Proyectos Innovadores  
B-50996719





**DOCUMENTO 05. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD**

---

## ÍNDICE

OBJETO

ALCANCE

DOCUMENTOS

**DOCUMENTO Nº 1: MEMORIA**

**1. OBJETO**

**2. DATOS GENERALES**

2.1. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS

2.2. ACTIVIDADES PRINCIPALES

2.3. PRESUPUESTO Y PLAZO DE EJECUCIÓN

2.4. PERSONAL PREVISTO

2.5. OFICIOS

2.6. MAQUINARIA Y MEDIOS AUXILIARES

2.7. INSTALACIONES ELÉCTRICAS PROVISIONALES

**3. ANÁLISIS DE RIESGOS**

3.1. RIESGOS PROFESIONALES

3.1.1. RIESGOS GENERALES

3.1.2. RIESGOS ESPECÍFICOS

3.1.2.1. Acopio y manipulación de materiales

3.1.2.2. Transporte de materiales y equipos dentro de la obra

3.1.2.3. Excavaciones

3.1.2.4. Movimiento de tierras (terraplenes y rellenos)

3.1.2.5. Explosiones

3.1.2.6. Trabajos con ferralla

3.1.2.7. Trabajos de encofrado y desencofrado

3.1.2.8. Trabajos con hormigón

3.1.2.9. Montaje de estructuras metálicas y prefabricados

3.1.2.10. Maniobras de izado, situación en obra y montaje de equipos y materiales

3.1.2.11. Tendido y conexionado de cables e instalaciones eléctricas

3.1.2.12. Acabados

3.1.3. MAQUINARIA Y MEDIOS AUXILIARES

3.1.3.1. Máquinas fijas y herramientas eléctricas

3.1.3.2. Equipos de soldadura oxiacetilénica - oxicorte y por arco eléctrico

3.1.3.3. Medios de Elevación

3.1.3.4. Andamios, Plataformas y Escaleras

3.2. RIESGOS DE DAÑOS A TERCEROS

**4. MEDIDAS PREVENTIVAS**

4.1. MEDIDAS PREVENTIVAS PARA RIESGOS PROFESIONALES

4.1.1. PROTECCIONES COLECTIVAS

4.1.1.1. Riesgos generales

4.1.1.2. Riesgos específicos

4.1.2. PROTECCIONES PERSONALES

4.1.3. REVISIONES TÉCNICAS DE SEGURIDAD

4.2. MEDIDAS PREVENTIVAS PARA RIESGOS A TERCEROS

**5. INSTALACIONES ELÉCTRICAS PROVISIONALES**

5.1. RIESGOS PREVISIBLES

5.2. MEDIDAS PREVENTIVAS

5.2.1. CUADROS DE DISTRIBUCIÓN

5.2.2. PROLONGADORES, CLAVIJAS, CONEXIONES Y CABLES

5.2.3. HERRAMIENTAS Y ÚTILES ELÉCTRICOS PORTÁTILES

- 5.2.4. MAQUINAS Y EQUIPOS ELÉCTRICOS
- 5.2.5. NORMAS DE CARÁCTER GENERAL
- 5.2.6. ESTUDIO DE REVISIONES DE MANTENIMIENTO

## **6. CONDICIONES AMBIENTALES**

- 6.1. VENTILACIÓN
  - 6.2. TEMPERATURA
  - 6.3. FACTORES ATMOSFÉRICOS
- ## **7. MEDIDAS DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS**

- 7.1. REVISIONES PERIÓDICAS

## **8. ALMACENAMIENTO Y USO DE GASES**

- 8.1. ALMACENAMIENTO
- 8.2. USO DE BOTELLAS

## **9. FORMACIÓN E INFORMACIÓN DEL PERSONAL**

- 9.1. CHARLA DE SEGURIDAD Y PRIMEROS AUXILIOS PARA PERSONAL DE INGRESO EN OBRA
- 9.2. CHARLA SOBRE RIESGOS ESPECÍFICOS

## **10. REUNIONES DE SEGURIDAD**

## **11. MEDICINA ASISTENCIAL Y PRIMEROS AUXILIOS**

- 11.1. CONTROL MÉDICO
- 11.2. MEDIOS DE ACTUACIÓN Y PRIMEROS AUXILIOS
- 11.3. MEDICINA ASISTENCIAL EN CASO DE ACCIDENTE O ENFERMEDAD PROFESIONAL
- 11.4. VESTUARIOS Y ASEOS

### **DOCUMENTO Nº 2: PLANOS**

### **DOCUMENTO Nº 3: PLIEGO DE CONDICIONES**

- 1. OBJETO**
- 2. DISPOSICIONES LEGALES DE APLICACIÓN**
- 3. CONDICIONES DE LOS MEDIOS DE PROTECCIÓN**
  - 3.1. PROTECCIONES PERSONALES
  - 3.2. PROTECCIONES COLECTIVAS
- 4. SERVICIO DE PREVENCIÓN**
- 5. VIGILANTE DE SEGURIDAD Y COMITÉ DE SEGURIDAD Y SALUD**
- 6. INSTALACIONES MÉDICAS**
- 7. INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR**
- 8. PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD**
- 9. REVISIONES TÉCNICAS DE SEGURIDAD**

### **DOCUMENTO Nº 4: PRESUPUESTO**

- 1. OBJETO**
- 2. PROTECCIONES PERSONALES**
- 3. PROTECCIONES COLECTIVAS**
- 4. PROTECCIONES INSTALACIÓN ELÉCTRICA**
- 5. MEDICINA PREVENTIVA Y PRIMEROS AUXILIOS**
- 6. VIGILANCIA Y FORMACIÓN**
- 7. INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR**
- 8. RESUMEN DEL PRESUPUESTO**

## OBJETO

El presente Estudio de Seguridad y Salud Laboral tiene como objeto establecer las directrices generales encaminadas a disminuir en lo posible, los riesgos de accidentes laborales y enfermedades profesionales, así como a la minimización de las consecuencias de los accidentes que se produzcan, mediante la planificación de la medicina asistencial y de primeros auxilios, durante la ejecución de los trabajos de construcción de las instalaciones eléctricas compartidas necesarias para la evacuación de las centrales de generación eléctrica promovidas en las provincias de La Rioja, Zaragoza y Navarra.

Este Estudio se ha elaborado en cumplimiento del Real Decreto 1627/1997, de 24 de Octubre, que establece las disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en las obras de Construcción.

## ALCANCE

Las medidas contempladas en este Estudio alcanzan a todos los trabajos a realizar en el citado Proyecto, y aplica la obligación de su cumplimiento a todas las personas de las distintas organizaciones que intervengan en la ejecución de los mismos.

## DOCUMENTOS

El presente Estudio de seguridad está integrado por los siguientes documentos:

- MEMORIA
- PLIEGO DE CONDICIONES
- PRESUPUESTO ECONÓMICO
- PLANOS

## DOCUMENTO Nº 1: MEMORIA

### 1. OBJETO

El presente Estudio de Seguridad y Salud Laboral tiene por objeto establecer las directrices generales encaminadas a disminuir, en lo posible, los riesgos de accidentes laborales y enfermedades profesionales, minimizar las consecuencias de los accidentes que se produzcan mediante la planificación de la medicina asistencial y de primeros auxilios y definir las instalaciones de higiene y bienestar, durante la ejecución de los trabajos correspondientes a las instalaciones eléctricas de evacuación compartidas necesarias para las centrales de generación eléctrica promovidas en la provincias de La Rioja, Zaragoza y Navarra.

Este estudio establece las condiciones a tener en cuenta por la empresa constructora, que debe elaborar y aplicar el Plan de seguridad y salud bajo el control de la dirección facultativa de las obras de acuerdo con el Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre, por el que se implementa la obligación de la inclusión del estudio de seguridad y salud en el trabajo en proyectos de construcción de estas características.

### 2. DATOS GENERALES

#### 2.1. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS

La obra objeto del presente estudio consiste en la construcción y montaje de las instalaciones eléctricas de evacuación compartidas necesarias para las centrales de generación eléctrica, que se van a instalar en el término municipal de Tudela.

Dichas instalaciones eléctricas de evacuación serán las siguientes:

**1.- Subestación Eléctrica La Serna Promotores 220 kV:** Se trata de una nueva subestación seccionadora, situada en el término municipal de Tudela, que albergará cuatro posiciones de línea, necesarias para la conexión al nivel de 220 kV de los parques eólicos indicados y toda la aparamenta necesaria.

**2.- Línea Eléctrica Subterránea de conexión 220 kV:** Consiste de una derivación en subterránea en el nivel de 220 kV, que permitirá la conexión de la futura subestación La Serna Promotores 220 kV con la actual línea aérea subestación existente de La Serna 220 kV propiedad de REE.

El municipio afectado por la implantación de estas infraestructuras es Tudela (Navarra).

La construcción y montaje comprende las siguientes actividades que se citan de acuerdo con la secuencia de ejecución:

- Apertura y preparación de la superficie de las instalaciones.
- Excavación, armado y hormigonado de las cimentaciones de la subestación y línea.
- Construcción de los edificios de control de las instalaciones.
- Apertura de la zanja de cables y realización de arquetas.
- Tendido de cables de Media Tensión y fibra óptica y tapado de la zanja.
- Montaje de la Subestación.
- Pruebas de funcionamiento.

#### 2.2. ACTIVIDADES PRINCIPALES

Las actividades principales a ejecutar en el desarrollo de los trabajos detallados son, básicamente, las siguientes:

- Acopio y Manipulación de materiales



- Transporte de materiales y equipos dentro de la obra
- Obras de excavación
- Movimiento de tierras (terraplenes y rellenos)
- Armaduras (ferralla)
- Encofrados
- Obras de hormigón
- Montaje de estructuras metálicas y prefabricados.
- Maniobras de izado, situación en obra y montaje.
- Tendido y conexionado de cables e instalaciones eléctricas.
- Acabados.

Más adelante analizaremos los riesgos previsibles inherentes a los mismos, y describiremos las medidas de protección previstas en cada caso.

### 2.3. PRESUPUESTO Y PLAZO DE EJECUCIÓN

El presupuesto total de ejecución material de la obra asciende a la cantidad de 1.898.216,24€

El plazo total de ejecución de las obras se establece en cinco (5) meses.

### 2.4. PERSONAL PREVISTO

El personal necesario en punta del conjunto de las obras nos da una previsión máxima de quince (15) personas.

### 2.5. OFICIOS

La mano de obra directa prevista la compondrán trabajadores de los siguientes oficios:

Jefes de Equipo, Mandos de Brigada

- Encofradores
- Ferrallistas
- Albañiles
- Pintores
- Montadores de estructuras metálicas
- Montadores de equipos mecánicos
- Montadores de equipos e instalaciones eléctricas
- Gruistas y maquinistas
- Especialistas de acabados diversos
- Ayudantes

La mano de obra indirecta estará compuesta por:

- Jefes de Obra
- Técnicos de ejecución/Control de Calidad/Seguridad
- Encargados
- Administrativos

### 2.6. MAQUINARIA Y MEDIOS AUXILIARES

La maquinaria y los medios auxiliares más significativos que se prevé utilizar para la ejecución de los trabajos objeto del presente Estudio, son los que se relacionan a continuación.

- Camión de transporte

- Grúa móvil
- Camión grúa
- Cabestrante de izado
- Cabestrante de tendido
- Taladradoras de mano
- Radiales y esmeriladoras
- Trácteles, poleas, aparejos, eslingas, grilletes, etc.
- Juego alzabobinas, rodillos, etc.
- Máquina de excavación con martillo hidráulico
- Máquina retroexcavadora mixta
- Hormigoneras autopropulsadas
- Camión volquete
- Minirretroexcavadora
- Compactadora
- Compresor
- Martillo rompedor y picador, etc.
- Equipos de soldadura eléctrica
- Equipos de soldadura oxiacetilénica-oxicorte
- Cortatubos
- Curadora de tubos

Entre los medios auxiliares cabe mencionar los siguientes:

- Andamios borriquetas
- Andamios metálicos modulares
- Escaleras de mano
- Escaleras de tijera
- Cuadros eléctricos auxiliares
- Herramientas de mano
- Bancos de trabajo
- Herramienta de mano

Equipos de medida:

- Comprobador de secuencia de fase
- Medidor de aislamiento
- Medidor de tierras
- Pinzas amperimétricas
- Termómetros

## 2.7. INSTALACIONES ELÉCTRICAS PROVISIONALES

Para el suministro de energía a las máquinas y herramientas eléctricas propias de los trabajos objeto del presente Estudio de seguridad, los contratistas instalarán cuadros de distribución con toma de corriente en las instalaciones de la propiedad o alimentados mediante grupos electrógenos.

Tanto los riesgos previsibles como las medidas preventivas a aplicar para los trabajos en instalaciones, elementos y máquinas eléctricas son analizados en los apartados siguientes.

## 3. ANÁLISIS DE RIESGOS

### 3.1. RIESGOS PROFESIONALES

Analizamos a continuación los riesgos previsibles inherentes a las actividades de ejecución previstas en la obra, así como las derivadas del uso de maquinaria, medios auxiliares y manipulación de instalaciones, máquinas o herramientas eléctricas.

Con el fin de no repetir innecesariamente la relación de riesgos analizaremos primero los riesgos generales, que pueden darse en cualquiera de las actividades, y después seguiremos con el análisis de los específicos de cada actividad.

#### 3.1.1. RIESGOS GENERALES

Entendemos como riesgos generales aquellos que pueden afectar a todos los trabajadores, independientemente de la actividad concreta que realicen. Se prevé que puedan darse los siguientes:

- Caídas de personas a distinto nivel
- Caídas de personas al mismo nivel
- Caídas de objetos o componentes sobre personas
- Caída de objetos por desplome o derrumbamiento
- Caída de objetos desprendidos
- Pisadas sobre objetos
- Choques contra objetos inmóviles
- Choques contra objetos móviles
- Proyecciones de partículas a los ojos
- Heridas en manos o pies por manejo de materiales
- Sobreesfuerzos
- Golpes y cortes por manejo de herramientas
- Atrapamientos por o entre objetos
- Atrapamientos por vuelco de máquinas, vehículos o equipos
- Quemaduras por contactos térmicos
- Exposición a descargas eléctricas
- Exposición a sustancias nocivas o tóxicas
- Contactos con sustancias cáusticas y/o corrosivas
- Incendios
- Explosiones
- Atropellos o golpes por vehículos en movimiento
- Exposición a factores atmosféricos extremos

#### 3.1.2. RIESGOS ESPECÍFICOS

Nos referimos aquí a los riesgos propios de actividades concretas que afectan sólo al personal que realiza trabajos en las mismas.

Este personal estará expuesto a los riesgos generales indicados en el punto 3.1.1., más los específicos de su actividad.

A tal fin analizamos a continuación las actividades más significativas.

##### 3.1.2.1. ACOPIO Y MANIPULACIÓN DE MATERIALES

Los riesgos propios de esta actividad están incluidos en la descripción de riesgos generales.

### 3.1.2.2. TRANSPORTE DE MATERIALES Y EQUIPOS DENTRO DE LA OBRA

En esta actividad, además de los riesgos generales enumerados en el punto 3.1.1. , son previsibles los siguientes:

- Desprendimiento o caída de la carga, o parte de la misma, por ser excesiva o estar mal sujeta.
- Golpes contra partes salientes de la carga.
- Atropellos de personas.
- Vuelcos.
- Atrapamientos.
- Choques contra otros vehículos o máquinas.
- Golpes o enganches de la carga con objetos, instalaciones o tendidos de cables.

### 3.1.2.3. EXCAVACIONES

En esta actividad, además de los riesgos generales enumerados en el punto 3.1.1. , son previsibles los siguientes:

- Desprendimiento o deslizamiento de tierras.
- Atropellos y/o golpes por máquinas o vehículos.
- Colisiones y vuelcos de maquinaria.
- Riesgos a terceros ajenos al propio trabajo.

### 3.1.2.4. MOVIMIENTO DE TIERRAS (TERRAPLENES Y RELLENOS)

En esta actividad, además de los riesgos generales enumerados en el punto 3.1.1. , son previsibles los siguientes:

- Caídas de materiales de las palas o cajas de los vehículos.
- Caídas de personas desde los vehículos.
- Vuelcos de vehículos por diversas causas (malas condiciones del terreno, exceso de carga, durante las descargas, etc.).
- Atropello y colisiones.
- Proyección de partículas.
- Polvo ambiental.

### 3.1.2.5. EXPLOSIONES

El manejo y uso de explosivos y de los artefactos accesorios implica los siguientes riesgos:

- Transporte de explosivos.
- Intenso nivel de ruido.
- Explosiones prematuras e imprevistos.
- Proyección de piedras.
- Riesgos a terceras personas.

### 3.1.2.6. TRABAJOS CON FERRALLA

En esta actividad, además de los riesgos generales enumerados en el punto 3.1.1. , son previsibles los siguientes:

- Caídas al mismo nivel por falta de orden y limpieza.
- Cortes y heridas en el manejo de las barras o alambres.
- Pinchazos y atrapamientos en las operaciones de carga y descarga de paquetes de barras o en la colocación de las mismas.
- Torceduras de pies, tropiezos y caídas al mismo nivel al caminar sobre las armaduras.
- Hundimiento de la superficie de apoyo.

- Electrocutaciones.
- Roturas eventuales de barras durante el doblado.

### 3.1.2.7. TRABAJOS DE ENCOFRADO Y DESENCOFRADO

En esta actividad, además de los riesgos generales enumerados en el punto 3.1.1. , son previsibles los siguientes:

- Caídas al mismo nivel por falta de orden y limpieza.
- Caída de personas al vacío.
- Desprendimiento de tableros.
- Pinchazos con objetos punzantes.
- Caída de materiales (tableros, tablones, puntales, etc.).
- Caída de elementos del encofrado durante las operaciones de desencofrado.
- Cortes y heridas en manos por manejo de herramientas (sierras, cepillos, etc.) y materiales.
- Golpes en manos, pies y cabeza.

### 3.1.2.8. TRABAJOS CON HORMIGÓN

La exposición y manipulación del hormigón, además de los riesgos generales enumerados en el punto 3.1.1. , son previsibles los siguientes:

- Caídas de personas al mismo nivel.
- Caída de personas al vacío.
- Caída de materiales y/o herramientas.
- Salpicaduras de hormigón a los ojos.
- Hundimiento, rotura o caída de encofrados.
- Torceduras de pies, pinchazos, tropiezos y caídas al mismo y a distinto nivel, al moverse sobre las estructuras.
- Dermatitis en la piel.
- Aplastamiento o atrapamiento por fallo de entibaciones.
- Lesiones musculares por el manejo de vibradores.
- Electrocutación por ambientes húmedos.
- Sobreesfuerzos.

### 3.1.2.9. MONTAJE DE ESTRUCTURAS METÁLICAS Y PREFABRICADOS

En esta actividad, además de los riesgos generales enumerados en el punto 3.1.1. , son previsibles los siguientes:

- Caída de materiales por la mala ejecución de la maniobra de izado y acoplamiento de los mismos o fallo mecánico de equipos.
- Caída de personas desde altura por diversas causas.
- Cortes y golpes por manejo de máquinas-herramientas.
- Vuelco o desplome de piezas prefabricadas.
- Atrapamiento y/o aplastamiento de manos o pies en el manejo de los materiales o equipos.
- Caída de objetos y herramientas sueltas.
- Explosiones o incendios por el uso de gases o por proyecciones incandescentes.

### 3.1.2.10. MANIOBRAS DE IZADO, SITUACIÓN EN OBRA Y MONTAJE DE EQUIPOS Y MATERIALES

En esta actividad, además de los riesgos generales enumerados en el punto 3.1.1. , son previsibles los siguientes:



- Caída de materiales, equipos o componentes de los mismos por fallo de los medios de elevación o error en la maniobra.
- Caída de pequeños objetos o materiales sueltos (cantoneras, herramientas, etc.) sobre personas.
- Caída de personas desde altura en operaciones de estrobo o desestrobo de las piezas.
- Contactos eléctricos.
- Atrapamientos y/o aplastamientos de manos o pies.
- Aprisionamiento/aplastamiento de personas por movimientos incontrolados de la carga.
- Vuelco o caída del medio de elevación.
- Golpes de equipos, en su izado y transporte, contra otras instalaciones (estructuras, líneas eléctricas, etc.). Caída o vuelco de los medios de elevación.

### 3.1.2.11. TENDIDO Y CONEXIONADO DE CABLES E INSTALACIONES ELÉCTRICAS

En esta actividad, además de los riesgos generales enumerados en el punto 3.1.1. , son previsible los siguientes:

- Caída de materiales, equipos o bobinas por fallo de los medios de elevación o error en la maniobra.
- Caída de pequeños objetos o materiales sueltos sobre personas.
- Caída de personas desde altura en operaciones de tendido y conexionado.
- Contactos eléctricos.
- Atrapamientos y/o aplastamientos de manos o pies.
- Vuelco o caída del medio de elevación.
- Quemaduras físicas

### 3.1.2.12. ACABADOS

Los riesgos de esta actividad se hayan incluidos en los generales enumerados en el punto 3.1.1.

### 3.1.3. MAQUINARIA Y MEDIOS AUXILIARES

Analizamos en este apartado los riesgos que además de los generales descritos en el punto 3.1.1. , pueden presentarse en el uso de maquinaria y los medios auxiliares relacionados en el punto 2.6

Diferenciamos estos riesgos clasificándolos en los siguientes grupos:

#### 3.1.3.1. MÁQUINAS FIJAS Y HERRAMIENTAS ELÉCTRICAS

Los riesgos más significativos son:

- Las características de trabajos en elementos con tensión eléctrica en los que pueden producirse accidentes por contactos, tanto directos como indirectos.
- Caídas de personal al mismo, o distinto nivel por desorden de mangueras.
- Lesiones por uso inadecuado, o malas condiciones de máquinas giratorias o de corte.
- Proyecciones de partículas.
- Atrapamiento por partes móviles
- Quemaduras y cortes.

#### 3.1.3.2. EQUIPOS DE SOLDADURA OXIACETILÉNICA - OXICORTE Y POR ARCO ELÉCTRICO

En el trabajo con estos equipos, son previsible los siguientes riesgos:

- Atrapamientos entre objetos.
- Aplastamiento de manos y/o pies por objetos pesados.

- Derivados de las radiaciones del arco voltaico.
- Derivados de la inhalación de vapores metálicos.
- Quemaduras
- Explosión (retroceso de la llama).
- Incendio.
- Proyección de partículas.
- Contacto con energía eléctrica.
- Pisadas sobre objetos punzantes.

### 3.1.3.3. MEDIOS DE ELEVACIÓN

Consideramos como riesgos específicos de estos medios, los siguientes:

- Caída de la carga por deficiente estrobo o maniobra.
- Rotura de cable, gancho, estrobo, grillete o cualquier otro medio auxiliar de elevación.
- Golpes o aplastamientos por movimientos incontrolados de la carga.
- Exceso de carga con la consiguiente rotura, o vuelco, del medio correspondiente.
- Fallo de elementos mecánicos o eléctricos.
- Caída de personas a distinto nivel durante las operaciones de movimiento de cargas.
- Contactos eléctricos.

### 3.1.3.4. ANDAMIOS, PLATAFORMAS Y ESCALERAS

Son previsibles los siguientes riesgos:

- Caídas de personas a distinto nivel.
- Caídas del andamio por falta de estabilidad o exceso de acopio de materiales en la plataforma de trabajo.
- Caídas de materiales desde el andamio o la escalera.
- Vuelcos o deslizamientos de escaleras.
- Derivados de usos inadecuados o de los montajes peligrosos.
- Los derivados de padecimiento de enfermedades, no detectadas (epilepsia, vértigo, etc.).

## 3.2. RIESGOS DE DAÑOS A TERCEROS

Los caminos atravesados por la obra producen un riesgo debido a que circulan por ellos personas ajenas a las obras.

Los pozos y zanjas abiertos producen un riesgo de posibles caídas de terceras personas o de animales en los mismos.

## 4. MEDIDAS PREVENTIVAS

Para disminuir en lo posible los riesgos previsto en el apartado anterior, ha de actuarse sobre los factores que, por separado o en conjunto, determinan las causas que producen los accidentes. Nos estamos refiriendo al factor humano y al factor técnico.

La actuación sobre el factor humano, basada fundamentalmente en la formación, mentalización e información de todo el personal que participe en los trabajos del presente Proyecto, así como en aspectos ergonómicos y condiciones ambientales, será analizada con mayor detenimiento en otros puntos de Estudio.

Por lo que respecta a la actuación sobre el factor técnico, se actuará básicamente en los siguientes aspectos:

- Protecciones colectivas.
- Protecciones personales.
- Controles y revisiones técnicas de seguridad.

Sobre la base de los riesgos previsibles enunciados en el punto anterior, analizamos a continuación las medidas previstas en cada uno de estos campos.

#### **4.1. MEDIDAS PREVENTIVAS PARA RIESGOS PROFESIONALES**

##### **4.1.1. PROTECCIONES COLECTIVAS**

Siempre que sea posible se dará prioridad al uso de protecciones colectivas, ya que su efectividad es muy superior a la de las protecciones personales. Sin excluir el uso de estas últimas, las protecciones colectivas previstas, en función de los riesgos enunciados, son los siguientes:

###### **4.1.1.1. RIESGOS GENERALES**

Nos referimos aquí a las medidas de seguridad a adoptar para la protección de riesgos que consideramos comunes a todas las actividades, son las siguientes:

- Señalizaciones de acceso a obra y uso de elementos de protección personal.
- Las zonas de peligro deberán estar acotadas y señalizadas.
- La iluminación de los puestos de trabajo deberá ser la adecuada para el desarrollo correcto del trabajo.
- Acotamiento y señalización de zona donde exista riesgo de caída de objetos desde altura.
- Se montarán barandillas resistentes en los huecos por los que pudiera producirse caída de personas.
- En cada tajo de trabajo, se dispondrá de, al menos, un extintor portátil de polvo polivalente.
- Si se realizasen trabajos con proyecciones incandescentes en proximidad de materiales combustibles, se retirarán estos o se protegerán con lona ignífuga.
- Se mantendrán ordenados los materiales, cables y mangueras para evitar el riesgo de golpes o caídas al mismo nivel por esta causa.
- Los restos de materiales generados por el trabajo se retirarán periódicamente para mantener limpias las zonas de trabajo.
- Los productos tóxicos y peligrosos se manipularán según lo establecido en las condiciones de uso específicas de cada producto.
- Respetar la señalización y limitaciones de velocidad fijadas para circulación de vehículos y maquinaria en el interior de la obra.
- Aplicar las medidas preventivas contra riesgos eléctricos que desarrollaremos más adelante.
- Todos los vehículos llevarán los indicadores ópticos y acústicos que exija la legislación vigente.
- En actividades con riesgo de proyecciones a terceros, se colocarán mamparas opacas de material ignífugo.
- Se protegerá a los trabajadores contra las inclemencias atmosféricas que puedan comprometer su seguridad y su salud.

###### **4.1.1.2. RIESGOS ESPECÍFICOS**

Las protecciones colectivas previstas para la prevención de estos riesgos, siguiendo el orden de los mismos establecido en el punto 3.1.2., son los siguientes:

###### ***PARA LA MANIPULACIÓN DE MATERIALES***

Informar a los trabajadores acerca de los riesgos más característicos de esta actividad, accidentes más habituales y forma de prevenirlos haciendo especialmente hincapié sobre los siguientes aspectos:

- Manejo manual de materiales.
- Acopio de materiales, según sus características.
- Manejo/acopio de materiales tóxico/peligrosos.

#### **PARA EL TRANSPORTE DE MATERIALES Y EQUIPOS DENTRO DE LA OBRA**

Se cumplirán las normas de tráfico y límites de velocidad establecidos para circular por los viales de obra, las cuales estarán señalizadas y difundidas a los conductores.

Se prohibirá que las plataformas y/o camiones transporten una carga superior a la identificada como máxima admisible.

La carga se transportará amarrada con cables de acero, cuerdas o estobos de suficiente resistencia.

Se señalarán con banderolas o luces rojas las partes salientes de la carga y, de producirse estos salientes, no excederán de 1,50 m.

En las maniobras con riesgo de vuelco del vehículo, se colocarán topes y se ayudarán con un señalista.

Cuando se tenga que circular o realizar maniobras en proximidad de líneas eléctricas, se instalarán gálibos o topes que eviten aproximarse a la zona de influencia de las líneas.

No se permitirá el transporte de personas fuera de la cabina de los vehículos.

No se transportarán, en ningún caso, cargas suspendidas por la pluma con grúas móviles.

Se revisará periódicamente el estado de los vehículos de transporte y medios auxiliares correspondientes.

#### **EN EXCAVACIONES**

Antes de comenzar los trabajos deberán de tomarse medidas para localizar y eliminar los peligros debidos a cables subterráneos y demás sistemas de distribución.

Se entibarán o taludarán todas las excavaciones verticales de profundidad superior a 1,5 m.

Se señalarán las excavaciones, como mínimo a 1 m de su borde.

No se acopiarán tierras ni materiales a menos de 2 m del borde de la excavación.

Las excavaciones de profundidad superior a 2 m, y en cuyas proximidades deban circular personas, se protegerán con barandillas resistentes de 90 cm. de altura, las cuales se situarán, siempre que sea posible, a 2 m del borde de la excavación.

Los accesos a las zanjas o trincheras se realizarán mediante escaleras sólidas que sobrepasan en 1 m el borde de estas.

Las maniobras de la maquinaria estarán dirigidas por una persona distinta del conductor.

Las máquinas excavadoras y camiones solo serán manejados por personal capacitado, con el correspondiente permiso de conducir el cual será responsable, así mismo, de la adecuada conservación de su máquina.

Estará totalmente prohibida la presencia de operarios trabajando en planos inclinados de terreno, en lugares con fuertes pendientes o debajo de macizos horizontales.

### EN MOVIMIENTO DE TIERRAS

No se cargarán los camiones por encima de la carga admisible ni sobrepasando el nivel superior de la carga.

Se prohíbe el traslado de personas fuera de la cabina de los vehículos.

Se situarán topes o calzos para limitar la proximidad a bordes de excavaciones o desniveles en zonas de descarga.

Se limitará la velocidad de vehículos en el camino de acceso y en los viales interiores de la obra a 20 Km/h.

En caso necesario y a criterio del Técnico de Seguridad se procederá al regado de las pistas para evitar la formación de nubes de polvo.

### EN EXPLOSIONES

Las explosiones las realizará una empresa especializada que elaborará el correspondiente plan de voladuras. En su ejecución, además de cumplir la legislación vigente sobre explosivos (R.D. 2114/78 B.O.E. 07.09.78) se tendrán en cuenta las siguientes medidas de seguridad.

#### ANTES DEL DISPARO:

- El horario de las voladuras debe organizarse de forma que coincida con el momento en que se encuentren presentes en la explotación el mínimo de personas posibles. Debe procurarse hacer el disparo a horas fijas, perfectamente conocidas por el personal.
- Si hubiera alguna finca de cultivo, pista o carretera próxima que pudiera ser alcanzada por la proyección de piedras procedentes de la voladura, se cortará previamente el paso con elementos físicos.
- Acordonar la zona de disparo a la que, bajo ningún concepto, deben acceder personas ajenas a las mismas.
- En el perímetro de la zona acordonada, se colocaran señales de "prohibido el paso VOLADURAS".
- Antes del disparo, el encargado de la voladura se cerciorará de la ausencia de personal, de que los accesos estén cortados y de que los explosivos sobrantes estén lo suficientemente alejados de la zona de disparo.
- Se dispondrá en el tajo de una sirena o cualquier otro tipo de señal acústica capaz de hacerse oír a más de 500m., que se hará sonar 15 minutos antes de proceder al disparo.

#### DESPUÉS DEL DISPARO:

- No regresar a la zona de disparo hasta que los humos de la voladura se hayan disipado.
- El jefe del tajo será el primero en volver a la zona de la voladura.
- En la voladura eléctrica, y en caso de fallo total o parcial, se esperaran 15 minutos como mínimo, antes de ir a inspeccionar.
- La retirada de guardas y barreras se realizará solamente cuando lo autorice el artillero.

### EN TRABAJOS CON FERRALLA

Los paquetes de redondos se acopiarán en posición horizontal, separando las capas con durmientes de madera y evitando alturas de pilas superiores a 1,50 m.

No se permitirá trepar por las armaduras.



Se colocarán tableros para circular por las armaduras de ferralla.

No se emplearán elementos o medios auxiliares (escaleras, ganchos, etc.) hechos con trozos de ferralla soldada.

Diariamente se limpiará la zona de trabajo, recogiendo y retirando los recortes y alambres sobrantes del armado.

#### **EN TRABAJOS DE ENCOFRADO Y DESENCOFRADO**

El ascenso y descenso a los encofrados se hará con escaleras de mano reglamentarias.

No permanecerán operarios en la zona de influencia de las cargas durante las operaciones de izado y traslado de tableros, puntales, etc.

Se sacarán o remacharán todos los clavos o puntas existentes en la madera usada.

El desencofrado se realizará siempre desde el lado en que no puedan desprenderse los tableros y arrastrar al operario.

Se acotará, mediante cinta de señalización, la zona en la que puedan caer elementos procedentes de las operaciones de encofrado o desencofrado.

#### **EN TRABAJOS CON HORMIGÓN**

##### **VERTIDO MEDIANTE CANALETA:**

- Instalar topes de final de recorrido de los camiones hormigonera para evitar vuelcos.
- No situarse ningún operario detrás de los camiones hormigonera en las maniobras de retroceso.

##### **VERTIDO MEDIANTE CUBO CON GRÚA:**

- Señalizar con pintura el nivel máximo de llenado del cubo para no sobrepasar la carga admisible de la grúa.
- No permanecer ningún operario bajo la zona de influencia del cubo durante las operaciones de izado y transporte de este con la grúa.
- La apertura del cubo para vertido se hará exclusivamente accionando la palanca prevista para ello. Para realizar tal operación se usarán, obligatoriamente, guantes, gafas y, cuando exista riesgo de caída, cinturón de seguridad.
- El guiado del cubo hasta su posición de vertido se hará siempre a través de cuerdas guía.

#### **HORMIGONADO DE PILARES Y VIVAS**

- Durante el vertido del hormigón se vigilarán los encofrados y se reforzarán los puntos débiles o colocarán más puntales según los casos. En caso de fallo, lo más recomendable, es parar el vertido y no reanudarlo antes de que el comportamiento del encofrado sea el requerido.
- Los vibradores eléctricos protegidos con disyuntor y toma a tierra a través del cuadro general.
- El vertido del hormigón y el vibrado, se realizará desde la torreta de hormigonado en caso de pilares y desde andamios construidos para construcción de las vigas.
- Las torretas que se empleen para esta función serán de base cuadrada o rectangular, dispondrán de barandilla y rodapié y entre ambos un listón o barra. Podrán llevar ruedas, pero dotadas de sistema de frenado, y llevarán una escalera sólidamente fijada para

acceso. El acceso a la plataforma se cerrará mediante una cadena durante la permanencia sobre la misma.

### **PARA EL MONTAJE DE ESTRUCTURAS METÁLICAS Y PREFABRICADOS**

Se señalarán y acotarán las zonas en que haya riesgo de caída de materiales por manipulación, elevación y transporte de los mismos.

No se permitirá, bajo ningún concepto, el acceso de cualquier persona a la zona señalizada y acotada en la que se realicen maniobras con cargas suspendidas.

El guiado de cargas/equipos para su ubicación definitiva, se hará siempre mediante cuerdas guía manejadas desde lugares fuera de la zona de influencia de su posible caída, y no se accederá a dicha zona hasta el momento justo de efectuar su acople o posicionamiento.

Se taparán o protegerán con barandillas resistentes o, según los casos, se señalarán adecuadamente los huecos que se generen en el proceso de montaje.

Se ensamblarán al nivel de suelo, en la medida (que lo permita la zona de montaje y capacidad de las grúas, los módulos de estructuras con el fin de reducir en lo posible el número de horas de trabajo en altura y sus riesgos.

La zona de trabajo, sea de taller o de campo, se mantendrá siempre limpia y ordenada.

Los equipos/estructuras permanecerán arriostradas, durante toda la fase de montajes hasta que no se efectúe la sujeción definitiva, para garantizar su estabilidad en las peores condiciones previsibles.

Los andamios que se utilicen cumplirán los requerimientos y condiciones mínimas definidas en este proyecto.

Se instalarán cuerdas o cables fiadores para sujeción de los cinturones de seguridad en aquellos casos en que no sea posible montar plataformas de trabajo con barandilla, o sea necesario el desplazamiento de operarios sobre la estructura. En estos casos se utilizarán cinturones de caída con arnés, provistos de absorción de energía.

De cualquier forma dado que estas operaciones y maniobras están muy condicionadas por el estado real de la obra en el momento de ejecutarlas, en el caso de detectarse una complejidad especial se elaborará un estudio de seguridad específico al efecto.

### **PARA MANIOBRAS DE IZADO Y UBICACIÓN EN OBRA DE MATERIALES Y EQUIPOS**

Las medidas de prevención a aplicar en relación con los riesgos inherentes a este tipo de trabajos, que ya se relacionaron, están contempladas y definidas en el punto anterior, destacando especialmente las correspondientes a:

- Señalizar y acotar las zonas de trabajo con cargas suspendidas.
- No permanecer persona alguna en la zona de influencia de la carga.
- Hacer el guiado de las cargas mediante cuerdas.
- Entrar en la zona de riesgo en el momento del acoplamiento.

### **EN TRABAJOS EN ALTURA**

Es evidente que el trabajo en altura se presenta dentro de muchas de las actividades que se realizan en la ejecución de este Proyecto y, como tal, las medidas preventivas relativas a los mismos serán tratadas conjuntamente con el resto de las que afectan a cada cual.

Sin embargo, dada elevada gravedad de las consecuencias que, generalmente, se derivan de las caídas de altura, se considera oportuno y conveniente remarcar, en este apartado concreto, las medidas de prevención básicas y fundamentales, que deben aplicarse para eliminar, en la medida de lo posible, los riesgos inherentes a los trabajos en altura.

Destacaremos, entre otras, las siguientes medidas:

#### **PARA EVITAR LA CAÍDA DE OBJETOS:**

- Coordinar los trabajos de forma que no se realicen trabajos superpuestos.
- Ante la necesidad de trabajos en la misma vertical, poner las oportunas protecciones (redes, marquesinas, etc.).
- Acotar y señalizar las zonas con riesgo de caída de objetos.
- Señalizar y controlar la zona donde se realicen maniobras con cargas suspendidas, hasta que estas se encuentren totalmente apoyadas.
- Emplear cuerdas para el guiado de cargas suspendidas, que serán manejadas desde fuera de la zona de influencia de la carga, y acceder a esta zona sólo cuando la carga esté prácticamente arriada.

#### **PARA EVITAR LA CAÍDA DE PERSONAS:**

- Se protegerán con barandillas o tapas de suficiente resistencia los huecos existentes en forjados, así como en paramentos verticales si estos son accesibles o están a menos de 1,5 m del suelo.
- Las barandillas que se quiten o huecos que se destapen para introducción de equipos, etc., se mantendrán perfectamente controlados y señalizados durante la maniobra, reponiéndose las correspondientes protecciones nada mas finalizar estas.
- En altura (mas de 2 m) es obligatorio utilizar cinturón de seguridad, siempre que no existan protecciones (barandillas) que impidan la caída, el cual estará anclado a elementos, fijos, móviles, definitivos o provisionales, de suficiente resistencia.
- Se instalarán cuerdas o cables fiadores para sujeción de los cinturones de seguridad en aquellos casos en que no sea posible montar barandillas de protección, o bien sea necesario el desplazamiento de los operarios sobre estructuras o cubiertas. En este caso se utilizarán cinturones de caída con arnés, provistos de absorción de energía.
- Las escaleras de mano cumplirán, como mínimo, las siguientes condiciones:
  - No tendrán rotos ni astillados largueros o peldaños. Dispondrán de zapatas antideslizantes.
  - La superficie de apoyo inferior y superior serán planas y resistentes.
  - Fijación o amarre por su cabeza en casos especiales y usar el cinturón de seguridad anclado a un elemento ajeno a esta.
  - Colocarla con la inclinación adecuada.
  - Con las escaleras de tijera, ponerle tope o cadena para que no se abran, no usarlas plegadas y no ponerse a caballo en ellas.
- Los andamios cumplirán, como mínimo, las siguientes condiciones:
  - Se apoyarán sobre superficies planas y resistentes.
  - Si la base del andamio es de ruedas, estas deben de estar bloqueadas antes de acceder al mismo, y no se desplazan con personas sobre las mismas.
  - Bajo ningún concepto se manipularán los elementos de la estructura de seguridad del andamio.
  - Se mantendrá un perfecto orden y limpieza de las plataformas de trabajo.
  - Se arriostrarán a partir de cierta altura.
  - Las plataformas de trabajo ubicadas a 2 ó más metros de altura, poseerán barandillas perimetrales completas de 90 cm. de altura, formadas por pasamanos, listón intermedio o rodapié.
  - Tendrán un mínimo de 60 cm. de anchura.

- Se prohíbe correr o saltar sobre los andamios y saltar de la plataforma andamiada al interior del edificio o viceversa. El paso se realizará mediante una pasarela instalada para tal efecto.
- Se limitará el acceso a cualquier andamiada, exclusivamente al personal que haya de trabajar en él.
- No sobrecargar los andamios.

#### *PARA TENDIDO Y CONEXIONADO DE CABLES E INSTALACIONES ELÉCTRICAS*

Las medidas de prevención a aplicar en relación con los riesgos inherentes a este tipo de trabajos, que ya se relacionaron, están contempladas y definidas en el punto anterior, destacando especialmente las correspondientes a:

- Señalizar y acotar las zonas de trabajo.
- No permanecer persona alguna en la zona de influencia de la carga.
- Asegurarse de que los sistemas de entibación y/o taludación empleados en las zanjas están en perfecto estado, así como pasarelas, escaleras, etc.
- Los operarios que intervengan en el tendido no se colocarán en las zonas de peligro ante una rotura del cable o sirga de tendido.
- Cuando se realicen conexiones en el interior de un recinto cerrado, este estará suficientemente ventilado.

#### **4.1.2. PROTECCIONES PERSONALES**

Como complemento de las protecciones colectivas será obligatorio el uso de las protecciones personales. Los mandos intermedios y el personal de seguridad vigilarán y controlarán la correcta utilización de estas prendas de protección.

Para no extendernos demasiado, y dado que la mayoría de los riesgos que obligan al uso de las protecciones personales son comunes a las actividades a realizar, relacionamos las prendas de protección previstas para el conjunto de los trabajos.

Se prevé el uso, en mayor o menor grado, de las siguientes protecciones personales:

- Casco de seguridad para todas las personas que intervienen en la obra, incluidos los visitantes a esta.
- Pantalla facial transparente.
- Pantalla de soldadura de mano.
- Pantalla de soldadura de cabeza.
- Mascarillas faciales según necesidades.
- Mascarillas desechables de papel.
- Guantes de varios tipos (montador, aislante, goma, etc.).
- Manguitos, polainas y delantales para soldar.
- Cinturón de seguridad.
- Absorbentes de energía.
- Gafas de varios tipos (contraimpactos, sopletero, etc.).
- Calzado de seguridad, adecuado a cada uno de los trabajos.
- Protecciones auditivas (cascos o tapones).
- Ropa de trabajo.

Todas las protecciones personales cumplirán la Normativa Europea (CE) relativa a Equipos de Protección Individual (EPI).

#### **4.1.3. REVISIONES TÉCNICAS DE SEGURIDAD**

Su finalidad es comprobar la correcta aplicación del Plan de Seguridad. Para ello, el Contratista velará por la ejecución correcta de las medidas preventivas fijadas en dicho Plan.

Sin perjuicio de lo anterior, podrán realizarse visitas de inspección por técnicos asesores especialistas en seguridad, cuyo asesoramiento puede ser de gran valor.

## 4.2. MEDIDAS PREVENTIVAS PARA RIESGOS A TERCEROS

Se señalarán, de acuerdo con la normativa vigente, los cruces con carreteras y caminos, tomándose las medidas de seguridad que cada caso requiera.

Se señalarán los accesos naturales a la pista de trabajo, prohibiéndose el paso a toda persona ajena a la misma.

En las excavaciones para las cimentaciones y en las zanjas que permanezcan abiertas se instalarán las protecciones adecuadas que no sólo indiquen la existencia del riesgo, sino que además lo prevengan adecuadamente.

Estos elementos serán vallas metálicas del tipo de contención de peatones, que podrán ser sustituidas por el contratista por otros dispositivos de análoga eficacia.

## 5. INSTALACIONES ELÉCTRICAS PROVISIONALES

La acometida eléctrica general alimentará una serie de cuadros de distribución de los distintos contratistas, los cuales se colocarán estratégicamente para el suministro de corriente a sus correspondientes instalaciones, equipos y herramientas propias de los trabajos.

### 5.1. RIESGOS PREVISIBLES

Los riesgos implícitos a estas instalaciones son los característicos de los trabajos y manipulación de elementos (cuadros, conductores, etc.) y herramientas eléctricas, que pueden producir accidentes por contactos tanto directos como indirectos. Como riesgos más frecuentes de estas instalaciones tenemos:

- Contactos eléctricos directos o indirectos.
- Derivados de caídas de tensión en la instalación por sobrecarga.
- Mal funcionamiento de los mecanismos y sistemas de protección.
- Caída del personal al mismo y a distinto nivel.

### 5.2. MEDIDAS PREVENTIVAS

Las principales medidas preventivas a aplicar en instalaciones, elementos y equipos eléctricos serán los siguientes:

#### 5.2.1. CUADROS DE DISTRIBUCIÓN

Serán estancos, permanecerán todas las partes bajo tensión inaccesibles al personal y estarán dotados de las siguientes protecciones:

- Interruptor general.
- Protecciones contra sobrecargas y cortocircuitos.
- Diferencial de 300 mA.
- Toma de tierra de resistencia máxima 20 ohmios.
- Diferencial de 30 mA para las tomas monofásicas que alimentan herramientas o útiles portátiles.
- Tendrán señalizaciones de peligro eléctrico.
- Solamente podrá manipular en ellos el electricista.
- Los conductores aislados utilizados tanto para acometidas como para instalaciones, serán de 1.000 voltios de tensión nominal como mínimo.



## 5.2.2. PROLONGADORES, CLAVIJAS, CONEXIONES Y CABLES

- Los prolongadores, clavijas y conexiones serán de tipo intemperie con tapas de seguridad en tomas de corriente hembras y de características tales que aseguren el aislamiento, incluso en el momento de conectar y desconectar
- Los cables eléctricos serán del tipo intemperie sin presentar fisuras y de suficiente resistencia a esfuerzos mecánicos.
- Los empalmes y aislamientos en cables se harán con manguitos y cintas aislantes vulcanizadas.
- Las zonas de paso se protegerán contra daños mecánicos.

## 5.2.3. HERRAMIENTAS Y ÚTILES ELÉCTRICOS PORTÁTILES

- Las lámparas eléctricas portátiles tendrán el mango aislante y un dispositivo protector de la lámpara de suficiente resistencia. En estructuras metálicas y otras zonas de alta conductividad eléctrica se utilizarán transformadores para tensiones de 24 V.
- Todas las herramientas, lámparas y útiles serán de doble aislamiento.
- Todas las herramientas, lámparas y útiles eléctricos portátiles, estarán protegidos por diferenciales de alta sensibilidad (30 mA).

## 5.2.4. MAQUINAS Y EQUIPOS ELÉCTRICOS

Además de estar protegidos por diferenciales de media sensibilidad (300 mA), irán conectados a una toma de tierra de 20 ohmios de resistencia máxima y llevarán incorporado a la manguera de alimentación el cable de tierra conectado al cuadro de distribución.

## 5.2.5. NORMAS DE CARÁCTER GENERAL

- Bajo ningún concepto se dejarán elementos de tensión, como puntas de cables terminales, etc., sin aislar.
- Las operaciones que afecten a la instalación eléctrica, serán realizadas únicamente por el electricista.
- Cuando se realicen operaciones en cables cuadros e instalaciones eléctricas, se harán sin tensión.
- Todos los trabajos de mantenimiento de la red eléctrica provisional de la obra serán realizados por personal capacitado.
- Queda terminantemente prohibido puentear las protecciones.
- Se realizará una adecuada comprobación y mantenimiento periódico de las instalaciones, equipos, herramientas de la obra.
- Se darán instrucciones sobre las medidas a adoptar en caso de incendio o accidente de origen eléctrico.

## 5.2.6. ESTUDIO DE REVISIONES DE MANTENIMIENTO

Se realizará un adecuado mantenimiento y revisiones periódicas de las distintas instalaciones, equipos y herramientas eléctricas, para analizar y adoptar las medidas necesarias en función de los resultados de dichas revisiones.

## 6. CONDICIONES AMBIENTALES

Los trabajadores no deberán estar expuestos a niveles sonoros ni a factores externos nocivos (gases, vapores,...).

En caso de que algunos trabajadores deban penetrar en una zona cuya atmósfera pudiera contener sustancias tóxicas o nocivas, o no tener oxígeno en cantidad suficiente o ser inflamable, la atmósfera confinada deberá ser controlada y se deberán adoptar medidas adecuadas para prevenir cualquier peligro.

## 6.1. VENTILACIÓN

Teniendo en cuenta los métodos de trabajo y las cargas físicas impuestas a los trabajadores, estos deberán disponer de aire limpio en cantidad suficiente.

En caso de que se utilice una instalación de ventilación, deberá mantenerse en buen estado de funcionamiento y los trabajadores no deberán estar expuestos a corrientes de aire que perjudiquen su salud.

## 6.2. TEMPERATURA

La temperatura debe ser la adecuada para el organismo humano durante el tiempo de trabajo que se apliquen y las cargas físicas impuestas a los trabajadores.

La temperatura de los locales de descanso, de los locales para el personal de guardia, de los servicios higiénicos, de los comedores y de los locales de primeros auxilios deberá corresponder al uso específico de dichos locales.

## 6.3. FACTORES ATMOSFÉRICOS

Deberá protegerse a los trabajadores contra las inclemencias atmosféricas que puedan comprometer su seguridad y salud.

## 7. MEDIDAS DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

Cada contratista dispondrá en obra de extintores de Polvo o Gas en número suficiente para cubrir las necesidades de los riesgos de incendio que generen los trabajos que realiza, así como para la protección de sus instalaciones y oficinas, almacenes, vehículos etc.

Estos extintores deberán ser de fácil acceso y manipulación.

Los locales destinados a descanso de los trabajadores, comedores y vestuarios estarán en perfecto estado de limpieza y en ellos se prohíbe hacer fuego.

### 7.1. REVISIONES PERIÓDICAS

La persona designada al efecto por los distintos contratistas, comprobará periódicamente el estado de los extintores y sustituirá los descargados o bajos de presión.

## 8. ALMACENAMIENTO Y USO DE GASES

### 8.1. ALMACENAMIENTO

Los requisitos necesarios en el almacenamiento de botellas de gas serán:

- El traslado y ubicación para uso de las botellas de gases licuados se efectuará mediante carros portabotellas de seguridad.
- Se prohíbe acopiar o mantener las botellas de gases licuados al sol.
- De transportar las botellas, estas deberán tener siempre la caperuza protectora colocada.
- Las botellas de gases licuados se acoplarán, con distinción expresa de lugares de almacenamiento para las agotadas y las llenas.

- El recinto estará perfectamente ventilado y en el acceso habrá algún extintor.

## 8.2. USO DE BOTELLAS

La normativa mínima a seguir en el uso viene descrita por:

- Las botellas estarán siempre de pie, cuando no se utilicen tendrán la caperuza puesta.
- Evitar que se golpeen las botellas.
- No inclinar las botellas de acetileno para agotarlas.
- No utilizar las botellas de oxígeno tumbadas.
- Antes de encender el mechero, compruebe que están correctamente hechas las conexiones de las mangueras y que están instaladas las válvulas anti-retroceso.
- No dejar directamente los mecheros en el suelo
- La presión de trabajo del acetileno no será superior a 2 atmósferas.
- No utilizar mangueras de igual color para distintos gases.
- Antes de encender el soplete por primera vez cada día, las mangueras se purgaran individualmente, así como al finalizar el trabajo.
- Verificar periódicamente el estado de las mangueras, juntas, etc., para detectar posibles fugas. Para ello se utilizará agua jabonosa pero nunca llama.
- Para evitar incendios, no existirán materiales combustibles en las proximidades de la zona de trabajo, ni de su vertical.
- Las botellas se mantendrán alejadas del punto de trabajo, lo suficientemente para que no les lleguen las chispas o escorias, o bien se protegerán con mantas ignífugas.
- No se emplearán nunca los gases comprimidos para limpiar residuos, vestuarios ni para ventilar personas.

## 9. FORMACIÓN E INFORMACIÓN DEL PERSONAL

Su objetivo es informar a los trabajadores de los riesgos propios de los trabajos que van a realizar, darles a conocer las técnicas preventivas y mantener el espíritu de seguridad de todo el personal.

Para la enseñanza de las Técnicas de Prevención, además de los sistemas de divulgación escrita, como Folletos, normas, etc., ocuparán un lugar primordial las charlas específicas de riesgos y actividades concretas.

### 9.1. CHARLA DE SEGURIDAD Y PRIMEROS AUXILIOS PARA PERSONAL DE INGRESO EN OBRA

Todo el personal, antes de comenzar sus trabajos, asistir a una charla en la que irá informado de los riesgos generales de la obra, de las medidas previstas para evitarlos, de las Normas de Seguridad de obligado cumplimiento y de aspectos generales de Primeros Auxilios.

Al inicio de la semana los encargados de cada uno de los grupos de trabajo impartirán unas charlas de seguridad sobre los trabajos a realizar en este periodo y las normas de seguridad a seguir.

### 9.2. CHARLA SOBRE RIESGOS ESPECÍFICOS

Dirigidas a los grupos de trabajadores sujetos a riesgos concretos en función de las actividades que desarrollen. Serán impartidas por los Mandos directos de los trabajos o Técnicos de Seguridad, estos serán los técnicos de seguridad de cada una de las empresas que participan en la ejecución de la obra.

Si, sobre la marcha de los trabajos, se detectasen situaciones de especial riesgo en determinadas profesiones o fases de trabajo, se programarían Charlas Específicas, impartidas por el Técnico de Seguridad encaminadas a divulgar las medidas de protección necesarias en las actividades a que se refieran.

Entre los temas más importantes a desarrollar en estas charlas estarán los siguientes:

- Riesgos eléctricos.
- Trabajos en altura.
- Riesgos de soldadura eléctrica y oxicorte.
- Uso de máquinas, manejo de herramientas.
- Manejo de cargas de forma manual y con medios mecánicos.
- Empleo de andamios, plataformas, escaleras y líneas de vida.

## 10. REUNIONES DE SEGURIDAD

Para que la política de mentalización, motivación y responsabilización de los mandos de obra en el campo de la prevención de accidentes sea realmente efectiva, son muy importantes las Reuniones de Seguridad en las que la Dirección de Obra, los Mandos responsables de la ejecución de los trabajos, los trabajadores y el personal de Seguridad analicen conjuntamente aspectos relacionados exclusivamente con la prevención de accidentes.

## 11. MEDICINA ASISTENCIAL Y PRIMEROS AUXILIOS

Partiendo de la imposibilidad humana de conseguir el nivel de riesgo cero, es necesario prever las medidas que disminuyan las consecuencias de los accidentes que, inevitablemente puedan producirse.

Esto se llevará a cabo a través de tres situaciones:

- Control médico de los empleados.
- La organización de medios de actuación rápida y primeros auxilios a accidentados.
- La medicina asistencial en caso de accidente o enfermedad profesional.

### 11.1. CONTROL MÉDICO

Tal como establece la Legislación Vigente, todos los trabajadores que intervengan en la construcción de las obras objeto de este Estudio, pasarán los reconocimientos médicos previstos en función del riesgo a que, por su oficio u ocupación, vayan a estar sometidos.

### 11.2. MEDIOS DE ACTUACIÓN Y PRIMEROS AUXILIOS

La primera asistencia médica a los posibles accidentados será realizada por los Servicios Médicos de la Mutua Laboral concertada por cada contratista o, cuando la gravedad o tipo de asistencia lo requiera por los Servicios de Urgencia de los Hospitales Públicos o Privados más próximos. En la obra se dispondrá, en todo momento, de un vehículo para hacer una evacuación inmediata, de un medio de comunicación (teléfono) y de un Botiquín y, además, habrá personal con unos conocimientos básicos de Primeros Auxilios, con el fin de actuar en casos de urgente necesidad.

Así mismo se dispondrá, igualmente, en obra de una "nota" escrita, colocada en un lugar visible y de la que se informará y dará copia a todos los contratistas, que contendrá una relación con las direcciones y teléfonos de los Hospitales, ambulancias más cercanas, así como los médicos locales.

### 11.3. MEDICINA ASISTENCIAL EN CASO DE ACCIDENTE O ENFERMEDAD PROFESIONAL

El contratista debe acreditar que este servicio queda cubierto por la organización de la Mutua Laboral con la que debe tener contratada póliza de cobertura de incapacidad transitoria, permanente o muerte por accidente o enfermedad profesional.

### 11.4. VESTUARIOS Y ASEOS

En la zona destinada a instalaciones de contratistas. Montarán casetas prefabricados de aseos, vestuarios y local para comedor, de acuerdo al nº de personas previstas por cada contratista, según las condiciones mínimas establecidas en el capítulo III de la O.G.S.H.T.

Los vestuarios tendrán dimensiones suficientes, dispondrán de asientos, armarios para guardar la ropa y efectos personales. Estos armarios estarán provistos de 2 llaves, una de las cuales se entregará al trabajador, y otra quedará en la oficina para casos de emergencia.

A los vestuarios se acoplaran salas de aseo, que dispondrán de lavabos y duchas, con agua corriente fría y caliente, contando al menos de 1 por cada 10 trabajadores. Estos locales se equiparan con número suficiente de retretes.

Los suelos, paredes y techos de los aseos, vestuarios y duchas serán continuos, lisos e impermeables, en tonos claros y con materiales que permitan el lavado con líquidos desinfectantes o antisépticos con la frecuencia necesaria.



## DOCUMENTO Nº 2: PLANOS

### ÍNDICE

- ESS-01. Señalización (I y II).
- ESS-02. Tope de retroceso de vertido de tierras.
- ESS-03. Barandilla de protección.
- ESS-04. Protección en zanjas (I y II).
- ESS-05. Balizamiento en cortes de carretera con desvío.
- ESS-06. Pórtico de balizamiento de líneas eléctricas aéreas.
- ESS-07. Terraplenes y rellenos.
- ESS-08. Código de señales para maniobras (I y II).
- ESS-09. Equipos para trabajos en altura (I y II).
- ESS-10. Riesgos eléctricos (I, II, III, IV y V).
- ESS-11. Trabajos de soldadura.

ESS-01. Señalización I

**PROHIBIDO**



PROHIBIDO FUMAR



PROHIBIDO APAGAR  
 CON AGUA



PROHIBIDO ENCENDER  
 FUEGO

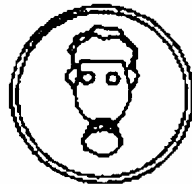


AGLA NO POTARI -

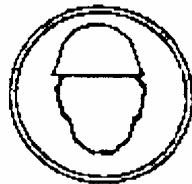


PROHIBIDO A  
 PEATONES

**OBLIGACION**



USO OBLIGATORIO  
 DE MASCARA



USO OBLIGATORIO  
 DE CASCO PROTECCION



USO OBLIGATORIO  
 DE GAFAS



USO OBLIGATORIO  
 DE GUANTES



USO OBLIGATORIO  
 DE BOTAS DE CALZAO

**ADVERTENCIA DE PELIGRO**



RIESGO DE INCENDIO  
 MATERIAL COMBUSTIBLE



RIESGO DE EXPLOSION  
 MATERIAL EXPLOSIVO



RIESGO DE  
 RADIACION



RIESGO DE CARGAS  
 SUSPENDIDAS



RIESGO DE  
 INTOXICACION



RIESGO DE CORROSION



RIESGO ELECTRICO



RIESGO  
 INDETERMINADO



RADIACIONES LASER

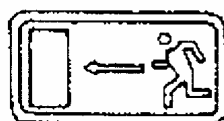


CARRILLAS DE  
 MANTENCION

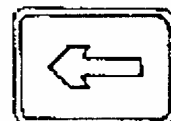
**INFORMACION**



EQUIPO DE PRIMEROS

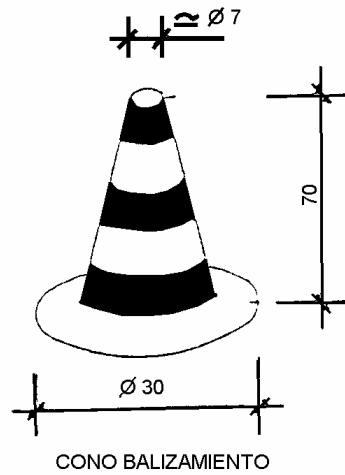
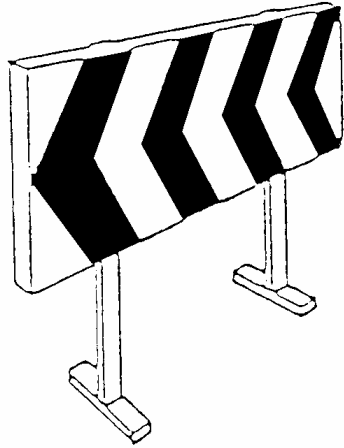


DIRECCION HACIA SALIDA

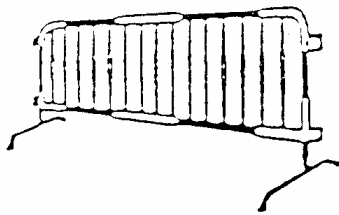


DIRECCION DE EMERGENCIA

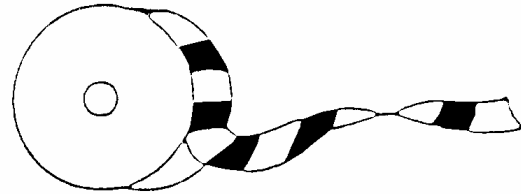
ESS-01. Señalización II



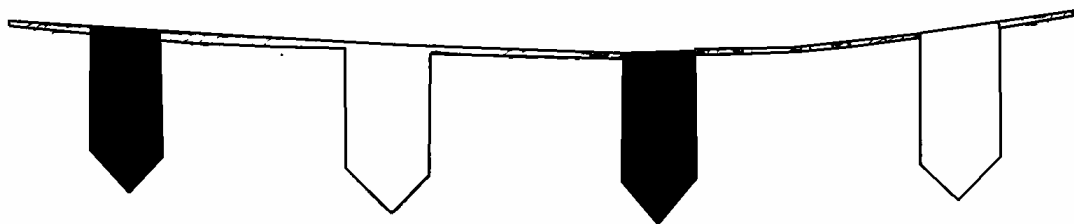
CONO BALIZAMIENTO



VALLAS DESVIO TRAFICO

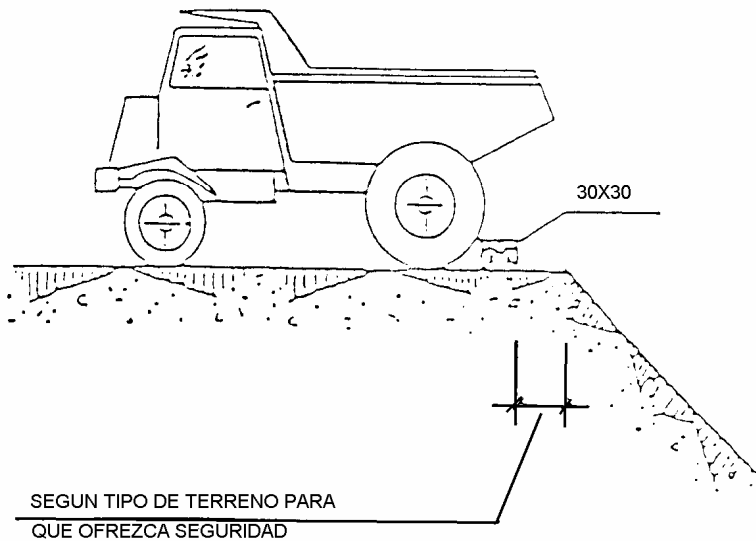
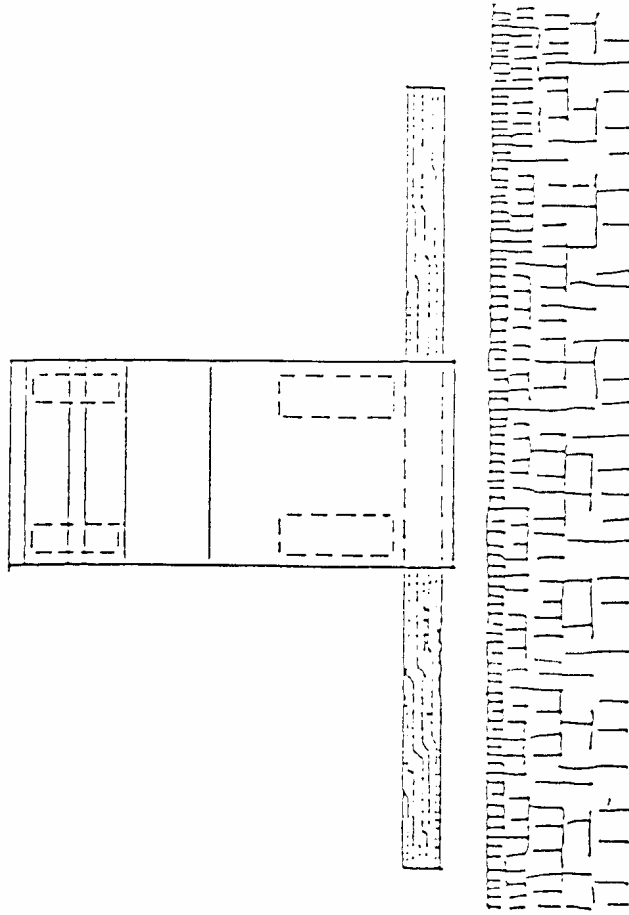


CINTA BALIZAMIENTO

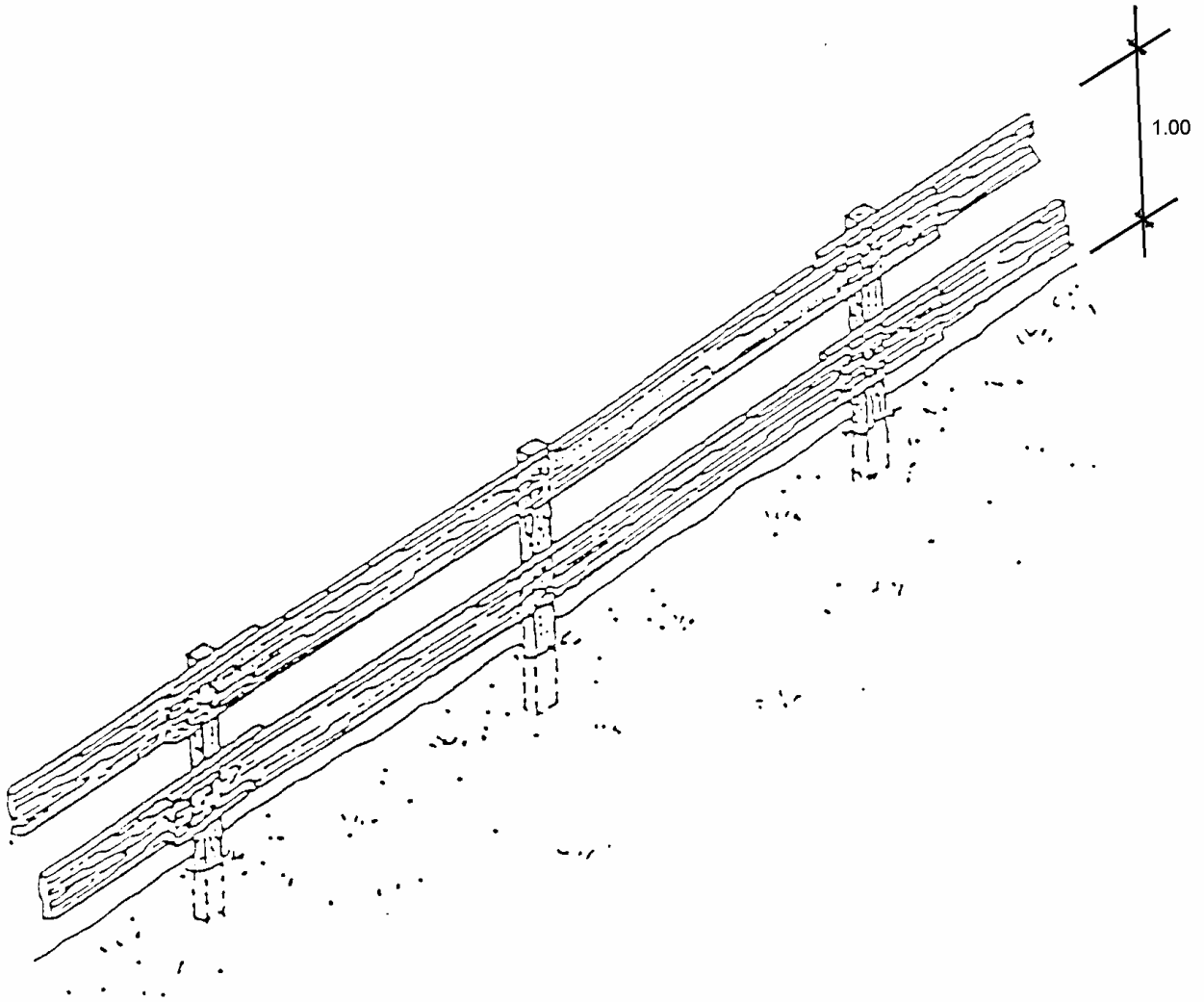


CORDON BALIZAMIENTO

ESS-02. Tope de retroceso de vertido de tierras

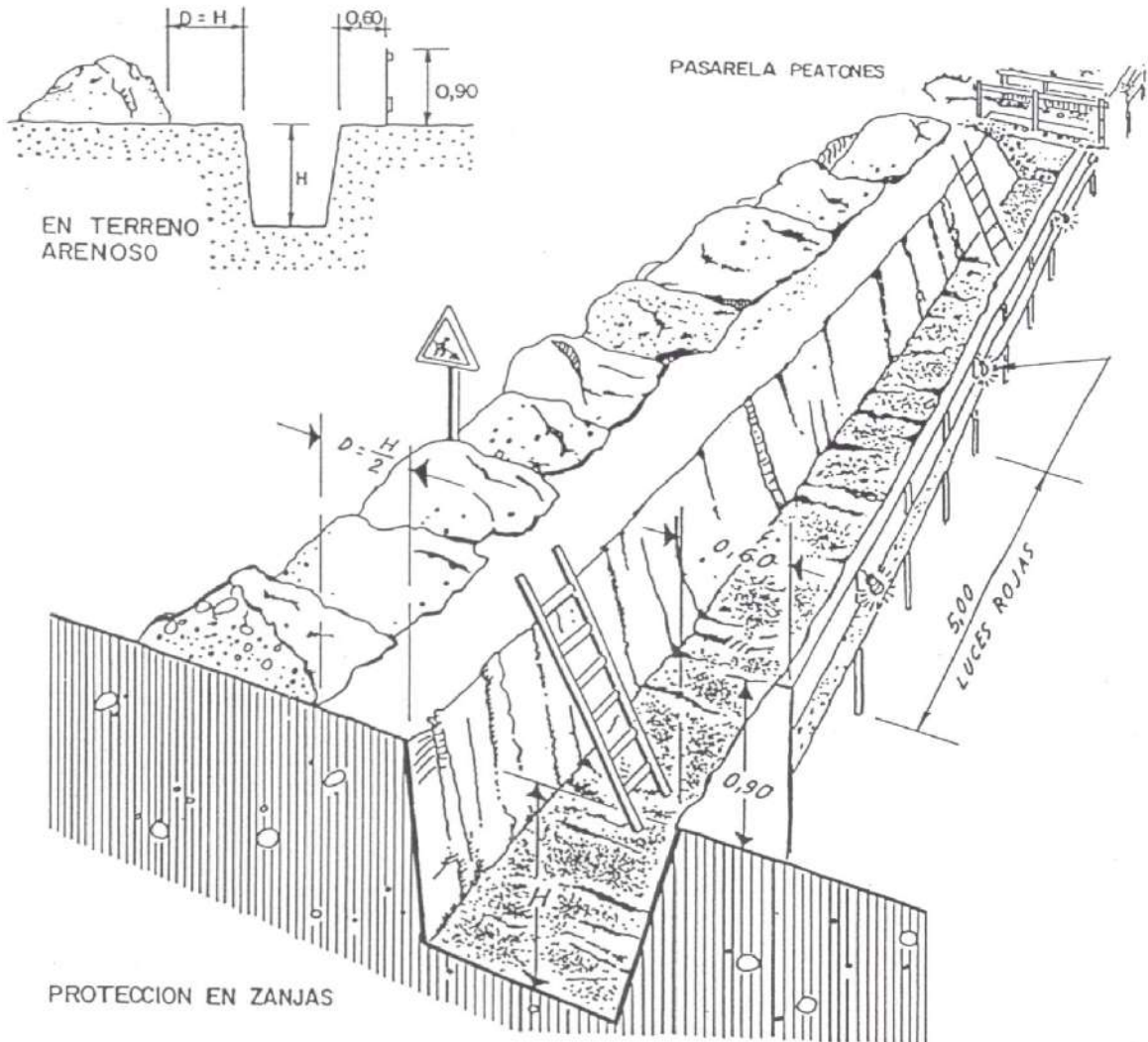


ESS-03. Barandilla de protección



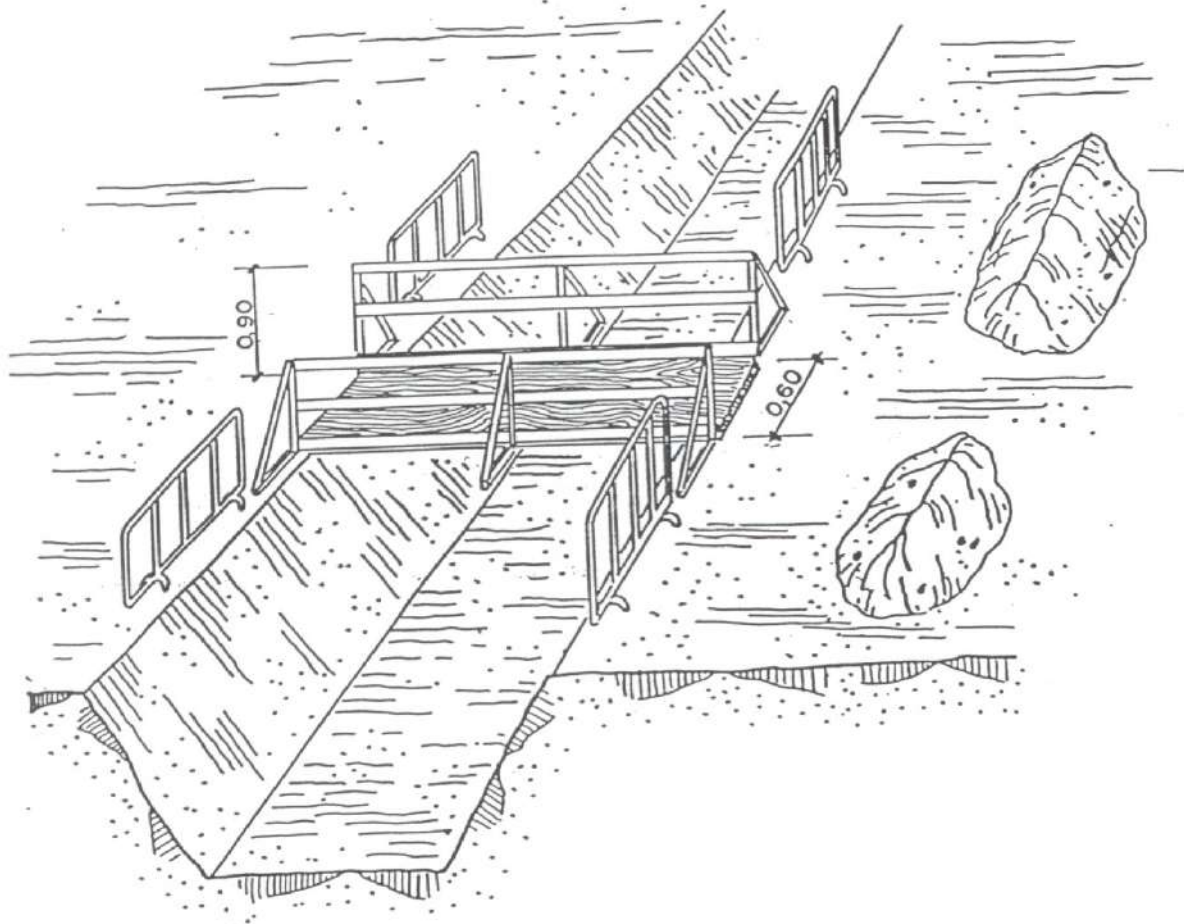


ESS-04. Protección en zanjas I

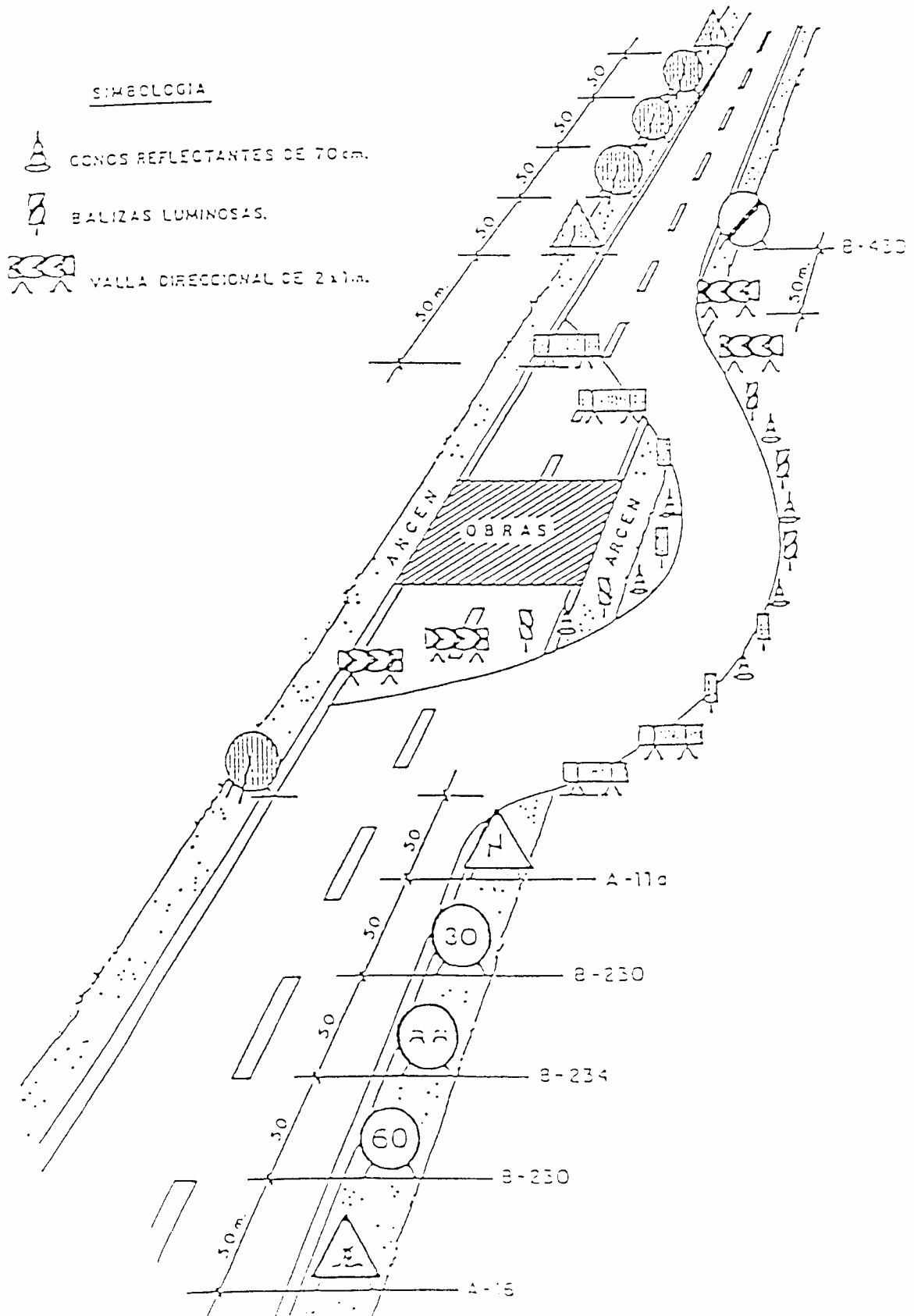


Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02277-21 y VISADO electrónico VD01663-21A de 24/05/2021. CSV = FVQEBHKUJCK7VYA1 verificable en <https://coliar.e-gestion.es>

### ESS-04. Protección en zanjas II



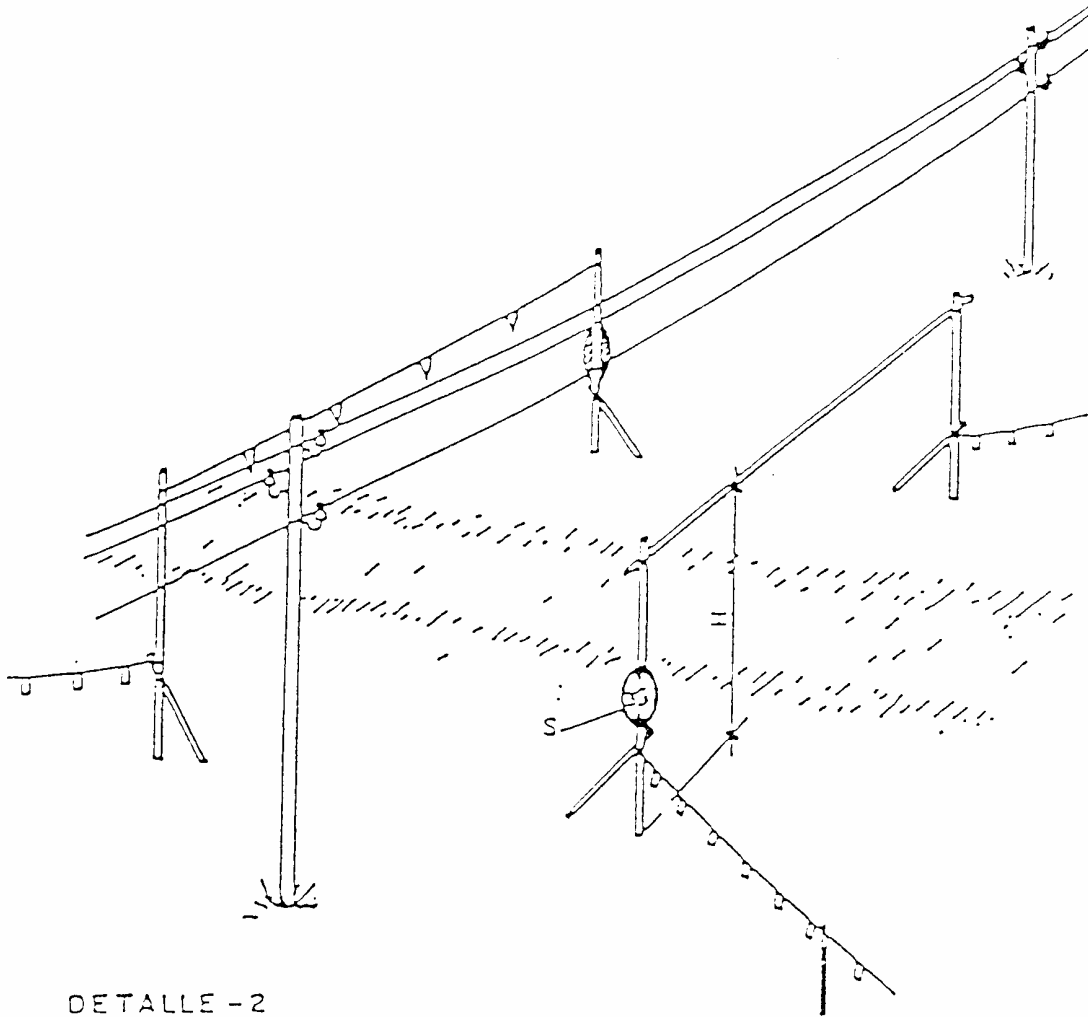
ESS-05. Balizamiento en cortes de carretera con desvío



Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02277-21 y VISADO electrónico VD01663-21A de 24/05/2021. CSV = FVQEBHKUJCK7VYA1 verificable en https://coliar.e-gestion.es

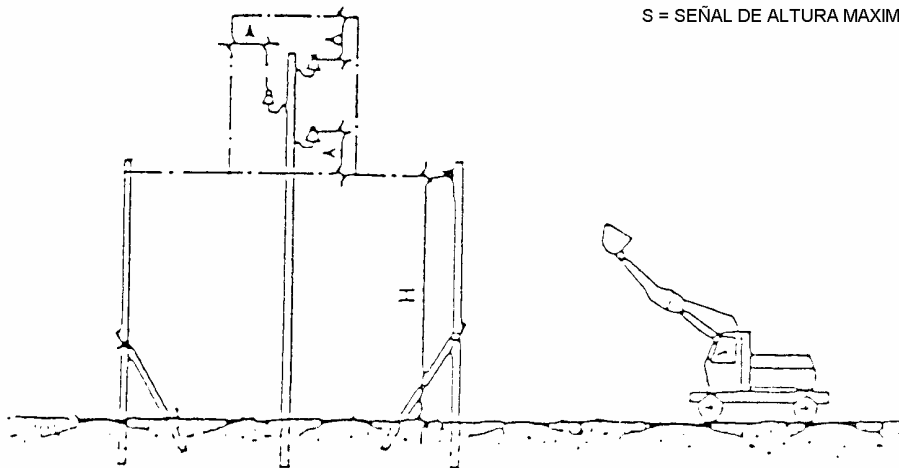
ESS-06. Pórtico de balizamiento de líneas eléctricas aéreas

PORTICO DE BALIZAMIENTO DE LINEAS ELECTRICAS AEREAS

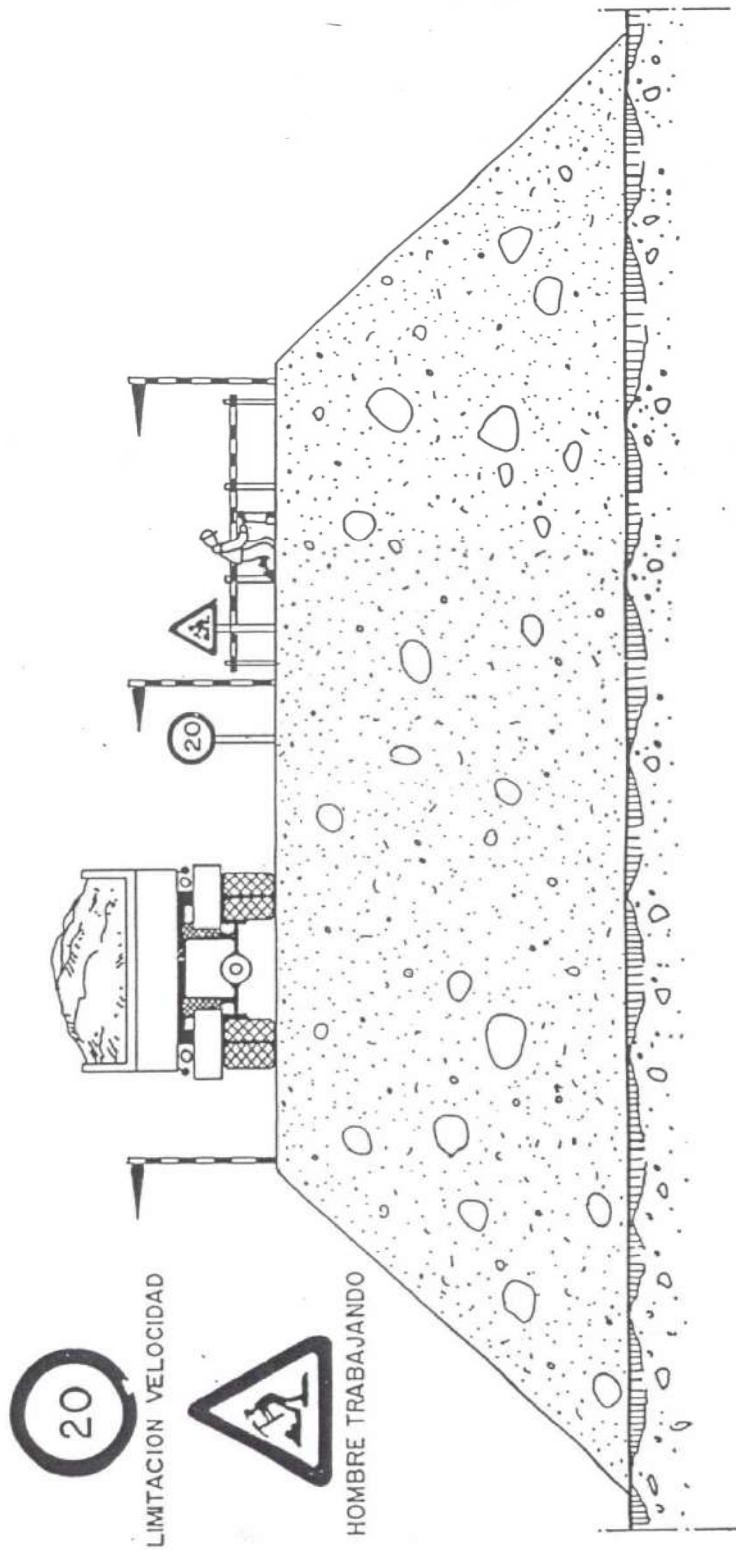


DETALLE -2

H = PASO LIBRE  
S = SEÑAL DE ALTURA MAXIMA



ESS-07. Terraplenes y rellenos





ESS-08. Código de señales para maniobras I.

## CODIGO DE SEÑALES DE MANIOBRAS

Si se quiere que no haya confusiones peligrosas cuando el maquinista o enganchador cambien de una máquina a otra y con mayor razón de un taller a otro, es necesario que todo el mundo hable el mismo idioma y mande con las mismas señales.

Nada mejor para ello que seguir los movimientos que para cada operación se insertan a continuación.

1 Levantar la carga



2 Levantar el aguilón o pluma



3 Levantar la carga lentamente



4 Levantar el aguilón o pluma lentamente



5 Levantar el aguilón o pluma y bajar la carga



6 Bajar la carga

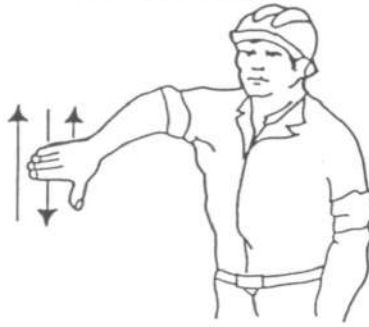


ESS-08. Código de señales para maniobras II.

7 Bajar la carga lentamente.



8 Bajar el aguilón o pluma



9 Bajar el aguilón o pluma lentamente



10 Bajar el aguilón o pluma y levantar carga



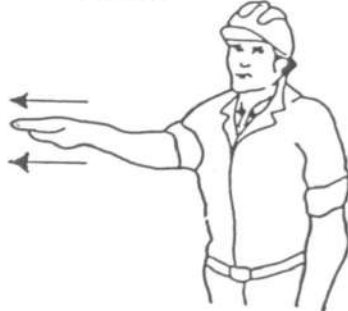
11 Girar el aguilón en la dirección indicada por el dedo



12 Avanzar en la dirección indicada por el señalista



13 Socar pluma



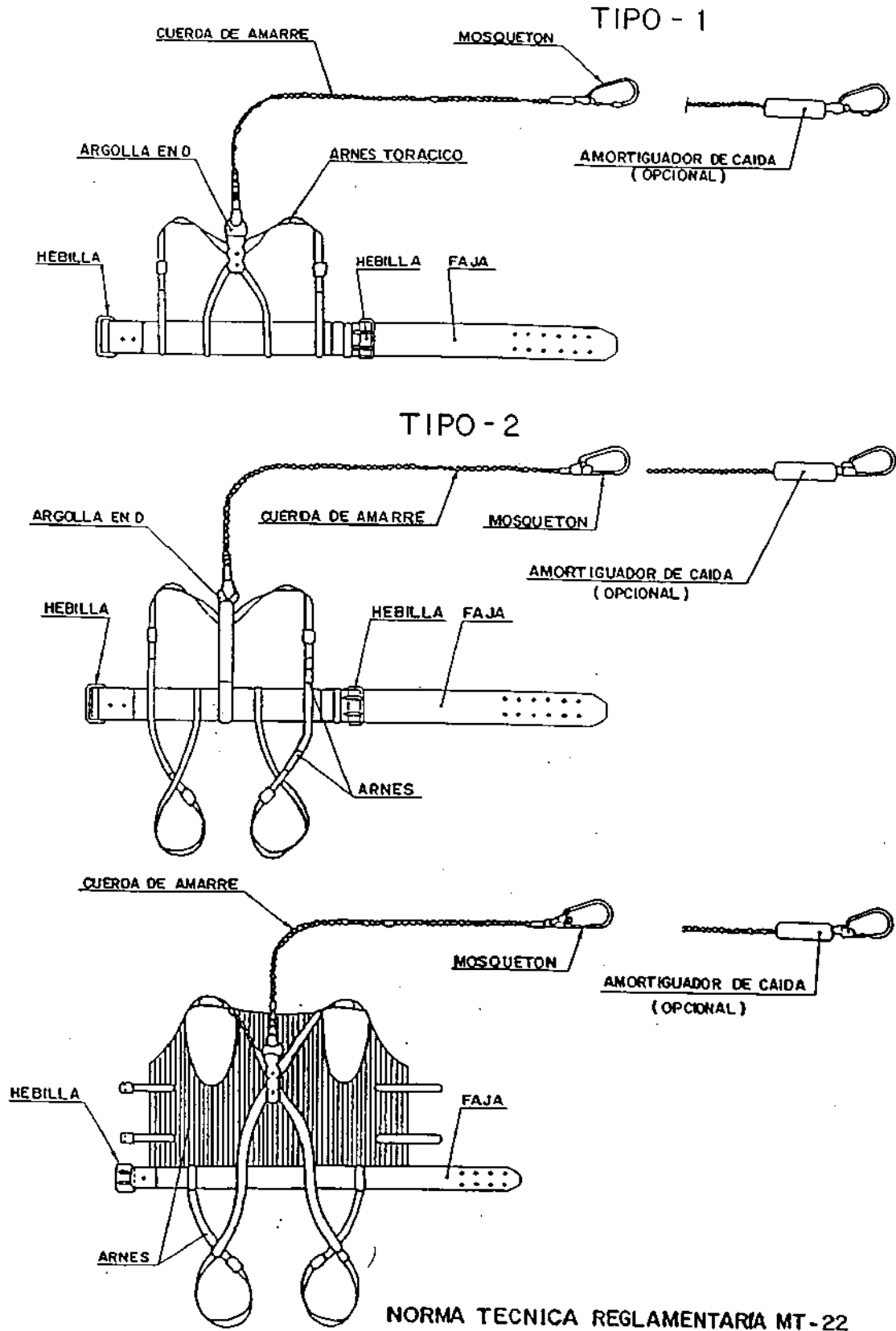
14 Meter pluma



15 Parar

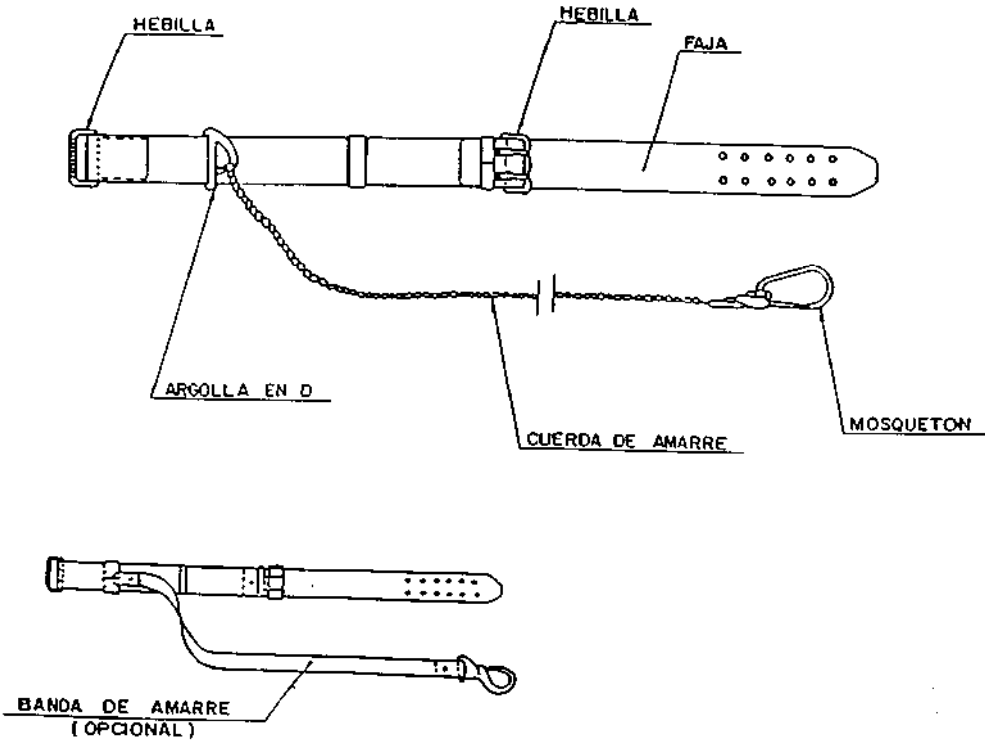


ESS-09. Equipos para trabajos en altura I.

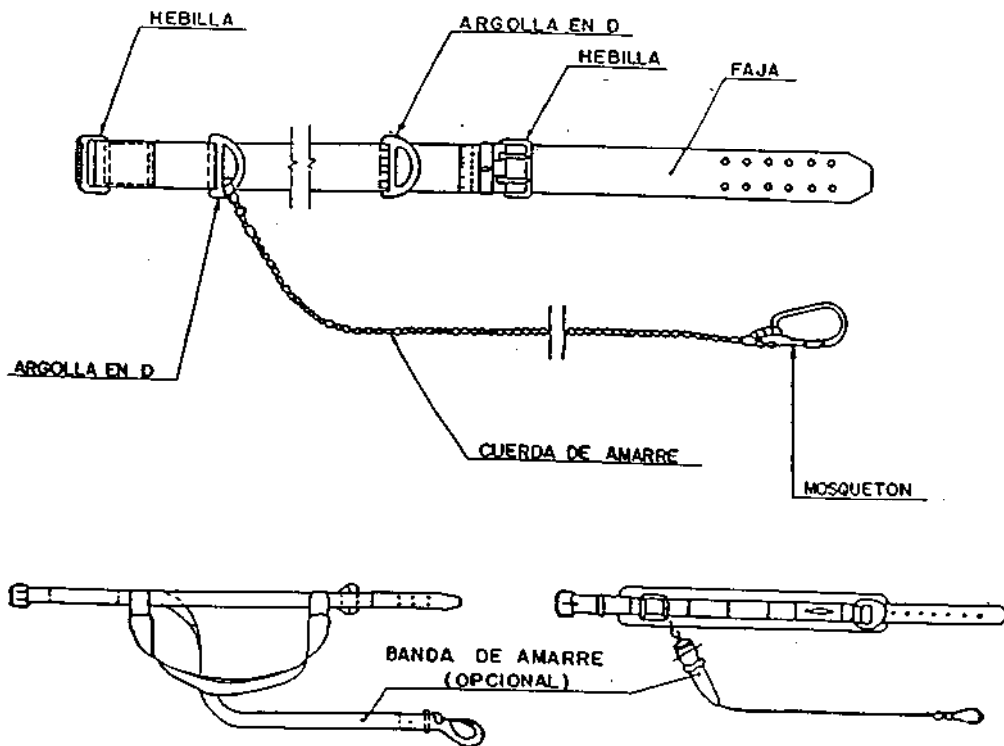


ESS-09. Equipos para trabajos en altura II.

TIPO - 1



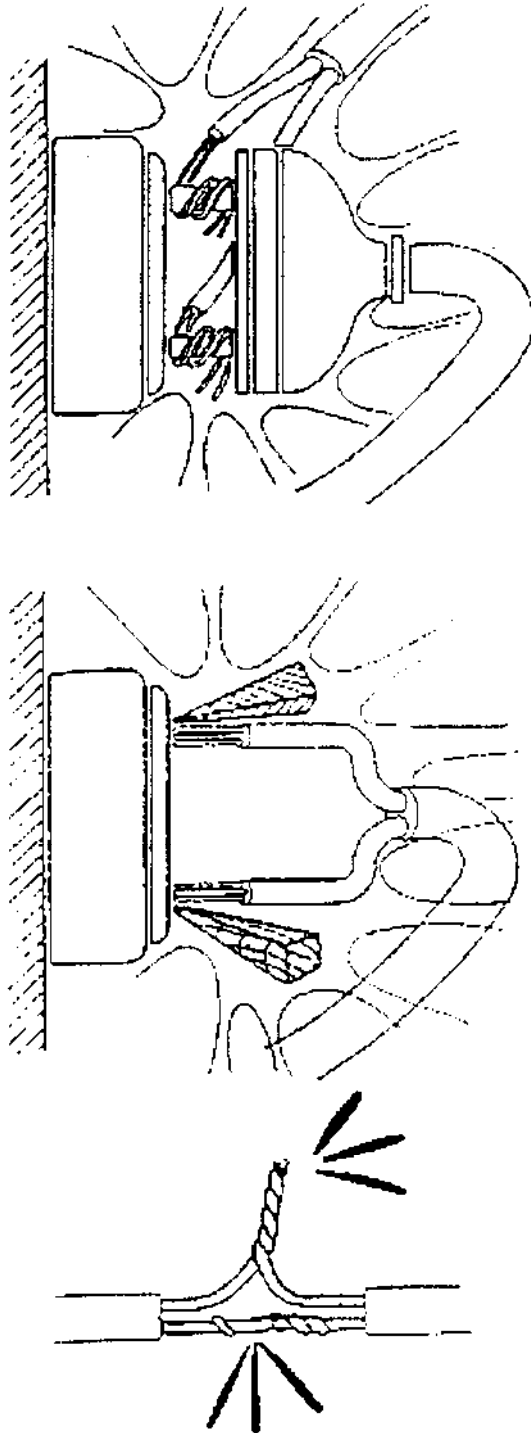
TIPO - 2



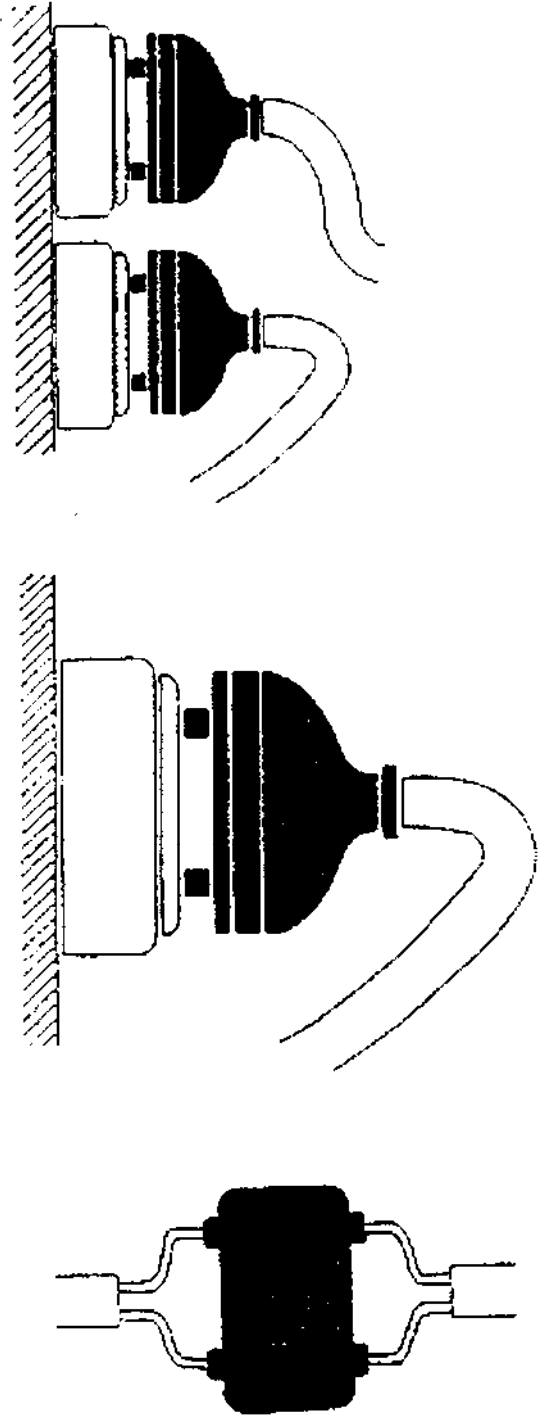
NORMA TECNICA REGLAMENTARIA MT-13

ESS-10. Riesgos eléctricos I.

INCORRECTO



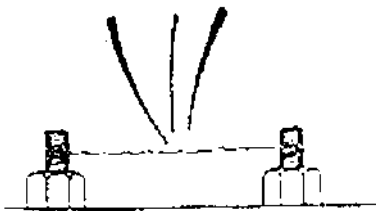
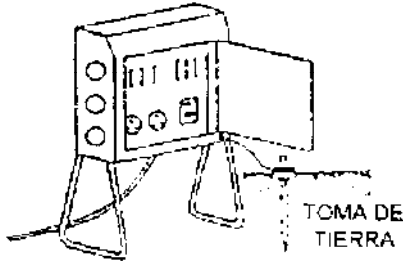
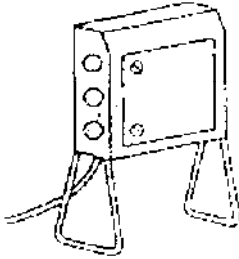
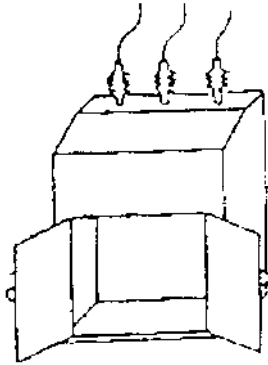
CORRECTO



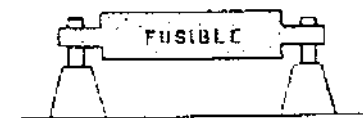
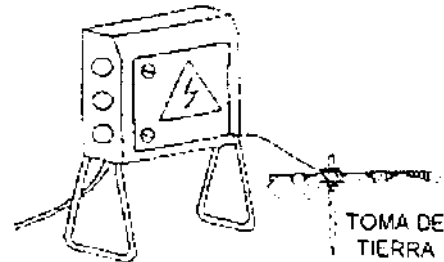
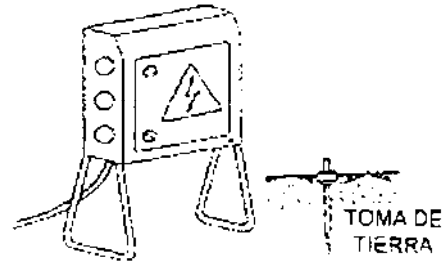
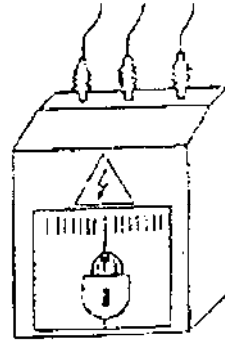


ESS-10. Riesgos eléctricos II.

INCORRECTO

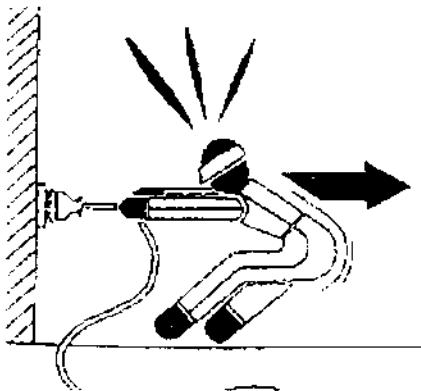
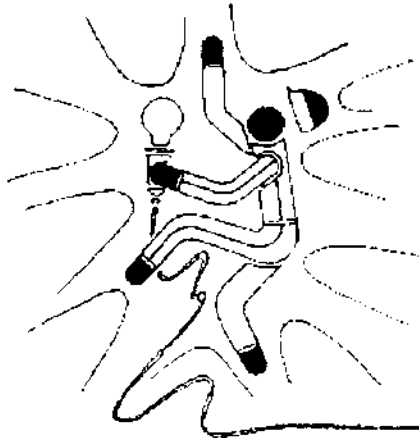
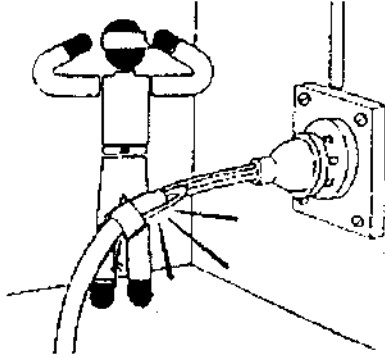


CORRECTO

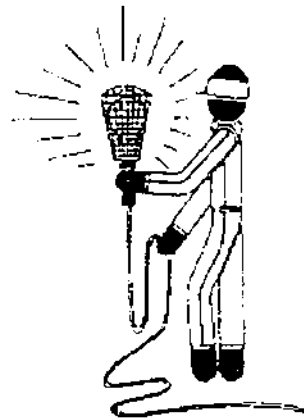
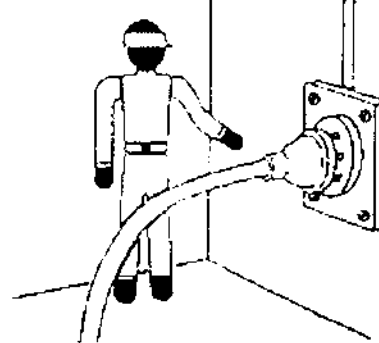


ESS-10. Riesgos eléctricos III.

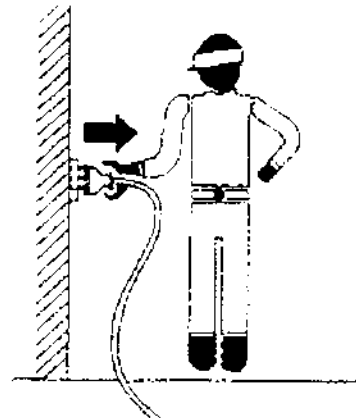
INCORRECTO



CORRECTO

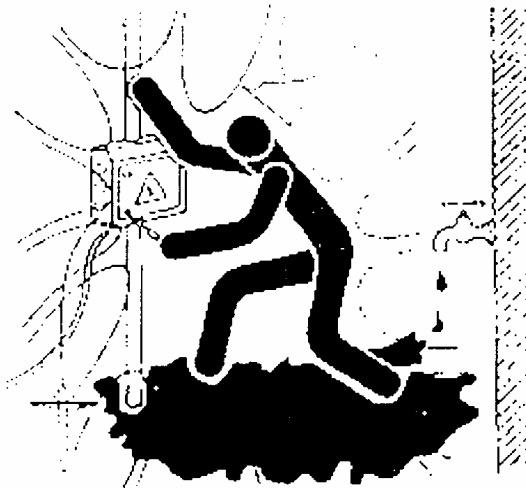
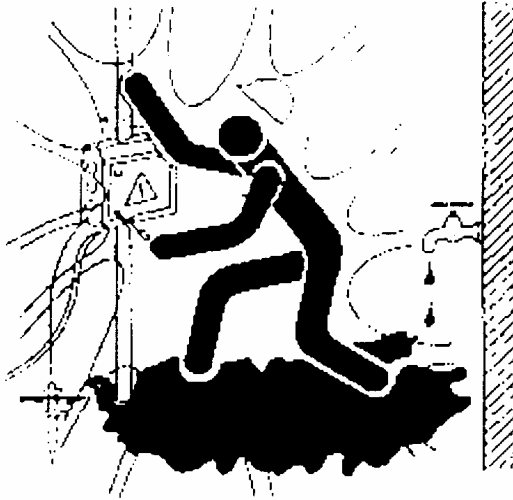


PORTALAMPARAS CON MANGO  
DE MATERIAL AISLANTE

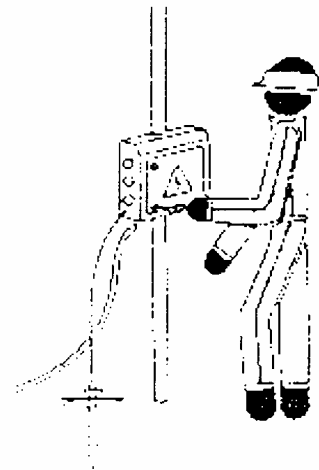
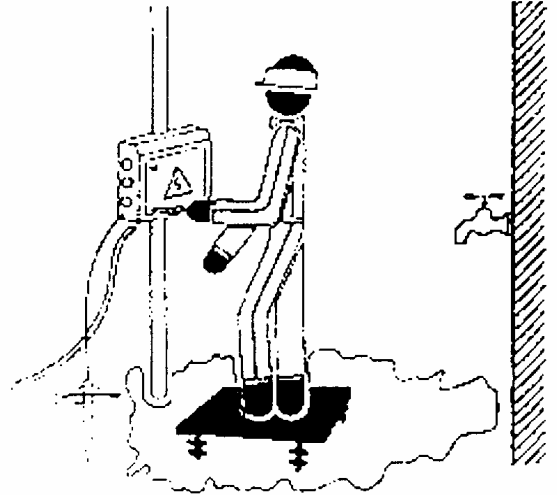


ESS-10. Riesgos eléctricos IV.

INCORRECTO



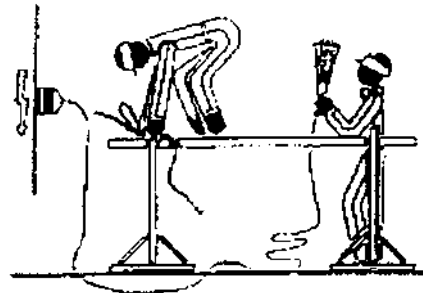
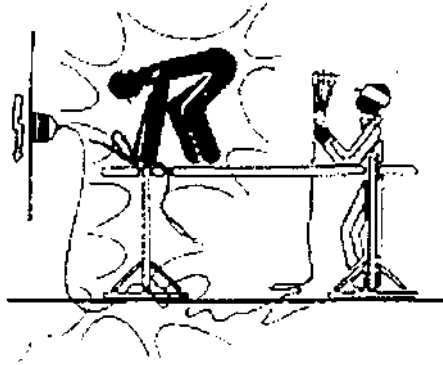
CORRECTO



ESS-10. Riesgos eléctricos V.

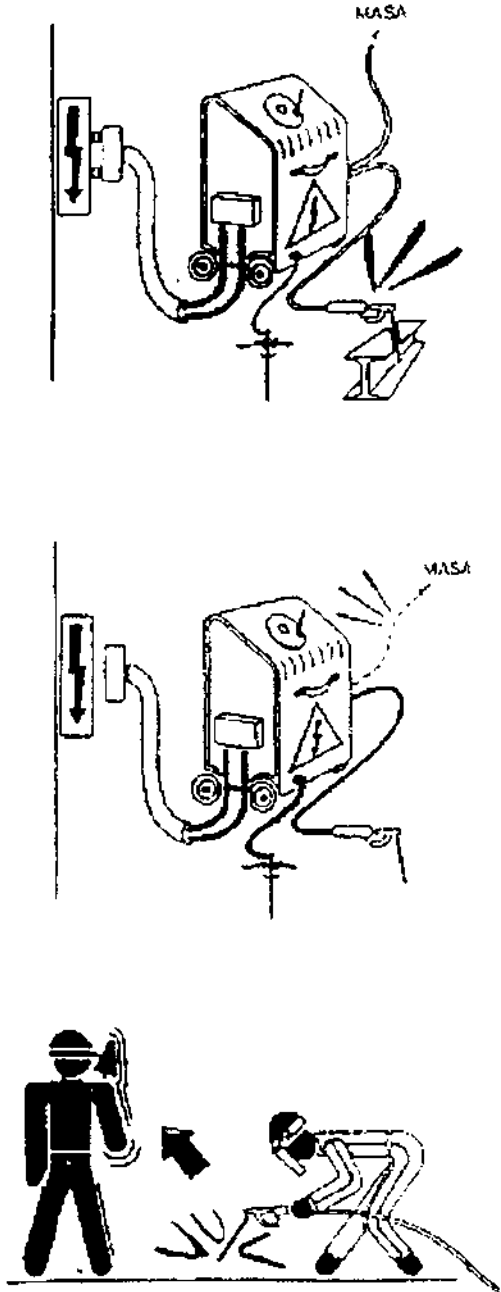
INCORRECTO

CORRECTO

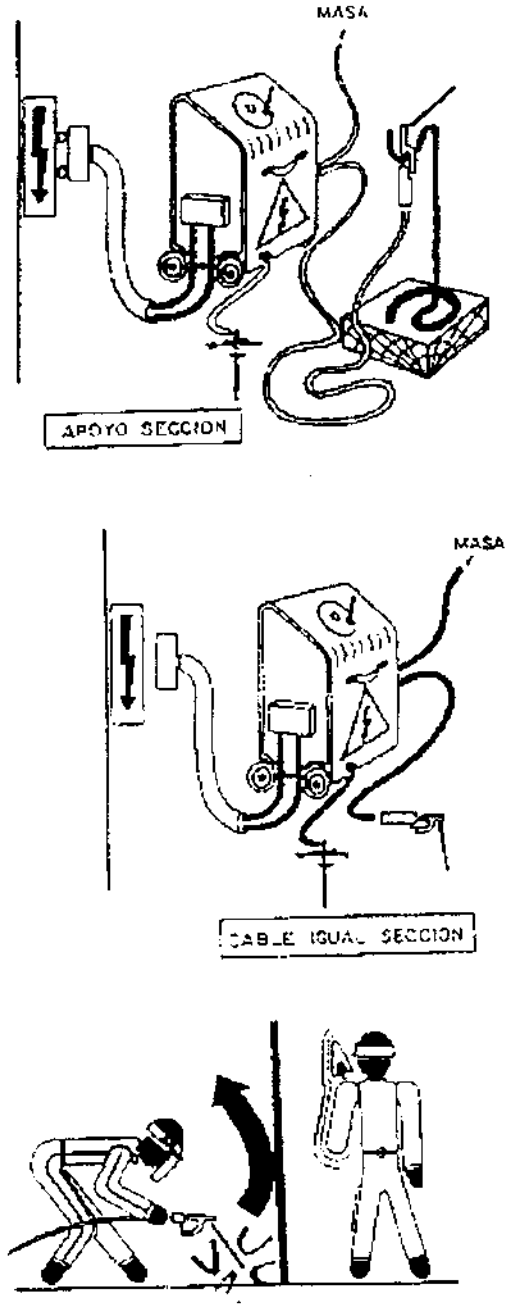


ESS-11. Trabajos de soldadura.

INCORRECTO



CORRECTO





## DOCUMENTO Nº 3: PLIEGO DE CONDICIONES

### 1. OBJETO

El objeto éste Pliego de Condiciones es especificar las características y condiciones técnicas por las que se desarrollan los trabajos y se utilizan las dotaciones de seguridad y salud, así como las normas necesarias para su correcto mantenimiento, atendiendo a la Reglamentación Vigente.

### 2. DISPOSICIONES LEGALES DE APLICACIÓN

Será de obligado cumplimiento, por parte de los contratistas, la normativa reseñada a continuación:

- Ley 31/1995, de 8 de Noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- R.D. 39/1997, de 17 de Enero, de los Servicios de Prevención.
- Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo (O.M. de 9 de Marzo de 1971), en los Capítulos y artículos no derogados por la Ley 31/95.
- Ley General de la Seguridad Social (D.2065/74 de 30 de Mayo).
- Ordenanzas General Siderometalúrgica (O.M. de 29 de Julio de 1970).
- Estatuto de los Trabajadores (Ley 8/80 de t de Marzo).
- Constitución, composición y funciones de los Comités de Seguridad y Salud Laboral (Ley 31/95).
- Ordenanza laboral de la Construcción (O.M. 28.08.70)
- R.D. 1561/1995, de 21 de Septiembre, sobre jornadas especiales de trabajo.
- R.D. 486/1997, de 14 de Abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- R.D. 1215/1997, de 18 de Julio, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores en el trabajo de los equipos de trabajo.
- R.D. 773/1997, de 30 de Mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y de salud para la utilización por los trabajadores en el trabajo de equipos de protección individual.
- R.D. 487/1997, de 14 de Abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañen riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores.
- R.D. 488/1997, de 14 de Abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas al trabajo con equipos que incluyen pantallas de visualización.
- R.D. 1627/1997, de 24 de Octubre, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud que deben aplicarse a obras de construcción.
- R.D. 485/1997, de 14 de Abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- REAL DECRETO 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- R.D. 1630/1992, de 29 de Diciembre, por el que se distan disposiciones para la libre circulación de productos de construcción.
- R.D. 1435/1992, de 27 de noviembre, por el que se dictan las disposiciones de aplicación de la Directiva del Consejo 89/392/CEE, relativa a la aproximación de la legislación de los estados miembros sobre máquinas.
- R.D. 71/1992, de 31 de Enero, por el que se amplía el ámbito de aplicación del RD 245/1989 y se establecen nuevas especificaciones técnicas de determinados materiales y maquinaria de obra.
- R.D. 1513/1991, de 11 de Octubre, por el que se establecen las exigencias sobre los certificados, las marcas de los cables, cadenas y ganchos.
- R.D. 7/1988, Orden de 6 de Junio de 1989, Orden de 26 de Enero de 1990, Orden de 3 de Abril de 1992 y Orden de 24 de Julio de 1992 sobre material eléctrico.
- Orden de 13 de Enero de 1988, Orden de 26 de Enero de 1990, Orden de 3 de Abril de 1992 y Orden de 24 de Julio de 1992 sobre material eléctrico para uso en atmósferas explosivas.
- Reglamento de Líneas de Alta Tensión.

- Reglamento de Centros de Transformación y subcentrales eléctricas.
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.
- Reglamento de Actividades Molestas, Insalubres y Peligrosas (R.D.2414/61 de 22 de Diciembre).
- Reglamento de aparatos Elevadores para Obras (O.M. de 23 de Mayo de 1977, y Ordenes Complementarias).
- Reglamento de Seguridad en las Máquinas (R.D. 1495/86 de 26 de Mayo)
- Reglamento de Aparatos a Presión (R.D. 1244/79 de 4 de Abril).
- Instrucción Técnica Reglamentaria sobre extintores de incendios (O.M. de 31 de Mayo de 1982).
- Normas sobre señalización (R.D. 1403/86 de 9 de Mayo).
- Estudios y Planes de Seguridad (R.D. 555/86 de 21 de Febrero).
- Notificación de accidentes de trabajo (O.M. de 16 de Diciembre de 1987).
- Normas Técnicas Reglamentarias para la Homologación de Medios de Protección Personal (R.D. 1407/92 de 20 de Noviembre y modificaciones posteriores).
- Normativa de seguridad específica del cliente.
- Convenios Colectivos Provinciales.

Serán también de obligado cumplimiento cualquiera otra disposición oficial, relativa a la Seguridad y Salud Laboral, que entre en vigor durante la ejecución de la obra y que pueda afectar a los trabajos en la misma.

### 3. CONDICIONES DE LOS MEDIOS DE PROTECCIÓN

#### 3.1. PROTECCIONES PERSONALES

Todos los Equipos de Protección Individual (EPI) cumplirán lo establecido en el R.D. 1407/92 de 20 de Noviembre, y modificaciones posteriores, por el que se adoptan en Todos los Equipos de Protección Individual (EPI) cumplirán lo establecido en los criterios de la Normativa Europea (Directiva 89/656/CE).

Dispondrán del consiguiente certificado y contendrá de forma visible el sello (CE) correspondiente.

#### 3.2. PROTECCIONES COLECTIVAS

Consideramos como Protecciones Colectivas las siguientes:

- Redes (según Norma UNE 81-65680)
- Mamparas
- Protecciones de la instalación eléctrica
- Medios de protección contra incendios
- Señalización
- Barandillas
- Plataformas
- Líneas o cuerdas de vida, etc.

Algunas de estas han sido ya descritas en la Memoria y otras son parte integrante de los propios equipos, medios o estructuras. Los elementos de protección colectiva se ajustarán a las características fundamentales siguientes:

#### VALLAS DE LIMITACIÓN Y PROTECCIÓN

Tendrán como mínimo 90 cm de altura, estando construidas a base de tubos metálicos. Dispondrán de patas para mantener su verticalidad.

#### TOPES DE DESPLAZAMIENTO DE VEHÍCULOS

Se podrán realizar con un par de tabloncillos embreadados fijados al terreno por medio de redondos hincados al mismo, o de otra forma eficaz.

#### PASILLOS DE SEGURIDAD

Podrán realizarse a base de pórticos con pies derechos y dintel a base de tabloncillos embreadados firmemente sujetos al terreno y cubierta cuajada de tabloncillos. Estos elementos también podrán ser metálicos (los pórticos a base de tubo o perfiles y la cubierta de chapa).

Serán capaces de soportar el impacto de los objetos que se prevea puedan caer, pudiendo colocar elementos amortiguadores sobre la cubierta (sacos terreros, capa de arena, etc.).

#### BARANDILLAS

Dispondrán de un listón superior a una altura de 90 cm, de suficiente resistencia para garantizar la retención de personas, además de un listón horizontal intermedio, así como el correspondiente rodapié.

#### REDES

Serán de polietileno. Sus características serán tales que cumplan, con garantía, la función protectora para la que están previstas.

#### LONAS

Serán de buena calidad y de gran resistencia a la propagación de la llama.

#### CABLES DE SUJECIÓN DE CINTURÓN DE SEGURIDAD, ANCLAJES Y SOPORTES

Tendrán suficiente resistencia para soportar los esfuerzos a que pueden verse sometidos de acuerdo con su función protectora.

#### PLATAFORMAS DE TRABAJO

Tendrán un mínimo de 60 cm de ancho. Las situadas a más de 2 m del suelo estarán dotadas de barandillas de 90 cm de altura, listón intermedio y rodapié.

#### ESCALERA DE MANO

Deberá ir provista de zapatas antideslizantes.

#### PLATAFORMAS VOLADAS

Tendrán la suficiente resistencia para la carga que deban soportar y estarán convenientemente ancladas y dotadas de barandilla.

#### INTERRUPTORES DIFERENCIALES Y TOMAS DE TIERRA

La sensibilidad mínima de los interruptores diferenciales será: para alumbrado de 30 mA y para fuerza de 300 mA.

La resistencia de las tomas de tierra no será superior a la que garantice, de acuerdo con la sensibilidad del interruptor diferencial, una tensión máxima de 24 V.

Se medirá su resistencia periódicamente, y al menos una vez en la época más seca del año.

#### EXTINTORES

Serán adecuados en agente extintor y tamaño al tipo de incendio previsible, y se revisarán cada 6 meses como máximo.

#### RIEGOS

Las pistas para vehículos se regarán convenientemente para que no se produzca levantamiento de polvo por el tránsito de los mismos.

#### SEÑALIZACIÓN

Los cruces con carreteras deberán señalizarse con arreglo a la normativa vigente.

## EXPLOSIVOS

En el caso de empleo de explosivos, deberán cumplirse las Normas dictadas en el reglamento de Policía Minera.

Las únicas personas capacitadas para utilizar y manipular este material serán los artilleros, que serían homologados y aprobados por el Organismo competente que corresponda en cada caso.

Todos los accesos a la zona peligrosa deberán ser convenientemente vigilados y señalizados mediante barreras, banderines u otra señal apropiada de aviso y prohibición de paso.

## VEHÍCULOS

Todos los vehículos de obra deberán llevar aparato acústico; asimismo, llevarán un extintor contra incendios que será revisado cada seis meses como máximo.

La pista de trabajo se mantendrá en condiciones de circulación durante todas las fases de obra, dando continuidad a toda ella. La velocidad de circulación será de veinte kilómetros por hora, como máximo.

## PROXIMIDAD A ÁREAS CON RIESGO ELÉCTRICO

En las zonas de influencia de líneas eléctricas de media y alta tensión, el contratista establecerá las medidas de seguridad para protección del personal que fijan los Reglamentos vigentes.

Por otra parte, los elementos y características de seguridad más significativos de los medios de protección colectiva que se prevé utilizar están descritos en los planos y dibujos que se adjuntan en el apartado de Planos del presente Estudio.

## 4. SERVICIO DE PREVENCIÓN

Servicio Técnico de Seguridad e Higiene

La empresa constructora dispondrá de asesoramiento en seguridad e higiene.

Servicio Médico

La empresa constructora dispondrá de un servicio médico de empresa propio o mancomunado.

## 5. VIGILANTE DE SEGURIDAD Y COMITÉ DE SEGURIDAD Y SALUD

Se nombrará el vigilante de seguridad de acuerdo con lo previsto en la ordenanza general de seguridad e higiene en el trabajo.

Se constituirá el comité cuando proceda, según la ordenanza laboral de construcción o, en su caso, lo que disponga el convenio colectivo provincial.

## 6. INSTALACIONES MÉDICAS

Tanto el botiquín de oficina como el de los tajos, en caso de que exista, se revisarán semanalmente y se repondrá inmediatamente el material consumido.

## 7. INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR

En función del personal de oficina, almacenes y taller, se dispondrá de las siguientes instalaciones:

El vestuario dispondrá de taquillas individuales con llave, asientos y calefacción.

Los servicios higiénicos tendrán un lavabo y una ducha de agua fría y caliente por cada diez trabajadores, y un W.C. por cada 25 trabajadores, disponiendo de espejos y calefacción.

Para la limpieza y conservación de estos locales, se dispondrá de un trabajador con la dedicación necesaria.

## 8. PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD

El contratista está obligado a redactar un plan de seguridad e higiene adaptando este estudio a sus medios y métodos de ejecución.

Será también obligación del contratista, el cumplimiento del Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre, en lo referente al libro de incidencias a llevar en la obra.

## 9. REVISIONES TÉCNICAS DE SEGURIDAD

Tal como hemos indicado a lo largo del presente Estudio, se realizarán, con cierta periodicidad, las revisiones necesarias a los equipos, herramientas y medios auxiliares, con el fin de mantenerlos en perfectas condiciones de uso.



## DOCUMENTO Nº 4: PRESUPUESTO

### 1. OBJETO

El objeto de este documento es valorar los gastos asignados según previsiones del desarrollo de este Plan de Seguridad y Salud Laboral.

En relación a este capítulo, se incluyen y valoran:

- Las protecciones personales.
- Las protecciones colectivas no integradas en máquinas e instalaciones (no se incluyen los andamios, plataformas, escaleras, protecciones mecánicas o eléctricas de máquinas y cuadros, etc., por considerarlas elementos integrantes de los medios de producción).
- Las protecciones para las instalaciones eléctricas provisionales.
- La Medicina Preventiva y Primeros Auxilios previstos para los trabajadores.
- Las horas de personal dedicadas a formación, vigilancia y reuniones de seguridad.
- Los costes, incluyendo limpieza y mantenimiento, de las instalaciones de Higiene y bienestar.

### 2. PROTECCIONES PERSONALES

UD.	DENOMINACION	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
Ud.	Casco de seguridad homologado	15	4,51 €	67,65 €
Ud.	Gafa antipolvo y anti-impactos	15	6,76 €	101,40 €
Ud.	Gafa soopletero	3	5,71 €	17,13 €
Ud.	Pantalla de soldador	3	19,57 €	58,71 €
Ud.	Cristal pantalla de soldador	6	1,26 €	7,56 €
Ud.	Pantalla facial	6	7,36 €	44,16 €
Ud.	Mascarilla antipolvo	60	0,57 €	34,20 €
Ud.	Protector auditivo ( tapón)	60	0,33 €	19,80 €
Ud.	Protector auditivo (casco)	15	14,72 €	220,80 €
Ud.	Cinturón de seguridad	15	17,92 €	268,80 €
Ud.	Arnés para trabajos en altura con dispositivo anticaída móvil y línea de vida	6	300,51 €	1.803,06 €
Ud.	Mono o buzo de trabajo	15	27,05 €	405,75 €
Ud.	impermeable	15	21,04 €	315,60 €
Ud.	Guantes dieléctricos	15	30,80 €	462,00 €
Ud.	Guantes de uso general	15	2,70 €	40,50 €
Ud.	Guantes de cuero	9	3,91 €	35,19 €
Ud.	Botas impermeables al agua y a la húmeda	15	21,04 €	315,60 €
Ud.	Botas de seguridad de cuero	15	27,05 €	405,75 €
Ud.	Botas dieléctricas	9	26,14 €	235,26 €
Ud.	Mandil soldador	3	19,83 €	59,49 €
Ud.	Manguitos soldador	3	7,82 €	23,46 €
Ud.	Chaleco reflectante	15	16,53 €	247,95 €
<b>TOTAL PROTECCIONES PERSONALES</b>				<b>5.189,82 €</b>

### 3. PROTECCIONES COLECTIVAS

No se incluyen protecciones propias de andamios, máquinas, etc., por considerarlas parte integrante de los medios de producción.

UD.	DENOMINACION	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
Ud.	Señal normalizada de tráfico con soporte metálico, incluida la colocación	5	27,20 €	136,00 €
Ud.	Cartel indicativo de riesgo con soporte metálico, incluida la colocación	10	5,63 €	56,30 €
Ud.	Cartel indicativo de riesgo sin soporte metálico, incluido la colocación	20	1,53 €	30,60 €
Mts	Cordón de balizamiento reflectante incluidos soportes, colocación y desmontaje	500	0,39 €	195,00 €
Mts	Cinta plástica de balizamiento en colores blanco y rojo	500	0,10 €	50,00 €
Ud.	Valla autónoma metálica de contención peatones	10	9,43 €	94,30 €
Ud.	Jalón de señalización, incluida la colocación	150	1,00 €	150,00 €
Ud.	Señalización y protección de zanjas con chapas en cruces y caminos	5	29,15 €	145,75 €
Hrs	Camión de riego, incluido el conductor	20	28,85 €	577,00 €
Ud.	Mampara antiproyecciones	5	67,63 €	338,15 €
M2	Entibado excavación	10	15,04 €	150,40 €
Hrs	Mano de obra de señalización	90	5,71 €	513,90 €
Hrs	Mano de obra de brigada de seguridad empleada en mantenimiento y reposición de protecciones	40	13,82 €	552,80 €
Ud.	Teléfono móvil disponible en obra, incluida conexión utilización	2	360,00 €	720,00 €
Ud.	Extintor de polvo polivalente de 6 Kg. Incluido el soporte	4	214,00 €	856,00 €
<b>TOTAL PROTECCIONES COLECTIVAS</b>				<b>4.566,20 €</b>

### 4. PROTECCIONES INSTALACIÓN ELÉCTRICA

UD.	DENOMINACION	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
Ud.	Instalación de puesta a tierra compuesta por cable de cobre, electrodo conectado a tierra en masas metálicas, etc.	2	75,13 €	150,26 €
Ud.	Interruptor diferencial de alta sensibilidad (300 mA), incluida instalación	5	87,16 €	435,80 €
Ud.	Interruptor diferencial de alta sensibilidad (30mA), incluida instalación	5	93,16 €	465,80 €
<b>TOTAL PROTECCIONES INSTALACIÓN ELÉCTRICA</b>				<b>1.051,86 €</b>

## 5. MEDICINA PREVENTIVA Y PRIMEROS AUXILIOS

UD.	DENOMINACION	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
Ud.	Botiquín	2	90,00 €	180,00 €
Ud.	Reposición material sanitario durante el transcurso de la obra	2	60,10 €	120,20 €
Ud.	Reconocimiento médico obligatorio	15	60,05 €	900,75 €
<b>TOTAL MEDICINA PREVENTIVA Y PRIMEROS AUXILIOS</b>				1.200,95 €

## 6. VIGILANCIA Y FORMACIÓN

UD.	DENOMINACION	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
Ud.	Reunión mensual del Comité de Seguridad e Higiene en el Trabajo ( solamente en el caso de que el Convenio Colectivo Provincial así lo disponga para este número de trabajadores)	5	90,15 €	450,75 €
Hrs	Formación de Seguridad e Higiene en el trabajo	15	21,04 €	315,60 €
Ud.	Control y asesoramiento de seguridad (visitas técnicas)	5	300,51 €	1.502,55 €
<b>TOTAL VIGILANCIA Y FORMACIÓN</b>				2.268,90 €

No se han valorado las horas de dedicación de los mandos a funciones de vigilancia y asesoramiento de seguridad por considerarlas integradas en sus funciones de producción.

## 7. INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR

UD.	DENOMINACION	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
Ud.	Recipiente para recogida de basuras	5	21,04 €	105,20 €
Meses	Alquiler de barracón para vestuarios	5	325,46 €	1.627,30 €
Meses	Alquiler de barracón para comedor	6	306,52 €	1.839,11 €
Ud.	Taquilla metálica individual con llave	15	33,06 €	495,90 €
Ud.	Banco de madera capacidad 5 personas	3	40,05 €	120,15 €
Ud.	Radiador de infrarrojos	2	69,07 €	138,14 €
Meses	Alquiler de barracón para aseos con un WC	6	353,04 €	2.118,25 €
Ud.	Fosa séptica reglamentaria	1	1.754,96 €	1.754,96 €
Hrs	Mano de obra empleada en limpieza y conservación de instalaciones de personal	40	16,02 €	640,80 €
Ud.	Suministro de agua para aseo y energía eléctrica para vestuarios y aseos totalmente terminados	1	600,00 €	600,00 €
<b>TOTAL INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR</b>				9.439,81 €

## 8. RESUMEN DEL PRESUPUESTO

CONCEPTO	TOTAL
PROTECCIONES PERSONALES	5.189,82 €
PROTECCIONES COLECTIVAS	4.566,20 €
PROTECCIONES INSTALACIÓN ELECTRICA	1.051,86 €
MEDICINA PREVENTIVA Y PRIMEROS AUXILIOS	1.200,95 €
VIGILANCIA Y FORMACIÓN	2.268,90 €
INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR	9.439,81 €
<b>PRESUPUESTO TOTAL DE SEGURIDAD Y SALUD LABORAL</b>	<b>23.717,54 €</b>

Asciende el presente presupuesto de Seguridad y Salud para el *Proyecto Técnico Administrativo de Subestación 220 kV "La Serna Promotores" y LSAT de entronque con LAAT SET Alcarama – SET LA SERNA* a la cantidad de VEINTITRES MIL SETECIENTOS DIECISIETE EUROS CON CINCUENTA Y CUATRO CENTIMOS DE EURO.

Mayo de 2021



D. José Luis Ovelleiro Medina.  
 Ingeniero Industrial.  
 Colegiado nº. 1.937 del C.O.I.I.A.R.  
 Al Servicio de la Empresa:  
 Ingeniería y Proyectos Innovadores  
 B-50996719



Molinos de La Rioja, S.A.U.

Carretera de Laguardia, 91-95 - "Edificio Iberdrola".

Tel. +34 941 240282 – Fax +34 941 245650

26009 Logroño (La Rioja)

# PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO

## SUBESTACION 220 KV “LA SERNA PROMOTORES” Y LSAT DE ENTRONQUE CON LAAT SET ALCARAMA – SET LA SERNA.

### SEPARATA PARA AYUNTAMIENTO DE TUDELA

COMUNIDAD AFECTADA

COMUNIDAD FORAL DE NAVARRA

T. M. TUDELA

MAYO 2021

REVISIÓN C



Ingeniería y Proyectos Innovadores S.L.

CIF: B-50996719

Rosa Chacel 8, Local.

50018 - Zaragoza (ESPAÑA)



# DOCUMENTO 01. MEMORIA



## ÍNDICE

1	OBJETO DEL PROYECTO Y ALCANCE .....	2
2	PROMOTOR.....	2
3	NORMATIVA DE APLICACIÓN.....	3
4	SUBESTACIÓN SET LA SERNA PROMOTORES 220 KV .....	5
4.1	CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DE LA INSTALACIÓN .....	6
4.1.1	MAGNITUDES ELÉCTRICAS.....	6
4.1.2	DISTANCIAS.....	6
4.1.3	EMBARRADOS.....	7
4.1.4	CONFIGURACIÓN Y NÚMERO DE POSICIONES.....	8
4.2	CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN.....	10
5	LÍNEA SUBTERRÁNEA DE ALTA TENSIÓN (L.S.A.T.) 220 KV .....	10
5.1	RECORRIDO PREVISTO .....	10
5.2	AFECCIONES POR EL PASO DE LA LÍNEA.....	10
5.3	CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN.....	11
5.4	CANALIZACIÓN SUBTERRÁNEA .....	11
5.5	PLAZO DE EJECUCIÓN.....	12
6	RELACIÓN DE PARCELAS AFECTADAS.....	13
7	RESUMEN PRESUPUESTO.....	13
8	CONCLUSIÓN.....	14

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02277-21 y VISADO electrónico VD01663-21A de 24/05/2021. CSV = FVQEBHKUJCK7VYA1 verificable en <https://coliar.e-gestion.es>

## 1 OBJETO DEL PROYECTO Y ALCANCE

El objeto de la presente separata es informar al Ayuntamiento de Tudela de la construcción de las instalaciones la Subestación SET La Serna Promotores 220 kV y por otro la línea subterránea 220 kV de entronque para la conexión con la actual línea aérea Alcarama- La Serna 220 kV (REE), que conecta la subestación SET La Serna Promotores 220 kV con el parque en 220 kV de la subestación SET LA SERNA 220 kV (REE), en el término municipal de Tudela, provincia de Navarra.

EstaS instalaciones eléctricas comunes son las siguientes:

**1.- Subestación Eléctrica La Serna Promotores 220 kV:** Se trata de una nueva subestación seccionadora, situada en el término municipal de Tudela, que albergará cuatro posiciones de línea, necesarias para la conexión al nivel de 220 kV de los parques eólicos indicados y toda la aparamenta necesaria.

**2.- Línea Eléctrica Subterránea de conexión 220 kV:** Consiste de una derivación en subterránea en el nivel de 220 kV, que permitirá la conexión de la mencionada futura subestación La Serna Promotores 220 kV con la actual línea aérea existente de Alcarama-La Serna 220 kV, permitiendo de esta manera la conexión con la actual subestación La Serna 220 kV propiedad de REE.

El municipio afectado por la implantación de estas infraestructuras es Tudela (Comunidad Foral de Navarra).

## 2 PROMOTOR

Los datos del promotor son:

**MOLINOS DE LA RIOJA, S.A.U.**

- CIF A26307736
- Dirección: Ctra. de Laguardia, 91-93 · CP 26009 · Logroño · La Rioja

### 3 NORMATIVA DE APLICACIÓN

En la confección del presente proyecto, así como en la futura construcción de las instalaciones, se han tenido presente toda normativa nacional y autonómica vigente que regula esta actividad y otras que puedan afectar a la misma. La normativa es la siguiente:

#### SEGURIDAD Y SALUD

- Real Decreto 604/2006, de 19 de mayo, por el que se modifican el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, y el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.
- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo (O.M. Mº Trabajo de 09-03-1971) en sus partes no derogadas.

#### OBRA CIVIL

- Instrucción de hormigón estructural, R.D. 1247/2008, de 18 de Julio (EHE-08).
- O.C. 15/03 Sobre señalización de los tramos afectados por la puesta en servicio de las obras.-Remates de obras.
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- Normativa DB SE-AE Acciones en la edificación.
- Normativa DB SE-A Acero.
- Normativa DB SE Seguridad Estructural.
- Orden de 16 de Diciembre de 1997 por la que se regulan los accesos a las carreteras del Estado, las vías de servicio y la construcción de instalaciones de servicios.
- Recomendaciones para el proyecto de intersecciones, MOP, 1967
- Orden FOM/273/2016, de 19 de febrero, por la que se aprueba la Norma 3.1-IC de Trazado, de la Instrucción de Carreteras.
- Orden FOM/3460/2003, de 28 de noviembre, por la que se aprueba la Norma 6.1-IC de Secciones de firme, de la Instrucción de Carreteras.
- Orden FOM298/2016, de 15 de febrero, por la que se aprueba la Norma 5.2-IC de Drenaje superficial, de la Instrucción de Carreteras.
- Orden FOM/534/2014, de 20 de marzo, por la que se aprueba la Norma 8.1-IC de Señalización Vertical, de la Instrucción de Carreteras.
- Orden, de 16 de julio de 1987, por la que se aprueba la Norma 8.2-IC de Marcas Viales, de la Instrucción de Carreteras.
- Orden Ministerial de 31 de agosto de 1987, por la que se aprueba la Instrucción 8.3-IC sobre Señalización, Balizamiento, Defensa, Limpieza y Terminación de Obras Fijas en Vías fuera de poblado.
- Manual de Ejemplos de Señalización de Obras Fijas de la DGC del Ministerio de Fomento.

- Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para obras de carretera y puentes de la Dirección General de Carreteras (PG-3). Aprobada por Orden Ministerial de 6 de febrero de 1976.

#### INSTALACIONES ELÉCTRICAS

- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico
- Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23.
- Reglamento Electrotécnico de baja tensión aprobado por Real Decreto 842/2002 de 2 de Agosto, publicado en BOE Nº 224 de 18 de septiembre de 2003.
- Instrucciones Complementarias del Reglamento Electrotécnico para baja tensión.
- Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.
- Orden TEC/1281/2019, de 19 de diciembre, por la que se aprueba las Instrucciones Técnicas Complementarias al Reglamento Unificado de Puntos de Medida del Sistema Eléctrico.
- Real Decreto 223/2008 de 15 de febrero por el que se aprueba el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias.
- Reglamento (UE) 2016/631 de la comisión de 14 de abril de 2016, que establece un código de red sobre requisitos de conexión de generadores a la red, con el fin de garantizar la controlabilidad y seguridad del sistema eléctrico en su conjunto.
- Para la conexión a Red Eléctrica de España se cumplirán con los procedimientos para el acceso y la conexión a la red de transporte de instalaciones de generación, consumo o distribución que se establecen con carácter general en la Ley del Sector Eléctrico –LSE (Ley 24/2013, de 26 de diciembre), el Real Decreto 1955/2000 para el sistema eléctrico peninsular español (SEPE), el Real Decreto 1047/2013, y con carácter particular, para las instalaciones de generación mediante fuentes renovables, cogeneración y residuos en el Real Decreto 413/2014. Además se cumplirá con los aspectos técnicos y de detalle, incluyendo la etapa de puesta en servicio, que se desarrollan en los procedimientos de operación, en especial el P.O. 12.1 y P.O. 12.2. sobre requisitos mínimos de diseño, equipamiento, funcionamiento y seguridad y puesta en servicio. En el desarrollo del proyecto se tendrán en cuenta dichos procedimientos así como las prescripciones técnicas de Red Eléctricas de España.



## 4 SUBESTACIÓN SET LA SERNA PROMOTORES 220 KV

Tal y como se ha indicado inicialmente, para la evacuación de la energía generada en los parques eólicos referenciados anteriormente en la Tabla 1, se propone la construcción de una nueva subestación seccionadora denominada “*Subestación La Serna Promotores*”, desde donde se evacuará, mediante un entronque subterráneo que se va a ejecutar en el nivel de 220 kV.

La instalación objeto del presente apartado estará emplazada en el término municipal de Tudela, provincia de Navarra y consiste en el siguiente elemento:

- Subestación Seccionadora en 220 kV para la evacuación de varias centrales de generación eólica, contará con unas dimensiones aproximadas de 50,50 metros de ancho x 71,30 metros de longitud.

Las coordenadas UTM de las cuatro esquinas de la Subestación son:

SET LA SERNA PROMOTORES T.M. TUDELA (NAVARRA)		
COORDENADAS U.T.M. (HUSO 30 - ETRS89)		
Nº VERTICE	COORDENADA X	COORDENADA Y
1	609.010,83	4.661.392,72
2	609.042,74	4.661.431,86
3	609.098,00	4.661.386,81
4	609.066,09	4.661.347,67

*Figura 2. Coordenadas UTM Nueva Subestación La Serna Promotores*

La Subestación estará constituida en un nivel de tensión del parque a 220 kV; dicho nivel de tensión se materializará en un parque exterior o intemperie a 220 kV en una configuración de simple barra.

La función y composición de este parque, consiste esquemáticamente en:

### Parque de intemperie a 220 kV:

Tiene como función la conexión al nivel de 220 kV de toda la energía eléctrica generada por los parques eólicos a través de la llegada tres líneas de 220 kV procedentes de otras subestaciones elevadoras como son la Subestación Sangorrín, Subestación PE Los Chopos y la actual Subestación existente de Alcarama, para conectar con la nueva subestación La Serna Promotores.

Por lo tanto, el parque intemperie de 220 kV en la nueva subestación La Serna Promotores, en configuración de simple barra, estará compuesto por las siguientes posiciones:

- (4) Cuatro posiciones de Línea 220 kV :
  - Posición de línea LSAT SET LA SERNA 220 kV.
  - Posición de línea LSAT SET ALCARAMA.

(Para evacuación de los parques eólicos: Igea-Cornago Sur, Alcarama I y Alcarama II).

- Posición de línea LSAT SET SANGORRÍN.  
(Para evacuación de los parques eólicos: Sangorrín y Miramon).
- Posición de línea LSAT SET PE LOS CHOPOS.  
(Para evacuación de los parques eólicos: Los Chopos y Vientos del Cierzo).

La descripción detallada de las instalaciones eléctricas, se contempla en los apartados siguientes.

#### 4.1 CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DE LA INSTALACIÓN

Tal y como se ha indicado anteriormente la subestación eléctrica, estará compuesta por un Parque Intemperie a 220 kV. Se atenderán los siguientes datos los cuales corresponden a este nivel de tensión.

##### 4.1.1 MAGNITUDES ELÉCTRICAS

Como criterios básicos de diseño se adoptarán las siguientes magnitudes eléctricas:

###### Parque 220 kV

Tensión nominal .....	220 kV
Tensión más elevada para el material (Ve).....	245 kV
Neutro .....	Rígido a tierra
Intensidad de cortocircuito trifásico .....	40 kA
Tiempo de extinción de la falta .....	0,5 seg
Nivel de aislamiento:	
a) Tensión soportada a impulso tipo maniobra .....	460 kV
b) Tensión soportada a impulso tipo rayo.....	1.050 kV
Línea de fuga mínima para aisladores .....	7.595 mm (31 mm/kV)

##### 4.1.2 DISTANCIAS

Las distancias a adoptar serán como mínimo las que a continuación se indican, basándose para ello en las magnitudes eléctricas adoptadas y en la normativa aplicable.

###### Conductores tendidos:

Las distancias a adoptar serán como mínimo las que a continuación se indican, basándose para ello en las magnitudes eléctricas adoptadas y en la normativa aplicable.

Parque 220 kV

Conductor - estructura .....	2.100 mm
Conductor - conductor .....	2.100 mm

Para la determinación de este tipo de distancias, se han tenido en cuenta los siguientes criterios básicos de implantación:

- a) Las distancias serán tales que permitirán el paso del personal y herramientas por todos los puntos del parque de intemperie bajo los elementos en tensión sin riesgo alguno.
- b) Deberán permitir el paso de vehículos de transporte y de elevación necesarios para el mantenimiento o manipulación de elementos de calles en descargo, bajo el criterio de gálibos estipulados.

No se han tenido en cuenta, por lógica, las exigencias que se deriven de la realización de trabajos de conservación bajo tensión. En estos casos será necesario aumentar las distancias entre fases con respecto a la disposición física preestablecida, con lo que el resto de los condicionantes se cumplirá con un margen mayor.

Al considerar todo lo anterior, y de acuerdo con lo que se indica, se establecerán las siguientes distancias:

Parque 220 kV

Entre ejes de aparellaje .....	4.000 mm
Anchura de calle .....	13.500 mm
Altura de embarrados de interconexión entre aparatos .....	6.000 mm
Altura de barras principales .....	10.500 mm

Comunes

Anchura de vial de acceso .....	5.000 mm
Anchura de viales de servicio .....	3.000 mm

Como se puede observar, las distancias mínimas son muy superiores a la preceptuada en la normativa.

Con respecto a la altura de las partes en tensión sobre viales y zonas de servicio accesibles al personal, la normativa, prescribe una altura mínima de 2.300 mm a zócalo de aparatos, lo que se garantizará con las estructuras soporte del aparellaje.

4.1.3 EMBARRADOS

**Disposición y tipo de embarrado**

Los conductores desnudos en el parque de intemperie estarán dispuestos en dos niveles:

Parque 220 kV

- Embarrados bajos, conexiones entre aparatos a 6 m de altura. Se realizarán con cable dúplex de aluminio-acero/con.

## Embarrados en cable

Tal y como se ha indicado anteriormente, en el parque de 220 kV, la interconexión del aparellaje y los tendidos altos estarán formados por cables de aluminio con alma de acero, los cuales tendrán la siguiente configuración y características:

### Parque 220 kV

Formación .....	Dúplex
Tipo .....	RAIL
Sección total del conductor .....	517,3 mm <sup>2</sup>
Diámetro exterior .....	29,61 mm
Intensidad admisible permanente a 35° C de temperatura ambiente y 75° C en conductor .....	2.064 A (en configuración dúplex)

## Embarrados en tubo

### Parque 220 kV

Las características de los tubos destinados a las barras principales serán las siguientes:

Aleación .....	AlMgSiO, 5 F22
Diámetros exterior/interior.....	150/134 mm
Sección total del conductor .....	3.567 mm <sup>2</sup>
Intensidad admisible permanente a 80° C .....	3.890 A

Los tubos no podrán ser soldados en ningún punto o tramo, por lo que se ha previsto que su suministro se realice en tiradas continuas y en tramos conformados, cortados y curvados en fábrica, debiéndose proceder a pie de obra tan sólo a su limpieza y montaje posterior.

#### 4.1.4 CONFIGURACIÓN Y NÚMERO DE POSICIONES

### Parque de intemperie de 220 kV:

Tal y como se ha indicado anteriormente, éste parque de 220 kV, tiene como función la conexión de la energía eléctrica generada por las plantas renovables a este nivel de tensión para poder evacuar mediante una nueva conexión subterránea en 220 kV a la red de transporte conectando con la subestación eléctrica de La Serna 220 kV (propiedad de Red Eléctrica de España).

El parque intemperie de 220 kV en la nueva subestación La Serna Promotores, en configuración de simple barra, estará compuesto por las siguientes posiciones:

- (4) Cuatro posiciones de Línea 220 kV :
  - Posición de línea SET La Serna 220 kV (REE).
  - Posición de línea SET Alcarama.
  - Posición de línea SET Sangorrín.
  - Posición de línea SET PE Los Chopos.

La aparamenta a instalar en dicho parque 220 kV será la siguiente:

Posición	Aparamenta	Identificación Elemento	Cantidad
Posición de línea SET La Serna 220 kV (Pos. 11)	Terminales exteriores cable	--	3
	Pararrayos autoválvulas	PY-11	3
	Interruptor automático unipolar	52-11	3
	Transformadores de Intensidad	TI-11	3
	Seccionador tripolar de barras	89B-11	1
	Transformador de tensión inductivo	TT-11	3
	Seccionador tripolar de línea con p.a.t.	89-11 (57-11)	1
Posición de línea SET Alcarama (Pos. 12)	Terminales exteriores cable	--	3
	Pararrayos autoválvulas	PY-12	3
	Interruptor automático unipolar	52-12	3
	Transformadores de Intensidad	TI-12	3
	Seccionador tripolar de barras	89B-12	1
	Transformador de tensión inductivo	TT-12	3
	Seccionador tripolar de línea con p.a.t.	89-12 (57-12)	1
Posición de línea SET SANGORRÍN (Pos. 13)	Terminales exteriores cable	--	3
	Pararrayos autoválvulas	PY-13	3
	Interruptor automático unipolar	52-13	3
	Transformadores de Intensidad	TI-13	3
	Seccionador tripolar de barras	89B-13	1
	Transformador de tensión inductivo	TT-13	3
	Seccionador tripolar de línea con p.a.t.	89-13 (57-13)	1
Posición de línea SET PE LOS CHOPOS (Pos. 14)	Terminales exteriores cable	--	3
	Pararrayos autoválvulas	PY-14	3
	Interruptor automático unipolar	52-14	3
	Transformadores de Intensidad	TI-14	3
	Seccionador tripolar de barras	89B-14	1
	Transformador de tensión inductivo	TT-14	3
	Seccionador tripolar de línea con p.a.t.	89-14 (57-14)	1
Posición de Barras (simple barra)	Transformadores de tensión inductivo	TTB	3

- o Control y protecciones:

En los esquemas unifilares de protección y medida de 220 kV, se refleja además el equipamiento preciso en cuanto a mando, protecciones, control y aparatos de medida, necesario para una explotación fiable de la instalación.

Los correspondientes cuadros de control, medida, servicios auxiliares, telemando y comunicaciones se instalarán en recintos específicos "Sala de Control" y "Servicios auxiliares" del Edificio de Control.



## 4.2 CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN

Para la totalidad de la Subestación La Serna Promotores, se prevé una zona rectangular de aproximadamente unas dimensiones: 71,30 m de largo por 50,50 m de ancho. Este espacio estará limitado y protegido con un cierre de malla de 2,40 m de altura mínima, para evitar contactos accidentales desde el exterior y el acceso a la instalación de personas extrañas a la explotación.

En el interior del recinto indicado se implantará un Edificio de Control, para el conjunto de promotores de dimensiones exteriores 12,20 m de largo por 10,25 m de ancho.

En la zona intemperie se han previsto pasillos y zonas de protección de embarrados, aparatos y cerramiento exterior, que cumplimentan la ITC-RAT 15, apartado 3. Por este motivo se colocará el aparellaje sobre soportes metálicos galvanizados de altura conveniente.

En el cerramiento se ha previsto una puerta peatonal y otra de 5 m con vial interior, para que un camión - grúa realice con facilidad la carga y descarga de la apartamenta exterior y demás elementos.

## 5 LÍNEA SUBTERRÁNEA DE ALTA TENSIÓN (L.S.A.T.) 220 kV

Con la finalidad de poder evacuar toda la energía generada por las centrales de generación eléctrica de tecnología renovable en la subestación existente denominada La Serna 220 kV propiedad de REE, se proyecta la instalación de un entronque subterráneo ( con línea de entrada y de salida) de evacuación en 220 kV con la línea aérea existente SET Alcarama- SET La Serna 220 kV. Dicha instalación tiene como finalidad la conexión de la nueva subestación La Serna Promotores con el nivel de 220 kV de la citada subestación La Serna 220 kV y con la Subestación Alcarama.

Esta línea subterránea de 220 kV se describe en los siguientes apartados.

### 5.1 RECORRIDO PREVISTO

El recorrido previsto para este entronque subterráneo tiene el inicio en el parque exterior de 220 kV de la nueva subestación La Serna Promotores, en las dos posiciones de línea Alcarama y La Serna 220 kV y finaliza en los dos nuevos apoyos a instalar en la línea aérea existente que realizaran la conversión aéreo – subterráneo. Estos apoyos no forman parte del alcance de este proyecto, siendo definidos y considerados en el proyecto de modificación de la línea aérea Alcarama-La Serna 220 kV que también está siendo realizado.

Así pues el recorrido puede observarse en los planos adjuntos al presente proyecto.

Esta línea subterránea a ejecutar, discurrirá por el término municipal de Tudela (Navarra).

### 5.2 AFECCIONES POR EL PASO DE LA LÍNEA

El trazado de la conexión subterránea 220 kV, se verá afectado por servicios pertenecientes a organismos o entidades, distintos de los promotores del proyecto.

Es por ello que se adjuntan las siguientes tablas en la cual figuran los organismos afectados, a los cuales se les deberá informar de la afección particular con la correspondiente separata particular.

LSAT 220 kV DE ENTRENQUE CON LAAT SET ALCARAMA-SET LA SERNA (REE)
Afección/Organismo
Ayuntamiento de Tudela
Renovables de La Ribera (Línea Eléctrica de Alta Tensión)
REE (Línea Eléctrica de Alta Tensión)

Además forma parte de este proyecto la presentación de la Relación de Bienes y Derechos de Afectados particulares del recorrido de la canalización subterránea correspondiente a esta línea de evacuación.

### 5.3 CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN

Las características generales de la conexión serán las siguientes:

Tensión Nominal (Vn)	Tensión más elevada	Características mínimas del cable y accesorios	
220 kV	245 kV	U <sub>0</sub> /U (kV)	U <sub>p</sub> (kV)
		127/220	1050

- U<sub>0</sub>: Tensión asignada eficaz a frecuencia industrial entre cada conductor y la pantalla del cable, para la que se han diseñado el cable y sus accesorios.
- U: Tensión asignada eficaz a frecuencia industrial entre dos conductores cualesquiera para la que se han diseñado el cable y sus accesorios.
- U<sub>p</sub>: Valor de cresta de la tensión soportada a impulsos de tipo rayo aplicada entre cada conductor y la pantalla o la cubierta para el que se ha diseñado el cable o los accesorios.

### 5.4 CANALIZACIÓN SUBTERRÁNEA

El recorrido de este entronque se realizará mediante una zanja de aproximadamente 718 m de longitud, con una anchura mínima de 2,00 m, y 1,5 m de profundidad. En dicha zanja, se instalarán dos líneas (entrada-salida) de 220 kV en el interior de tubos corrugados de doble pared de 250 mm de diámetro exterior en disposición plana, red de tierras y comunicaciones.

Los cambios de dirección del trazado del tramo subterráneo se intentarán realizar con radios de curvatura no inferiores a 10 m (50 veces el diámetro exterior del tubo) con motivo de facilitar la operación de tendido.

Se deberá tener especial cuidado en la colocación de los tubos evitando rebabas y hendiduras producidas por el transporte de los mismos, realizando una inspección visual antes de montar cada tubo, desechando los tubos que presenten fisuras, aplastamiento o cualquier tipo de defecto.

Las uniones de los tubos deberán tener un sellado eficaz con objeto de evitar que a través de las mismas puedan penetrar materiales sólidos o líquidos procedentes de los trabajos a realizar durante la obra civil o posteriormente que pudieran dificultar el desarrollo normal de las operaciones de tendido de los cables (agua, barro, hormigón, etc.).

Durante el trabajo de colocación de los tubos se deberá instalar en su interior una cuerda guía para facilitar su posterior mandrilado. Estas guías deberán ser de nylon de diámetro no inferior a

10 mm.

Una vez colocados los tubos de los cables de potencia, inmovilizados y perfectamente alineados y unidos se procederá al hormigonado de los mismos, sin pisar la canalización, vertiendo y vibrando el hormigón de calidad HM-20/B/20 al menos en dos tongadas. Una primera para fijar los tubos y otra para cubrir completamente los tubos de potencia hasta alcanzar la cota del inicio del soporte de los tubos de telecomunicaciones.

Tras la colocación los tubos de telecomunicaciones, inmovilizados y perfectamente alineados y unidos se procederán al hormigonado de los mismos, sin pisar la canalización, vertiendo y vibrando el hormigón de calidad HM-20/B/20 hasta alcanzar la cota de hormigón especificada según el plano de la zanja.

Finalmente, tanto los tubos de los cables de potencia como los tubos de telecomunicaciones, quedarán totalmente rodeados por el hormigón constituyendo un prisma de hormigón que tiene como función la inmovilización de los tubos y soportar los esfuerzos de dilatación-contracción térmica o los esfuerzos de cortocircuito que se producen en los cables.

Cuando se finalice el hormigonado de la canalización se rellenará la zanja, en capas compactadas no superiores a 250 mm de espesor, con tierra procedente de la excavación, arena, o todo-uno normal al 95% P.M. (Proctor Modificado). Dentro de esta capa de relleno, a una distancia de 150 mm del firme existente, se instalarán las cintas de polietileno de 150 mm de ancho, indicativas de la presencia de cables eléctricos de alta tensión.

Para concluir, se rellenará la zanja con material seleccionado de excavación con tongadas de 20 cm. En toda la extensión de la zanja se colocará una malla de señalización, marcándose todo su recorrido mediante los hitos de hormigón.

## 5.5 PLAZO DE EJECUCIÓN

Para la ejecución de los trabajos necesarios de las instalaciones indicadas correspondientes a la línea eléctrica subterránea de conexión de la subestación La Serna Promotores se ha previsto un plazo de ejecución de 3 meses, con las siguientes actividades principales:

- Trabajos previos consistentes en labores de replanteo y estudio de los posibles servicios e instalaciones afectadas a lo largo del recorrido, inicio de los trabajos, etc.
- Obra civil, realización de la canalización subterránea: Ejecución de los trabajos para la construcción de la zanja a lo largo del recorrido (excavación, extendido de capa de arena...)
- Tendido del cable de potencia
- Realización de los empalmes necesarios.
- Realización de terminales y conexión en ambos extremos.
- Pruebas eléctricas del cable, comprobando la correcta instalación desde el punto de vista de conductividad, aislamiento correcto y puesta a tierra efectiva.
- Puesta en marcha de la conexión en 220 kV.

## 6 RELACIÓN DE PARCELAS AFECTADAS

ENTRONQUE SUBTERRÁNEO - SUBESTACIÓN LA SERNA PROMOTORES									
DATOS PARCELA						SET	ACCESO SET	ZANJA LINEA SUBTERRANEA	
ID. AFECCIÓN	REF. CATASTRAL	POLÍGONO	PARCELA	SUP. PARCELA (m <sup>2</sup> )	TÉRMINO MUNICIPAL	SUP. AFECTADA (m <sup>2</sup> )	SUP. AFECTADA (m <sup>2</sup> )	ZANJA LINEA SUBTERRANEA (m <sup>2</sup> )	SERNIDUMBRE ZANJA (m <sup>2</sup> )
1	232390146	39	146	103938,13	TUDELA			3,49	17,85
2	232390147	39	147	17381,28	TUDELA			358,97	297,18
3	232390148	39	148	12719,35	TUDELA		298,97	2,23	474,91
4	232390149	39	149	9194,01	TUDELA		92,23		
5	232390150	39	150	63089,76	TUDELA	3600,67	79,3	475,86	582,82
6	232410201	41	201	106250,27	TUDELA			700,99	799,22
7	232420231	42	231	111999,15	TUDELA			204,23	662,99
8	232420234	42	234	6563,93	TUDELA				26,38
9	232420239	42	239	142661,67	TUDELA			510,78	665,99
10	CAMINO				TUDELA		28,97	651,66	1071,42
<b>TOTALES</b>						<b>3.600,67</b>	<b>499,47</b>	<b>2.908,21</b>	<b>4.598,76</b>

## 7 RESUMEN PRESUPUESTO

01 SUBESTACIÓN LA SERNA PROMOTORES 220 KV .....	1.386.070,39€
02 ENTRONQUE SUBTERRÁNEO DE 220 KV .....	488.428,31€
03 SEGURIDAD Y SALUD .....	23.717,54 €

<b>TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL</b>	<b>1.898.216,24 €</b>
<b>GASTOS GENERALES (13%)</b>	<b>246.768,11 €</b>
<b>BENEFICIO INDUSTRIAL (6%)</b>	<b>113.892,97 €</b>

<b>PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA</b>	<b>2.258.877,32 €</b>
21,00% I.V.A .....	474.364,24 €

<b>TOTAL PRESUPUESTO GENERAL</b>	<b>2.733.241,56 €</b>
----------------------------------	-----------------------

Asciende el presupuesto general a la expresada cantidad de DOS MILLONES SETECIENTOS TREINTA Y TRES MIL DOSCUENTOS CUARENTA Y UNO EUROS con CINCUENTA Y SEIS CÉNTIMOS.



**PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO**  
SUBESTACION 220 KV "LA SERNA PROMOTORES" Y LSA  
DE ENTRONQUE CON LAAT SET ALCARAMA – SET LA  
SERNA.  
T.M.: TUDELA (COMUNIDAD FORAL DE NAVARRA)



## 8 CONCLUSIÓN

Con la presente separata, se considera suficientemente descrita las instalaciones a realizar, sin perjuicio de cualquier otra ampliación o aclaración que las autoridades competentes consideren oportunas.

Mayo 2021

José Luis Ovelleiro Medina.  
Ingeniero Industrial.  
Colegiado nº. 1.937

Al Servicio de la Empresa:  
Ingenieria y Proyectos Innovadores  
B-50996719



## DOCUMENTO 03. PLANOS



**PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO**  
SUBESTACION 220 KV "LA SERNA PROMOTORES" Y LSAT DE  
ENTRONQUE CON LAAT SET ALCARAMA – SET LA SERNA  
T.M.: TUDELA (COMUNIDAD FORAL DE NAVARRA)



## ÍNDICE

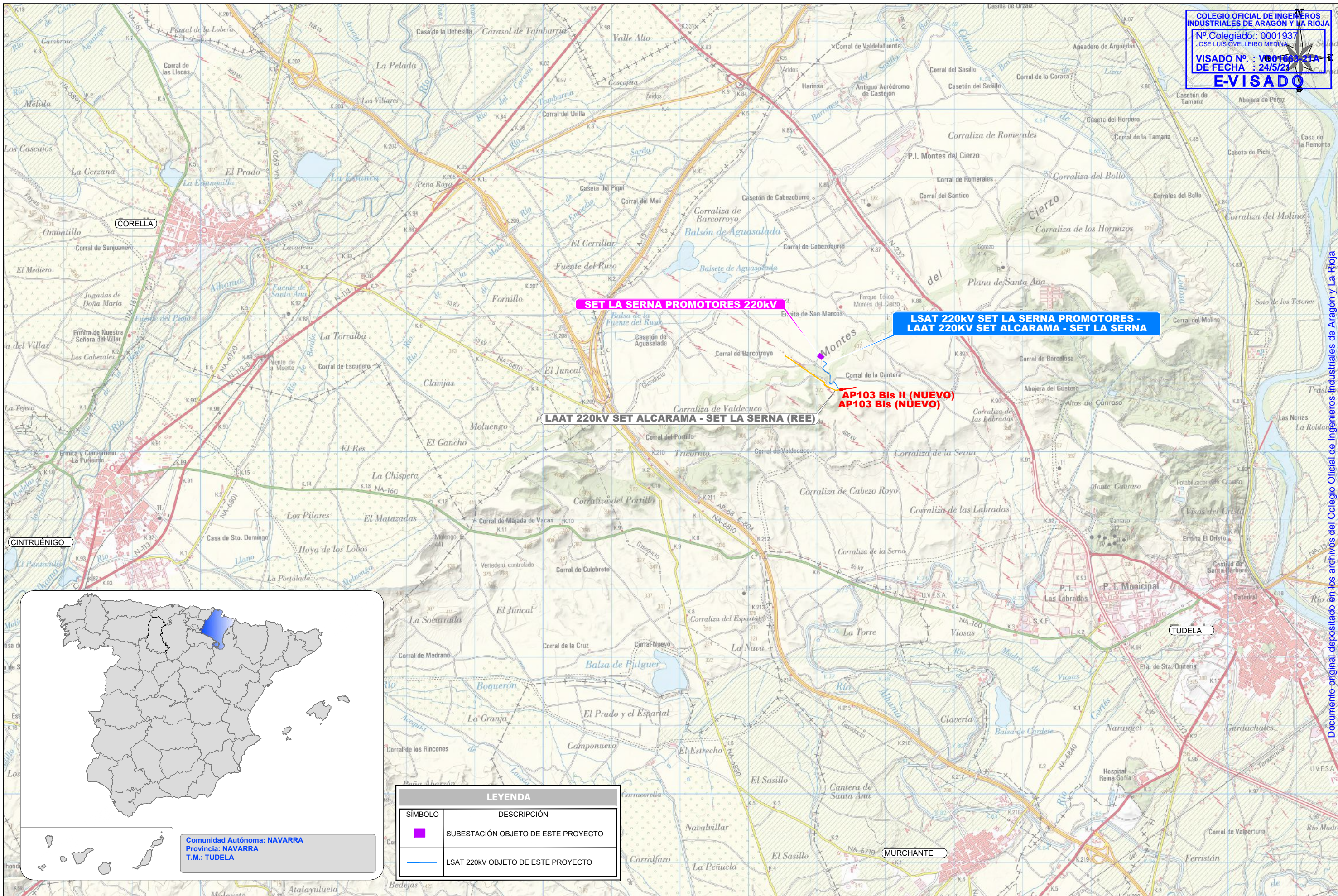
3421100-330501-010 SITUACIÓN

3421100-330501-050 CATASTRO

3421100-330501-432 IMPLANTACIÓN ORTOFOTO

3421100-330501-433\_DETALLES LSAT





Comunidad Autónoma: NAVARRA  
 Provincia: NAVARRA  
 T.M.: TUDELA

LEYENDA	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	SUBESTACIÓN OBJETO DE ESTE PROYECTO
	LSAT 220KV OBJETO DE ESTE PROYECTO

A	MAYO-2021	G.F.P.	J.R.A.	J.L.O.	PRIMERA EMISIÓN
REVISIÓN	FECHA	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO	DESCRIPCIÓN

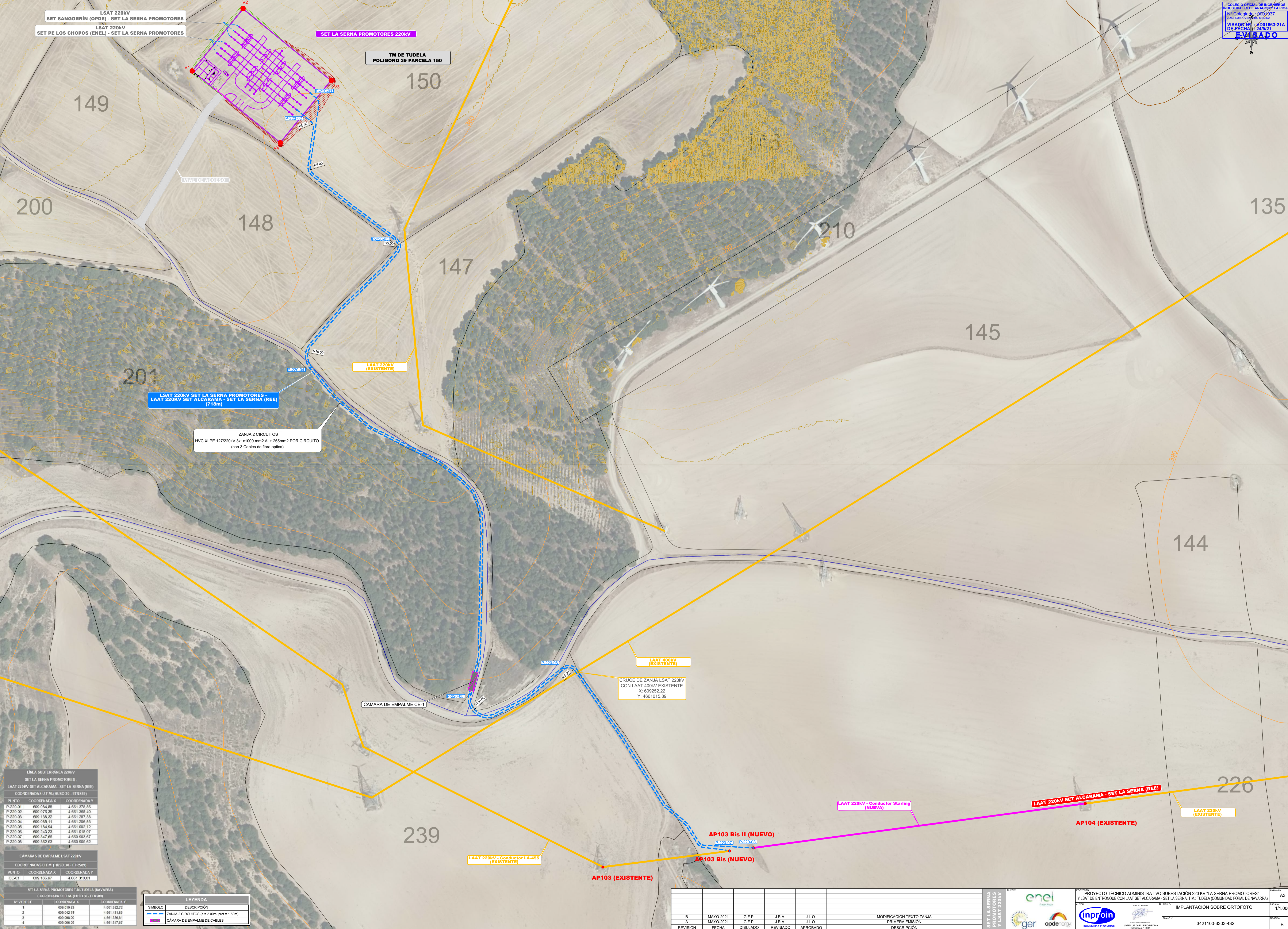
CLIENTE  	PROYECTO PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SUBESTACIÓN 220 KV "LA SERNA PROMOTORES" Y LSAT DE ENTRONQUE CON LAAT SET ALCARAMA - SET LA SERNA. T.M.: TUDELA (COMUNIDAD FORAL DE NAVARRA)	FORMATO A3
	AUTOR  INGENIERIA Y PROYECTOS FIRMA DEL INGENIERO JOSE LUIS OVELLEIRO MEDINA Colegiado n.º 1.937	TÍTULO SEPARATA PARA EL AYTO. DE TUDELA SITUACIÓN
	PLANO Nº 3421100-330501-010	REVISIÓN A

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02277-21 y VISADO electrónico V001663-21A de 24/05/2021. CSV = FYQEBKHUJCK7VAI verificable en https://coliar.e-gestion.es









LSAT 220kV  
 SET SANGORRIN (OPDE) - SET LA SERNA PROMOTORES  
 LSAT 220kV  
 SET PE LOS CHOPOS (ENEL) - SET LA SERNA PROMOTORES

SET LA SERNA PROMOTORES 220kV

TM DE TUDELA  
 POLIGONO 39 PARCELA 150

LSAT 220kV SET LA SERNA PROMOTORES -  
 LAAT 220kV SET ALCARAMA - SET LA SERNA (REE)  
 (718m)

ZANJA 2 CIRCUITOS  
 HVC XLPE 127/220kV 3x1x1000 mm<sup>2</sup> Al + 266mm<sup>2</sup> POR CIRCUITO  
 (con 3 Cables de fibra optica)

LAAT 220kV  
 (EXISTENTE)

LAAT 400kV  
 (EXISTENTE)

CRUCE DE ZANJA LSAT 220kV  
 CON LAAT 400kV EXISTENTE  
 X: 609252,22  
 Y: 4661015,89

CAMARA DE EMPALME CE-1

LAAT 220kV - Conductor Staring  
 (NUEVA)

LAAT 220kV SET ALCARAMA - SET LA SERNA (REE)

AP104 (EXISTENTE)

LAAT 220kV  
 (EXISTENTE)

AP103 Bis II (NUEVO)

AP103 Bis (NUEVO)

AP103 (EXISTENTE)

LAAT 220kV - Conductor LA-455  
 (EXISTENTE)

LÍNEA SUBTERRÁNEA 220kV  
 SET LA SERNA PROMOTORES -  
 LAAT 220kV SET ALCARAMA - SET LA SERNA (REE)

COORDENADAS U.T.M. (HUSO 30 - ETRS89)

PUNTO	COORDENADA X	COORDENADA Y
P-220-01	609 054,86	4 661 378,86
P-220-02	609 076,36	4 661 368,40
P-220-03	609 136,32	4 661 287,58
P-220-04	609 085,11	4 661 206,83
P-220-05	609 184,94	4 661 002,12
P-220-06	609 243,23	4 661 018,07
P-220-07	609 347,66	4 660 903,67
P-220-08	609 362,53	4 660 905,62

CÁMARA DE EMPALME LSAT 220kV

COORDENADAS U.T.M. (HUSO 30 - ETRS89)

PUNTO	COORDENADA X	COORDENADA Y
CE-01	609 186,97	4 661 010,01

SET LA SERNA PROMOTORES T.M. TUDELA (NAVARRA)

COORDENADAS U.T.M. (HUSO 30 - ETRS89)

Nº VERDE	COORDENADA X	COORDENADA Y
1	609 010,83	4 661 302,72
2	609 042,74	4 661 431,85
3	609 098,00	4 661 386,81
4	609 066,09	4 661 347,87

LEYENDA

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	ZANJA 2 CIRCUITOS (a = 2,00m, prof = 1,50m)
	CÁMARA DE EMPALME DE CABLES

REVISIÓN	FECHA	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO	DESCRIPCIÓN
B	MAYO-2021	G.F.F.	J.R.A.	J.L.O.	MODIFICACION TEXTO ZANJA
A	MAYO-2021	G.F.F.	J.R.A.	J.L.O.	PRIMERA EMISION

SET LA SERNA PROMOTORES T. LSAT 220kV

PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SUBESTACIÓN 220 KV "LA SERNA PROMOTORES" Y LSAT DE ENTRONQUE CON LAAT SET ALCARAMA - SET LA SERNA. T.M.: TUDELA (COMUNIDAD FORAL DE NAVARRA)

Autor: **inproin**

INGENIERIA Y PROYECTOR

JOSE LUIS DEL PUERTO MARTINA  
 C.O. 11 1017

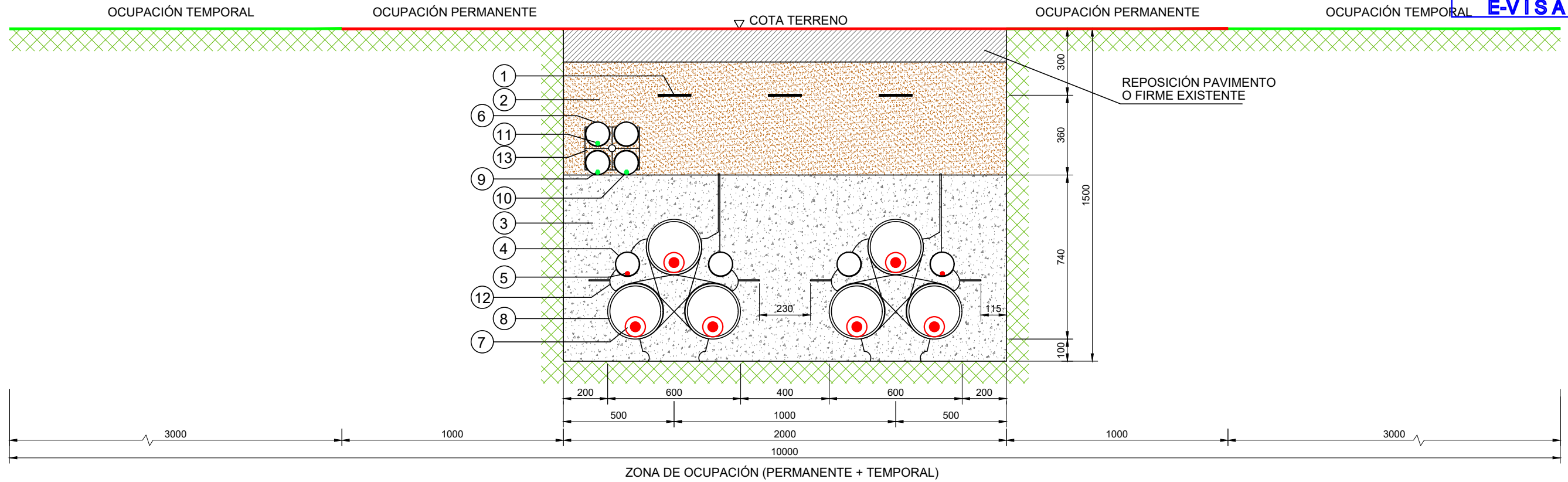
PLANO Nº: 3421100-3303-432

ESCALA: 1/1.000

COMPROBADO: B



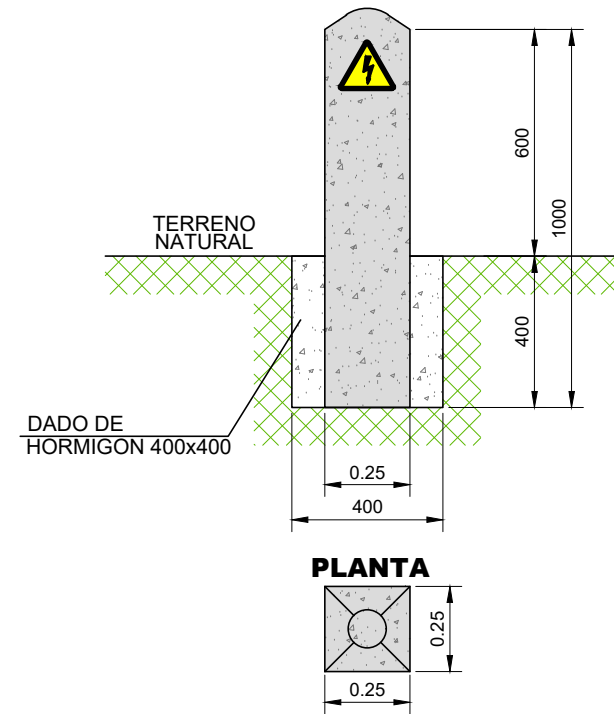
**ZANJA TIPO (2 LINEAS 220kV)**



— ZONA DE OCUPACIÓN PERMANENTE  
 — ZONA DE OCUPACIÓN TEMPORAL

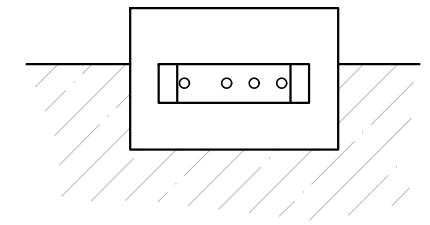
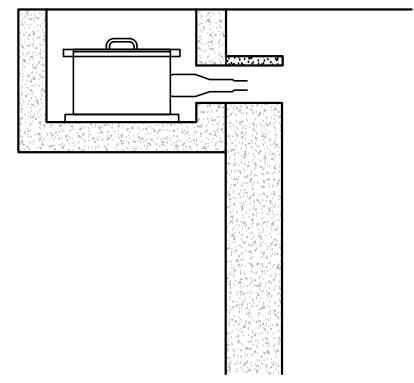
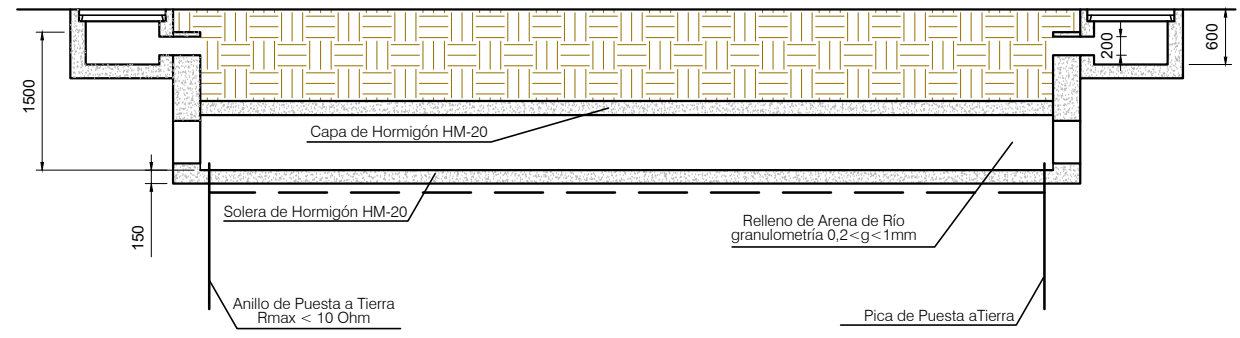
LEYENDA	
NÚMERO	DESCRIPCIÓN
1	CINTA SEÑALIZADORA 150mm
2	TIERRA SELECCIONADA DE EXCAVACIÓN
3	HORMIGON HNE-15
4	TUBO DE PE-A.D. DOBLE PARED CORRUGADO DE 110mmØ
5	CABLE DE ENLACE DE TIERRA
6	TUBO P.E. 110mmØ COMUNICACIONES
7	LINEA DE A.T. CABLES UNIPOLARES HVC XLPE 127/220kV 1x(3x1x1000 mm2) Al + 265mm2
8	TUBO DE PE-A.D. DOBLE PARED CORRUGADO DE 250mmØ
9	F.O.1. 24F.S.M. SET LA SERNA (REE)
10	F.O.2. 24F.S.M. SET LA SERNA (REE)
11	F.O.3. 24F.S.M. SET ALCARAMA
12	SEPARADOR 3Ø250 + 2Ø110
13	SEPARADOR 4Ø110

**HITO DE SEÑALIZACION  
ALZADO**

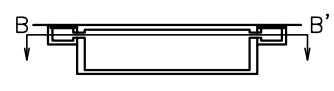
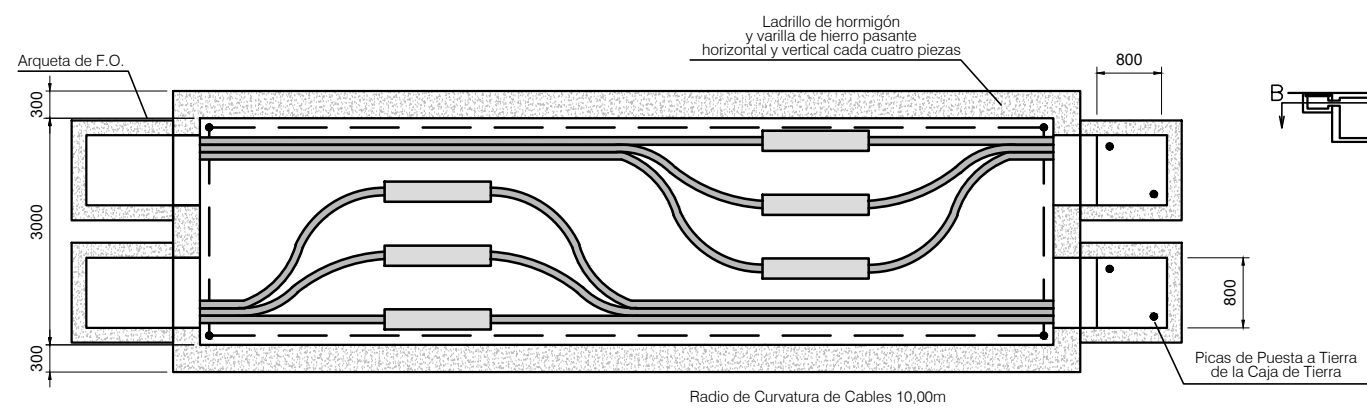
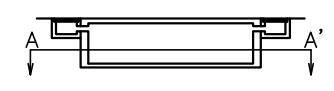
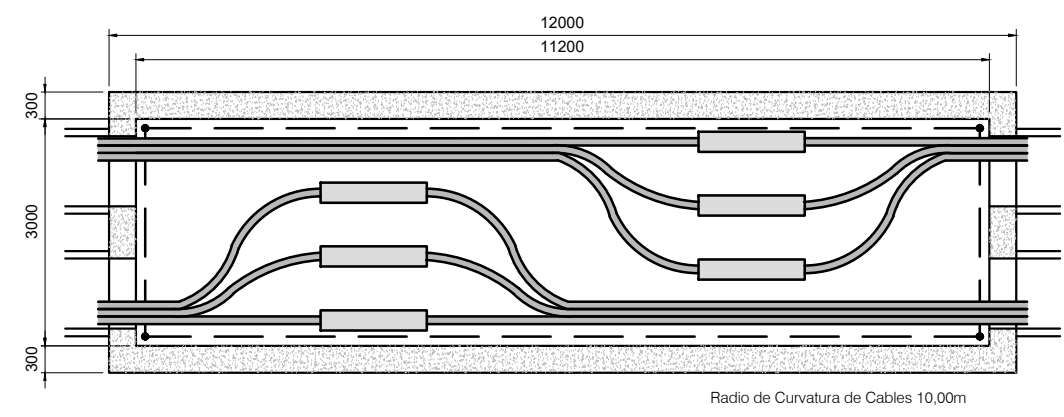


- LOS HITOS IRAN SITUADOS CADA 50 m Y EN LOS CAMBIOS DE DIRECCION DE LAS ZANJAS
- EN LOS EMPALMES SE PONDRAN TANTOS HITOS COMO EMPALMES HAYA Y DE COLOR DIFERENTE A LOS OTROS

						CLIENTE 	PROYECTO PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SUBESTACIÓN 220 KV "LA SERNA PROMOTORES" Y LSAT DE ENTRONQUE CON LAAT SET ALCARAMA - SET LA SERNA. T.M.: TUDELA (COMUNIDAD FORAL DE NAVARRA)	FORMATO	A3		
								AUTOR	TÍTULO	ESCALA	1/20
								FIRMA DEL INGENIERO  (AL SERVICIO DE LA EMPRESA) JOSE LUIS OVELLEIRO MEDINA Colegiado n.º 1.937	LSAT 220kV SECCIÓN TIPO DE ZANJA LSAT 220kV	REVISIÓN	B
REVISIÓN	FECHA	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO	DESCRIPCIÓN				PLANO Nº		



DETALLE DE LA ARQUETA  
s/e



REVISIÓN	FECHA	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO	DESCRIPCIÓN
A	MAYO-2021	G.F.P.	J.R.A.	J.L.O.	PRIMERA EMISIÓN

SET LA SERNA PROMOTORES Y LSAT 220kV



PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SUBESTACIÓN 220 KV "LA SERNA PROMOTORES" Y LSAT DE ENTRONQUE CON LAAT SET ALCARAMA - SET LA SERNA. T.M.: TUDELA (COMUNIDAD FORAL DE NAVARRA)  
 AUTOR: inproin INGENIERIA Y PROYECTOS  
 FIRMA DEL INGENIERO: JOSE LUIS OVELLEIRO MEDINA Colegiado n.º 1.937

TÍTULO: LSAT 220kV DETALLE CÁMARA DE EMPALME LSAT 220kV  
 PLANO Nº: 3421100-3303-433.02

FORMATO: A3  
 ESCALA: S/E  
 REVISIÓN: A



Molinos de La Rioja S.A.U.  
Carretera de Laguardia, 91-93 - "Edificio Iberdrola".  
Tel. +34 941 240282 – Fax +34 941 245650  
26009 Logroño (La Rioja)

# PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO

## SUBESTACION 220 KV “LA SERNA PROMOTORES” Y LSAT DE ENTRONQUE CON LAAT SET ALCARAMA – SET LA SERNA.

### SEPARATA PARA RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA

COMUNIDAD AFECTADA

COMUNIDAD FORAL DE NAVARRA

T. M. TUDELA

MAYO 2021

REVISIÓN B



Ingeniería y Proyectos Innovadores S.L.

CIF: B-50996719

Rosa Chacel 8, Local.

50018 - Zaragoza (ESPAÑA)

# DOCUMENTO 01. MEMORIA



## ÍNDICE

1	OBJETO DEL PROYECTO Y ALCANCE .....	2
2	PROMOTOR.....	2
3	NORMATIVA DE APLICACIÓN.....	3
4	SUBESTACIÓN SET LA SERNA PROMOTORES 220 KV .....	5
4.1	CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DE LA INSTALACIÓN .....	6
4.1.1	MAGNITUDES ELÉCTRICAS.....	6
4.1.2	DISTANCIAS.....	6
4.1.3	EMBARRADOS.....	7
4.1.4	CONFIGURACIÓN Y NÚMERO DE POSICIONES.....	8
4.2	CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN.....	10
5	LÍNEA SUBTERRÁNEA DE ALTA TENSIÓN (L.S.A.T.) 220 KV .....	10
5.1	RECORRIDO PREVISTO .....	10
5.2	AFECCIONES POR EL PASO DE LA LÍNEA.....	10
5.3	CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN.....	11
5.4	CANALIZACIÓN SUBTERRÁNEA .....	11
5.5	PLAZO DE EJECUCIÓN.....	12
6	AFECCIONES CON LÍNEAS ELÉCTRICAS .....	13
6.1	CRUZAMIENTOS Y PARALELISMOS.....	13
7	CONCLUSIÓN.....	14

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02277-21 y VISADO electrónico VD01663-21A de 24/05/2021. CSV = FVQEBHKUJCK7VYA1 verificable en https://coliar.e-gestion.es



## 1 OBJETO DEL PROYECTO Y ALCANCE

El objeto de la presente separata es informar a Red Eléctrica de España (REE) de la construcción de las instalaciones la Subestación SET La Serna Promotores 220 kV y por otro la línea subterránea 220 kV de entronque para la conexión con la actual línea aérea Alcaraman-La Serna 220 kV (REE), que conecta la subestación SET La Serna Promotores 220 kV con el parque en 220 kV de la subestación SET LA SERNA 220 kV (REE), en el término municipal de Tudela, provincia de Navarra.

Estas instalaciones eléctricas comunes son las siguientes:

**1.- Subestación Eléctrica La Serna Promotores 220 kV:** Se trata de una nueva subestación seccionadora, situada en el término municipal de Tudela, que albergará cuatro posiciones de línea, necesarias para la conexión al nivel de 220 kV de los parques eólicos indicados y toda la aparamenta necesaria.

**2.- Línea Eléctrica Subterránea de conexión 220 kV:** Consiste de una derivación en subterránea en el nivel de 220 kV, que permitirá la conexión de la mencionada futura subestación La Serna Promotores 220 kV con la actual línea aérea existente de Alcarama-La Serna 220 kV, permitiendo de esta manera la conexión con la actual subestación La Serna 220 kV propiedad de REE.

El municipio afectado por la implantación de estas infraestructuras es Tudela (Comunidad Foral de Navarra).

## 2 PROMOTOR

Los datos del promotor son:

**MOLINOS DE LA RIOJA, S.A.U.**

- CIF A26307736
- Dirección: Ctra. de Laguardia, 91-93 · CP 26009 · Logroño · La Rioja

### 3 NORMATIVA DE APLICACIÓN

En la confección del presente proyecto, así como en la futura construcción de las instalaciones, se han tenido presente toda normativa nacional y autonómica vigente que regula esta actividad y otras que puedan afectar a la misma. La normativa es la siguiente:

#### SEGURIDAD Y SALUD

- Real Decreto 604/2006, de 19 de mayo, por el que se modifican el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, y el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.
- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo (O.M. Mº Trabajo de 09-03-1971) en sus partes no derogadas.

#### OBRA CIVIL

- Instrucción de hormigón estructural, R.D. 1247/2008, de 18 de Julio (EHE-08).
- O.C. 15/03 Sobre señalización de los tramos afectados por la puesta en servicio de las obras.-Remates de obras.
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- Normativa DB SE-AE Acciones en la edificación.
- Normativa DB SE-A Acero.
- Normativa DB SE Seguridad Estructural.
- Orden de 16 de Diciembre de 1997 por la que se regulan los accesos a las carreteras del Estado, las vías de servicio y la construcción de instalaciones de servicios.
- Recomendaciones para el proyecto de intersecciones, MOP, 1967
- Orden FOM/273/2016, de 19 de febrero, por la que se aprueba la Norma 3.1-IC de Trazado, de la Instrucción de Carreteras.
- Orden FOM/3460/2003, de 28 de noviembre, por la que se aprueba la Norma 6.1-IC de Secciones de firme, de la Instrucción de Carreteras.
- Orden FOM298/2016, de 15 de febrero, por la que se aprueba la Norma 5.2-IC de Drenaje superficial, de la Instrucción de Carreteras.
- Orden FOM/534/2014, de 20 de marzo, por la que se aprueba la Norma 8.1-IC de Señalización Vertical, de la Instrucción de Carreteras.
- Orden, de 16 de julio de 1987, por la que se aprueba la Norma 8.2-IC de Marcas Viales, de la Instrucción de Carreteras.
- Orden Ministerial de 31 de agosto de 1987, por la que se apruébala Instrucción 8.3-IC sobre Señalización, Balizamiento, Defensa, Limpieza y Terminación de Obras Fijas en Vías fuera de poblado.
- Manual de Ejemplos de Señalización de Obras Fijas de la DGC del Ministerio de Fomento.

- Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para obras de carretera y puentes de la Dirección General de Carreteras (PG-3). Aprobada por Orden Ministerial de 6 de febrero de 1976.

#### INSTALACIONES ELÉCTRICAS

- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico
- Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23.
- Reglamento Electrotécnico de baja tensión aprobado por Real Decreto 842/2002 de 2 de Agosto, publicado en BOE Nº 224 de 18 de septiembre de 2003.
- Instrucciones Complementarias del Reglamento Electrotécnico para baja tensión.
- Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.
- Orden TEC/1281/2019, de 19 de diciembre, por la que se aprueba las Instrucciones Técnicas Complementarias al Reglamento Unificado de Puntos de Medida del Sistema Eléctrico.
- Real Decreto 223/2008 de 15 de febrero por el que se aprueba el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias.
- Reglamento (UE) 2016/631 de la comisión de 14 de abril de 2016, que establece un código de red sobre requisitos de conexión de generadores a la red, con el fin de garantizar la controlabilidad y seguridad del sistema eléctrico en su conjunto.
- Para la conexión a Red Eléctrica de España se cumplirán con los procedimientos para el acceso y la conexión a la red de transporte de instalaciones de generación, consumo o distribución que se establecen con carácter general en la Ley del Sector Eléctrico –LSE (Ley 24/2013, de 26 de diciembre), el Real Decreto 1955/2000 para el sistema eléctrico peninsular español (SEPE), el Real Decreto 1047/2013, y con carácter particular, para las instalaciones de generación mediante fuentes renovables, cogeneración y residuos en el Real Decreto 413/2014. Además se cumplirá con los aspectos técnicos y de detalle, incluyendo la etapa de puesta en servicio, que se desarrollan en los procedimientos de operación, en especial el P.O. 12.1 y P.O. 12.2. sobre requisitos mínimos de diseño, equipamiento, funcionamiento y seguridad y puesta en servicio. En el desarrollo del proyecto se tendrán en cuenta dichos procedimientos así como las prescripciones técnicas de Red Eléctrica de España.

## 4 SUBESTACIÓN SET LA SERNA PROMOTORES 220 KV

Tal y como se ha indicado inicialmente, para la evacuación de la energía generada en los parques eólicos referenciados anteriormente en la Tabla 1, se propone la construcción de una nueva subestación seccionadora denominada “*Subestación La Serna Promotores*”, desde donde se evacuará, mediante un entronque subterráneo que se va a ejecutar en el nivel de 220 kV.

La instalación objeto del presente apartado estará emplazada en el término municipal de Tudela, provincia de Navarra y consiste en el siguiente elemento:

- Subestación Seccionadora en 220 kV para la evacuación de varias centrales de generación eólica, contará con unas dimensiones aproximadas de 50,50 metros de ancho x 71,30 metros de longitud.

Las coordenadas UTM de las cuatro esquinas de la Subestación son:

SET LA SERNA PROMOTORES T.M. TUDELA (NAVARRA)		
COORDENADAS U.T.M. (HUSO 30 - ETRS89)		
Nº VERTICE	COORDENADA X	COORDENADA Y
1	609.010,83	4.661.392,72
2	609.042,74	4.661.431,86
3	609.098,00	4.661.386,81
4	609.066,09	4.661.347,67

*Figura 2. Coordenadas UTM Nueva Subestación La Serna Promotores*

La Subestación estará constituida en un nivel de tensión del parque a 220 kV; dicho nivel de tensión se materializará en un parque exterior o intemperie a 220 kV en una configuración de simple barra.

La función y composición de este parque, consiste esquemáticamente en:

### Parque de intemperie a 220 kV:

Tiene como función la conexión al nivel de 220 kV de toda la energía eléctrica generada por los parques eólicos a través de la llegada tres líneas de 220 kV procedentes de otras subestaciones elevadoras como son la Subestación Sangorrín, Subestación PE Los Chopos y la actual Subestación existente de Alcarama, para conectar con la nueva subestación La Serna Promotores.

Por lo tanto, el parque intemperie de 220 kV en la nueva subestación La Serna Promotores, en configuración de simple barra, estará compuesto por las siguientes posiciones:

- (4) Cuatro posiciones de Línea 220 kV :
  - Posición de línea LSAT SET LA SERNA 220 kV.
  - Posición de línea LSAT SET ALCARAMA.

(Para evacuación de los parques eólicos: Igea-Cornago Sur, Alcarama I y Alcarama II).

- Posición de línea LSAT SET SANGORRÍN.  
(Para evacuación de los parques eólicos: Sangorrín y Miramon).
- Posición de línea LSAT SET PE LOS CHOPOS.  
(Para evacuación de los parques eólicos: Los Chopos y Vientos del Cierzo).

La descripción detallada de las instalaciones eléctricas, se contempla en los apartados siguientes.

#### 4.1 CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DE LA INSTALACIÓN

Tal y como se ha indicado anteriormente la subestación eléctrica, estará compuesta por un Parque Intemperie a 220 kV. Se atenderán los siguientes datos los cuales corresponden a este nivel de tensión.

##### 4.1.1 MAGNITUDES ELÉCTRICAS

Como criterios básicos de diseño se adoptarán las siguientes magnitudes eléctricas:

##### Parque 220 kV

Tensión nominal .....	220 kV
Tensión más elevada para el material (Ve).....	245 kV
Neutro .....	Rígido a tierra
Intensidad de cortocircuito trifásico .....	40 kA
Tiempo de extinción de la falta .....	0,5 seg
Nivel de aislamiento:	
a) Tensión soportada a impulso tipo maniobra .....	460 kV
b) Tensión soportada a impulso tipo rayo.....	1.050 kV
Línea de fuga mínima para aisladores .....	7.595 mm (31 mm/kV)

##### 4.1.2 DISTANCIAS

Las distancias a adoptar serán como mínimo las que a continuación se indican, basándose para ello en las magnitudes eléctricas adoptadas y en la normativa aplicable.

##### Conductores tendidos:

Las distancias a adoptar serán como mínimo las que a continuación se indican, basándose para ello en las magnitudes eléctricas adoptadas y en la normativa aplicable.



### Parque 220 kV

Conductor - estructura .....	2.100 mm
Conductor - conductor .....	2.100 mm

Para la determinación de este tipo de distancias, se han tenido en cuenta los siguientes criterios básicos de implantación:

- Las distancias serán tales que permitirán el paso del personal y herramientas por todos los puntos del parque de intemperie bajo los elementos en tensión sin riesgo alguno.
- Deberán permitir el paso de vehículos de transporte y de elevación necesarios para el mantenimiento o manipulación de elementos de calles en descargo, bajo el criterio de gálibos estipulados.

No se han tenido en cuenta, por lógica, las exigencias que se deriven de la realización de trabajos de conservación bajo tensión. En estos casos será necesario aumentar las distancias entre fases con respecto a la disposición física preestablecida, con lo que el resto de los condicionantes se cumplirá con un margen mayor.

Al considerar todo lo anterior, y de acuerdo con lo que se indica, se establecerán las siguientes distancias:

### Parque 220 kV

Entre ejes de aparellaje .....	4.000 mm
Anchura de calle .....	13.500 mm
Altura de embarrados de interconexión entre aparatos .....	6.000 mm
Altura de barras principales .....	10.500 mm

### Comunes

Anchura de vial de acceso .....	5.000 mm
Anchura de viales de servicio .....	3.000 mm

Como se puede observar, las distancias mínimas son muy superiores a la preceptuada en la normativa.

Con respecto a la altura de las partes en tensión sobre viales y zonas de servicio accesibles al personal, la normativa, prescribe una altura mínima de 2.300 mm a zócalo de aparatos, lo que se garantizará con las estructuras soporte del aparellaje.

#### 4.1.3 EMBARRADOS

### Disposición y tipo de embarrado

Los conductores desnudos en el parque de intemperie estarán dispuestos en dos niveles:

### Parque 220 kV

- Embarrados bajos, conexiones entre aparatos a 6 m de altura. Se realizarán con cable dúplex de aluminio-acero/con.

## **Embarrados en cable**

Tal y como se ha indicado anteriormente, en el parque de 220 kV, la interconexión del aparellaje y los tendidos altos estarán formados por cables de aluminio con alma de acero, los cuales tendrán la siguiente configuración y características:

### **Parque 220 kV**

Formación .....	Dúplex
Tipo .....	RAIL
Sección total del conductor .....	517,3 mm <sup>2</sup>
Diámetro exterior .....	29,61 mm
Intensidad admisible permanente a 35° C de temperatura ambiente y 75° C en conductor .....	2.064 A (en configuración dúplex)

## **Embarrados en tubo**

### **Parque 220 kV**

Las características de los tubos destinados a las barras principales serán las siguientes:

Aleación .....	AlMgSiO, 5 F22
Diámetros exterior/interior.....	150/134 mm
Sección total del conductor .....	3.567 mm <sup>2</sup>
Intensidad admisible permanente a 80° C .....	3.890 A

Los tubos no podrán ser soldados en ningún punto o tramo, por lo que se ha previsto que su suministro se realice en tiradas continuas y en tramos conformados, cortados y curvados en fábrica, debiéndose proceder a pie de obra tan sólo a su limpieza y montaje posterior.

#### 4.1.4 CONFIGURACIÓN Y NÚMERO DE POSICIONES

### **Parque de intemperie de 220 kV:**

Tal y como se ha indicado anteriormente, éste parque de 220 kV, tiene como función la conexión de la energía eléctrica generada por las plantas renovables a este nivel de tensión para poder evacuar mediante una nueva conexión subterránea en 220 kV a la red de transporte conectando con la subestación eléctrica de La Serna 220 kV (propiedad de Red Eléctrica de España).

El parque intemperie de 220 kV en la nueva subestación La Serna Promotores, en configuración de simple barra, estará compuesto por las siguientes posiciones:

- (4) Cuatro posiciones de Línea 220 kV :
  - Posición de línea SET La Serna 220 kV (REE).
  - Posición de línea SET Alcarama.
  - Posición de línea SET Sangorrín.
  - Posición de línea SET PE Los Chopos.

La aparamenta a instalar en dicho parque 220 kV será la siguiente:

Posición	Aparamenta	Identificación Elemento	Cantidad
Posición de línea SET La Serna 220 kV (Pos. 11)	Terminales exteriores cable	--	3
	Pararrayos autoválvulas	PY-11	3
	Interruptor automático unipolar	52-11	3
	Transformadores de Intensidad	TI-11	3
	Seccionador tripolar de barras	89B-11	1
	Transformador de tensión inductivo	TT-11	3
	Seccionador tripolar de línea con p.a.t.	89-11 (57-11)	1
Posición de línea SET Alcarama (Pos. 12)	Terminales exteriores cable	--	3
	Pararrayos autoválvulas	PY-12	3
	Interruptor automático unipolar	52-12	3
	Transformadores de Intensidad	TI-12	3
	Seccionador tripolar de barras	89B-12	1
	Transformador de tensión inductivo	TT-12	3
	Seccionador tripolar de línea con p.a.t.	89-12 (57-12)	1
Posición de línea SET SANGORRÍN (Pos. 13)	Terminales exteriores cable	--	3
	Pararrayos autoválvulas	PY-13	3
	Interruptor automático unipolar	52-13	3
	Transformadores de Intensidad	TI-13	3
	Seccionador tripolar de barras	89B-13	1
	Transformador de tensión inductivo	TT-13	3
	Seccionador tripolar de línea con p.a.t.	89-13 (57-13)	1
Posición de línea SET PE LOS CHOPOS (Pos. 14)	Terminales exteriores cable	--	3
	Pararrayos autoválvulas	PY-14	3
	Interruptor automático unipolar	52-14	3
	Transformadores de Intensidad	TI-14	3
	Seccionador tripolar de barras	89B-14	1
	Transformador de tensión inductivo	TT-14	3
	Seccionador tripolar de línea con p.a.t.	89-14 (57-14)	1
Posición de Barras (simple barra)	Transformadores de tensión inductivo	TTB	3

- Control y protecciones:

En los esquemas unifilares de protección y medida de 220 kV, se refleja además el equipamiento preciso en cuanto a mando, protecciones, control y aparatos de medida, necesario para una explotación fiable de la instalación.

Los correspondientes cuadros de control, medida, servicios auxiliares, telemando y comunicaciones se instalarán en recintos específicos "Sala de Control" y "Servicios auxiliares" del Edificio de Control.

## 4.2 CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN

Para la totalidad de la Subestación La Serna Promotores, se prevé una zona rectangular de aproximadamente unas dimensiones: 71,30 m de largo por 50,50 m de ancho. Este espacio estará limitado y protegido con un cierre de malla de 2,40 m de altura mínima, para evitar contactos accidentales desde el exterior y el acceso a la instalación de personas extrañas a la explotación.

En el interior del recinto indicado se implantará un Edificio de Control, para el conjunto de promotores de dimensiones exteriores 12,20 m de largo por 10,25 m de ancho.

En la zona intemperie se han previsto pasillos y zonas de protección de embarrados, aparatos y cerramiento exterior, que cumplimentan la ITC-RAT 15, apartado 3. Por este motivo se colocará el aparellaje sobre soportes metálicos galvanizados de altura conveniente.

En el cerramiento se ha previsto una puerta peatonal y otra de 5 m con vial interior, para que un camión - grúa realice con facilidad la carga y descarga de la apartamenta exterior y demás elementos.

## 5 LÍNEA SUBTERRÁNEA DE ALTA TENSIÓN (L.S.A.T.) 220 kV

Con la finalidad de poder evacuar toda la energía generada por las centrales de generación eléctrica de tecnología renovable en la subestación existente denominada La Serna 220 kV propiedad de REE, se proyecta la instalación de un entronque subterráneo ( con línea de entrada y de salida) de evacuación en 220 kV con la línea aérea existente SET Alcarama- SET La Serna 220 kV. Dicha instalación tiene como finalidad la conexión de la nueva subestación La Serna Promotores con el nivel de 220 kV de la citada subestación La Serna 220 kV y con la Subestación Alcarama.

Esta línea subterránea de 220 kV se describe en los siguientes apartados.

### 5.1 RECORRIDO PREVISTO

El recorrido previsto para este entronque subterráneo tiene el inicio en el parque exterior de 220 kV de la nueva subestación La Serna Promotores, en las dos posiciones de línea Alcarama y La Serna 220 kV y finaliza en los dos nuevos apoyos a instalar en la línea aérea existente que realizaran la conversión aéreo – subterráneo. Estos apoyos no forman parte del alcance de este proyecto, siendo definidos y considerados en el proyecto de modificación de la línea aérea Alcarama-La Serna 220 kV que también está siendo realizado.

Así pues el recorrido puede observarse en los planos adjuntos al presente proyecto.

Esta línea subterránea a ejecutar, discurrirá por el término municipal de Tudela (Navarra).

### 5.2 AFECCIONES POR EL PASO DE LA LÍNEA

El trazado de la conexión subterránea 220 kV, se verá afectado por servicios pertenecientes a organismos o entidades, distintos de los promotores del proyecto.

Es por ello que se adjuntan las siguientes tablas en la cual figuran los organismos afectados, a los cuales se les deberá informar de la afección particular con la correspondiente separata particular.

LSAT 220 kV DE ENTRENQUE CON LAAT SET ALCARAMA-SET LA SERNA (REE)
Afección/Organismo
Ayuntamiento de Tudela
Renovables de La Ribera (Línea Eléctrica de Alta Tensión)
REE (Línea Eléctrica de Alta Tensión)

Además forma parte de este proyecto la presentación de la Relación de Bienes y Derechos de Afectados particulares del recorrido de la canalización subterránea correspondiente a esta línea de evacuación.

### 5.3 CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN

Las características generales de la conexión serán las siguientes:

Tensión Nominal (Vn)	Tensión más elevada	Características mínimas del cable y accesorios	
		U <sub>0</sub> /U (kV)	U <sub>p</sub> (kV)
220 kV	245 kV	127/220	1050

- U<sub>0</sub>: Tensión asignada eficaz a frecuencia industrial entre cada conductor y la pantalla del cable, para la que se han diseñado el cable y sus accesorios.
- U: Tensión asignada eficaz a frecuencia industrial entre dos conductores cualesquiera para la que se han diseñado el cable y sus accesorios.
- U<sub>p</sub>: Valor de cresta de la tensión soportada a impulsos de tipo rayo aplicada entre cada conductor y la pantalla o la cubierta para el que se ha diseñado el cable o los accesorios.

### 5.4 CANALIZACIÓN SUBTERRÁNEA

El recorrido de este entronque se realizará mediante una zanja de aproximadamente 718 m de longitud, con una anchura mínima de 2,00 m, y 1,5 m de profundidad. En dicha zanja, se instalarán dos líneas (entrada-salida) de 220 kV en el interior de tubos corrugados de doble pared de 250 mm de diámetro exterior en disposición plana, red de tierras y comunicaciones.

Los cambios de dirección del trazado del tramo subterráneo se intentarán realizar con radios de curvatura no inferiores a 10 m (50 veces el diámetro exterior del tubo) con motivo de facilitar la operación de tendido.

Se deberá tener especial cuidado en la colocación de los tubos evitando rebabas y hendiduras producidas por el transporte de los mismos, realizando una inspección visual antes de montar cada tubo, desechando los tubos que presenten fisuras, aplastamiento o cualquier tipo de defecto.

Las uniones de los tubos deberán tener un sellado eficaz con objeto de evitar que a través de las mismas puedan penetrar materiales sólidos o líquidos procedentes de los trabajos a realizar durante la obra civil o posteriormente que pudieran dificultar el desarrollo normal de las operaciones de tendido de los cables (agua, barro, hormigón, etc.).

Durante el trabajo de colocación de los tubos se deberá instalar en su interior una cuerda guía para facilitar su posterior mandrilado. Estas guías deberán ser de nylon de diámetro no inferior a



10 mm.

Una vez colocados los tubos de los cables de potencia, inmovilizados y perfectamente alineados y unidos se procederá al hormigonado de los mismos, sin pisar la canalización, vertiendo y vibrando el hormigón de calidad HM-20/B/20 al menos en dos tongadas. Una primera para fijar los tubos y otra para cubrir completamente los tubos de potencia hasta alcanzar la cota del inicio del soporte de los tubos de telecomunicaciones.

Tras la colocación los tubos de telecomunicaciones, inmovilizados y perfectamente alineados y unidos se procederán al hormigonado de los mismos, sin pisar la canalización, vertiendo y vibrando el hormigón de calidad HM-20/B/20 hasta alcanzar la cota de hormigón especificada según el plano de la zanja.

Finalmente, tanto los tubos de los cables de potencia como los tubos de telecomunicaciones, quedarán totalmente rodeados por el hormigón constituyendo un prisma de hormigón que tiene como función la inmovilización de los tubos y soportar los esfuerzos de dilatación-contracción térmica o los esfuerzos de cortocircuito que se producen en los cables.

Cuando se finalice el hormigonado de la canalización se rellenará la zanja, en capas compactadas no superiores a 250 mm de espesor, con tierra procedente de la excavación, arena, o todo-uno normal al 95% P.M. (Proctor Modificado). Dentro de esta capa de relleno, a una distancia de 150 mm del firme existente, se instalarán las cintas de polietileno de 150 mm de ancho, indicativas de la presencia de cables eléctricos de alta tensión.

Para concluir, se rellenará la zanja con material seleccionado de excavación con tongadas de 20 cm. En toda la extensión de la zanja se colocará una malla de señalización, marcándose todo su recorrido mediante los hitos de hormigón.

## 5.5 PLAZO DE EJECUCIÓN

Para la ejecución de los trabajos necesarios de las instalaciones indicadas correspondientes a la línea eléctrica subterránea de conexión de la subestación La Serna Promotores se ha previsto un plazo de ejecución de 3 meses, con las siguientes actividades principales:

- Trabajos previos consistentes en labores de replanteo y estudio de los posibles servicios e instalaciones afectadas a lo largo del recorrido, inicio de los trabajos, etc.
- Obra civil, realización de la canalización subterránea: Ejecución de los trabajos para la construcción de la zanja a lo largo del recorrido (excavación, extendido de capa de arena...)
- Tendido del cable de potencia
- Realización de los empalmes necesarios.
- Realización de terminales y conexión en ambos extremos.
- Pruebas eléctricas del cable, comprobando la correcta instalación desde el punto de vista de conductividad, aislamiento correcto y puesta a tierra efectiva.
- Puesta en marcha de la conexión en 220 kV.

## 6 AFECIONES CON LÍNEAS ELÉCTRICAS

Por la zona de la subestación y de su línea subterránea de evacuación discurre una línea eléctrica de alta tensión propiedad de Red Eléctrica de España:

- Línea eléctrica de alta tensión 1. LAAT 400 kV Santa Engracia (SNG) – LA SERNA (SER)

El trazado de las anteriores líneas se muestra en los planos adjuntos.

### 6.1 CRUZAMIENTOS Y PARALELISMOS

Las afecciones sobre la línea serán debidas a los requisitos de construcción de la zanja, de alta tensión por la que circulará la línea subterránea 220 kV de evacuación hasta la SET LA SERNA 220, el trazado de dicha zanja efectuara un cruzamiento y paralelismo con la línea anteriormente mencionada.

A continuación se describen las afecciones sobre dichas líneas eléctricas:

UBICACIÓN	AFECCIÓN
COORDENADAS UTM ETRS89 HUSO 30N	
X: <b>609.252,22</b> Y: <b>4.661.015,89</b>	Línea eléctrica de alta tensión 1, cruce con Línea Subterránea 220 kV
Desde: X: <b>609.201,09</b> Y: <b>4.660.989,27</b> Hasta: X: <b>609.243,23</b> Y: <b>4.661.018,07</b>	Línea eléctrica de alta tensión 1, paralelismo con Línea Subterránea 220 kV

Se ha realizado este cruzamiento y paralelismo de acuerdo a lo establecido en el *Reglamento de Líneas de Alta Tensión*.



**PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO**  
SUBESTACION 220 KV "LA SERNA PROMOTORES" Y LSA  
DE ENTRONQUE CON LAAT SET ALCARAMA – SET LA  
SERNA.  
T.M.: TUDELA (COMUNIDAD FORAL DE NAVARRA)



## 7 CONCLUSIÓN

Con la presente separata, se considera suficientemente descrita las instalaciones a realizar, sin perjuicio de cualquier otra ampliación o aclaración que las autoridades competentes consideren oportunas.

Mayo 2021

José Luis Ovelleiro Medina.  
Ingeniero Industrial.  
Colegiado nº. 1.937

Al Servicio de la Empresa:  
Ingenieria y Proyectos Innovadores  
B-50996719

## DOCUMENTO 02. PLANOS





**PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO**  
SUBSTACION 220 KV "LA SERNA PROMOTORES" Y LSAT DE  
ENTRONQUE CON LAAT SET ALCARAMA – SET LA SERNA  
T.M.: TUDELA (COMUNIDAD FORAL DE NAVARRA)

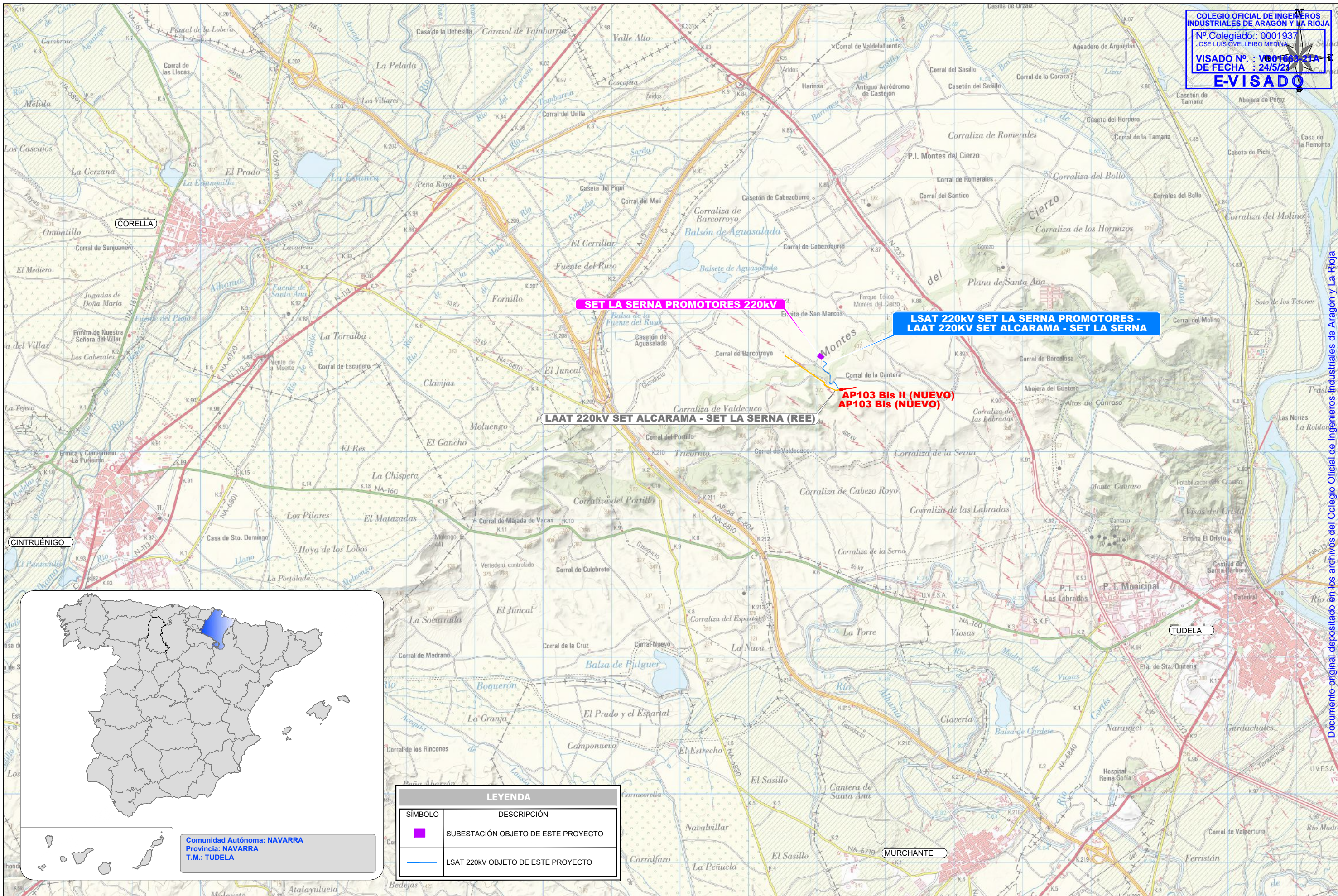


## ÍNDICE

3421100-330502-010 SITUACIÓN

3421100-330502-432 ORTOFOTO





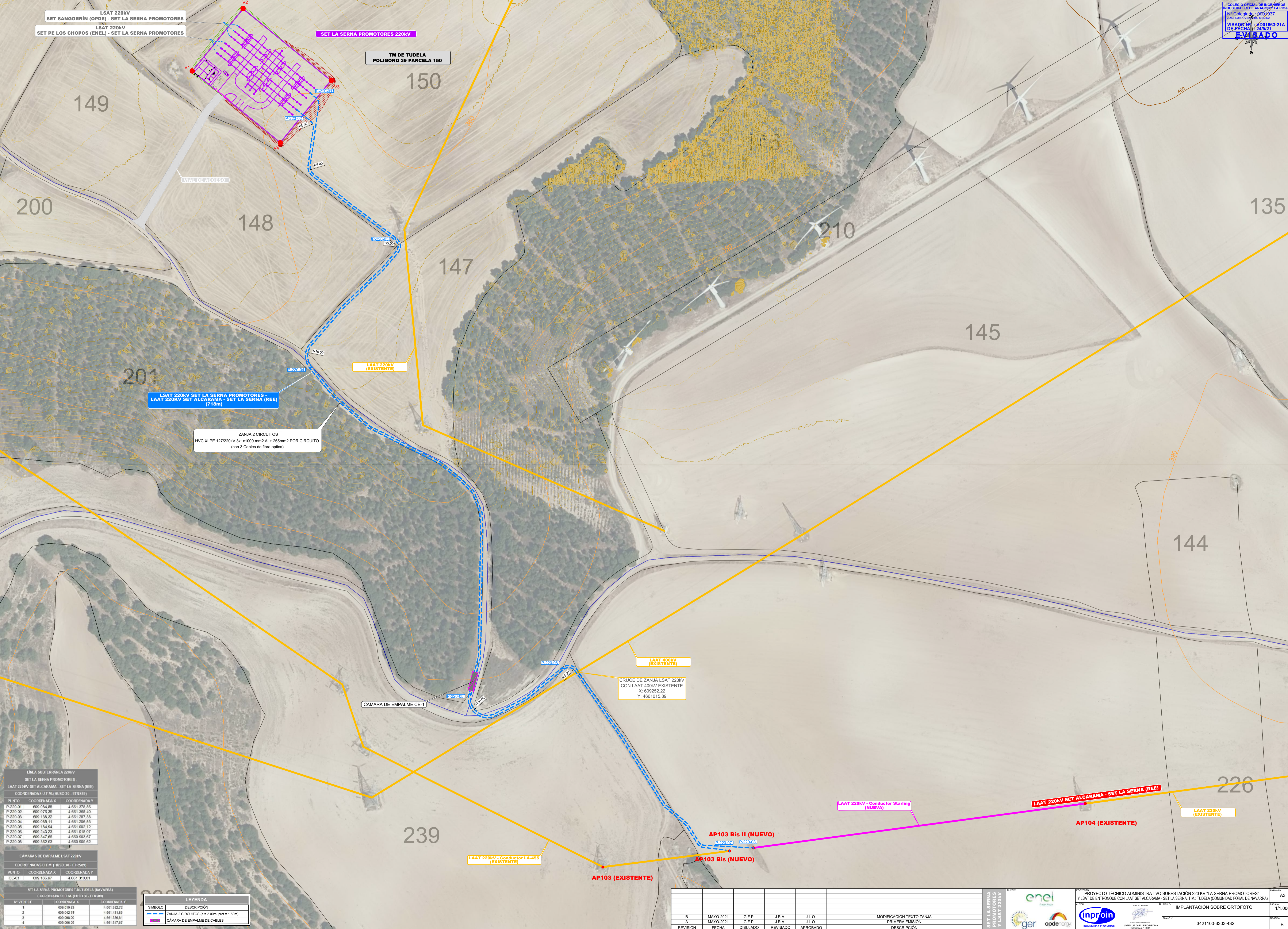
Comunidad Autónoma: NAVARRA  
 Provincia: NAVARRA  
 T.M.: TUDELA

LEYENDA	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	SUBESTACIÓN OBJETO DE ESTE PROYECTO
	LSAT 220KV OBJETO DE ESTE PROYECTO

A	MAYO-2021	G.F.P.	J.R.A.	J.L.O.	PRIMERA EMISIÓN
REVISIÓN	FECHA	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO	DESCRIPCIÓN

 CLIENTE		PROYECTO PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SUBESTACIÓN 220 KV "LA SERNA PROMOTORES" Y LSAT DE ENTRONQUE CON LAAT SET ALCARAMA - SET LA SERNA. T.M.: TUDELA (COMUNIDAD FORAL DE NAVARRA)	FORMATO A3
		AUTOR INGENIERIA Y PROYECTOS	TÍTULO SEPARATA PARA REE SITUACIÓN
		PLANO Nº 3421100-330502-010	ESCALA 1/50.000
		REVISIÓN A	





LSAT 220kV  
 SET SANGORRIN (OPDE) - SET LA SERNA PROMOTORES  
 LSAT 220kV  
 SET PE LOS CHOPOS (ENEL) - SET LA SERNA PROMOTORES

SET LA SERNA PROMOTORES 220kV

TM DE TUDELA  
 POLIGONO 39 PARCELA 150

LSAT 220kV SET LA SERNA PROMOTORES -  
 LAAT 220kV SET ALCARAMA - SET LA SERNA (REE)  
 (718m)

ZANJA 2 CIRCUITOS  
 HVC XLPE 127/220kV 3x1x1000 mm<sup>2</sup> Al + 266mm<sup>2</sup> POR CIRCUITO  
 (con 3 Cables de fibra optica)

LAAT 220kV  
 (EXISTENTE)

LAAT 400kV  
 (EXISTENTE)

CRUCE DE ZANJA LSAT 220kV  
 CON LAAT 400kV EXISTENTE  
 X: 609252,22  
 Y: 4661015,89

CAMARA DE EMPALME CE-1

LAAT 220kV - Conductor Starling  
 (NUEVA)

LAAT 220kV SET ALCARAMA - SET LA SERNA (REE)

AP104 (EXISTENTE)

LAAT 220kV  
 (EXISTENTE)

AP103 Bis II (NUEVO)

AP103 Bis (NUEVO)

AP103 (EXISTENTE)

LAAT 220kV - Conductor LA-455  
 (EXISTENTE)

LÍNEA SUBTERRÁNEA 220kV  
 SET LA SERNA PROMOTORES -  
 LAAT 220kV SET ALCARAMA - SET LA SERNA (REE)

COORDENADAS UTM (HUSO 30 - ETRS89)

PUNTO	COORDENADA X	COORDENADA Y
P-220-01	609 054,86	4 661 378,86
P-220-02	609 076,36	4 661 368,40
P-220-03	609 136,32	4 661 287,58
P-220-04	609 085,11	4 661 206,83
P-220-05	609 184,94	4 661 002,12
P-220-06	609 243,23	4 661 018,07
P-220-07	609 347,66	4 660 903,67
P-220-08	609 362,53	4 660 905,62

CAMARAS DE EMPALME LSAT 220kV

COORDENADAS UTM (HUSO 30 - ETRS89)

PUNTO	COORDENADA X	COORDENADA Y
CE-01	609 186,97	4 661 010,01

SET LA SERNA PROMOTORES T.M. TUDELA (NAVARRA)

COORDENADAS UTM (HUSO 30 - ETRS89)

Nº VERDE	COORDENADA X	COORDENADA Y
1	609 010,83	4 661 302,72
2	609 042,74	4 661 431,86
3	609 098,00	4 661 386,81
4	609 066,09	4 661 347,87

LEYENDA

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	ZANJA 2 CIRCUITOS (a = 2,00m, prof = 1,50m)
	CAMARA DE EMPALME DE CABLES

REVISIÓN	FECHA	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO	DESCRIPCIÓN
B	MAYO-2021	G.F.F.	J.R.A.	J.L.O.	MODIFICACION TEXTO ZANJA
A	MAYO-2021	G.F.F.	J.R.A.	J.L.O.	PRIMERA EMISION

SET LA SERNA PROMOTORES T. LSAT 220kV

enel  
ger  
opde

PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SUBESTACIÓN 220 KV "LA SERNA PROMOTORES" Y LSAT DE ENTRONQUE CON LAAT SET ALCARAMA - SET LA SERNA. T.M.: TUDELA (COMUNIDAD FORAL DE NAVARRA)

IMPANTACIÓN SOBRE ORTOFOTO

3421100-3303-432

1/1.000

A3





COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS  
INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA  
Nº Colegiado.: 0001937  
JOSE LUIS OVELLEIRO MEDINA  
VISADO Nº : VD01663-21A  
DE FECHA : 24/5/21  
**E-VISADO**

Molinos de La Rioja - S.A.U.

Carretera de Laguardia, 91-93 - "Edificio Iberdrola".

Tel. +34 941 240282 – Fax +34 941 245650

26009 Logroño (La Rioja)

# PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO

## SUBESTACION 220 KV "LA SERNA PROMOTORES" Y LSAT DE ENTRONQUE CON LAAT SET ALCARAMA – SET LA SERNA.

### SEPARATA PARA RENOVABLES DE LA RIBERA

COMUNIDAD AFECTADA

COMUNIDAD FORAL DE NAVARRA

T. M. TUDELA

MAYO 2021

REVISIÓN B



Ingeniería y Proyectos Innovadores S.L.

CIF: B-50996719

Rosa Chacel 8, Local.

50018 - Zaragoza (ESPAÑA)



# DOCUMENTO 01. MEMORIA



## ÍNDICE

1	OBJETO DEL PROYECTO Y ALCANCE .....	2
2	PROMOTOR.....	2
3	NORMATIVA DE APLICACIÓN.....	3
4	SUBESTACIÓN SET LA SERNA PROMOTORES 220 KV .....	5
4.1	CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DE LA INSTALACIÓN .....	6
4.1.1	MAGNITUDES ELÉCTRICAS.....	6
4.1.2	DISTANCIAS.....	6
4.1.3	EMBARRADOS.....	7
4.1.4	CONFIGURACIÓN Y NÚMERO DE POSICIONES.....	8
4.2	CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN.....	10
5	LÍNEA SUBTERRÁNEA DE ALTA TENSIÓN (L.S.A.T.) 220 KV .....	10
5.1	RECORRIDO PREVISTO .....	10
5.2	AFECCIONES POR EL PASO DE LA LÍNEA.....	10
5.3	CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN.....	11
5.4	CANALIZACIÓN SUBTERRÁNEA .....	11
5.5	PLAZO DE EJECUCIÓN.....	12
6	AFECCIONES CON LÍNEAS ELÉCTRICAS .....	13
6.1	PROXIMIDAD CON APOYOS .....	13
7	CONCLUSIÓN.....	14

## 1 OBJETO DEL PROYECTO Y ALCANCE

El objeto de la presente separata es informar a Renovables de la Ribera de la construcción de las instalaciones la Subestación SET La Serna Promotores 220 kV y por otro la línea subterránea 220 kV de entronque para la conexión con la actual línea aérea Alcarama- La Serna 220 kV (REE), que conecta la subestación SET La Serna Promotores 220 kV con el parque en 220 kV de la subestación SET LA SERNA 220 kV (REE), en el término municipal de Tudela, provincia de Navarra.

Estas instalaciones eléctricas comunes son las siguientes:

**1.- Subestación Eléctrica La Serna Promotores 220 kV:** Se trata de una nueva subestación seccionadora, situada en el término municipal de Tudela, que albergará cuatro posiciones de línea, necesarias para la conexión al nivel de 220 kV de los parques eólicos indicados y toda la aparamenta necesaria.

**2.- Línea Eléctrica Subterránea de conexión 220 kV:** Consiste de una derivación en subterránea en el nivel de 220 kV, que permitirá la conexión de la mencionada futura subestación La Serna Promotores 220 kV con la actual línea aérea existente de Alcarama-La Serna 220 kV, permitiendo de esta manera la conexión con la actual subestación La Serna 220 kV propiedad de REE.

El municipio afectado por la implantación de estas infraestructuras es Tudela (Comunidad Foral de Navarra).

## 2 PROMOTOR

Los datos del promotor son:

**MOLINOS DE LA RIOJA, S.A.U.**

- CIF A26307736
- Dirección: Ctra. de Laguardia, 91-93 · CP 26009 · Logroño · La Rioja

### 3 NORMATIVA DE APLICACIÓN

En la confección del presente proyecto, así como en la futura construcción de las instalaciones, se han tenido presente toda normativa nacional y autonómica vigente que regula esta actividad y otras que puedan afectar a la misma. La normativa es la siguiente:

#### SEGURIDAD Y SALUD

- Real Decreto 604/2006, de 19 de mayo, por el que se modifican el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, y el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.
- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo (O.M. Mº Trabajo de 09-03-1971) en sus partes no derogadas.

#### OBRA CIVIL

- Instrucción de hormigón estructural, R.D. 1247/2008, de 18 de Julio (EHE-08).
- O.C. 15/03 Sobre señalización de los tramos afectados por la puesta en servicio de las obras.-Remates de obras.
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- Normativa DB SE-AE Acciones en la edificación.
- Normativa DB SE-A Acero.
- Normativa DB SE Seguridad Estructural.
- Orden de 16 de Diciembre de 1997 por la que se regulan los accesos a las carreteras del Estado, las vías de servicio y la construcción de instalaciones de servicios.
- Recomendaciones para el proyecto de intersecciones, MOP, 1967
- Orden FOM/273/2016, de 19 de febrero, por la que se aprueba la Norma 3.1-IC de Trazado, de la Instrucción de Carreteras.
- Orden FOM/3460/2003, de 28 de noviembre, por la que se aprueba la Norma 6.1-IC de Secciones de firme, de la Instrucción de Carreteras.
- Orden FOM298/2016, de 15 de febrero, por la que se aprueba la Norma 5.2-IC de Drenaje superficial, de la Instrucción de Carreteras.
- Orden FOM/534/2014, de 20 de marzo, por la que se aprueba la Norma 8.1-IC de Señalización Vertical, de la Instrucción de Carreteras.
- Orden, de 16 de julio de 1987, por la que se aprueba la Norma 8.2-IC de Marcas Viales, de la Instrucción de Carreteras.
- Orden Ministerial de 31 de agosto de 1987, por la que se aprueba la Instrucción 8.3-IC sobre Señalización, Balizamiento, Defensa, Limpieza y Terminación de Obras Fijas en Vías fuera de poblado.
- Manual de Ejemplos de Señalización de Obras Fijas de la DGC del Ministerio de Fomento.



- Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para obras de carretera y puentes de la Dirección General de Carreteras (PG-3). Aprobada por Orden Ministerial de 6 de febrero de 1976.

#### INSTALACIONES ELÉCTRICAS

- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico
- Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23.
- Reglamento Electrotécnico de baja tensión aprobado por Real Decreto 842/2002 de 2 de Agosto, publicado en BOE Nº 224 de 18 de septiembre de 2003.
- Instrucciones Complementarias del Reglamento Electrotécnico para baja tensión.
- Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.
- Orden TEC/1281/2019, de 19 de diciembre, por la que se aprueba las Instrucciones Técnicas Complementarias al Reglamento Unificado de Puntos de Medida del Sistema Eléctrico.
- Real Decreto 223/2008 de 15 de febrero por el que se aprueba el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias.
- Reglamento (UE) 2016/631 de la comisión de 14 de abril de 2016, que establece un código de red sobre requisitos de conexión de generadores a la red, con el fin de garantizar la controlabilidad y seguridad del sistema eléctrico en su conjunto.
- Para la conexión a Red Eléctrica de España se cumplirán con los procedimientos para el acceso y la conexión a la red de transporte de instalaciones de generación, consumo o distribución que se establecen con carácter general en la Ley del Sector Eléctrico –LSE (Ley 24/2013, de 26 de diciembre), el Real Decreto 1955/2000 para el sistema eléctrico peninsular español (SEPE), el Real Decreto 1047/2013, y con carácter particular, para las instalaciones de generación mediante fuentes renovables, cogeneración y residuos en el Real Decreto 413/2014. Además se cumplirá con los aspectos técnicos y de detalle, incluyendo la etapa de puesta en servicio, que se desarrollan en los procedimientos de operación, en especial el P.O. 12.1 y P.O. 12.2. sobre requisitos mínimos de diseño, equipamiento, funcionamiento y seguridad y puesta en servicio. En el desarrollo del proyecto se tendrán en cuenta dichos procedimientos así como las prescripciones técnicas de Red Eléctricas de España.

## 4 SUBESTACIÓN SET LA SERNA PROMOTORES 220 KV

Tal y como se ha indicado inicialmente, para la evacuación de la energía generada en los parques eólicos referenciados anteriormente en la Tabla 1, se propone la construcción de una nueva subestación seccionadora denominada “Subestación La Serna Promotores”, desde donde se evacuará, mediante un entronque subterráneo que se va a ejecutar en el nivel de 220 kV.

La instalación objeto del presente apartado estará emplazada en el término municipal de Tudela, provincia de Navarra y consiste en el siguiente elemento:

- Subestación Seccionadora en 220 kV para la evacuación de varias centrales de generación eólica, contará con unas dimensiones aproximadas de 50,50 metros de ancho x 71,30 metros de longitud.

Las coordenadas UTM de las cuatro esquinas de la Subestación son:

SET LA SERNA PROMOTORES T.M. TUDELA (NAVARRA)		
COORDENADAS U.T.M. (HUSO 30 - ETRS89)		
Nº VERTICE	COORDENADA X	COORDENADA Y
1	609.010,83	4.661.392,72
2	609.042,74	4.661.431,86
3	609.098,00	4.661.386,81
4	609.066,09	4.661.347,67

*Figura 2. Coordenadas UTM Nueva Subestación La Serna Promotores*

La Subestación estará constituida en un nivel de tensión del parque a 220 kV; dicho nivel de tensión se materializará en un parque exterior o intemperie a 220 kV en una configuración de simple barra.

La función y composición de este parque, consiste esquemáticamente en:

### Parque de intemperie a 220 kV:

Tiene como función la conexión al nivel de 220 kV de toda la energía eléctrica generada por los parques eólicos a través de la llegada tres líneas de 220 kV procedentes de otras subestaciones elevadoras como son la Subestación Sangorrín, Subestación PE Los Chopos y la actual Subestación existente de Alcarama, para conectar con la nueva subestación La Serna Promotores.

Por lo tanto, el parque intemperie de 220 kV en la nueva subestación La Serna Promotores, en configuración de simple barra, estará compuesto por las siguientes posiciones:

- (4) Cuatro posiciones de Línea 220 kV :
  - Posición de línea LSAT SET LA SERNA 220 kV.
  - Posición de línea LSAT SET ALCARAMA.

(Para evacuación de los parques eólicos: Igea-Cornago Sur, Alcarama I y Alcarama II).

- Posición de línea LSAT SET SANGORRÍN.  
(Para evacuación de los parques eólicos: Sangorrín y Miramon).
- Posición de línea LSAT SET PE LOS CHOPOS.  
(Para evacuación de los parques eólicos: Los Chopos y Vientos del Cierzo).

La descripción detallada de las instalaciones eléctricas, se contempla en los apartados siguientes.

#### 4.1 CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DE LA INSTALACIÓN

Tal y como se ha indicado anteriormente la subestación eléctrica, estará compuesta por un Parque Intemperie a 220 kV. Se atenderán los siguientes datos los cuales corresponden a este nivel de tensión.

##### 4.1.1 MAGNITUDES ELÉCTRICAS

Como criterios básicos de diseño se adoptarán las siguientes magnitudes eléctricas:

###### Parque 220 kV

Tensión nominal.....	220 kV
Tensión más elevada para el material (Ve).....	245 kV
Neutro.....	Rígido a tierra
Intensidad de cortocircuito trifásico .....	40 kA
Tiempo de extinción de la falta .....	0,5 seg
Nivel de aislamiento:	
a) Tensión soportada a impulso tipo maniobra .....	460 kV
b) Tensión soportada a impulso tipo rayo.....	1.050 kV
Línea de fuga mínima para aisladores .....	7.595 mm (31 mm/kV)

##### 4.1.2 DISTANCIAS

Las distancias a adoptar serán como mínimo las que a continuación se indican, basándose para ello en las magnitudes eléctricas adoptadas y en la normativa aplicable.

###### Conductores tendidos:

Las distancias a adoptar serán como mínimo las que a continuación se indican, basándose para ello en las magnitudes eléctricas adoptadas y en la normativa aplicable.

Parque 220 kV

Conductor - estructura .....	2.100 mm
Conductor - conductor .....	2.100 mm

Para la determinación de este tipo de distancias, se han tenido en cuenta los siguientes criterios básicos de implantación:

- a) Las distancias serán tales que permitirán el paso del personal y herramientas por todos los puntos del parque de intemperie bajo los elementos en tensión sin riesgo alguno.
- b) Deberán permitir el paso de vehículos de transporte y de elevación necesarios para el mantenimiento o manipulación de elementos de calles en descargo, bajo el criterio de gálibos estipulados.

No se han tenido en cuenta, por lógica, las exigencias que se deriven de la realización de trabajos de conservación bajo tensión. En estos casos será necesario aumentar las distancias entre fases con respecto a la disposición física preestablecida, con lo que el resto de los condicionantes se cumplirá con un margen mayor.

Al considerar todo lo anterior, y de acuerdo con lo que se indica, se establecerán las siguientes distancias:

Parque 220 kV

Entre ejes de aparellaje .....	4.000 mm
Anchura de calle .....	13.500 mm
Altura de embarrados de interconexión entre aparatos .....	6.000 mm
Altura de barras principales .....	10.500 mm

Comunes

Anchura de vial de acceso .....	5.000 mm
Anchura de viales de servicio .....	3.000 mm

Como se puede observar, las distancias mínimas son muy superiores a la preceptuada en la normativa.

Con respecto a la altura de las partes en tensión sobre viales y zonas de servicio accesibles al personal, la normativa, prescribe una altura mínima de 2.300 mm a zócalo de aparatos, lo que se garantizará con las estructuras soporte del aparellaje.

4.1.3 EMBARRADOS

**Disposición y tipo de embarrado**

Los conductores desnudos en el parque de intemperie estarán dispuestos en dos niveles:

Parque 220 kV

- Embarrados bajos, conexiones entre aparatos a 6 m de altura. Se realizarán con cable dúplex de aluminio-acero/con.



### Embarrados en cable

Tal y como se ha indicado anteriormente, en el parque de 220 kV, la interconexión del aparellaje y los tendidos altos estarán formados por cables de aluminio con alma de acero, los cuales tendrán la siguiente configuración y características:

#### Parque 220 kV

Formación .....	Dúplex
Tipo .....	RAIL
Sección total del conductor .....	517,3 mm <sup>2</sup>
Diámetro exterior .....	29,61 mm
Intensidad admisible permanente a 35° C de temperatura ambiente y 75° C en conductor .....	2.064 A (en configuración dúplex)

### Embarrados en tubo

#### Parque 220 kV

Las características de los tubos destinados a las barras principales serán las siguientes:

Aleación .....	AlMgSiO, 5 F22
Diámetros exterior/interior.....	150/134 mm
Sección total del conductor .....	3.567 mm <sup>2</sup>
Intensidad admisible permanente a 80° C .....	3.890 A

Los tubos no podrán ser soldados en ningún punto o tramo, por lo que se ha previsto que su suministro se realice en tiradas continuas y en tramos conformados, cortados y curvados en fábrica, debiéndose proceder a pie de obra tan sólo a su limpieza y montaje posterior.

#### 4.1.4 CONFIGURACIÓN Y NÚMERO DE POSICIONES

#### Parque de intemperie de 220 kV:

Tal y como se ha indicado anteriormente, éste parque de 220 kV, tiene como función la conexión de la energía eléctrica generada por las plantas renovables a este nivel de tensión para poder evacuar mediante una nueva conexión subterránea en 220 kV a la red de transporte conectando con la subestación eléctrica de La Serna 220 kV (propiedad de Red Eléctrica de España).

El parque intemperie de 220 kV en la nueva subestación La Serna Promotores, en configuración de simple barra, estará compuesto por las siguientes posiciones:

- (4) Cuatro posiciones de Línea 220 kV :
  - Posición de línea SET La Serna 220 kV (REE).
  - Posición de línea SET Alcarama.
  - Posición de línea SET Sangorrín.
  - Posición de línea SET PE Los Chopos.

La aparamenta a instalar en dicho parque 220 kV será la siguiente:

Posición	Aparamenta	Identificación Elemento	Cantidad
Posición de línea SET La Serna 220 kV (Pos. 11)	Terminales exteriores cable	--	3
	Pararrayos autoválvulas	PY-11	3
	Interruptor automático unipolar	52-11	3
	Transformadores de Intensidad	TI-11	3
	Seccionador tripolar de barras	89B-11	1
	Transformador de tensión inductivo	TT-11	3
	Seccionador tripolar de línea con p.a.t.	89-11 (57-11)	1
Posición de línea SET Alcarama (Pos. 12)	Terminales exteriores cable	--	3
	Pararrayos autoválvulas	PY-12	3
	Interruptor automático unipolar	52-12	3
	Transformadores de Intensidad	TI-12	3
	Seccionador tripolar de barras	89B-12	1
	Transformador de tensión inductivo	TT-12	3
	Seccionador tripolar de línea con p.a.t.	89-12 (57-12)	1
Posición de línea SET SANGORRÍN (Pos. 13)	Terminales exteriores cable	--	3
	Pararrayos autoválvulas	PY-13	3
	Interruptor automático unipolar	52-13	3
	Transformadores de Intensidad	TI-13	3
	Seccionador tripolar de barras	89B-13	1
	Transformador de tensión inductivo	TT-13	3
	Seccionador tripolar de línea con p.a.t.	89-13 (57-13)	1
Posición de línea SET PE LOS CHOPOS (Pos. 14)	Terminales exteriores cable	--	3
	Pararrayos autoválvulas	PY-14	3
	Interruptor automático unipolar	52-14	3
	Transformadores de Intensidad	TI-14	3
	Seccionador tripolar de barras	89B-14	1
	Transformador de tensión inductivo	TT-14	3
	Seccionador tripolar de línea con p.a.t.	89-14 (57-14)	1
Posición de Barras (simple barra)	Transformadores de tensión inductivo	TTB	3

- Control y protecciones:

En los esquemas unifilares de protección y medida de 220 kV, se refleja además el equipamiento preciso en cuanto a mando, protecciones, control y aparatos de medida, necesario para una explotación fiable de la instalación.

Los correspondientes cuadros de control, medida, servicios auxiliares, telemando y comunicaciones se instalarán en recintos específicos "Sala de Control" y "Servicios auxiliares" del Edificio de Control.

## 4.2 CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN

Para la totalidad de la Subestación La Serna Promotores, se prevé una zona rectangular de aproximadamente unas dimensiones: 71,30 m de largo por 50,50 m de ancho. Este espacio estará limitado y protegido con un cierre de malla de 2,40 m de altura mínima, para evitar contactos accidentales desde el exterior y el acceso a la instalación de personas extrañas a la explotación.

En el interior del recinto indicado se implantará un Edificio de Control, para el conjunto de promotores de dimensiones exteriores 12,20 m de largo por 10,25 m de ancho.

En la zona intemperie se han previsto pasillos y zonas de protección de embarrados, aparatos y cerramiento exterior, que cumplimentan la ITC-RAT 15, apartado 3. Por este motivo se colocará el aparellaje sobre soportes metálicos galvanizados de altura conveniente.

En el cerramiento se ha previsto una puerta peatonal y otra de 5 m con vial interior, para que un camión - grúa realice con facilidad la carga y descarga de la apartamenta exterior y demás elementos.

## 5 LÍNEA SUBTERRÁNEA DE ALTA TENSIÓN (L.S.A.T.) 220 kV

Con la finalidad de poder evacuar toda la energía generada por las centrales de generación eléctrica de tecnología renovable en la subestación existente denominada La Serna 220 kV propiedad de REE, se proyecta la instalación de un entronque subterráneo ( con línea de entrada y de salida) de evacuación en 220 kV con la línea aérea existente SET Alcarama- SET La Serna 220 kV. Dicha instalación tiene como finalidad la conexión de la nueva subestación La Serna Promotores con el nivel de 220 kV de la citada subestación La Serna 220 kV y con la Subestación Alcarama.

Esta línea subterránea de 220 kV se describe en los siguientes apartados.

### 5.1 RECORRIDO PREVISTO

El recorrido previsto para este entronque subterráneo tiene el inicio en el parque exterior de 220 kV de la nueva subestación La Serna Promotores, en las dos posiciones de línea Alcarama y La Serna 220 kV y finaliza en los dos nuevos apoyos a instalar en la línea aérea existente que realizaran la conversión aéreo – subterráneo. Estos apoyos no forman parte del alcance de este proyecto, siendo definidos y considerados en el proyecto de modificación de la línea aérea Alcarama-La Serna 220 kV que también está siendo realizado.

Así pues el recorrido puede observarse en los planos adjuntos al presente proyecto.

Esta línea subterránea a ejecutar, discurrirá por el término municipal de Tudela (Navarra).

### 5.2 AFECCIONES POR EL PASO DE LA LÍNEA

El trazado de la conexión subterránea 220 kV, se verá afectado por servicios pertenecientes a organismos o entidades, distintos de los promotores del proyecto.

Es por ello que se adjuntan las siguientes tablas en la cual figuran los organismos afectados, a los cuales se les deberá informar de la afección particular con la correspondiente separata particular.

LSAT 220 kV DE ENTRENQUE CON LAAT SET ALCARAMA-SET LA SERNA (REE)
Afección/Organismo
Ayuntamiento de Tudela
Renovables de La Ribera (Línea Eléctrica de Alta Tensión)
REE (Línea Eléctrica de Alta Tensión)

Además forma parte de este proyecto la presentación de la Relación de Bienes y Derechos de Afectados particulares del recorrido de la canalización subterránea correspondiente a esta línea de evacuación.

### 5.3 CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN

Las características generales de la conexión serán las siguientes:

Tensión Nominal (Vn)	Tensión más elevada	Características mínimas del cable y accesorios	
220 kV	245 kV	U <sub>0</sub> /U (kV)	U <sub>p</sub> (kV)
		127/220	1050

- U<sub>0</sub>: Tensión asignada eficaz a frecuencia industrial entre cada conductor y la pantalla del cable, para la que se han diseñado el cable y sus accesorios.
- U: Tensión asignada eficaz a frecuencia industrial entre dos conductores cualesquiera para la que se han diseñado el cable y sus accesorios.
- U<sub>p</sub>: Valor de cresta de la tensión soportada a impulsos de tipo rayo aplicada entre cada conductor y la pantalla o la cubierta para el que se ha diseñado el cable o los accesorios.

### 5.4 CANALIZACIÓN SUBTERRÁNEA

El recorrido de este entronque se realizará mediante una zanja de aproximadamente 718 m de longitud, con una anchura mínima de 2,00 m, y 1,5 m de profundidad. En dicha zanja, se instalarán dos líneas (entrada-salida) de 220 kV en el interior de tubos corrugados de doble pared de 250 mm de diámetro exterior en disposición plana, red de tierras y comunicaciones.

Los cambios de dirección del trazado del tramo subterráneo se intentarán realizar con radios de curvatura no inferiores a 10 m (50 veces el diámetro exterior del tubo) con motivo de facilitar la operación de tendido.

Se deberá tener especial cuidado en la colocación de los tubos evitando rebabas y hendiduras producidas por el transporte de los mismos, realizando una inspección visual antes de montar cada tubo, desechando los tubos que presenten fisuras, aplastamiento o cualquier tipo de defecto.

Las uniones de los tubos deberán tener un sellado eficaz con objeto de evitar que a través de las mismas puedan penetrar materiales sólidos o líquidos procedentes de los trabajos a realizar durante la obra civil o posteriormente que pudieran dificultar el desarrollo normal de las operaciones de tendido de los cables (agua, barro, hormigón, etc.).

Durante el trabajo de colocación de los tubos se deberá instalar en su interior una cuerda guía para facilitar su posterior mandrilado. Estas guías deberán ser de nylon de diámetro no inferior a



10 mm.

Una vez colocados los tubos de los cables de potencia, inmovilizados y perfectamente alineados y unidos se procederá al hormigonado de los mismos, sin pisar la canalización, vertiendo y vibrando el hormigón de calidad HM-20/B/20 al menos en dos tongadas. Una primera para fijar los tubos y otra para cubrir completamente los tubos de potencia hasta alcanzar la cota del inicio del soporte de los tubos de telecomunicaciones.

Tras la colocación los tubos de telecomunicaciones, inmovilizados y perfectamente alineados y unidos se procederán al hormigonado de los mismos, sin pisar la canalización, vertiendo y vibrando el hormigón de calidad HM-20/B/20 hasta alcanzar la cota de hormigón especificada según el plano de la zanja.

Finalmente, tanto los tubos de los cables de potencia como los tubos de telecomunicaciones, quedarán totalmente rodeados por el hormigón constituyendo un prisma de hormigón que tiene como función la inmovilización de los tubos y soportar los esfuerzos de dilatación-contracción térmica o los esfuerzos de cortocircuito que se producen en los cables.

Cuando se finalice el hormigonado de la canalización se rellenará la zanja, en capas compactadas no superiores a 250 mm de espesor, con tierra procedente de la excavación, arena, o todo-uno normal al 95% P.M. (Proctor Modificado). Dentro de esta capa de relleno, a una distancia de 150 mm del firme existente, se instalarán las cintas de polietileno de 150 mm de ancho, indicativas de la presencia de cables eléctricos de alta tensión.

Para concluir, se rellenará la zanja con material seleccionado de excavación con tongadas de 20 cm. En toda la extensión de la zanja se colocará una malla de señalización, marcándose todo su recorrido mediante los hitos de hormigón.

## 5.5 PLAZO DE EJECUCIÓN

Para la ejecución de los trabajos necesarios de las instalaciones indicadas correspondientes a la línea eléctrica subterránea de conexión de la subestación La Serna Promotores se ha previsto un plazo de ejecución de 3 meses, con las siguientes actividades principales:

- Trabajos previos consistentes en labores de replanteo y estudio de los posibles servicios e instalaciones afectadas a lo largo del recorrido, inicio de los trabajos, etc.
- Obra civil, realización de la canalización subterránea: Ejecución de los trabajos para la construcción de la zanja a lo largo del recorrido (excavación, extendido de capa de arena...)
- Tendido del cable de potencia
- Realización de los empalmes necesarios.
- Realización de terminales y conexión en ambos extremos.
- Pruebas eléctricas del cable, comprobando la correcta instalación desde el punto de vista de conductividad, aislamiento correcto y puesta a tierra efectiva.
- Puesta en marcha de la conexión en 220 kV.

## 6 AFECCIONES CON LÍNEAS ELÉCTRICAS

Por la zona de la subestación y de su línea subterránea de evacuación discurre una línea eléctrica de alta tensión propiedad de Renovables de la Ribera:

- Línea eléctrica de alta tensión 220 kV entre STR "VALTIERRA-RENOVABLES DE LA RIBERA" Y ST "LA CANTERA".

El trazado de las anteriores líneas se muestra en los planos adjuntos.

### 6.1 PROXIMIDAD CON APOYOS

Las afecciones sobre la línea serán debidas a los requisitos de construcción de la zanja, de alta tensión por la que circulará la línea subterránea 220 kV de evacuación hasta la SET LA SERNA 220 kV, el trazado de dicha zanja transcurrirá cerca de dos apoyos de la línea anteriormente mencionada.

A continuación se describen las afecciones sobre dichas líneas eléctricas:

UBICACIÓN	AFECCIÓN
COORDENADAS UTM ETRS89 HUSO 30N	
X: <b>609.143,86</b> Y: <b>4.661.293,59</b>	Proximidad con Apoyo V-20 (7,60 m)
X: <b>609.143,95</b> Y: <b>4.661.293,54</b>	Proximidad con Apoyo V-21 (15,46 m)

Se ha realizado este trazado de acuerdo a lo establecido en el *Reglamento de Líneas de Alta Tensión*.

## 7 CONCLUSIÓN

Con la presente separata, se considera suficientemente descrita las instalaciones a realizar, sin perjuicio de cualquier otra ampliación o aclaración que las autoridades competentes consideren oportunas.

Mayo 2021



José Luis Ovelleiro Medina.  
Ingeniero Industrial.  
Colegiado nº. 1.937

Al Servicio de la Empresa:  
Ingeniería y Proyectos Innovadores  
B-50996719

## DOCUMENTO 02. PLANOS





**PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO**  
SUBSTACION 220 KV "LA SERNA PROMOTORES" Y LSAT DE  
ENTRONQUE CON LAAT SET ALCARAMA – SET LA SERNA  
T.M.: TUDELA (COMUNIDAD FORAL DE NAVARRA)

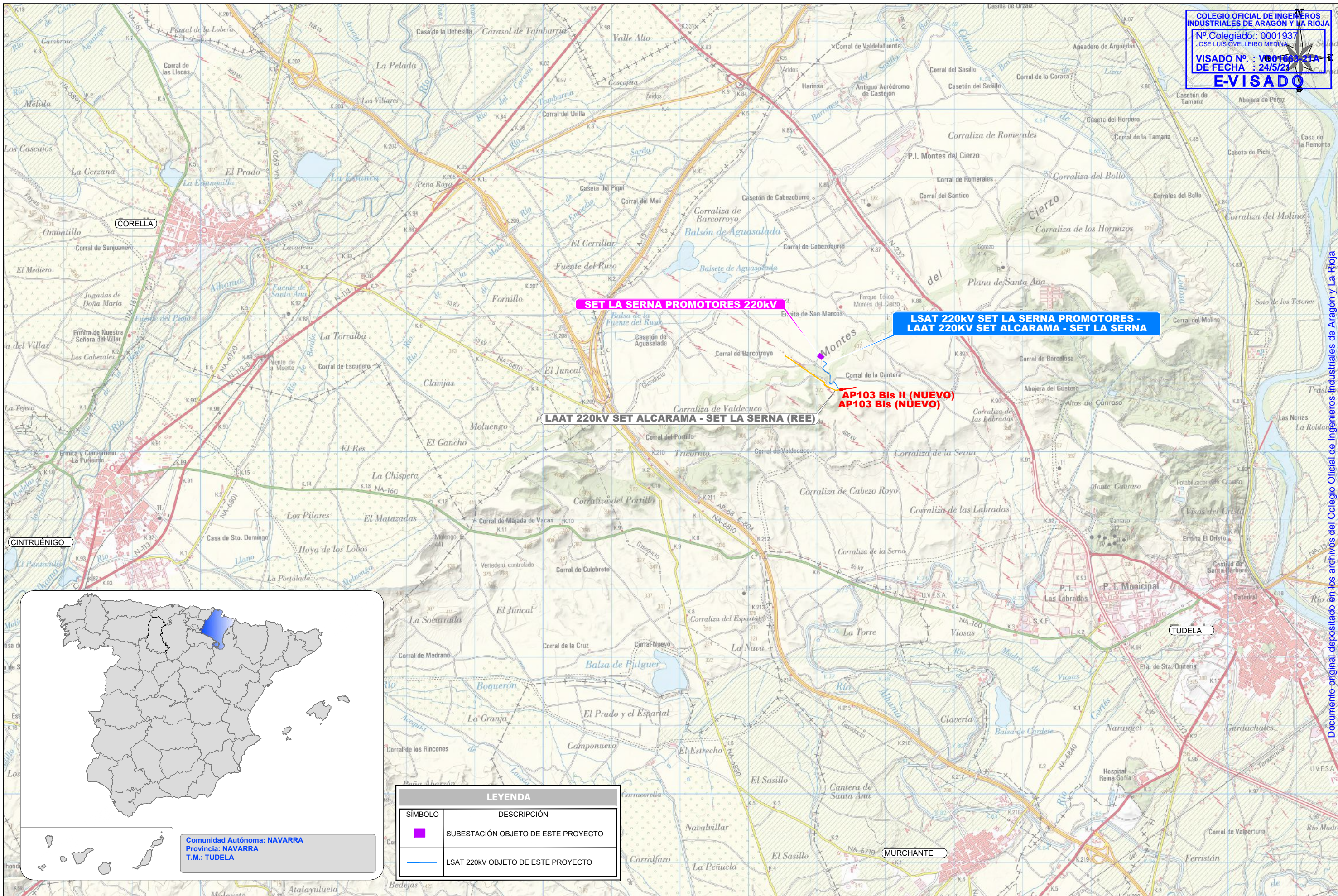


## ÍNDICE

3421100-330503-010 SITUACIÓN

3421100-330503-432 ORTOFOTO





Comunidad Autónoma: NAVARRA  
 Provincia: NAVARRA  
 T.M.: TUDELA

LEYENDA	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	SUBESTACIÓN OBJETO DE ESTE PROYECTO
	LSAT 220KV OBJETO DE ESTE PROYECTO

A	MAYO-2021	G.F.P.	J.R.A.	J.L.O.	PRIMERA EMISIÓN
REVISIÓN	FECHA	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO	DESCRIPCIÓN

CLIENTE  	PROYECTO PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SUBESTACIÓN 220 KV "LA SERNA PROMOTORES" Y LSAT DE ENTRONQUE CON LAAT SET ALCARAMA - SET LA SERNA. T.M.: TUDELA (COMUNIDAD FORAL DE NAVARRA)	FORMATO A3
	AUTOR  INGENIERIA Y PROYECTOS FIRMA DEL INGENIERO JOSE LUIS OVELLEIRO MEDINA Colegiado n.º 1.937	TÍTULO SEPARATA PARA RENOVABLES DE LA RIBERA SITUACIÓN
	PLANO N° 3421100-330503-010	REVISIÓN A

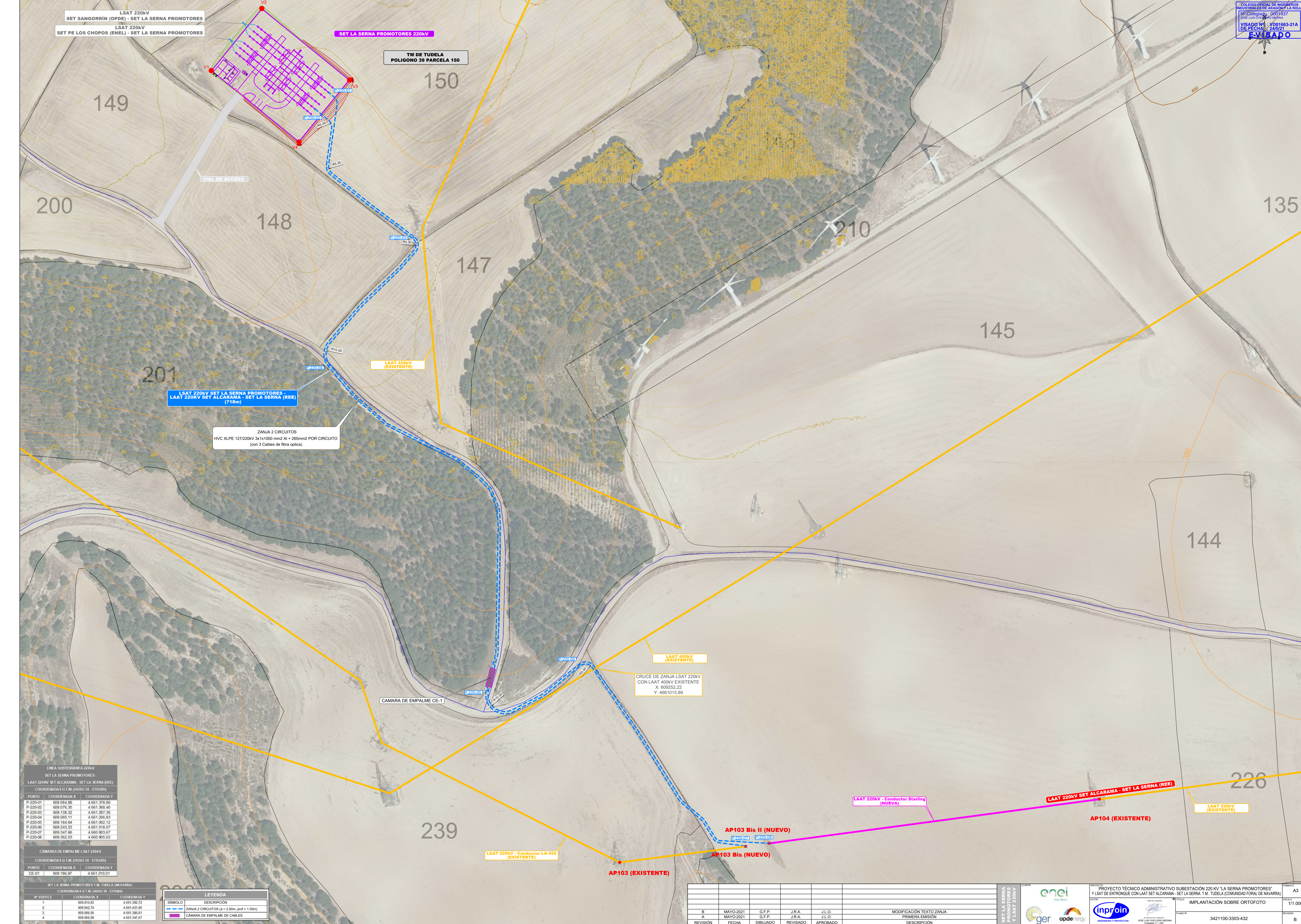
Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02277-21 y VISADO electrónico V001663-21A de 24/05/2021. CSV = FYQEBKHUJCK7VVAI verificable en https://coliar.e-gestion.es



LSAT 220kV  
 SET SANGORRIN (OPDE) - SET LA SERNA PROMOTORES  
 LSAT 220kV  
 SET PE LOS CHOPOS (ENEL) - SET LA SERNA PROMOTORES

SET LA SERNA PROMOTORES 220kV

TM DE TUDELA  
 POLIGONO 39 PARCELA 150



LSAT 220kV SET LA SERNA PROMOTORES -  
 LAAT 220kV SET ALCARAMA - SET LA SERNA (REE)  
 (718m)

ZANJA 2 CIRCUITOS  
 HVC XLPE 127/220kV 3x1x1000 mm<sup>2</sup> Al + 266mm<sup>2</sup> POR CIRCUITO  
 (con 3 Cables de fibra optica)

LAAT 220kV  
 (EXISTENTE)

LAAT 400kV  
 (EXISTENTE)

CRUCE DE ZANJA LSAT 220kV  
 CON LAAT 400kV EXISTENTE  
 X: 609252,22  
 Y: 4661015,89

CAMARA DE EMPALME CE-1

LAAT 220kV - Conductor Starting  
 (NUEVA)

LAAT 220kV SET ALCARAMA - SET LA SERNA (REE)

AP104 (EXISTENTE)

LAAT 220kV  
 (EXISTENTE)

AP103 Bis II (NUEVO)

AP103 Bis (NUEVO)

AP103 (EXISTENTE)

LAAT 220kV - Conductor LA-455  
 (EXISTENTE)

LÍNEA SUBTERRÁNEA 220kV  
 SET LA SERNA PROMOTORES -  
 LAAT 220kV SET ALCARAMA - SET LA SERNA (REE)

COORDENADAS U.T.M. (HUSO 30 - ETRS89)

PUNTO	COORDENADA X	COORDENADA Y
P-220-01	609 054,86	4 661 378,86
P-220-02	609 076,36	4 661 368,40
P-220-03	609 136,32	4 661 287,58
P-220-04	609 085,11	4 661 206,83
P-220-05	609 184,94	4 661 002,12
P-220-06	609 243,23	4 661 018,07
P-220-07	609 347,66	4 660 903,67
P-220-08	609 362,53	4 660 905,62

CÁMARA DE EMPALME LSAT 220kV

COORDENADAS U.T.M. (HUSO 30 - ETRS89)

PUNTO	COORDENADA X	COORDENADA Y
CE-01	609 186,97	4 661 010,01

SET LA SERNA PROMOTORES T.M. TUDELA (NAVARRA)

COORDENADAS U.T.M. (HUSO 30 - ETRS89)

Nº VERDE	COORDENADA X	COORDENADA Y
1	609 010,83	4 661 302,72
2	609 042,74	4 661 431,86
3	609 098,00	4 661 386,81
4	609 066,09	4 661 347,87

LEYENDA

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	ZANJA 2 CIRCUITOS (a = 2,00m, prof = 1,50m)
	CÁMARA DE EMPALME DE CABLES

REVISIÓN	FECHA	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO	DESCRIPCIÓN
B	MAYO-2021	G.F.F.	J.R.A.	J.L.O.	MODIFICACION TEXTO ZANJA
A	MAYO-2021	G.F.F.	J.R.A.	J.L.O.	PRIMERA EMISION

SET LA SERNA PROMOTORES T. LSAT 220kV

PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SUBESTACIÓN 220 KV "LA SERNA PROMOTORES" Y LSAT DE ENTRONQUE CON LAAT SET ALCARAMA - SET LA SERNA. T.M.: TUDELA (COMUNIDAD FORAL DE NAVARRA)

Autor: **inproin**

INGENIERIA Y PROYECTOR

JOSE LUIS DEL PUERTO MARTINA  
 C.O. 111/2017

PLANO Nº: 3421100-3303-432

ESCALA: 1/1.000

COMPROBADO: B