

**RED**  
**ELÉCTRICA**  
DE ESPAÑA

Proyecto Técnico Administrativo

**AMPLIACIÓN DE LA SUBESTACIÓN DE ITXASO 220 KV**  
**BYPASS OPERABLE**

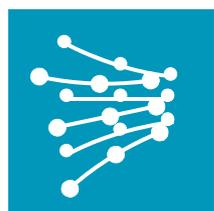
Comunidad afectada  
COMUNIDAD País Vasco

Término municipal  
Ezkio-Itsaso (Guipúzcoa)

Madrid, Septiembre de 2016

Rfª: TI.S/2016/1480





**RED**  
**ELÉCTRICA**  
DE ESPAÑA

Proyecto Técnico Administrativo

**AMPLIACIÓN DE LA SUBESTACIÓN DE ITXASO 220 kV**  
**BYPASS OPERABLE**

DOCUMENTO 1  
MEMORIA



---

# **MEMORIA**

## **ÍNDICE**

<b>CAPITULO 1. GENERALIDADES</b>	<b>4</b>
<b>1.1 ANTECEDENTES, JUSTIFICACIÓN Y FINALIDAD DE LA INSTALACIÓN</b>	<b>4</b>
<b>1.2 OBJETO</b>	<b>4</b>
<b>1.3 RELACIÓN DE ADMINISTRACIONES, ORGANISMOS O EMPRESAS DE SERVICIO PÚBLICO O SERVICIOS DE INTERÉS GENERAL, EN LA PARTE QUE LA INSTALACIÓN PUEDA AFECTAR A BIENES Y DERECHOS A SU CARGO</b>	<b>5</b>
<b>1.4 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS RELEVANTES A EFECTOS RETRIBUTIVOS</b>	<b>5</b>
<b>1.5 ESQUEMA DE LA ACTUACIÓN</b>	<b>6</b>
<b>CAPITULO 2. ACTUACIÓN EN LA SUBESTACIÓN DE ITXASO 220 KV</b>	<b>7</b>
<b>2.1. GENERALIDADES E HIPÓTESIS DE DISEÑO</b>	<b>7</b>
• <b>Características básicas y emplazamiento</b>	<b>7</b>
• <b>Hipótesis de diseño</b>	<b>7</b>
<b>2.2. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA INSTALACIÓN</b>	<b>8</b>
<b>2.2.1. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA INSTALACIÓN</b>	<b>8</b>
<b>2.2.2. CONFIGURACIÓN Y DISPOSICIÓN GENERAL DE LA INSTALACIÓN</b>	<b>9</b>
<b>2.3. SISTEMA ELÉCTRICO</b>	<b>11</b>
<b>2.3.1. MAGNITUDES ELÉCTRICAS</b>	<b>11</b>
<b>2.3.2. Distancias</b>	<b>11</b>
<b>2.3.3. Embarrados</b>	<b>13</b>
<b>2.3.3.1. Tendidos altos</b>	<b>14</b>
<b>2.3.4. CARACTERÍSTICAS DE LA APARAMENTA</b>	<b>14</b>
<b>2.3.5. CAMPOS ELECTROMAGNETICOS</b>	<b>15</b>



---

<b>2.4. RED DE TIERRAS</b>	<b>15</b>
2.4.1 Red de tierras inferiores	15
2.4.2 Red de tierras superiores	15
<b>2.5. ESTRUCTURAS METÁLICAS</b>	<b>16</b>
<b>2.6. SISTEMAS DE CONTROL Y PROTECCIÓN</b>	<b>16</b>
2.6.1. Sistema de control	16
2.6.2. Sistema de protecciones	16
<b>2.7. SERVICIOS AUXILIARES</b>	<b>17</b>
<b>2.8. SISTEMA DE TELECOMUNICACIONES</b>	<b>17</b>
<b>2.9. OBRA CIVIL Y EDIFICACIÓN</b>	<b>17</b>
2.9.1 Drenajes	17
2.9.2 Cimentaciones, viales y canales de cables	17
<b>CAPITULO 3. CABLE DE POTENCIA</b>	<b>19</b>
<b>3.1. CARACTERÍSTICAS DEL CABLE DE POTENCIA 220 KV DE CONEXIÓN DEL AT-2 SOBRE EL JUEGO DE BARRAS (JBP2)</b>	<b>19</b>
<b>3.2. EMPALMES Y TERMINALES</b>	<b>20</b>
<b>3.3. ZANJA SUBTERRÁNEA</b>	<b>24</b>
<b>3.4. MANDRILADO</b>	<b>25</b>
<b>3.5. TENDIDO</b>	<b>25</b>
<b>3.6. NORMAS GENERALES SOBRE CRUZAMIENTOS, PROXIMIDADES Y PARALELISMOS</b>	<b>28</b>
<b>3.7. SISTEMA DE PUESTA A TIERRA</b>	<b>30</b>
<b>CAPITULO 4. NORMATIVA APLICADA</b>	<b>32</b>
<b>CAPITULO 5. PLAZO DE EJECUCIÓN Y FECHA PREVISTA DE PUESTA EN SERVICIO</b>	<b>33</b>



---

## CAPITULO 1. GENERALIDADES

### 1.1 ANTECEDENTES, JUSTIFICACIÓN Y FINALIDAD DE LA INSTALACIÓN

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. (en adelante RED ELÉCTRICA), de conformidad con lo establecido en los artículos 6 y 34 de la Ley 24/2013, de 26 de diciembre del Sector Eléctrico, como gestor de la red de transporte y transportista único con carácter de exclusividad, tiene atribuida la función de transportar energía eléctrica, así como construir, mantener y maniobrar las instalaciones de transporte.

En el ejercicio de las citadas funciones y en orden al efectivo cumplimiento de las finalidades relativas al transporte de energía eléctrica, RED ELÉCTRICA ha proyectado la instalación de un BYPASS OPERABLE en el parque de 220 kV de la Subestación ITXASO, sobre las líneas Hernani 2 y Orcoyen 1.

Esta instalación aparece programada en el documento de la Subdirección General de Planificación Energética del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, denominado “Planificación Energética. Plan de Desarrollo de la Red de Transporte de Energía Eléctrica 2015-2020” de octubre de 2015, aprobada por el Consejo de Ministros el 16 de octubre de 2015.

### 1.2 OBJETO

De conformidad con lo establecido en la referida Ley 24/2013, de 26 de diciembre del Sector Eléctrico y en el Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica, constituye el objeto del presente proyecto, **a efectos administrativos**, la aportación de los datos precisos para la obtención de las correspondientes resoluciones relativas a:

- **Autorización administrativa previa** para el BYPASS OPERABLE, en el parque de 220 kV de la subestación ITXASO.
- **Autorización administrativa de construcción** para el BYPASS OPERABLE, en el parque de 220 kV de la subestación ITXASO.

Al tratarse esta instalación de la red de transporte de energía eléctrica, se hace constar que, a su vez, la presente solicitud deberá tramitarse expresamente en los correspondientes requerimientos de informes o condicionados a las administraciones con competencia urbanística y de ordenación del territorio, a los efectos de lo establecido en las



disposiciones adicionales duodécima, segunda y tercera de la Ley 13/2003, de 23 de mayo, reguladora del contrato de concesión de obras públicas (BOE de 24-05-2003).

Asimismo, en el **orden técnico**, su objeto es informar de las características de la instalación proyectada, así como mostrar su adaptación a lo establecido en el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión, aprobado por Real Decreto 337/2014 de 9 de mayo, Instrucciones Técnicas Complementarias y demás normativa aplicable.

### 1.3 RELACIÓN DE ADMINISTRACIONES, ORGANISMOS O EMPRESAS DE SERVICIO PÚBLICO O SERVICIOS DE INTERÉS GENERAL, EN LA PARTE QUE LA INSTALACIÓN PUEDA AFECTAR A BIENES Y DERECHOS A SU CARGO

- Excmo. Ayuntamiento de Ezkio-Itsaso
- Comisión de Ordenación del Territorio del País Vasco, C.O.T.P.V., Sección de Guipúzcoa

### 1.4 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS RELEVANTES A EFECTOS RETRIBUTIVOS

- **Posiciones a modificar para realizar el bypass operable sobre las líneas Hernani 2 y Orcoyen 1**

Reconfiguración de las posiciones Ormaiztegui1 y AT-2 sobre barras JBP1-JBP2.

- Ormaiztegui1: - Ampliación de las barras JBP1-JBP2  
- Instalación de nueva aparamenta (seccionadores)

Ampliación de barras JBP1-JBP2	1
Número de seccionadores pantógrafos	2
<b>Características</b>	
Tecnología	Aislamiento en aire
Instalación	INTEMPERIE
Configuración	Doble barra
Intensidad de cortocircuito de corta duración	40 kA

- AT-2: Conexión con cable aislado (500m) de la posición sobre JBP1-JBP2



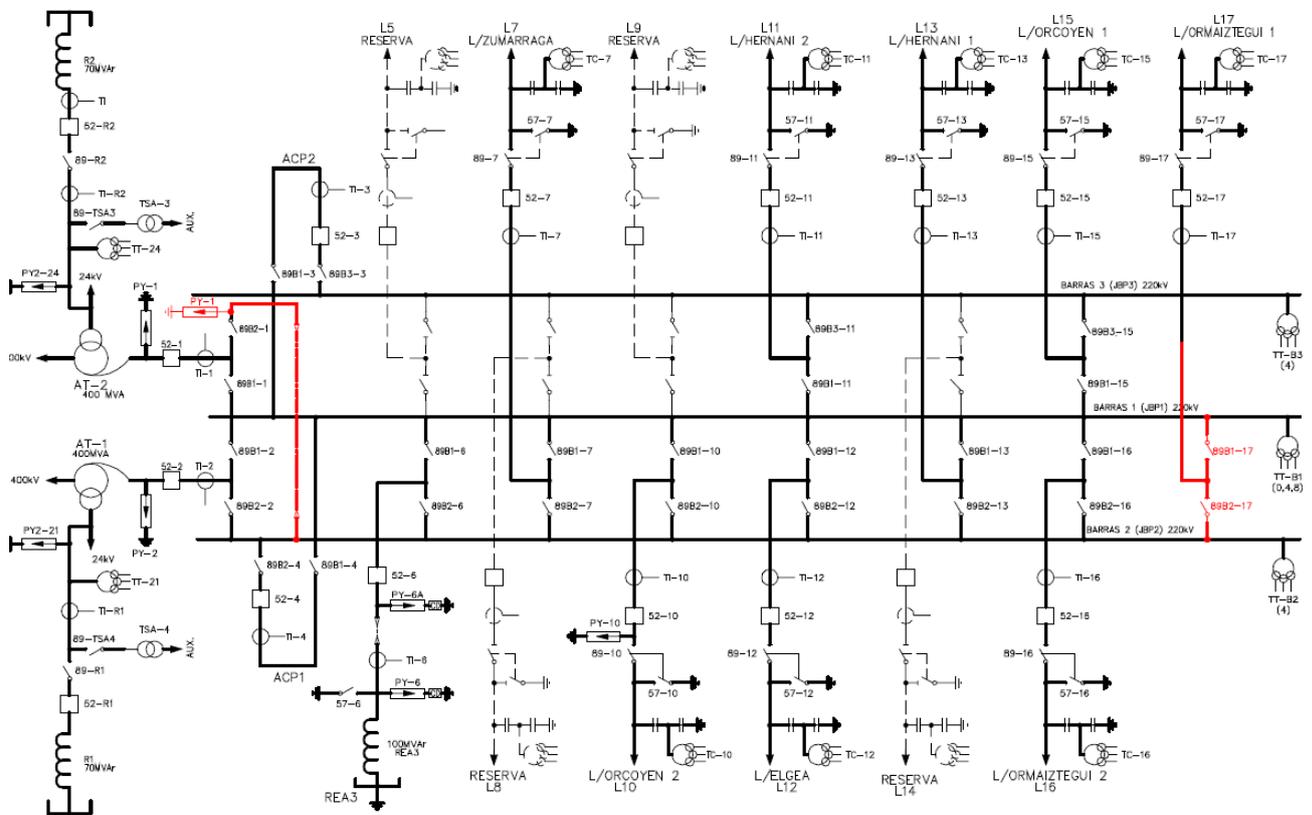
- **Cable de potencia.**

Los cables de potencia interconectarán los seccionadores de barras del AT-2 con el juego de barras 2 (JBP2).

Longitud	500m
Tipo de cable	2500mm <sup>2</sup> Cu

### 1.5 ESQUEMA DE LA ACTUACIÓN

El bypass operable entre Hernani 2- Orcoyen 1 se realizará a través de la barra JBP3, motivo por el cual hay que aislarla y trasladar las posiciones de Ormaiztegui1 y AT-2 sobre barras JBP1-JBP2





---

## CAPITULO 2. ACTUACIÓN EN LA SUBESTACIÓN DE ITXASO 220 KV

### 2.1. GENERALIDADES E HIPÓTESIS DE DISEÑO

- **Características básicas y emplazamiento**

La subestación de Itxaso 220 kV está situada en el término municipal de Ezkio-Itsaso, provincia de Guipúzcoa.

La ubicación queda reflejada en el plano de situación geográfica Documento nº3 Planos del presente proyecto.

Atendiendo las características ambientales del emplazamiento seleccionado esta instalación se realiza con tecnología convencional con aislamiento de aire.

Su configuración topológica es de triple barra para el parque de 220 kV.

- **Hipótesis de diseño**

- **Condiciones ambientales**

Las condiciones ambientales del emplazamiento son las siguientes:

- Altura media sobre el nivel del mar ..... 225 m
- Temperaturas extremas ..... + 45° C/-25° C
- Contaminación ambiental ..... Normal
- Nivel de niebla ..... Medio
- 

Para el cálculo de la sobrecarga del viento, se ha considerado viento horizontal con velocidad de 140 km/h.

Los embarrados y tendidos altos se han diseñado con las sobrecargas de hielo consideradas para la Zona B según “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” y para el resto de la instalación con las sobrecargas consideradas en el Documento Básico de Seguridad Estructural SE-AE “Seguridad Estática. Acciones en la Edificación” del Código Técnico de la Edificación. Real Decreto 314/2006 de 17 de marzo, del Ministerio de la Vivienda.

Respecto a las acciones sísmicas, la norma NCSR-02 contempla la necesidad de su aplicación en construcciones de especial importancia, como ésta, cuando la aceleración sísmica básica sea superior o igual a 0,04 g, siendo en ITXASO menor de 0,04g por lo que no se tendrán en cuenta estas acciones.



---

- **Datos de cortocircuito**

El proyecto considerará para el diseño una intensidad de cortocircuito de corta duración de 40 kA.

Las intensidades de cortocircuito previstas en el horizonte 2020 para el parque de 220 kV son las siguientes:

- Monofásica (kA) ..... 32,8
- Trifásica (kA) ..... 33,3

Estos valores son menores que los de la intensidad de cortocircuito de corta duración de diseño.

## **2.2. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA INSTALACIÓN**

### **2.2.1. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA INSTALACIÓN**

#### **Parque 220 kV**

- Tensión Nominal: 220 kV
- Tensión más elevada para el material (Um): 245 kV
- Tecnología: AIS
- Instalación: INTEMPERIE
- Configuración: Triple barra con acoplamientos transversales entre barras.
- Intensidad de cortocircuito de corta duración: 40 kA



## 2.2.2. CONFIGURACIÓN Y DISPOSICIÓN GENERAL DE LA INSTALACIÓN

El parque de 220 kV de la subestación tiene una configuración de triple barra, en tecnología AIS y dispondrá de las siguientes calles y posiciones:

	Barras	Existente	
		Posiciones	Nº de Interruptores
Calle 1	1-3	AT2	1
Calle 2	1-2	AT1	1
Calle 3	1-3	Acoplamiento 2	1
Calle 4	1-2	Acoplamiento 1	1
Calle 5	1-3	Reserva	-
Calle 6	1-2	REA 3	1
Calle 7	1-2	L/Zumarraga	1
Calle 8	1-3	Reserva	-
Calle 9	1-3	Reserva	-
Calle 10	1-2	L/Orcoyen 2	1
Calle 11	1-3	L/Hernani 2	1
Calle12	1-2	L/Elgea	1
Calle 13	1-2	L/Hernani 1	1
Calle 14	1-3	Reserva	-
Calle 15	1-3	L/Orcoyen 1	1
Calle 16	1-2	L/Ormaiztegi 2	1
Calle 17	1-3	L/Ormaiztegi 1	1



	Barras	Con el BYPASS		
		Posiciones	Nº de Interruptores	Nº de Interruptores nuevos
<b>Calle 1</b>	<b>1-2</b>	<b>AT2</b>	<b>1</b>	<b>0</b>
Calle 2	1-2	AT1	1	0
Calle 3	1-3	Acoplamiento 2	1	0
Calle 4	1-2	Acoplamiento 1	1	0
Calle 5	1-3	-	-	-
Calle 6	1-2	REA 3	1	0
Calle 7	1-2	L/Zumarraga	1	0
Calle 8	1-3	-	-	-
Calle 9	1-3	-	-	-
Calle 10	1-2	L/Orcoyen 2	1	0
Calle 11	1-3	L/Hernani 2	1	0
Calle 12	1-2	L/Elgea	1	0
Calle 13	1-2	L/Hernani 1	1	0
Calle 14	1-3	-	-	-
Calle 15	1-3	L/Orcoyen 1	1	0
Calle 16	1-2	L/Ormaiztegi 2	1	0
<b>Calle 17</b>	<b>1-2</b>	<b>L/Ormaiztegi 1</b>	<b>1</b>	<b>0</b>



## 2.3. SISTEMA ELÉCTRICO

### 2.3.1. MAGNITUDES ELÉCTRICAS

Las magnitudes eléctricas básicas de diseño adoptadas para el parque de 220 kV:

- Tensión nominal ..... 220 kV
- Tensión más elevada para el material (Ve)..... 245 kV
- Neutro..... Rígido a tierra
- Intensidad de cortocircuito trifásico (valor eficaz)..... 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 ..... 6.125 mm (25 mm/kV)

### 2.3.2. Distancias

Las distancias mínimas a adoptar para el parque de 220 kV son las indicadas a continuación, según las magnitudes eléctricas indicadas y la normativa aplicable.

• **Para conductores rígidos (embarrados de interconexión):**

- Distancias fase-tierra:..... 2.100 mm
- Distancia fase-fase:..... 2.100 mm

Las distancias adoptadas son válidas, dado que la altura de la instalación sobre el nivel del mar es inferior a 1.000 m.

• **Para conductores tendidos:**

Este tipo de conductores se verán sometidos bajo ciertas condiciones de defecto a movimientos de gran amplitud, los cuales, y durante algunos instantes, aproximan entre sí a los conductores de fase hasta unas distancias inferiores a las normalizadas.

Por consiguiente, es posible considerar unas distancias mínimas temporales de aislamiento inferiores a las normalizadas ya que debe tenerse en cuenta que:

Los tipos de sobretensiones a considerar son reducidos y sólo deben considerarse aquellas que pudieran ser simultáneas al propio defecto de cortocircuito y con más precisión al momento en el que los conductores se aproximan.

No es por lo tanto, necesario considerar sobretensiones de tipo rayo, ya que es altamente improbable que coincidan con un cortocircuito entre fases.



Por otro lado, la longitud de vano que experimenta la reducción de la distancia de aislamiento es pequeña, y su duración es muy reducida, de forma que la posibilidad de fallo se hace mínima. En este sentido, hay que tener en cuenta que, en el caso de conductores rígidos se elimina la posibilidad de una falta producida por el movimiento de los conductores tras una falta en las salidas de línea.

Basándose en lo anterior, se adoptan las siguientes distancias de aislamiento temporal en conexiones tendidas:

- Conductor - estructura..... 1.550 mm
- Conductor - conductor ..... 1.800 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 en el parque de 220 kV:

Como se puede observar, las distancias adoptadas 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.

- Entre ejes de aparellaje..... 4.000 mm
- Entre ejes de conductores tendidos ..... 4.000 mm
- Anchura de calle..... 13.500 mm
- Altura de embarrados de interconexión entre aparatos 6.000 mm
- Altura de embarrados principales altos ..... 10.500 mm
- Altura de tendidos altos ..... 14.950 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.



---

### 2.3.3. Embarrados

- **Disposición y tipo de embarrado**

Se adaptará al nivel en que los conductores están dispuestos en el parque de 220 kV:

- Embarrados bajos, conexiones entre aparatos a 6 m de altura. Se realizarán con tubo de aluminio.
- Embarrados altos, barras principales de tubo de aluminio a 10,50 m de altura en configuración apoyada sobre aisladores soporte.
- Tendidos altos de cable dúplex de aluminio-acero a 14,95 m de altura.



### 2.3.3.1. Tendidos altos

Los tendidos altos estarán formados por cables de aluminio con alma de acero tendrá con la siguiente configuración y características:

- Formación ..... Dúplex
- Tipo ..... RAIL
- Sección total del conductor ..... 516,82 mm<sup>2</sup>
- Diámetro exterior ..... 29,61 mm
- Intensidad admisible permanente a 35° C de temperatura ambiente y 85° C en conductor ..... 2064 A

El amarre de las conexiones tendidas a los pórticos se realizará mediante doble cadena de aisladores de vidrio y contemplada con las piezas adecuadas.

La unión entre conductores y entre éstos y la aparamenta se realizará mediante piezas de conexión provistas de tornillos de diseño embutido, y fabricadas según la técnica de la masa anódica.

### 2.3.4. CARACTERÍSTICAS DE LA APARAMENTA

Se relaciona a continuación la aparamenta de nueva instalación, con aislamiento en aire, toda ella con el nivel de aislamiento definido anteriormente, conforme al unifilar incluido en el apartado Planos del presente proyecto.

- **Seccionador Tripolar:** de mando unipolar motorizado, y de las siguientes características:
  - Tensión más elevada ..... 245 kV
  - Intensidad límite térmica ..... 40 kA.
- **Transformador de intensidad:**
  - Tensión más elevada ..... 245 kV
  - Intensidad límite térmica ..... 40 kA.
- **Interruptor automático:**
  - Tensión más elevada ..... 245 kV
  - Intensidad límite térmica ..... 40 kA.
- **Seccionador de Puesta a Tierra:** Tripolar, con cuchilla de puesta a tierra, de mando unipolar motorizado, y de las siguientes características:
  - Tensión más elevada ..... 245 kV
  - Intensidad límite térmica ..... 40 kA.



- **Pararrayos:** Se dispondrán, por fase, autoválvulas con las siguientes características:
  - Tensión nominal ..... 192 kV
  - Tensión operación continua ..... 158 kV
  - Intensidad nominal de descarga ..... 10 Ka

### 2.3.5. CAMPOS ELECTROMAGNETICOS

Se han realizado estudios para estimar las emisiones de campo magnético en el exterior accesible por el público, objeto del presente proyecto técnico administrativo conforme al proyecto tipo 220 kV de REE, con el propósito de comprobar el cumplimiento de los límites establecidos por la normativa vigente.

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 (Ver Anexo 3"Estudios de campos electromagnéticos").

## 2.4. RED DE TIERRAS

### 2.4.1 Red de tierras inferiores

Con el fin de conseguir tensiones de paso y contacto seguras, la subestación está dotada de una malla de tierras inferiores formada por cable de cobre, enterrada en el terreno, formando retículas que se extienden por todas las zonas ocupadas por las instalaciones, incluidas cimentaciones, edificios y cerramiento.

Se conectarán a la red de tierras de la subestación todas las partes metálicas no sometidas a tensión normalmente, pero que pudieran estarlo como consecuencia de averías, sobretensiones por descargas atmosféricas o tensiones inductivas, como la estructura metálica, las bases del aparellaje y los neutros de transformadores de medida, etc.

Estas conexiones se fijarán a la estructura y carcasas del aparellaje mediante tornillos y grapas especiales, que aseguran la permanencia de la unión, haciendo uso de soldaduras aluminotérmicas de alto poder de fusión, para las uniones bajo tierra, ya que sus propiedades son altamente resistentes a la corrosión galvánica.

El sistema de puesta a tierra aparece reflejado en el plano del Documento Planos del presente Proyecto.

### 2.4.2 Red de tierras superiores

Con el objeto de proteger los equipos de descargas atmosféricas directas, la subestación está



---

dotada con una malla de tierras superiores, unida a la malla de tierra de la instalación a través de robustos elementos metálicos, lo que garantiza una unión eléctrica suficiente con la malla y la protección frente a descargas atmosféricas de toda la instalación.

## **2.5. ESTRUCTURAS METÁLICAS**

Las estructuras metálicas y soportes de la aparamenta complementaria de las posiciones a modificar, se han diseñado con perfiles de acero de alma llena. Todas las estructuras y soportes serán galvanizados en caliente como protección contra la corrosión.

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.

## **2.6. SISTEMAS DE CONTROL Y PROTECCIÓN**

### **2.6.1. Sistema de control**

El sistema de control está formado por una unidad central, puesto de operación duplicado y unidades locales distribuidas en las casetas. La unidad central es la encargada de comunicarse con el despacho eléctrico.

Se instalará en la caseta correspondiente una unidad local asociada a la posición que recogerá la información para el telecontrol y permitirá la funcionalidad de control (mando, alarmas y señalizaciones) para la operación local de mantenimiento.

### **2.6.2. Sistema de protecciones**

Conforme a lo requerido en los “Criterios generales de protección del sistema eléctrico peninsular”, la funcionalidad de los siguientes sistemas de protección:

- **Sistema de protección de interruptor:**

Se ha previsto un relé de protección equipado con las siguientes funciones:

- Discordancia de polos (2).
- Comprobación de sincronismo y acoplamiento de redes (25-25AR).
- Protección por mínima tensión (27).
- Oscilografía.
- Fallo de interruptor (50S-62).
- Vigilancia de los circuitos de disparo (3).

- **Posición de línea:**



- 
- Protección de principio diferencial (87L).
  - Protección de distancia( 21)
  - Reenganchador (79)
  - Sobreintensidad direccional de neutro (67N)
  - Oscilografía.
- **Posición de Barras:**
    - Protección de principio diferencial de barras (87B).

## **2.7. SERVICIOS AUXILIARES**

La subestación dispone servicios auxiliares de corriente alterna (c.a.) de 400/230 V a 50 Hz y servicios auxiliares de corriente continua (c.c.). a 125 V y 48 V.

Desde los cuadros de c.a y de c.c. existentes se proporcionará la alimentación de servicios auxiliares que precisa el nuevo bastidor para el control, las telecomunicaciones y la maniobra de la aparamenta.

## **2.8. SISTEMA DE TELECOMUNICACIONES**

Se ha previsto complementar la red de telecomunicaciones existente con los equipos precisos que permitan integrar la nueva posición en dicha red, de modo que se asegure el correcto funcionamiento del telecontrol y del telemando, de los sistemas de protección y de las necesidades de telegestión remota de los equipos de la ampliación.

- **Telegestión de protecciones, sistemas de telecontrol y equipos de comunicaciones.**

Todos los equipos de protecciones, telecontrol y comunicaciones asociados a la posición de este proyecto, van a ser telegestionados, por medio de su conexión a la red de servicios IP de la red de transporte de RED ELÉCTRICA.

## **2.9. OBRA CIVIL Y EDIFICACIÓN**

### **2.9.1 Drenajes**

La red de drenajes se verá afectada por la instalación de nuevos canales sobre algunas de las tuberías de drenaje.

### **2.9.2 Cimentaciones, viales y canales de cables**

Se han previsto las cimentaciones, canales de cables y viales necesarios conforme al plano Planta General del Documento nº3 Planos del presente proyecto.

Las nuevas cimentaciones a realizar serán las correspondientes a los interruptores,



seccionadores, transformadores de intensidad, transformadores de tensión y autoválvulas. Se ampliará la red de canales. Los canales de cables serán prefabricados, del tipo: A en acceso a apartamentada y B en principales de posición.



## CAPITULO 3. CABLE DE POTENCIA

### 3.1. CARACTERÍSTICAS DEL CABLE DE POTENCIA 220 KV DE CONEXIÓN DEL AT-2 SOBRE EL JUEGO DE BARRAS (JBP2)

Tensión nominal de la red U0/ U (Um) .....	127/220 kV de AI
Sistema .....	corriente alterna trifásica
Frecuencia .....	50 Hz
Número de circuitos .....	1
Número de conductores por fase .....	1
Tipo de cable .....	<b>RHE-RA+2OL 127/220 kV 1x2500 mm<sup>2</sup> + T375Al mm<sup>2</sup></b>
Cortocircuito en la pantalla:	
- Duración del cortocircuito .....	0,5 s
- Disposición de los cables .....	Tresbolillo
- Tipo de canalización .....	Tubular hormigonada
- Profundidad de soterramiento .....	1.600 mm
- Conexión de pantallas .....	single-point (1) / circuito
Longitud aproximada de la línea subterránea (zanja) .....	500 m

Los cables de potencia conectarán los seccionadores de barras del AT-2 con el juego de barras de parque (JBP2)

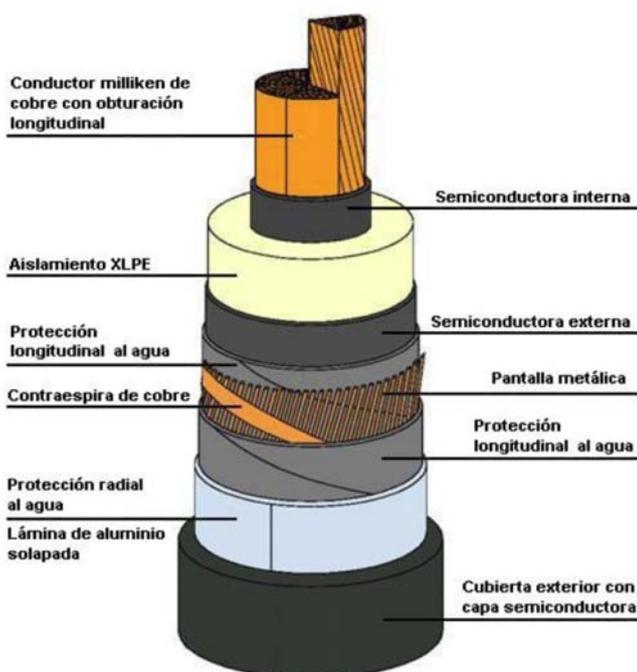
El cable propuesto es un cable aislado **RHE-RA+2OL 127/220 kV 1x2500 mm<sup>2</sup> + T375Al mm<sup>2</sup>**: cable aislado de aislamiento XLPE 127/220 kV de cobre con tratamiento especial (parcialmente esmaltado), cuerda tipo milliken 1x2500 mm<sup>2</sup> de sección con doble obturación longitudinal en conductor y pantalla, protección radial y pantalla constituida por tubo de aluminio soldado a tope de 375 mm<sup>2</sup> de sección.

La composición general de los cables aislados de cobre con pantalla constituida por tubo de aluminio para tensión nominal de 220 kV será la que se muestra a continuación:

1. Conductor: sección circular de cobre de cuerda segmentada tipo milliken con obturación frente al agua mediante cuerda o cinta de material hidrófilo.
2. Semiconductora interna: capa extrusionada de material semiconductor.
3. Aislamiento: polietileno reticulado (XLPE) super clean.
4. Semiconductora externa: capa extrusionada de material semiconductor.



5. Protección longitudinal al agua: cinta hinchable de estanqueidad colocada antes de la pantalla.
6. Pantalla y protección radial al agua: Tubo de aluminio soldado a tope con tecnología TIG y adherido a la cubierta.
7. Cubierta exterior:
  - Instalación entubada: cubierta tipo ST7 de polietileno de alta densidad (HDPE) negro con capa exterior semiconductora extrusionada conjuntamente con la cubierta.
  - Galería: cubierta de poliolefina de color negro con capa exterior semiconductora extrusionada conjuntamente con la cubierta.



### 3.2. EMPALMES Y TERMINALES

Los empalmes y terminales de los conductores subterráneos se efectuarán siguiendo métodos que garanticen una perfecta continuidad del conductor y de su aislamiento, utilizando los materiales adecuados y de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

Las líneas se tenderán en tramos de la mayor longitud posible, de tal forma que el número de empalmes necesario sea el mínimo.

En los puntos de unión de los distintos tramos de tendido se utilizarán empalmes adecuados a las características de los conductores a unir.

Los empalmes y terminales no deberán disminuir en ningún caso las características eléctricas y mecánicas del cable, debiendo cumplir las siguientes condiciones básicas:



---

La conductividad del empalme o terminal deberá ser igual o superior a la de un sólo conductor de la misma longitud.

El aislamiento ha de ser tan efectivo como el aislamiento propio del cable.

El empalme o terminal debe estar protegido para evitar el deterioro. El empalme o terminal debe resistir los esfuerzos electrodinámicos en caso de cortocircuito, así como el efecto térmico de la corriente, tanto en régimen normal como en caso de sobrecargas y cortocircuitos.

Los empalmes y terminales serán premoldeados y ensayados en fábrica según especificaciones.

- **BOTELLA TERMINAL TIPO EXTERIOR**

La conexión entre el cable y la línea aérea se realizará mediante botellas terminales de tipo exterior unipolar por fase. Las botellas terminales tipo exterior se instalarán en las crucetas del apoyo paso aéreo subterráneo en los soportes especiales diseñados para su instalación.

Las características técnicas de las botellas terminales tipo exterior serán compatibles con los cables en los que se instalen, así como con el sistema subterráneo global y condiciones de operación de la instalación a la que van destinados.

### **Características eléctricas**

Los terminales tipo exterior deberán cumplir con los ensayos y requerimientos fijados por las siguientes normas:

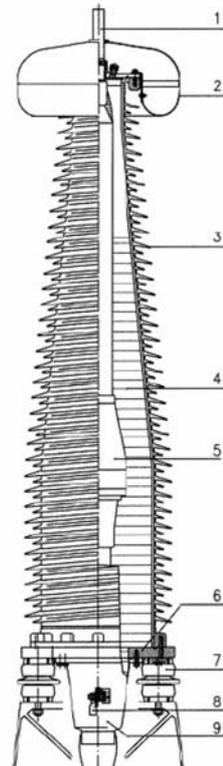
- IEC 62067 "Power cables with extruded insulation and their accessories for rated voltages above 150 kV ( $U_m=170$  kV) up to 500 kV ( $U_m=550$  kV) – Test methods and requirements".



## Composición

Los terminales exteriores estarán constituidos por:

1. Vástago de conexión aérea
2. Deflector de tensión (aluminio)
3. Aislador exterior
4. Fluido aislante de relleno
5. Cono premoldeado de control de campo
6. Base soporte (aluminio)
7. Aisladores soporte cerámicos
8. Conexión toma de tierra
9. Boca de entrada de cable



## Características mecánicas

### AISLADOR EXTERIOR

- Material.....polimérico
- Refuerzo interno ..... Tubo de fibra de vidrio reforzada epoxy
- Línea de fuga mínima (tensión más elevada fase-fase).....
- Nivel contaminación fuerte (Nivel III) .....25 mm/kV
- Nivel contaminación muy fuerte (Nivel IV) .....31 mm/kV

Las bridas superior e inferior estarán debidamente selladas al aislador exterior impidiendo pérdidas del fluido aislante.

Deberá proporcionar una adecuada protección contra la corrosión de todos los elementos expuestos en intemperie.

### BASE SOPORTE

- Placa de conexión ..... Aluminio
- Pernos de fijación ..... Acero inoxidable
- Aisladores de soporte.....Cerámicos



---

La conexión con el cable estará diseñada para soportar los esfuerzos térmicos y electrodinámicos producidos durante el funcionamiento normal y en las condiciones de cortocircuito especificadas.

La base soporte estará preparada para la correcta conexión con el soporte del terminal exterior.

#### CONEXIÓN AÉREA

- Vástago de conexión ..... cobre estañado (cables Cu) o aluminio (cables Al)
- Diámetro vástago de conexión .....60 mm
- Deflector de tensión..... Aluminio
- Anillo antiefluvios..... Aluminio

#### CONO PREMOLDEADO DE CONTROL DE CAMPO

- Tipo.....Cono deflector
- Material.....EDPM o Goma de silicona
- Fabricación ..... vulcanización a alta temperatura
- Temperatura máxima de operación.....  $\geq 90^{\circ} \text{C}$

El cono premoldeado de control del campo deberá estar ensayado completamente en fábrica.

#### FLUIDO AISLANTE DE RELLENO

Se preferirá terminales tipo exterior secos aunque se podrán instalar terminales con fluido aislante de las siguientes características:

- Material.....aceite de silicona / SF6
- Presión .....Atmosférica

No se admitirán diseños que requieran depósitos externos para el fluido aislante.

#### CONEXIÓN DEL CONDUCTOR

- Tipo.....electrodo compresión

Deberá soportar los esfuerzos termodinámicos tanto para el funcionamiento normal del cable como en cortocircuito.

#### BOCA DE ENTRADA

Deberá proporcionar suficiente protección mecánica de la unión en el funcionamiento normal del cable, en cortocircuito y durante los procesos de montaje.

Estará provista de la correspondiente conexión de toma de tierra.

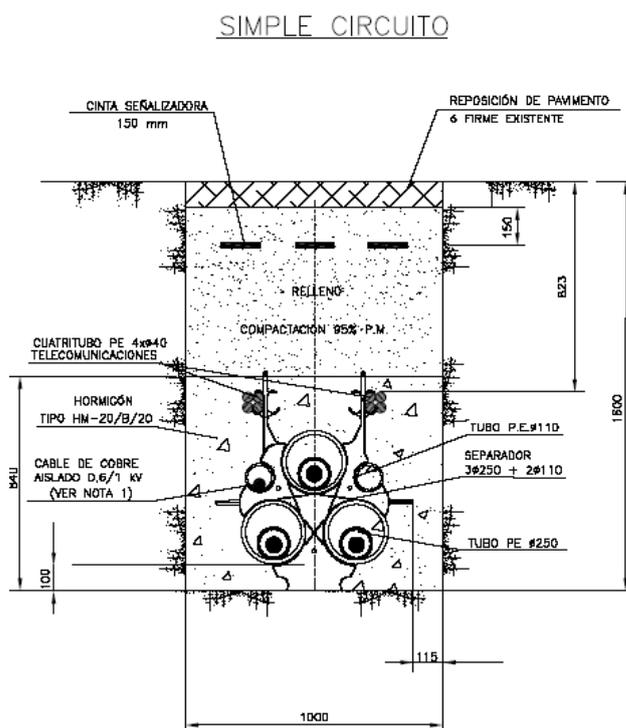


Se dispondrá de los dispositivos necesarios para garantizar la estanqueidad de la entrada del cable en el terminal.

### 3.3. Zanja subterránea

La zanja de simple circuito para los tendidos de 220 kV tendrá unas dimensiones de 1,0 m de anchura y 1,5 m de profundidad.

Las características generales, así como los elementos que las conforman, pueden apreciarse en las siguientes secciones típicas:



Para el tendido de los cables de potencia se instalarán por cada circuito 3 tubos de 200 mm de diámetro exterior para tendidos de 66 kV y de 250 mm para tendidos de 220 kV, en disposición al tresbolillo. En el caso de canalización compartida la distancia entre ejes de las dos ternas será de 0,7 m.

Para la colocación de cada terna de tubos se empleará el separador brida. Los separadores se instalarán cada metro y en posición vertical de forma que el testigo del hormigón quede en su posición más elevada.

Además de los tubos de los cables de potencia, se colocará un tubo de polietileno de doble pared de 110 mm de diámetro exterior. Se realizará la transposición de este tubo en la mitad del tramo "Single Point". Este tubo es para la instalación del cable de cobre aislado 0,6/1 kV necesario en el tipo de conexión de las pantallas "Single Point". Además, al igual que los tubos



---

de los cables de potencia, este tubo estará sujeto mediante el mismo separador brida.

### **3.4. Mandrilado**

Una vez finalizada la obra civil, para comprobar que se ha realizado adecuadamente, se realizará el mandrilado en los dos sentidos de todos los tubos, tanto los tubos de los cables de potencia como los tubos de telecomunicaciones. Para realizar dicho mandrilado se emplearán mandriles adecuados a las dimensiones de cada tubo.

El mandril deberá recorrer la totalidad de los tubos y deslizarse por ellos sin aparente dificultad. El mandril deberá arrastrar una cuerda que servirá para el tendido del piloto que se empleará posteriormente en el tendido de los cables. La cuerda deberá ser de nylon de diámetro no inferior a 10 mm para los tubos de los cables de potencia y de diámetro no inferior a 5 mm para los tubos de telecomunicaciones.

Una vez hayan sido mandrilados todos los tubos sus extremos deberán ser sellados con espuma de poliuretano o tapones normalizados para evitar el riesgo de que se introduzca cualquier elemento (agua, barro, roedores, etc.) hasta el momento en que vaya a ser realizado el tendido de los cables.

### **3.5. Tendido**

El tendido de los cables de potencia consiste en desplegar los mismos a lo largo de la línea, pasándolos por los rodillos o tubos situados en la canalización.

Antes de empezar el tendido de los cables habrá que limpiar el interior del tubo, asegurar que no haya cantos vivos, aristas y que los tubos estén sin taponamientos. Con este fin antes de iniciar el tendido de los cables se realizará un nuevo mandrilado de todos los tubos de la instalación utilizando los mandriles adecuados a las dimensiones de cada tubo.

Igualmente, antes de empezar el tendido de los cables se estudiará el lugar más adecuado para colocar la bobina con objeto de facilitar el mismo y así mismo poder asignar el extremo de la instalación desde donde se debe realizar el esfuerzo de tiro. En el caso de trazado con pendiente es preferible realizar el tendido en sentido descendente.

Las bobinas se situarán alineadas con la traza de la línea. El ángulo de tiro del cable con la horizontal no será superior a 10°.

Si existiesen curvas o puntos de paso dificultoso, próximos a uno de los extremos de la canalización, es preferible situar la bobina en ese extremo a fin de que el coeficiente de rozamiento sea el menor posible.

El traslado de las bobinas se realizará mediante vehículo transportándose siempre de pie y nunca tumbadas sobre uno de los platos laterales. Las bobinas estarán inmovilizadas por medio de cuñas adecuadas para evitar el desplazamiento lateral. Tanto las trabas como las cuñas es conveniente que estén clavadas en el suelo de la plataforma de transporte. El eje



---

de la bobina se dispondrá preferentemente perpendicular al sentido de la marcha.

En el caso de que la bobina esté protegida con duelas de madera, debe cuidarse la integridad de las mismas, ya que las roturas suelen producir astillas hacia el interior, con el consiguiente peligro para el cable.

El manejo de la misma se debe efectuar mediante grúa quedando terminantemente prohibido el desplazamiento de la bobina rodándola por el suelo. La bobina se suspenderá mediante una barra de dimensiones suficientes que pase por los agujeros centrales de los platos. Las cadenas o sirgas de izado tendrán un separador por encima de la bobina que impida que se apoyen directamente sobre los platos.

Estará terminantemente prohibido el apilamiento de bobinas. El almacenamiento no se deberá hacer sobre suelo blando, y deberá evitarse que la parte inferior de la bobina esté permanentemente en contacto con agua. En lugares húmedos es aconsejable disponer de una ventilación adecuada, separando las bobinas entre sí. Si las bobinas tuvieran que estar almacenadas durante un período largo, es aconsejable cubrirlas para que no estén expuestas directamente a la intemperie.

Para realizar el tendido de los cables se empleará el sistema de tiro con freno y cabrestante. Tanto el cabrestante como la máquina de frenado deberán estar anclados sólidamente al suelo para que no se desplacen ni muevan en las peores condiciones de funcionamiento.

El cabrestante se utilizará para tirar de los cables por medio de cables piloto auxiliares y estará accionado por un motor autónomo. En la placa de características se indicará su fuerza de tracción. Dispondrá de rebobinadora para los cables piloto. También deberá disponer de un dinamómetro con objeto de controlar el esfuerzo de tiro en cada momento y de un mecanismo que interrumpa la tracción automáticamente cuando ésta sobrepase el esfuerzo programado. Antes del inicio de los trabajos de tendido, se procederá al calibrado del limitador de tiro, el cual se realizara en función de las tracciones a realizar.

La máquina de frenado estará compuesta por un sistema de gatos hidráulicos, eje soporte de bobina y dispositivo hidráulico de frenado, debiendo elevar la bobina del orden de 0,10 a 0,15 m respecto del suelo para hacer posible el giro de la misma. Los pies de soporte del eje deberán estar dimensionados para asegurar la estabilidad de la bobina durante su rotación. El dispositivo de frenado deberá ser reversible, poder actuar de cabrestante en caso de necesidad y disponer de dinamómetro. El cable al salir de la bobina se mantendrá a la tensión mecánica suficiente para que no se produzcan flojedades.

Cuando la bobina esté suspendida por el eje, de forma que pueda hacerse rodar, se quitarán las duelas de protección, de forma que ni ellas ni el útil empleado para desclavarlas puedan dañar al cable, y se inspeccionará la superficie interior de las tapas para eliminar cualquier elemento saliente que pudiera dañar al cable (clavos, astillas, etc.)

Durante el tendido, en todos los puntos estratégicos, se situarán los operarios necesarios



---

provistos de radioteléfonos y en disposición de poder detener la operación de inmediato. Los radioteléfonos se probarán antes del inicio de cualquiera de las operaciones de tendido.

A la salida de la bobina es recomendable colocar un rodillo de mayor anchura con protección lateral para abarcar las distintas posiciones del cable a lo ancho de la bobina.

La extracción del cable se realizará por la parte superior de la bobina mediante la rotación de la misma alrededor de su eje.

Durante el tendido hay que proteger el cable de las bocas del tubo para evitar daños en la cubierta. Para conseguirlo se colocará un rodillo a la entrada del tubo, que conduzca el cable por el centro del mismo, o mediante boquillas protectoras.

Deberá comprobarse que en todo momento los cables se deslizan suavemente sobre los rodillos y tubos.

El desenrollado deberá ser lento, para evitar que las capas superiores penetren entre las inferiores debido a la presión con el consiguiente trabado del cable.

La extracción del cable, tirando del mismo, deberá estar perfectamente sincronizada con el frenado de la bobina. Al dejar de tirar del cable habrá que frenar inmediatamente la bobina, ya que de lo contrario la inercia de la bobina hará que ésta siga desenrollando cable, lo que llevará a la formación de un bucle.

Estará terminantemente prohibido someter al cable a esfuerzos de flexión que pueden provocar su deformación permanente, con formación de oquedades en el aislamiento y la rotura o pérdida de sección en las pantallas.

Se observará el estado de los cables a medida que vayan saliendo de la bobina con objeto de detectar los posibles deterioros.

La tracción de tendido de los cables será como máximo del 60% de la máxima especificada por el fabricante y como mínimo la necesaria para que, venciendo la resistencia en la máquina de frenado, puedan desplegarse los cables, debiendo mantenerse constante durante el tendido de éstos.

La velocidad de tendido será del orden de 2,5 a 5 m por minuto y será preciso vigilar en todo momento que no se produzcan esfuerzos laterales importantes con las aletas de la bobina.

La unión del cable con el piloto se realizará por medio de un cabezal de tiro y manguito giratorio de modo que el esfuerzo de tiro se aplique directamente al conductor del cable.

Se deberá realizar un estudio de las tracciones necesarias para efectuar el tendido, con el fin de que debido al trazado de la línea, no sea preciso sobrepasar las tracciones antes mencionadas.



---

Con objeto de disminuir el rozamiento, y por tanto el esfuerzo de tiro, se podrá utilizar grasa neutra en la cubierta exterior del cable antes de introducirlo en el tubo.

Igualmente, para reducir el esfuerzo de tiro se podrán usar arquetas intermedias utilizando rodillos a la entrada y a la salida de los tubos. Los rodillos se colocarán elevados respecto al tubo, para evitar el rozamiento entre el cable y el tubo. En el caso de que las arquetas sean provisionales, se les dará continuidad, una vez tendido el cable, mediante tubos cortados o medias cañas que, a su vez, serán hormigonados.

Se deberá tener especial cuidado cuando el tendido de la bobina llegue a su final, ya que se deberá tener previsto un sistema, que sujete la cola del cable y a la vez mantenga la tensión de tendido.

En el caso de temperaturas inferiores a 5 °C, el aislamiento de los cables adquiere una cierta rigidez que no permite su manipulación. Así pues, cuando la temperatura ambiente sea inferior a 5 °C no se permitirá realizar el tendido del cable.

Una vez instalado el cable, deben taparse las bocas de los tubos para evitar la entrada de gases, aguas o roedores, mediante la aplicación de espuma de poliuretano que no esté en contacto con la cubierta del cable.

En ningún caso se dejarán en la canalización y zona de elaboración de las botellas terminales los extremos del cable sin haber asegurado antes una buena estanqueidad de los mismos. Lo mismo es aplicable al extremo de cable que haya quedado en la bobina. Para este cometido, se deberán usar manguitos termo retráctiles.

En el extremo del cable en el que se vaya a confeccionar una botella terminal se eliminará una longitud de 2,5 m, ya que al haber sido sometidos los extremos del cable a mayor esfuerzo, puede presentarse desplazamiento de la cubierta en relación con el resto del cable.

### **3.6. Normas generales sobre cruzamientos, proximidades y paralelismos**

Las Normas Generales se encuentran recogidas en el apartado 5 de la ITC 06 del Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias 01 a 09, aprobado por Real Decreto 223/2008, de 15 de Febrero.

Los cables de energía eléctrica cruzarán por debajo de las instalaciones existentes en la medida de lo posible. En casos en los que la profundidad sea excesiva se podrá considerar una configuración de los cables en un plano horizontal, con el fin de garantizar la correcta disipación de calor.



En la siguiente tabla se indican las condiciones que deben cumplir los cruzamientos y paralelismos de los cables subterráneos con otros servicios:

Instalación afectada	Tipo de afección	Condiciones
Otros cables de energía eléctrica: Líneas de BT y líneas de AT	Cruce	$\geq 25$ cm entre cables de energía eléctrica. Siempre que sea posible, se procurará que los cables de alta tensión discurren por debajo de los de baja tensión
	Paralelismo	$\geq 25$ cm entre cables de energía eléctrica
Cables de telecomunicación	Cruce	$\geq 20$ cm entre cables de energía eléctrica y telecomunicaciones Distancia del punto de cruce al empalme $\geq 1$ m
	Paralelismo	$\geq 20$ cm entre cables de energía eléctrica y telecomunicaciones
Agua	Cruce	$\geq 20$ cm entre cables de energía eléctrica y canalizaciones de agua. Empalmes y juntas a $\geq 1$ m del punto de cruce
	Paralelismo	20 cm entre cables de energía eléctrica y canalizaciones de agua. Empalmes y juntas a $\geq 1$ m del punto de cruce. Distancia mínima $\geq 20$ cm en proyección horizontal. Entre aristas importantes de agua y cables eléctricos $\geq 1$ m, La canalización de agua por debajo del nivel de los cables eléctricos
Gas	Cruce	Será función de la presión de la instalación y de la existencia o no de protección suplementaria. En el caso más desfavorable $\geq 40$ cm. Empalmes y juntas a $\geq 1$ m
	Paralelismo	Será función de la presión de la instalación y de la existencia o no de protección suplementaria. En el caso más desfavorable $\geq 40$ cm. Empalmes y juntas a $\geq 1$ m
Saneamiento de pluviales y fecales	Cruce	Se procurará pasar los cables por encima de las alcantarillas.
	Paralelismo	-
Calles y carreteras	Cruce	Canalización entubada hormigonada. $\geq 0,8$ m desde la parte superior del tubo a la rasante



Instalación afectada	Tipo de afección	Condiciones
		del terreno. Siempre que sea posible cruce perpendicular al eje del vial
	Paralelismo	-
Ferrocarriles	Cruce	Canalización entubada hormigonada. $\geq 1,1$ m desde la parte superior del tubo a la cara inferior de la traviesa. Siempre que sea posible cruce perpendicular al eje del ferrocarril
	Paralelismo	-

NOTAS:

1. En paralelismo se procurará evitar que los cables eléctricos queden en el mismo plano vertical que el servicio afectado.
2. Deberán tenerse en cuenta los condicionantes de cada Ayuntamiento así como las condiciones establecidas por cada organismo afectado.

En el caso concreto de la conexión de la posición AT-2 sobre JBP2 del parque de 220KV de Itxaso no se prevén cruzamientos, el área de ubicación de la zanja subterránea es propiedad de REE.

### 3.7. SISTEMA DE PUESTA A TIERRA

#### Conexión de pantallas a tierra

La tabla siguiente muestra la longitud de la línea subterránea y el tipo de conexionado de pantallas:

Tramo	Tipo de conexionado	Longitud cable (m)
AT-2- CONEXIÓN JBP2	Single Point	500

En los cables aislados, al disponer de una pantalla formada por alambres de cobre, aparecen 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.

Se proyecta una conexión tipo Single Point. Este tipo de conexión consiste en conectar juntas y a tierra las tres pantallas de los tres cables en un solo punto a lo largo de la longitud del cable.

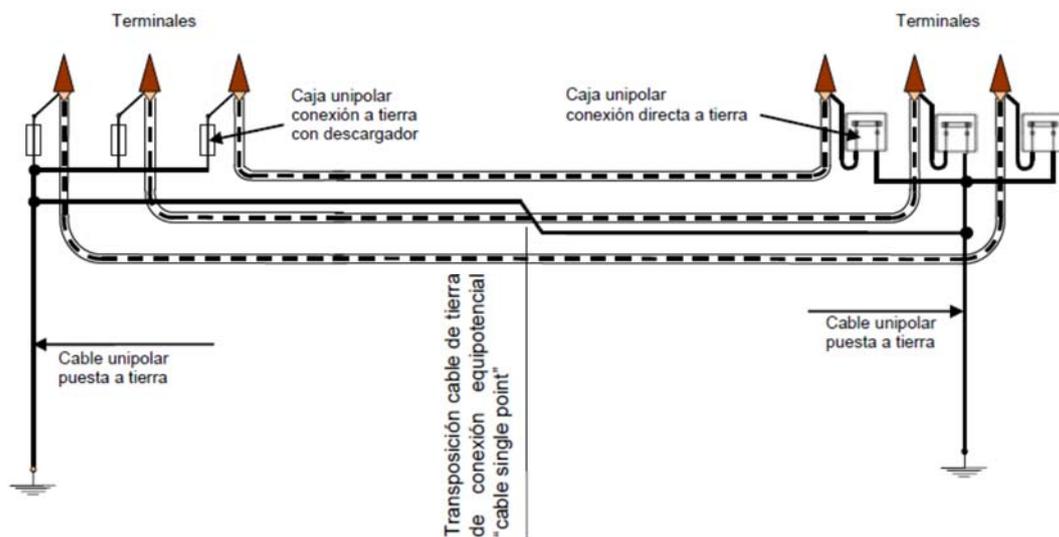


Al no existir circuito cerrado a tierra por las pantallas no circulan corrientes longitudinales por las mismas y no existen pérdidas por efecto Joule que provoquen un aumento de la temperatura del cable con la consiguiente reducción de la intensidad admisible del cable.

En este tipo de conexión es necesario tender un cable de tierra “cable single-point”, 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.

Este tipo de conexión de las pantallas se empleará en líneas de pequeña longitud. La longitud máxima de este tipo de conexión vendrá definida por el valor máximo permitido de las tensiones inducidas, ya que este valor se presenta en el punto más alejado de la puesta a tierra.

Si la longitud de la línea es tal que se excede del límite impuesto para la tensión de las pantallas se podrá poner a tierra el punto central de la línea, reduciéndose así la tensión inducida en ambos tramos.





---

## **CAPITULO 4. NORMATIVA APLICADA**

El presente Proyecto ha sido redactado básicamente conforme al Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23 (BOE Núm. 139, Lunes 9 junio de 2014) y a la norma UNE-EN 60694:1998 Estipulaciones comunes para las normas de aparamenta de alta tensión (de la derivada de la Directiva CENELEC).

En el Documento 2: Pliego de Condiciones Técnicas se especifican en detalle las normas y reglamentos específicos aplicados para la redacción y ejecución del presente proyecto.



---

## CAPITULO 5. PLAZO DE EJECUCIÓN Y FECHA PREVISTA DE PUESTA EN SERVICIO

Se estima en 12 meses el tiempo necesario para la ejecución de las obras que se detallan en el presente Proyecto Técnico Administrativo.

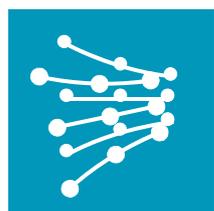
Madrid, Septiembre de 2016

El Ingeniero industrial

**Luis Cabezón López**

Jefe del Departamento de Ingeniería de Subestaciones

Red Eléctrica de España, S.A.U.



**RED**  
**ELÉCTRICA**  
DE ESPAÑA

Proyecto Técnico Administrativo

**AMPLIACIÓN DE LA SUBESTACIÓN DE ITXASO 220 kV  
BYPASS OPERABLE**

ANEXO 1  
CÁLCULOS



---

## **CÁLCULOS**

### **ÍNDICE**

<b>CAPITULO 1. OBJETO</b>	<b>3</b>
<b>CAPITULO 2. SUBESTACIÓN DE ITXASO 220 KV</b>	<b>4</b>
<b>2.1 DETERMINACIÓN DE DISTANCIAS MÍNIMAS EN EMBARRADOS TENDIDOS.</b>	<b>4</b>
2.1.1 Hipótesis de diseño	4
2.1.2 Normativa aplicable	4
2.1.3 Desplazamiento del vano con viento	5
2.1.4 Efecto en conductores por corriente de cortocircuito.	6
2.1.5 Aproximación de conductores	8
2.1.6 Distancia mínima.	9
2.1.7 Distancias mínimas a adoptar.	10
<b>2.2 RED DE TIERRAS INFERIORES</b>	<b>10</b>
<b>2.3 RED DE TIERRAS SUPERIORES</b>	<b>10</b>



---

## **CAPITULO 1. OBJETO**

El objeto de este documento es justificar, desde el punto de vista técnico, las soluciones adoptadas en la subestación para los elementos más críticos de la configuración adoptada y, asimismo, para permitir la entrada y salida de la línea en la subestación.

Este documento incluye la justificación de los siguientes elementos:

- Determinación de distancias eléctricas mínimas en embarrados tendidos.
- Red de tierras inferiores.
- Red de tierras superiores.

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



## CAPITULO 2. SUBESTACIÓN DE ITXASO 220 kV

### 2.1 DETERMINACIÓN DE DISTANCIAS MÍNIMAS EN EMBARRADOS TENDIDOS.

#### 2.1.1 Hipótesis de diseño

Desde el punto de vista de las aproximaciones entre fases que puedan producirse cuando se desplacen de forma simultánea dos conductores contiguos en condiciones de flecha máxima y con viento de 140 km/h, las distancias mínimas se han establecido de la forma que se indica para un vano de las siguientes características:

#### Parque de 220 kV

- Longitud del vano:..... L = 52 m
- Flecha máxima: .....3% (1,56 m)
- Tipo de conductor: ..... Dúplex LAPWING (ns = 2)
- Diámetro del conductor: .....  $\varnothing = 38,16$  mm
- Sección del conductor: .....  $A_s = 861,3$  mm<sup>2</sup>
- Peso propio del conductor: .....  $m_s = 2,666$  kg/m
- Módulo de elasticidad: ..... E = 70.000 N/mm<sup>2</sup>
- Distancia entre fases: ..... a = 6 m
- Longitud media de cadenas..... 4,5 m
- Separación entre conductores de la misma fase:..... 0,40 m
- Rigidez de los soportes: ..... S = 7,5 \* 10<sup>4</sup> N/m
- Tiempo de despeje de defecto: ..... Tk1 = 0,5 seg
- Intensidad de cortocircuito: ..... Ik3 = 40 Ka
- Relación R/X del sistema: ..... R/X = 0,07
- Tensión máxima: ..... 1.050 kg a 50 °C (10.300,5 N)

Se comprobará además, el desplazamiento máximo en cortocircuito y la pérdida de distancia que esto produce, de acuerdo con lo estipulado en la norma CEI/UNE/EN 865.

#### 2.1.2 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:

- *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 (BOE Núm. 139, Lunes 9 junio de 2014)*



- .
- *Instrucciones técnicas complementarias en subestaciones*. Real Decreto nº 842/02 de 2 de agosto en BOE: 18-sept-02.
- *Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias*. R.D. 223/2008 de 15 de febrero de 2008 (RLAT).
- 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.

### 2.1.3 Desplazamiento del vano con viento

La presión sobre el conductor debida al efecto del viento, según RLAT, es de 68 kg/m<sup>2</sup> (para 140 km/h). Para este caso, y por unidad de longitud, tendremos:

$$F_v = 68 \cdot 0,03816 = 2,59 \text{ kg/m (a cada conductor Lapwing en parque 400 kV).}$$

y el desplazamiento máximo del conductor será:

$$\theta = \arctg \frac{F_v}{P}$$

$$d_{\max} = f_{\max} \cdot \text{sen}\theta$$

$$\theta = \text{arc tang} (2,59/2,66) \sim 44,2^\circ$$

$$d_{\max} = 1,56 \cdot \text{sen } 44,2^\circ = 1,09 \text{ m}$$

En estas condiciones, dada la escasa probabilidad de simultaneidad de viento y sobretensión, la distancia de aislamiento fase-fase para conductores paralelos ya establecida en 3,631 m (para una altitud de 1.290 m) se puede reducir en un 25 %, por lo que la separación mínima entre conductores en reposo para que sea respetada dicha distancia eléctrica entre fases para los conductores extremos deberá ser de:

$$D_{\min} = (0,75 \cdot 3,631) + 2 \cdot 1,09 + 0,4 = 5,30 \text{ m}$$

Distancia inferior a la adoptada que es de 6 m para los conductores tendidos, superior incluso a la distancia teniendo en cuenta sobretensiones simultáneas con viento.



## 2.1.4 Efecto en conductores por corriente de cortocircuito.

- **Dimensiones y parámetros característicos.**

El esfuerzo debido a un defecto bifásico viene dado por la siguiente expresión:

$$F' = \frac{\mu_0}{2\pi} \times 0,75 \times \frac{(I''_{k3})^2}{a} \times \frac{l_c}{l}$$

donde:  $I''_{k3}$  es la corriente simétrica de cortocircuito trifásico.

$l_c$ : longitud de vano sin cadenas

$l$ : longitud total del vano

$a$ : separación entre fases

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

En este caso,  $F' = 51,683$  N/m

La proporción entre el peso propio y la fuerza de cortocircuito vale:

$$r = \frac{F'}{n \times m_s \times g}$$

donde,  $n$ : número de conductores por fase

$m_s$ : peso de uno de los conductores

$g$ : aceleración de la gravedad ( $9,81$  m/s<sup>2</sup>)

en este caso,  $r = 51,683 / (2 \cdot 2,666 \cdot 9,81) = 0,99$

La dirección resultante de la fuerza será  $\delta_1 = \arctg r = 44,66^\circ$

La flecha estática en el conductor tendido vale:

$$b_c = \frac{n \times m_s \times g \times l^2}{8 \times F_{st}}$$

donde  $F_{st}$  es la fuerza de tracción estática del conductor para el caso más desfavorable, que será el de flecha máxima para 50°C.

Sustituyendo y operando,  $b_c = 1,653$  m

Para esta flecha, el período de oscilación vale:

$$T = 2\pi \sqrt{0,8 \frac{b_c}{g}}$$

Con lo que sustituyendo resulta:  $T = 2,308$  s.

El período resultante en caso de cortocircuito vale:



$$T_{res} = \frac{T}{\sqrt[4]{1+r^2} \left[ 1 - \frac{\pi^2}{64} \left( \frac{\delta_1}{90} \right)^2 \right]}$$

Sustituyendo y resolviendo,  $T_{res} = 3,023$  s.

El modulo de Young real del conductor vale, en función de la carga límite del cable ( $\sigma_{fin}$ ):

$$E = \begin{cases} E \times \left[ 0,3 + 0,7 \times \operatorname{sen} \left( 90 \frac{F_{st}}{nA_s \sigma_{fin}} \right) \right] & \text{si } \frac{F_{st}}{nA_s} \leq \sigma_{fin} \\ E & \text{si } \frac{F_{st}}{nA_s} > \sigma_{fin} \end{cases}$$

donde,  $\sigma_{fin} = 5 \cdot 10^7$  N/m<sup>2</sup> (menor valor de la tensión de mecánica del conductor cuanto E llega a ser constante)

$A_s$ : sección de un conductor

En este caso,  $F_{st}/nA_s < \sigma_{fin}$ , con lo que  $E = 3,049 \cdot 10^{10}$  N/m

El factor de carga del conductor vale:

$$\xi = \frac{(nm_s gl)^2}{24 F_{st}^3 N}$$

donde N = rigidez del sistema mecánico compuesto, que vale:

$$N = \frac{1}{Sl} + \frac{1}{nEA_s}$$

con lo que  $N = 2,754 \cdot 10^{-7}$  y  $\xi = 0,916$

El ángulo de oscilación del vano durante el paso, o al fin del mismo, de la corriente de cortocircuito viene dado por la expresión:

$$\delta_k = \begin{cases} \left( 1 - \cos \left( 360 \frac{T_{k1}}{T_{res}} \right) \right) & \text{si } 0 \leq \frac{T_{k1}}{T_{res}} \leq 0,5 \\ 2\delta_1 & \text{si } \frac{T_{k1}}{T_{res}} > 0,5 \end{cases}$$

En este caso,  $T_{k1}/T_{res} = 0,272 < 0,5$ , con lo que  $\delta_k = 43,872^\circ$

El ángulo máximo de oscilación que se puede producir corresponde a una duración de cortocircuito inferior o igual a la duración del cortocircuito establecida  $T_{k1}$ , y se calcula como:



$$\delta_m = \begin{cases} 1,25 \arccos \chi & \text{si } 0,766 \leq \chi \leq 1 \\ 10^\circ + \arccos \chi & \text{si } -0,985 \leq \chi \leq 0,766 \\ 180^\circ & \text{si } \chi \leq -0,985 \end{cases}$$

con

$$\chi = \begin{cases} 1 - r \operatorname{sen} \delta_k & \text{si } 0 \leq \delta_k \leq 90^\circ \\ 1 - r & \text{si } \delta_k > 90^\circ \end{cases}$$

En este caso,  $\delta_k = 43,872 < 90^\circ$ , con lo que  $\chi = 0,315$  y  $\delta_m = 81,64^\circ$

#### • Fuerza de tensión por oscilación durante el cortocircuito

De acuerdo con la norma de referencia, la fuerza de tensión en cortocircuito, para conductores compuestos (haces), se calcula por:

$$F_t = 1,1 F_{st} (1 + \psi \varphi)$$

donde:  $F_{st}$  es la fuerza estática en el conductor.

$\varphi$  es el parámetro de carga, que tiene en cuenta el esfuerzo combinado de peso y cortocircuito en función del tiempo de despeje frente al período de oscilación del conductor, y vale :

$$\varphi = \begin{cases} 3(\sqrt{1+r^2} - 1) & \text{si } T_{k1} \geq T_{res} / 4 \\ 3(r \operatorname{sen} \delta_k + \cos \delta_k - 1) & \text{si } T_{k1} < T_{res} / 4 \end{cases}$$

$\psi$  es un parámetro que combina los dos factores de carga,  $\zeta$  y  $\varphi$ , y que se calcula como una solución real de la ecuación :

$$\varphi^2 \psi^3 + \varphi (2+\zeta) \psi^2 + (1+2\zeta) \psi - (2+\varphi) \zeta = 0$$

Los resultados de las soluciones reales a esta ecuación, en función de los parámetros  $\zeta$  y  $\varphi$ , se encuentran tabulados en la figura 7 de la norma CEI 865-1.

En este caso, como:  $T_{k1} = 0,5 > T_{res}/4 = 0,467$ ,  $\varphi = 1,218$

Y con  $\varphi = 1,218$ , y  $\xi = 0,916$ ,  $\psi$  (de acuerdo con la figura citada) = 0,435

En estas condiciones,  $F_t = 1,1 \cdot 10.690 \cdot (1+1,172 \cdot 0,681) = 17.990 \text{ N}$

#### 2.1.5 Aproximación de conductores

El valor del desplazamiento máximo por oscilación en cortocircuito:

$$b_h = C_f \cdot C_d \cdot b_c \operatorname{sen} \delta_1 \quad \text{si } \delta_m \geq \delta_1$$

$$b_h = C_f \cdot C_d \cdot b_c \operatorname{sen} \delta_m \quad \text{si } \delta_m < \delta_1$$

en donde  $C_f$  es un factor experimental que cubre las variaciones de la curva de equilibrio



del cable durante el defecto, y su valor es:

$$C_f = \begin{cases} 1,05 & \text{si } r \leq 0,8 \\ 0,97 + 0,1 r & \text{si } 0,8 \leq r \leq 1,8 \\ 1,15 & \text{si } r \geq 1,8 \end{cases}$$

En este caso, con  $r = 0,97$ ,  $C_f = 1,069$

El factor  $C_d$  considera los aumentos de la flecha debidos a la elongación elástica y térmica y puede obtenerse por la expresión:

$$C_d = \sqrt{1 + \frac{3}{8} \left( \frac{l}{b_c} \right)^2 (\varepsilon_{ela} + \varepsilon_{th})}$$

La deformación elástica viene dada por:

$$\varepsilon_{ela} = (F_t - F_{st}) N$$

y la deformación térmica:

$$\varepsilon_{th} = \begin{cases} c_{th} \left( \frac{I_{k3}''}{nA_s} \right)^2 T_{res} / 4 & \text{si } T_{k1} \geq T_{res} / 4 \\ c_{th} \left( \frac{I_{k3}''}{nA_s} \right)^2 T_{k1} / 4 & \text{si } T_{k1} < T_{res} / 4 \end{cases}$$

Donde  $c_{th}$  = factor de dilatación térmica, que para el cable Lapwing (400 kV) vale  $0,27 \cdot 10^{-18}$  m<sup>4</sup>/A<sup>2</sup>s, debido a que: sección Al / sección acero > 6.

Resolviendo en las expresiones anteriores se obtiene, dado que  $T_{k1} > T_{res}/4$ :

$$\varepsilon_{ela} = 20,11 \cdot 10^{-4} \text{ m}$$

$$\varepsilon_{th} = 11,37 \cdot 10^{-4} \text{ m}$$

y así,  $C_d = 1,337$

como  $\delta_m = 81,64 > 44,01$

$$b_h = 1,069 \cdot 1,337 \cdot 1,653 \cdot \text{sen } 44,01^\circ = 1,661 \text{ m}$$

### 2.1.6 Distancia mínima.

Distancia mínima entre conductores en cortocircuito:

$$D = a - b_h \cdot 2 - 0,4 = 6 - 2 \cdot 1,49 - 0,4 = 2,677 \text{ m}$$

Es por lo tanto apropiada la dimensión de 20 m de anchura de calle y la de separación entre conductores, 6 m, para cumplir los requisitos de aislamiento permanente y temporal,



en los casos más desfavorables y para la configuración propuesta, dado que estamos muy por encima de los 1,55 m de distancia de aislamiento temporal recomendada por la CIGRE.

### 2.1.7 Distancias mínimas a adoptar.

En base a lo anteriormente expuesto y teniendo en cuenta lo que al respecto se indica en la MIE-RAT 12 e IEC-71 se proponen las siguientes distancias mínimas que deberán ser respetadas en la presente subestación:

- **Distancias fase-tierra:** Conductor – estructura:.....2,697 m  
Punta – estructura:.....3,527 m
- **Distancias fase-fase:** Conductores paralelos .....3,631 m  
Punta conductor .....4,357 m

## 2.2 RED DE TIERRAS INFERIORES

Dado que no se incrementa la corriente a difundir por la instalación de la nueva posición, y el conductor tendido es sobradamente capaz de conducir la corriente de defecto, no se tenderá malla nuevamente en esta ampliación. Únicamente se realizarán las conexiones de tierra necesarias para dar tierra a las estructuras.

## 2.3 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.

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 las correspondientes partes bajo tensión.



La zona de captura se establece a partir del radio crítico de cebado ( $r$ ) y que viene dado por la expresión:  $r = 8 \times I^{0,65}$

en donde:  $I = 1,1 \cdot U \cdot N / Z$ , siendo:

$U$  = tensión soportada a impulsos tipo rayo = 1425 kV

$N$  = número de líneas conectadas a la subestación = 2

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

Sustituyendo y aplicando estos valores se obtiene:

$$I = 1,1 \cdot 1425 \cdot 2 / 400 = 8,34 \text{ kA}$$

Luego la zona de captura será:

$$r = 8 \cdot 8,34^{0,65} = 31,76 \text{ m}$$

El radio crítico de 32 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.

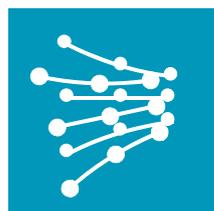
Por otro lado, la aparamenta asociada queda protegida frente a las descargas atmosféricas mediante el cable de guarda.

Madrid, Septiembre de 2016

El Ingeniero Industrial

**Luis Cabezón López**

Jefe del Departamento de Ingeniería de Subestaciones  
Red Eléctrica de España SAU



**RED**  
**ELÉCTRICA**  
DE ESPAÑA

Proyecto Técnico Administrativo

**AMPLIACIÓN DE LA SUBESTACIÓN DE ITXASO 220 Kv  
BYPASS OPERABLE**

DOCUMENTO 2  
PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS



---

## ÍNDICE

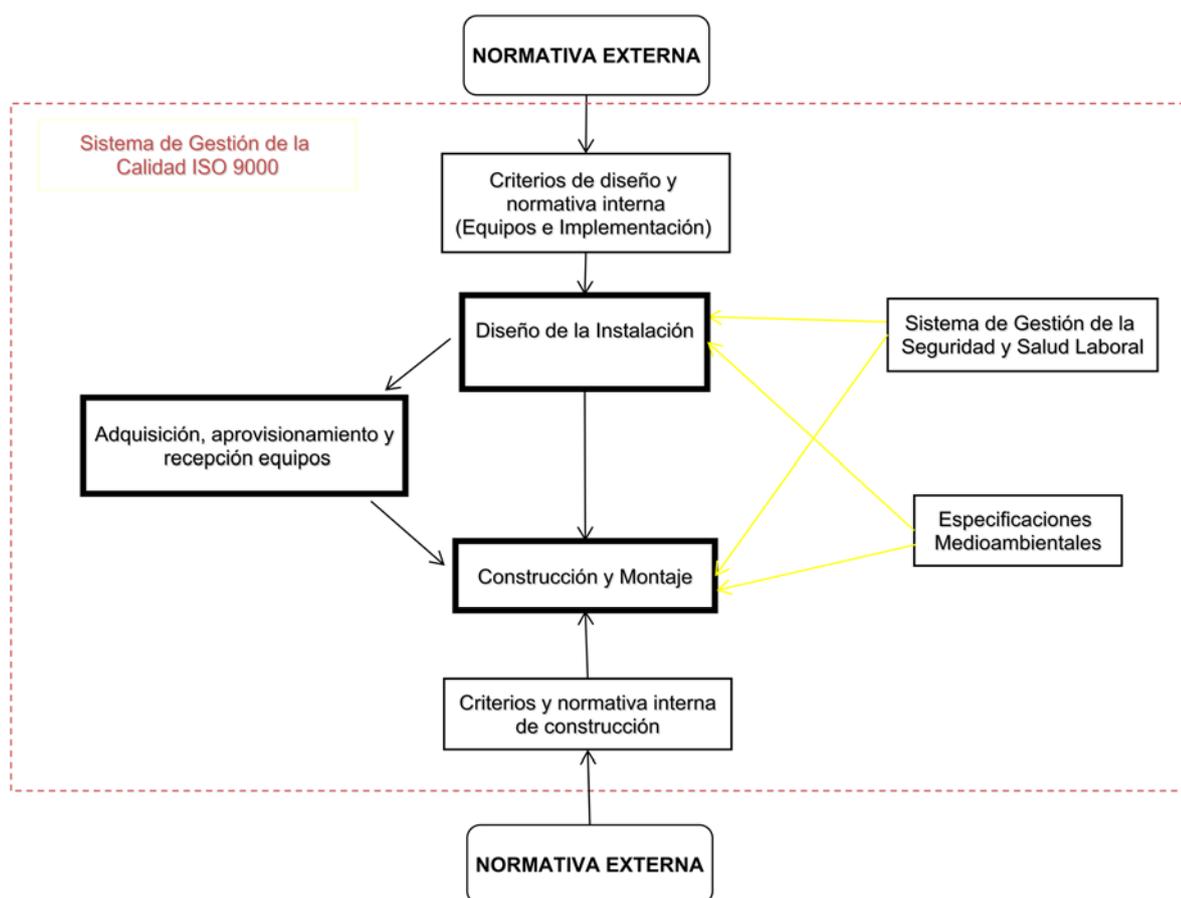
<b>1. OBJETO.....</b>	<b>3</b>
<b>2. NORMATIVA APLICABLE .....</b>	<b>4</b>
2.1. EQUIPAMIENTO Y MONTAJE .....	4
2.2. OBRA CIVIL .....	5
2.2.1. Estructuras .....	5
2.2.2. Instalaciones .....	6
2.2.3. Varios .....	6
<b>3. GESTIÓN DE CALIDAD .....</b>	<b>8</b>
<b>4. GESTIÓN MEDIOAMBIENTAL .....</b>	<b>9</b>
<b>5. SEGURIDAD EN EL TRABAJO .....</b>	<b>10</b>
<b>6. VERIFICACIÓN Y VALIDACIÓN .....</b>	<b>11</b>



## 1. OBJETO

El objeto del presente Pliego de Condiciones es aportar la información necesaria para definir los materiales y equipos y su correcto montaje para lo que se han considerado los siguientes aspectos.

- 1º Normativa: Los equipos y su montaje será conforme a la normativa legal y de referencia.
- 2º Gestión de Calidad: El Plan de Calidad recoge las características técnicas de los equipos y su montaje. Además, la certificación ISO-9000 asegura la calidad de la instalación construida.
- 3º Gestión medioambiental: Con el objeto de minimizar los impactos puedan acarrear la construcción y funcionamiento de la instalación.
- 4º Seguridad Laboral: Para asegurar que tanto el montaje como la explotación de los equipos de esta instalación cumplen con las medidas de seguridad requeridas.





## 2. NORMATIVA APLICABLE

Se aplicarán por el orden en que se relacionan, cuando no existan contradicciones legales, las siguientes normas:

- Normativa de RED ELÉCTRICA (DYES; Procedimientos Técnicos; y Procedimientos de Dirección).
- Normativa Europea EN.
- Normativa CENELEC.
- Normativa CEI.
- Normativa UNE.
- Otras normas y recomendaciones (IEEE, MF, ACI, CIGRE, ANSI, AISC, etc).

### 2.1. EQUIPAMIENTO Y MONTAJE

El presente Proyecto ha sido redactado basándose en los anteriores reglamentos y normas, y más concretamente, en los siguientes, que serán de obligado cumplimiento:

*- 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 (BOE Núm. 139, Lunes 9 junio de 2014)*

En especial las Instrucciones Técnicas Complementarias (ITC)

- ITC-MIE-RAT-09: "Protecciones".
- ITC-MIE-RAT-12: "Aislamiento".
- ITC-MIE-RAT-13: "Instalación de puesta a tierra".
- ITC-MIE-RAT-15: "Instalaciones eléctricas de exterior".
- *Reglamento electrotécnico para baja tensión (REBT)*. Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, del Ministerio de Ciencia y Tecnología. BOE 18 de septiembre de 2002, e Instrucciones Técnicas Complementarias y sus modificaciones posteriores.
- Recomendaciones de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT-T) que le afecten.
- Ley 31/95 de 8 de noviembre de Prevención de Riesgos Laborales.
- R.D. 614/01 de 8 de junio sobre *Disposiciones mínimas de seguridad y salud de los trabajadores frente al riesgo eléctrico*.
- R.D. 1215/97 de 18 de julio sobre *Equipos de trabajo*.



- R.D. 486/97 de 14 de abril sobre *Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo*.
- R.D. 487/97 de 14 de abril sobre *Manipulación manual de cargas*.
- R.D. 773/97 de 30 de mayo sobre *Utilización por los trabajadores de equipos de protección individual*.
- Ley 32/2006 de 18 de octubre Reguladora de la Subcontratación en el Sector de la Construcción.
- *Prescripciones de seguridad para trabajos y maniobras en instalaciones eléctricas*, de la Comisión Técnica Permanente de la Asociación de Medicina y Seguridad en el Trabajo de UNESA.
- *Reglamento de instalaciones de protección contra incendios*. R.D. 1942/1993, de 5 de noviembre, del Ministerio de Industria y Energía. BOE 14 diciembre de 1993, y sus correcciones posteriores.
- *Normas de procedimiento y desarrollo del R.D. 1942/1993, de 5 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios y se revisa el anexo I y los apéndices del mismo*. Orden, del 16 de abril, del Ministerio de Industria y Energía BOE: 28 de abril de 1998
- *Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos Industriales*. R.D. 2267/2004, de 3 de diciembre, del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, BOE del 17 de diciembre de 2004.
- Instrucciones técnicas de los fabricantes y suministradores de equipos.

En el caso de discrepancias entre las diversas normas se seguirá siempre el criterio más restrictivo.

## 2.2. OBRA CIVIL

### 2.2.1. Estructuras

- **Acciones en la edificación**

- *Documento básico de seguridad estructural DB-SE-AE "Acciones en la Edificación"* del *Código técnico de la edificación*. R.D. 314/2006 de 17 de marzo, del Ministerio de la Vivienda.
- Norma de construcción sismo-resistente: parte general y edificación (NCSR-02). R.D. 997/2002, de 27 de septiembre, del Ministerio de Fomento. BOE 11 de octubre de 2002.

- **Acero**

*Documento básico de seguridad estructural DB-SE-A "Acero"* del *Código técnico de la edificación*. R.D. 314/2006 de 17 de marzo, del Ministerio de la Vivienda.



- **Hormigón**

*Instrucción de hormigón estructural EHE-08*. R.D. 1247/2008 de 18 de julio, del Ministerio de Fomento. BOE 22 de agosto de 2008.

- **Forjados**

- R.D 1247/2008 de 18 de julio, por el que se aprueba la *Instrucción de hormigón estructural* (EHE-08).

### 2.2.2. Instalaciones

- **Electricidad**

- *Reglamento electrotécnico para baja tensión (REBT)* e Instrucciones técnicas complementarias (ITC) BT01 a BT51. R.D 842/2002, de 2 de agosto del Ministerio de Industria y Energía. BOE 18 de septiembre de 2002.

- *Autorización para el empleo de sistemas de instalaciones con conductores aislados bajo canales de cables protectores de material plástico*. Resolución de 18-ene-88, de la Dirección General de Innovación Industrial. BOE 19 de febrero de 1988.

- **Instalaciones de Protección Contra Incendios**

- *Reglamento de instalaciones de protección contra incendios*. R.D 1942/1993, de 5 de noviembre, del Ministerio de Industria y Energía. BOE 14 de diciembre de 1993. Corrección de errores: 7 de mayo de 1994.

- Normas de procedimiento y desarrollo del R.D 1942/1993, de 5 de noviembre, por el que se aprueba *el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios* y se revisa el anexo I y los apéndices del mismo. Orden de 16 de abril de 1998, del Ministerio de Industria y Energía. BOE 28 de abril de 1998.

- *Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales*. R.D. 2267/2004, de 3 de diciembre, del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, BOE 17-dic-04.

### 2.2.3. Varios

- *Normas tecnológicas de la edificación*. Decreto del Ministerio de la Vivienda nº 3565/72, de 23 de diciembre. BOE del 15 de enero de 1973.

- *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 (BOE Núm. 139, Lunes 9 junio de 2014)*



- 
- *Instrucciones técnicas complementarias en subestaciones*. Real Decreto nº 842/02 de 2 de agosto, en BOE 18 de septiembre de 2002.
  - Recomendaciones de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT-T) que le afecten.
  - Ley 31/95 de 8 de noviembre de Prevención de Riesgos Laborales.
  - R.D. 614/01 de 8 de junio sobre *Disposiciones mínimas de seguridad y salud de los trabajadores frente al riesgo eléctrico*.
  - R.D. 1215/97 de 18 de julio sobre *Equipos de trabajo*.
  - R.D. 486/97 de 14 de abril sobre *Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo*.
  - R.D. 487/97 de 14 de abril sobre *Manipulación manual de cargas*.
  - R.D. 773/97 de 30 de mayo sobre *Utilización por los trabajadores de equipos de protección individual*.
  - Ley 32/2006 de 18 de octubre Reguladora de la Subcontratación en el Sector de la Construcción.
  - *Prescripciones de seguridad para trabajos y maniobras en instalaciones eléctricas*, de la Comisión Técnica Permanente de la Asociación de Medicina y Seguridad en el Trabajo de UNESA.
  - Instrucciones técnicas de los fabricantes y suministradores de equipos.

En el caso de discrepancias entre las diversas normas se seguirá siempre el criterio más restrictivo.



---

### **3. GESTIÓN DE CALIDAD**

Afecta a los procesos: ingeniería, construcción, calificación de proveedores, compras, transferencia de instalaciones y gestión de proyectos y también a los recursos: cualificación de las personas, equipos de inspección, medida y ensayo y homologación de equipos. Sistema de calidad certificado que cumple con la normativa ISO 9000.



---

#### **4. GESTIÓN MEDIOAMBIENTAL**

Las obras del proyecto se ejecutan garantizando el cumplimiento de la legislación y reglamentación aplicable. En el Anexo 2.1 *Especificaciones técnicas de carácter ambiental* de este documento se detallan los aspectos medioambientales que rigen la ejecución de este proyecto.



---

## 5. SEGURIDAD EN EL TRABAJO

Conforme a lo dispuesto en el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en obras de construcción, al amparo de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, se incluye en el presente proyecto, el *Estudio de Seguridad y Salud* correspondiente para su ejecución.



## 6. VERIFICACIÓN Y VALIDACIÓN

De acuerdo con los sistemas de gestión certificados, se garantiza el correcto montaje verificado y validando la instalación y equipos mediante:

- **Pruebas en vacío**

Una vez finalizados los trabajos de obra civil y montaje electromecánico se procederá a la realización de las pruebas en vacío de la Instalación de acuerdo con las instrucciones técnicas correspondientes recogida en la normativa interna.

- **Pruebas en tensión**

Las pruebas en tensión tendrán por objeto comprobar la adecuación al uso de la instalación conforme a los criterios funcionales establecidos en el Proyecto.

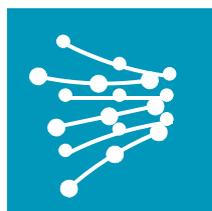
Los protocolos de las pruebas a realizar así como los criterios para su ejecución serán redactados conforme a lo especificado en la documentación técnica aplicable.

Madrid, Septiembre de 2016

El Ingeniero Industrial

**Luis Cabezón López**

Jefe del Departamento de Ingeniería de Subestaciones  
Red Eléctrica de España, S.A.U.



**RED**  
**ELÉCTRICA**  
DE ESPAÑA

Proyecto Técnico Administrativo

**AMPLIACIÓN DE LA SUBESTACIÓN DE ITXASO 220 kV  
BYPASS OPERABLE**

DOCUMENTO 2

ANEXO 1

REQUISITOS AMBIENTALES.  
ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y  
DEMOLICIÓN



---

## ÍNDICE

<b>1. ÁMBITO DE APLICACIÓN</b> .....	<b>3</b>
<b>2. REQUISITOS AMBIENTALES</b> .....	<b>4</b>
2.1 REQUISITOS DE CARÁCTER GENERAL .....	4
2.1.1. Condicionados de los organismos de la Administración .....	4
2.1.2. Áreas de almacenamiento temporal o de trasiego de combustible.....	4
2.1.3. Cambios de aceites y grasas .....	4
2.1.4. Campamento de obra.....	4
2.1.5. Gestión de residuos .....	5
2.1.6. Incidentes con consecuencias ambientales .....	5
2.2 REQUISITOS ESPECÍFICOS PARA LA OBRA CIVIL .....	5
2.3 REQUISITOS ESPECÍFICOS PARA EL MONTAJE ELECTROMECAÍNICO .....	5
2.3.1 Llenado de equipos con aceite.....	5
2.3.2 Llenado de equipos con SF <sub>6</sub> .....	6
2.4 ACONDICIONAMIENTO FINAL DE LA OBRA.....	6
<b>3. ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN</b> .....	<b>7</b>
3.1 ANTECEDENTES.....	7
3.1.1. Objeto.....	7
3.1.2. Situación y descripción general del proyecto .....	7
3.1.3. Descripción general de los trabajos .....	7
3.2 ESTIMACIÓN DE RESIDUOS A GENERAR.....	7
3.3 MEDIDAS DE PREVENCIÓN DE GENERACIÓN DE RESIDUOS .....	8
3.4 MEDIDAS DE SEPARACIÓN, MANEJO Y ALMACENAMIENTO DE LOS RESIDUOS EN OBRA .....	10
3.5 DESTINOS FINALES DE LOS RESIDUOS GENERADOS.....	12
3.6 VALORACIÓN DEL COSTE PREVISTO DE GESTIÓN.....	14



---

## 1. **ÁMBITO DE APLICACIÓN**

Este documento tiene por objeto establecer los requisitos de carácter ambiental que se deben cumplir en los trabajos de obra civil y montaje electromecánico que se van a realizar para la instalación de la nueva posición en la subestación de ITXASO 220 kV para minimizar los posibles impactos ambientales que puede conllevar el desarrollo de los trabajos de construcción.

El alcance de esta especificación comprende todos los trabajos de obra civil y montaje electromecánico de la subestación.



---

## **2. REQUISITOS AMBIENTALES**

### **2.1 REQUISITOS DE CARÁCTER GENERAL**

Se contemplará un estricto cumplimiento de los requisitos medioambientales legales que en cada momento establecidos en los distintos ámbitos: europeo, estatal, autonómico y municipal. Las *Especificaciones ambientales de construcción de subestaciones* que regirán la ejecución de la obra indicarán todos los requisitos a cumplir en relación a los trabajos.

#### **2.1.1. Condicionados de los organismos de la Administración**

Durante el proceso de Autorización Administrativa los organismos públicos y entidades que puedan ser afectadas por el desarrollo del proyecto emitirán los condicionados correspondientes que serán aplicados en el desarrollo de la ejecución de la obra.

#### **2.1.2. Áreas de almacenamiento temporal o de trasiego de combustible**

Para evitar que las zonas de almacenamiento temporal o de trasiego de combustible se dispongan sobre suelo desnudo o sin mecanismos de retención de posibles derrames, se contará con una bandeja metálica sobre la que se colocaran los recipientes que contengan combustible.

La bandeja será estanca, con un bordillo mínimo de 10 cm y con capacidad igual o mayor que la del mayor de los recipientes que se ubiquen en ella. Será necesario disponer de una lona para tapar la bandeja con el fin de evitar que en caso de lluvia se llene de agua, a no ser que el almacenamiento se realice bajo cubierta.

En el caso de que sea necesario disponer de grupos electrógenos, su tanque de almacenamiento principal deberá tener doble pared y todas las tuberías irán encamisadas. Si no es así se colocarán sobre bandeja estanca de las características anteriormente descritas.

#### **2.1.3. Cambios de aceites y grasas**

No se verterán aceites y grasas al suelo, por lo que se tomarán todas las medidas preventivas necesarias.

El cambio de aceites de la maquinaria se realizará en un taller autorizado. Si ello no fuera posible se efectuará sobre el terreno utilizando siempre los accesorios necesarios (recipiente de recogida de aceite y superficie impermeable) para evitar posibles vertidos al suelo.

#### **2.1.4. Campamento de obra**

El campamento de obra dispondrá de los contenedores necesarios para los residuos sólidos urbanos que generen las personas que trabajan en la obra.

No serán utilizadas fosas sépticas/pozos filtrantes en la instalación sin autorización de la Confederación Hidrográfica correspondiente. Preferentemente se usarán



---

depósitos estancos de acumulación o de wáter químico, que serán desmontados una vez hayan finalizados los trabajos. El mantenimiento de estos sistemas será el adecuado para evitar olores y molestias en el entorno de los trabajos.

#### **2.1.5. Gestión de residuos**

La gestión de los residuos se realizará conforme a la legislación específica vigente. Será según lo establecido en los siguientes documentos:

- **Estudio de gestión de residuos de construcción y demolición.** Incluido como anexo al presente documento.
- **Plan de gestión de residuos de construcción y demolición:** Entregado por el contratista, aprobado por la dirección facultativa y aceptado por el Departamento de Medio Ambiente de RED ELÉCTRICA.

#### **2.1.6. Incidentes con consecuencias ambientales**

Se consideran incidencias medioambientales aquellas situaciones que por su posible afección al medio requieren actuaciones de emergencia.

Los principales incidentes que pueden tener lugar son incendios y fugas/derrames de material contaminante.

El riesgo de incendios viene asociado principalmente al almacenamiento y manipulación de productos inflamables. Se establecerán todas las medidas de prevención de incendios y se prestará especial atención para que los productos inflamables no entren en contacto con fuentes de calor: trabajo de soldaduras, recalentamiento de máquinas, cigarrillos etc. En el lugar de trabajo se contará con los extintores adecuados.

Además de las medidas de prevención de fugas y derrames (descritas en apartados anteriores) se contará en obra con los materiales necesarios para la actuación frente a derrames de sustancias potencialmente contaminantes.

### **2.2 REQUISITOS ESPECÍFICOS PARA LA OBRA CIVIL**

#### **Limpieza de cubas de hormigonado**

Se delimitará y señalizará de forma clara una zona para la limpieza de las cubas de hormigonado para evitar vertidos de este tipo en las proximidades de la subestación. La zona será regenerada una vez finalizada la obra, llevándose los residuos a vertedero controlado y devolviéndola a su estado y forma inicial.

### **2.3 REQUISITOS ESPECÍFICOS PARA EL MONTAJE ELECTROMECAÁNICO**

#### **2.3.1 Llenado de equipos con aceite**

Cuando se llenan de aceite las máquinas de potencia se tomarán las máximas precauciones para evitar posibles accidentes con consecuencias medioambientales.



---

No se comenzará el llenado de equipos hasta que no estén operativos los fosos de recogida de aceite.

Como complemento y para evitar un accidente, debajo de todos los empalmes de tubos utilizados en la maniobra se deberán situar recipientes preparados para la recogida de posibles pérdidas, con el tamaño suficiente para evitar vertidos al suelo.

### **2.3.2 Llenado de equipos con SF<sub>6</sub>**

El llenado de equipos con SF<sub>6</sub> se llevará a cabo por personal especializado, evitándose así fugas de gas a la atmósfera. Las botellas de SF<sub>6</sub> (vacías y con SF<sub>6</sub> que no se ha utilizado en el llenado) serán retiradas por el proveedor para garantizar la adecuada gestión de las mismas.

## **2.4 ACONDICIONAMIENTO FINAL DE LA OBRA**

Una vez finalizados todos los trabajos se realizará una revisión del estado de limpieza y conservación del entorno de la subestación, con el fin de proceder a la recogida de restos de todo tipo que pudieran haber quedado acumulados y gestionarlos adecuadamente.

Se procederá a la rehabilitación de todos los daños ocasionados sobre las propiedades derivados de la ejecución de los trabajos.

Se revisará la situación de todas las servidumbres previamente existentes y el cumplimiento de los acuerdos adoptados con particulares y administración, acometiendo las medidas correctoras que fueran precisas si se detectan carencias o incumplimientos.

Donde sea viable, se restituirá la forma y aspecto originales del terreno.

De forma inmediata a la finalización de la obra y en el caso que sea necesario, se revegetarán las superficies desprovistas de vegetación que pudieran estar expuestas a procesos erosivos y si así se ha definido, se realizarán los trabajos de integración paisajística de la instalación.



### 3. ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN

#### 3.1 ANTECEDENTES

##### 3.1.1. Objeto

El presente *Estudio de residuos* se realiza para minimizar los impactos derivados de la generación de residuos en la construcción del presente proyecto, estableciendo las medidas y criterios a seguir para minimizar la generación de residuos, segregar y almacenar correctamente los residuos generados y proceder a la gestión más adecuada para cada uno de ellos. El *Estudio* se lleva a cabo en cumplimiento del R.D. 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la *Producción y gestión de los residuos de construcción y demolición* y se ha redactado según los criterios contemplados en el artículo 4 de dicho R.D.

##### 3.1.2. Situación y descripción general del proyecto

La situación y descripción general del proyecto está reflejado en el capítulo 2 del documento 1: *Memoria* del presente Proyecto Técnico Administrativo.

##### 3.1.3. Descripción general de los trabajos

Las actividades a llevar a cabo y que van a dar lugar a la generación de residuos van a ser las siguientes:

- Realización de acopios, campamento de obra e instalación de medios auxiliares.
- Movimiento de tierras: excavaciones (cimentaciones), movimientos y traslados de tierras.
- Obra civil: cimentaciones, hormigonados, drenajes etc.
- Montaje electromecánico: aparamenta eléctrica, servicios auxiliares etc.
- Limpieza de obra y restauración.
- Actividades auxiliares (oficina).

#### 3.2 ESTIMACIÓN DE RESIDUOS A GENERAR

Durante los trabajos descritos se prevé generar los siguientes residuos, codificados de acuerdo a lo establecido en la Orden MAM/304/2002 (Lista europea de residuos):

Tipo residuo	Código LER
<b>RESIDUOS NO PELIGROSOS</b>	
Excedentes de excavación	170101
Restos de hormigón	170101
Papel y cartón	200101
Maderas	170201
Plásticos (envases y embalajes)	170203
Chatarras metálicas	170405/170407/170401/170402



Tipo residuo	Código LER
Restos asimilables a urbanos	200301
Restos asimilables a urbanos. Contenedor amarillo: metales y plásticos (si se segregan)	150102/150104/150105/150106
Residuos vegetales (podas y talas)	200201
RESIDUOS PELIGROSOS	
Trapos impregnados	150202*
Tierras contaminadas	170503*
Envases que han contenido sustancias peligrosas	150110*/150111*

Es necesario aclarar que, en el *Plan de gestión residuos* (que se elabora en una etapa de proyecto posterior al presente estudio por los contratistas responsables de acometer los trabajos, poseedores de los residuos) e incluso durante la propia obra se podrá identificar algún otro residuo. Asimismo la estimación de cantidades, que se incluye en la tabla siguiente, es aproximada, teniendo en cuenta la información de la que se dispone en la etapa en la cual se elabora el Proyecto Técnico Administrativo. Las cantidades, por tanto, también deberán ser ajustadas en los correspondientes Planes de gestión de residuos.

Tipo de residuo	Código	Unidad	PARQUE 220 kV		TOTAL
			O.C.	MONTAJE	
Excedentes de excavación(*)	170101	m <sup>3</sup>	3.268	0	3.268
Restos de hormigón	170101	m <sup>3</sup>	15	0	15
Lodos fosas sépticas	200304	kg	708	354	1.062
Papel y cartón	200101	kg	36	50	86
Maderas	170201	kg	1.452	800	2.252
Plásticos (envases y embalajes)	170203	kg	51	50	101
Chatarras metálicas	170405 170407 170401 170402	kg	254	800	1.054
Restos asimilables a urbanos	200301	kg	58	45	103
Restos asimilables a urbanos. Contenedor amarillo: metales y plásticos (Si segregan)	150102 150104 150105 150106	kg	14	45	60
Trapos impregnados	150202*	kg	11	3	14
Tierras contaminadas	170503*	m <sup>3</sup>	9	0	9
Envases que han contenido sustancias peligrosas	150110* 150111*	kg	16	10	26
Aceites usados	13020__*	l	0	0	0
Residuos vegetales (podas y talas)	200201	kg	0	0	0

(\*) La cantidad estimada se corresponde con los excedentes de excavación que no está previsto reutilizar en la propia obra.

### 3.3 MEDIDAS DE PREVENCIÓN DE GENERACIÓN DE RESIDUOS

#### Trabajos de construcción:



---

Como norma general es importante separar aquellos productos sobrantes que pudieran ser reutilizables de modo que en ningún caso puedan enviarse a vertederos.

Además es importante separar los residuos desde el origen, para evitar contaminaciones, facilitar su reciclado y evitar generar residuos derivados de la mezcla de otros.

Se exponen a continuación algunas buenas prácticas para evitar/minimizar la generación de algunos residuos:

- **Cerámicas mortero y hormigón:**
  - Reutilización, en la medida de lo posible en la propia obra: rellenos.
- **Medios auxiliares (palets de madera), envases y embalajes:**
  - Utilizar materiales cuyos envases/embalajes procedan de material reciclado.
  - No separar el embalaje hasta que no vayan a ser utilizados los materiales.
  - Guardar los embalajes que puedan ser reutilizados inmediatamente después de separarlos del producto. Gestionar la devolución al proveedor en el caso de ser este el procedimiento establecido (ej. Botellas de SF<sub>6</sub> vacías o medio llenas).
  - Los palets de madera se han de reutilizar cuantas veces sea posible.
- **Residuos metálicos:**
  - Separarlos y almacenarlos adecuadamente para facilitar su reciclado
- **Aceites y grasas:**
  - Realizar el mantenimiento de la maquinaria y cambios de aceites en talleres autorizados.
  - Si es imprescindible llevar a cabo alguna operación de cambio de aceites y grasas en la obra, utilizar los accesorios necesarios para evitar posibles vertidos al suelo (recipiente de recogida de aceite y superficie impermeable).
  - Controlar al máximo las operaciones de llenado de equipos con aceites para evitar que se produzca cualquier vertido.
- **Tierras contaminadas**
  - Establecer las medidas preventivas para evitar derrames de sustancias peligrosas:
    - Disponer de bandeja metálica para almacenamiento de combustibles.
    - Resguardar de la lluvia las zonas de almacenamiento (mediante techado o uso de lona impermeable), para evitar que las bandejas se llenen de agua.
    - Disponer de grupos electrógenos cuyo tanque de almacenamiento principal tenga doble pared y cuyas tuberías vayan encamisadas. Si no es así colocar en una bandeja estanca o losa de hormigón impermeabilizada y con bordillo.
    - Controlar al máximo las operaciones de llenado de equipos con aceites para evitar que se produzca cualquier vertido. No realizar llenados de máquinas de potencia sin estar operativos los fosos de recogida de aceite. Colocar



---

recipientes o material absorbente debajo de todos los empalmes de tubos utilizados durante la maniobra, para la recogida de posibles pérdidas.

- Buenas prácticas en los trasiegos.

### **3.4 MEDIDAS DE SEPARACIÓN, MANEJO Y ALMACENAMIENTO DE LOS RESIDUOS EN OBRA**

Los requisitos en cuanto a la segregación, almacenamiento, manejo y gestión de los residuos en obra están incluidos en las especificaciones ambientales, formando así parte de las prescripciones técnicas del proyecto.

Para que se pueda desarrollar una correcta segregación y almacenamiento de residuos en la obra, todo el personal implicado deberá estar adecuadamente formado sobre cómo separar y almacenar cualquier tipo de residuos que pueda derivarse de los trabajos.

- **Segregación**

Para una correcta valorización o eliminación se realizará una segregación previa de los residuos, separando aquellos que por su no peligrosidad (residuos urbanos y asimilables a urbanos) y por su cantidad puedan ser depositados en los contenedores específicos colocados por el correspondiente ayuntamiento, de los que deban ser llevados a vertedero controlado y de los que deban ser entregados a un gestor autorizado (residuos peligrosos). Para la segregación se utilizarán bolsas o contenedores que impidan o dificulten la alteración de las características de cada tipo de residuo.

La segregación de residuos en obra ha de ser la máxima posible, para facilitar la reutilización de los materiales y que el tratamiento final sea el más adecuado según el tipo de residuo.

En ningún caso se mezclaran residuos peligrosos y no peligrosos.

Si en algún caso no resultara técnicamente viable la segregación en origen, el poseedor (contratista) podrá encomendar la separación de fracciones de los distintos residuos no peligrosos a un gestor de residuos externo a la obra, teniendo que presentar en este caso, la correspondiente documentación acreditativa conforme el gestor ha realizado los trabajos.

En el campamento de obra, se procurará además segregar los RSU en las distintas fracciones (embases y embalajes, papel, vidrio y resto).

- **Almacenamiento:**

Desde la generación de los residuos hasta su eliminación o valorización final, éstos serán almacenados de forma separada en el lugar de trabajo, según vaya a ser su gestión final, como se ha indicado en el punto anterior.

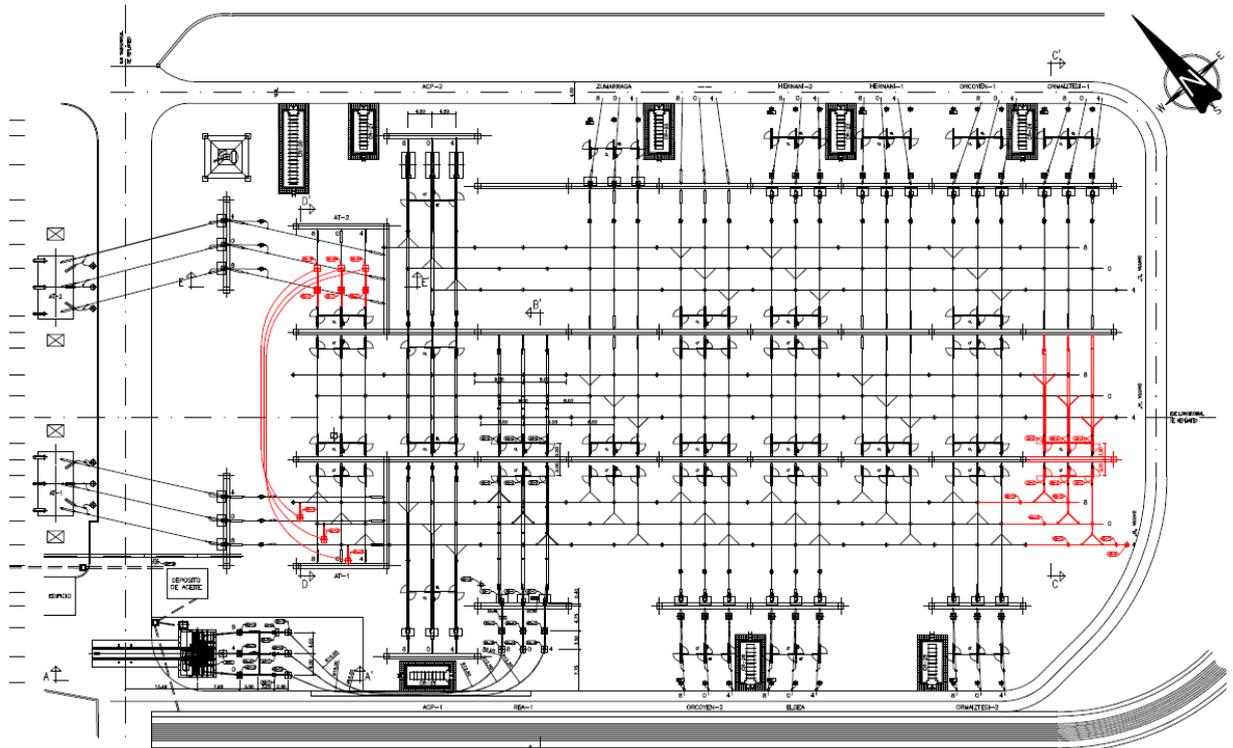
Par las zonas de almacenamiento se cumplirán los siguientes criterios:



- 
- Serán seleccionadas, siempre que sea posible, de forma que no sean visibles desde carreteras o lugares de tránsito de personas pero con facilidad de acceso para poder proceder a la recogida de los mismos.
  - Estarán debidamente señalizadas mediante marcas en el suelo, carteles, etc. para que cualquier persona que trabaje en la obra sepa su ubicación.
  - Los contenedores de residuos peligrosos estarán identificados según se indica en la legislación aplicable (RD 833/1988 y Ley 22/2011, de 28 de julio), con etiquetas o carteles resistentes a las distintas condiciones meteorológicas, colocados en un lugar visible y que proporcionen la siguiente información: descripción del residuo, icono de riesgos, código del residuo, datos del productor y fecha de almacenamiento
  - Las zonas de almacenamiento de residuos peligrosos estarán protegidas de la lluvia y contarán con suelo impermeabilizado o bandejas de recogida de derrames accidentales.
  - Los residuos que por sus características puedan ser arrastrados por el viento, como plásticos (embalajes, bolsas...), papeles (sacos de mortero...) etc. deberán ser almacenados en contenedores cerrados, a fin de evitar su diseminación por la zona de obra y el exterior del recinto.
  - Se delimitará e identificará de forma clara una zona para la limpieza de las cubas de hormigonado para evitar vertidos de este tipo en las proximidades de la subestación. La zona será regenerada una vez finalizada la obra, llevándose los residuos a vertedero controlado y devolviéndola a su estado y forma inicial.
  - Se evitará el almacenamiento de excedentes de excavación en cauces y sus zonas de policía.

Además de las zonas definidas, el campamento de obra deberá disponer de uno o más contenedores, con su correspondiente tapadera (para evitar la entrada del agua de lluvia) para los residuos sólidos urbanos (restos de comidas, envases de bebidas, etc.) que generen las personas que trabajan en la obra. Estos contenedores deberán estar claramente identificados, de forma que todo el personal de la obra sepa donde se almacena cada tipo de residuo.

En el croquis siguiente se muestran las zonas destinadas al almacenamiento de residuos. Estas zonas podrán ser redefinidas por el contratista que reflejará los cambios en el correspondiente Plan de residuos. Además, en dicho plan se incluirá la descripción de los distintos contenedores que se prevé utilizar para los distintos residuos.



### 3.5 DESTINOS FINALES DE LOS RESIDUOS GENERADOS

La gestión de los residuos se realizará según lo establecido en la legislación específica vigente.

Siempre se favorecerá el reciclado y valoración de los residuos frente a la eliminación en vertedero controlado de los mismos.

- **Residuos no peligrosos**

- **RSU:** Los residuos sólidos urbanos y asimilables (papel, cartón, vidrio, envases de plástico) separados en sus distintas fracciones serán llevados a un vertedero autorizado o recogidos por gestores autorizados. En el caso de no ser posible la recogida por gestor autorizado y de tratarse de pequeñas cantidades, se podrán depositar en los distintos contenedores que existan en el Ayuntamiento más próximo.
- **Excedentes de excavación, escombros, y excedentes de hormigón:** como ya se ha comentado se tratarán de reutilizarse en la obra, si no es posible y existe permiso de los Ayuntamientos afectados y de la autoridad ambiental competente, (y siempre con la aprobación de los responsables de Medio Ambiente y de Permisos de RED ELÉCTRICA), podrán gestionarse mediante su reutilización en firmes de caminos, rellenos etc. Si no son posibles las opciones anteriores se gestionarán en vertedero autorizado.
- **Chatarra:** se entregará a gestor autorizado para que proceda al reciclado de las distintas fracciones



- **Residuos peligrosos**

Los residuos peligrosos se gestionarán mediante gestor autorizado. Se dará preferencia a aquellos gestores que ofrezcan la posibilidad de reciclaje y valorización como destinos finales frente a la eliminación.

Antes del inicio de las obras los contratistas están obligados a programar la gestión de los residuos que prevé generar. En el **Plan de gestión de residuos de construcción** se reflejará la gestión prevista para cada tipo de residuo: planes para la reutilización de excedentes de excavación u hormigón, retirada a vertedero y gestiones a través de gestor autorizado (determinando los gestores autorizados), indicando el tratamiento final que se llevará a cabo en cada caso.

Como anexo a dicho plan el contratista deberá presentar la documentación legal necesaria para llevar a cabo las actividades de gestión de residuos:

- Acreditación como productor de residuos en la Comunidad Autónoma en la que se llevan a cabo los trabajos.
- Autorizaciones de los transportistas y gestores de residuos (las correspondientes según se trate de residuos peligrosos o no peligrosos).
- Autorizaciones de vertederos y depósitos.
- Documentos de aceptación de los residuos que se prevé generar (residuos peligrosos).

Al final de los trabajos las gestiones de residuos realizadas quedaran registradas en una ficha de “Gestión de residuos generados en las obras de construcción” (Modelo A012, que se reproduce seguidamente). Además de cumplimentar la ficha el contratista proporcionará la documentación acreditativa de las gestiones realizadas:

- Documentos de control y seguimiento (residuos peligrosos).
- Notificaciones de traslado (residuos peligrosos).
- Albaranes de retirada o documentos de entrega de residuos no peligrosos.
- Permisos de vertido/reutilización de excedentes de excavación.



**A012 · Gestión de residuos generados en las obras de construcción**

ed.02

Fecha:

05.10.05

Año:		Proyecto:		Instalación:		Actividad:		Hoja de	
Tipo de Residuo	Fecha (o periodo) de Generación	Cantidad Generada <sup>(1)</sup>	Tipo de Gestión <sup>(2)</sup>	Fecha de Gestión	Observaciones				
<b>NO PELIGROSOS:</b>									
- ESCOMBROS			VERTEDERO AUTORIZADO						
- EXCEDENTES DE EXCAVACIÓN									
- RSU: restos de comida, plásticos...			CONTENEDOR MUNICIPAL						
- PAPEL Y CARTÓN									
- MADERAS									



- PLÁSTICOS					
- CHATARRAS					
- OTROS					
<b>PELIGROSOS:</b>					
- ACEITES USADOS					
- TRAJOS IMPREGNADOS CON GRASAS, DISOLVENTES, ETC.					
- ENVASES QUE HAN CONTENIDO SUSTANCIAS PELIGROSAS (Ver pictograma)					
- TIERRAS CONTAMINADAS					
OTROS					

Responsable del registro:

Firma:

(1) Para que la cuantificación en todo Red Eléctrica resulte más sencilla, se proponen las siguientes unidades a utilizar:

Restos vegetales	kg	Excedentes de excavación	m <sup>3</sup>	Escombros	kg	Maderas	kg
Papel y cartón	kg	Chatarras	kg	Vidrio	kg	Envases de sust. peligrosas	Kg
Trajos impregnados	kg	Aceite usado	litros	Suelos contaminados con hidrocarburos	m <sup>3</sup>		

(2) especificar:

- Entrega a vertedero autorizado
- Entrega a particular
- Entrega a gestor autorizado
- Otro tipo de gestión (indicar cual)

### 3.6 VALORACIÓN DEL COSTE PREVISTO DE GESTIÓN

En la tabla siguiente se incluye una estimación de los costes de la gestión de los residuos. Se resalta que el coste es muy aproximado pues los precios están sometidos a bastante variación en función de los transportistas y gestores utilizados y las cantidades estimadas en este estado del proyecto también se irán ajustando con el desarrollo del mismo.

Tipo de residuo	Código	Unidad	Coste (Euros)
Excedentes de excavación	170101	m <sup>3</sup>	13.072
Restos de hormigón	170101	m <sup>3</sup>	131
Lodos fosas sépticas	200304	m <sup>3</sup>	23
Papel y cartón	200101	kg	1
Maderas	170201	kg	34
Plásticos (envases y embalajes)	170203	kg	2
Chatarras metálicas	170405 170407 170401 170402	kg	3
Restos asimilables a urbanos	200301	kg	0
Restos asimilables a urbanos. Contenedor amarillo: metales y plásticos (Si segregan)	150102 150104 150105 150106	kg	0



Trapos impregnados	150202*	kg	15
Tierras contaminadas	170503*	m <sup>3</sup>	131
Envases que han contenido sustancias peligrosas	150110* 150111*	kg	31
Aceites usados (hidráulicos)	1302__*	kg	0
Residuos vegetales (podas y talas)	200201	kg	0

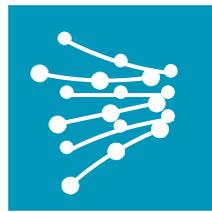
Nota: los costes reflejados son costes estimados, dado que para su cálculo se han tomado precios de referencia. Los costes serán actualizados en el correspondiente plan de residuos, a entregar por el contratista.

Madrid, Septiembre de 2016

El Ingeniero Industrial

Luis Cabezón López

Jefe del Departamento de Ingeniería de Subestaciones  
Red Eléctrica de España, S.A.U.



**RED**  
**ELÉCTRICA**  
DE ESPAÑA

Proyecto Técnico Administrativo

**AMPLIACIÓN DE LA SUBESTACIÓN DE ITXASO 220 KV  
BYPASS OPERABLE**

DOCUMENTO 2

ANEXO 2.2  
ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD LABORAL



## ÍNDICE

<b>1.</b>	<b>OBJETO DE ESTE ESTUDIO</b> .....	<b>3</b>
<b>2.</b>	<b>CARACTERÍSTICAS DE LA OBRA</b> .....	<b>4</b>
2.1	SITUACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LA OBRA .....	4
2.2	PRESUPUESTO, PLAZO DE EJECUCIÓN Y MANO DE OBRA.....	7
2.3	CONTROL DE ACCESOS .....	7
2.4	TRABAJOS PREVIOS, INTERFERENCIAS Y SERVICIOS AFECTADOS .....	8
2.5	UNIDADES CONSTRUCTIVAS QUE COMPONEN LA OBRA.....	8
2.5.1	Obra civil.....	8
2.5.2	Montaje de estructuras y equipos.....	8
2.6	IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS .....	9
2.6.1	Organización de la seguridad .....	10
2.6.2	Principios generales aplicables durante la ejecución de la obra .....	11
2.6.3	Formación.....	11
2.6.4	Medicina preventiva.....	11
2.6.5	Medios de protección.....	11
2.7	LOCALES DE DESCANSO Y SERVICIOS HIGIÉNICOS.....	12
2.8	DISPOSICIONES DE EMERGENCIA .....	12
2.8.1	Vías de evacuación .....	12
2.8.2	Iluminación.....	12
2.8.3	Ventilación .....	13
2.8.4	Ambientes nocivos y factores atmosféricos.....	13
2.8.5	Detección y lucha contra incendios: .....	13
2.8.6	Primeros auxilios .....	14
2.9	PLAN DE SEGURIDAD .....	14
<b>3.</b>	<b>PLIEGO DE CONDICIONES</b> .....	<b>15</b>
3.1	NORMATIVA LEGAL DE APLICACIÓN.....	15
3.2	NORMATIVA INTERNA DE RED ELÉCTRICA.....	15
<b>4.</b>	<b>PRESUPUESTO DE SEGURIDAD</b> .....	<b>16</b>



## 1. OBJETO DE ESTE ESTUDIO

Este Estudio de Seguridad y Salud establece las medidas de Seguridad que deben adoptarse en los trabajos de obra civil y montaje electromecánico a realizar en la instalación de la nueva posición en la subestación ITXASO 220 kV. Facilitando la aplicación que la Dirección Facultativa debe realizar de tales medidas, conforme establece el R.D. 1627/97 por el que se establecen disposiciones mínimas de Seguridad en las Obras de Construcción.

El presente Estudio tiene carácter obligatorio y contractual para todas las empresas que participan en el desarrollo de la obra.

Este Estudio se incluye como anexo a todos los contratos firmados entre Red Eléctrica de España, S. A. (en adelante, RED ELÉCTRICA) y las empresas contratistas que intervengan en la obra.

La empresa contratista quedará obligada a elaborar un *Plan de seguridad y salud* en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen, en función de su propio sistema de ejecución de la obra, las previsiones contenidas en este Estudio.

RED ELÉCTRICA se reserva el derecho de la interpretación última del Plan de seguridad que se apruebe.



---

## 2. CARACTERÍSTICAS DE LA OBRA

### 2.1 SITUACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LA OBRA

La subestación ITXASO 220 kV está situada en el término municipal de Ezkio-Itsaso en la Comunidad del País Vasco.

La ubicación queda reflejada en el plano de situación geográfica del documento *Planos* del presente proyecto.

Atendiendo las características ambientales del emplazamiento seleccionado esta instalación se realiza con tecnología convencional con aislamiento en aire.

Las condiciones ambientales del emplazamiento son las siguientes:

- Altura media sobre el nivel del mar ..... 225 m
- Temperaturas extremas..... + 40° C/-20° C
- Contaminación ambiental ..... Bajo
- Nivel de niebla ..... Medio

Para el cálculo de la sobrecarga del viento, se ha considerado viento horizontal con velocidad de 140 km/h.



El parque de 220 kV de la subestación tiene una configuración de triple barra, en tecnología AIS y dispondrá de las siguientes calles y posiciones:

	Barras	Existente	
		Posiciones	Nº de Interruptores
Calle 1	1-3	AT2	1
Calle 2	1-2	AT1	1
Calle 3	1-3	Acoplamiento 2	1
Calle 4	1-2	Acoplamiento 1	1
Calle 5	1-3	Reserva	-
Calle 6	1-2	REA 3	1
Calle 7	1-2	L/Zumarraga	1
Calle 8	1-3	Reserva	-
Calle 9	1-3	Reserva	-
Calle 10	1-2	L/Orcoyen 2	1
Calle 11	1-3	L/Hernani 2	1
Calle12	1-2	L/Elgea	1
Calle 13	1-2	L/Hernani 1	1
Calle 14	1-3	Reserva	-
Calle 15	1-3	L/Orcoyen 1	1
Calle 16	1-2	L/Ormaiztegi 2	1
Calle 17	1-3	L/Ormaiztegi 1	1



	Barras	Con el BYPASS		
		Posiciones	Nº de Interruptores	Nº de Interruptores nuevos
<b>Calle 1</b>	<b>1-2</b>	<b>AT2</b>	<b>1</b>	<b>0</b>
Calle 2	1-2	AT1	1	0
Calle 3	1-3	Acoplamiento 2	1	0
Calle 4	1-2	Acoplamiento 1	1	0
Calle 5	1-3	-	-	-
Calle 6	1-2	REA 3	1	0
Calle 7	1-2	L/Zumarraga	1	0
Calle 8	1-3	-	-	-
Calle 9	1-3	-	-	-
Calle 10	1-2	L/Orcoyen 2	1	0
Calle 11	1-3	L/Hernani 2	1	0
Calle 12	1-2	L/Elgea	1	0
Calle 13	1-2	L/Hernani 1	1	0
Calle 14	1-3	-	-	-
Calle 15	1-3	L/Orcoyen 1	1	0
Calle 16	1-2	L/Ormaiztegi 2	1	0
<b>Calle 17</b>	<b>1-2</b>	<b>L/Ormaiztegi 1</b>	<b>1</b>	<b>0</b>

Para ello se procederá a realizar las siguientes actividades:

- Las cimentaciones de la aparamenta y de las estructuras metálicas de soporte de la aparamenta.
- Se construirán canales cables de reducida profundidad que unirán el parque con el edificio de control y las casetas de relés.
- Montaje de las estructuras metálicas de soportes de aparamenta.
- Montaje de la aparamenta correspondientes a las calles equipadas y a sus embarrados de conexión.
- Montaje de embarrados principales y embarrado altos.
- Se modificarán los Sistemas de Control, Telecomunicaciones, Protección y Medida, instalando los BR's en sus casetas de relés.
- Se ampliarán los servicios de c.a y c.c. de Servicios Auxiliares,



- Será modificada la red de tierras así como a la instalación de fuerza y alumbrado.

La disposición física de los elementos del parque responde a lo normalizado por REE para instalaciones de 220 kV, cuyas características principales son:

- Entre ejes de aparellaje..... 4.000 mm
- Entre ejes de conductores tendidos ..... 4.000 mm
- Anchura de posiciones ..... 13.500 mm
- Altura de embarrados de interconexión entre aparatos ..... 6.000 mm
- Altura de embarrados altos ..... 10.500 mm
- Altura de embarrados tendidos altos..... 14.950 mm

## 2.2 PRESUPUESTO, PLAZO DE EJECUCIÓN Y MANO DE OBRA

La obra adjudicada a contratistas se estima en los siguientes valores

Actividad contratada	Presupuesto (k€)	Jornadas - hombre Previstas	Plazo ejecución (meses)
Obra civil del parque	134	60	2,0
Montaje de la estructura	2,5	30	0,5
Montaje de la aparamenta	49	50	2,0
Montaje en b.t.	2,5	30	0,5
Presupuesto adjudicado	<b>188</b> k€		
Volumen mano de obra estimada	<b>170</b> jornadas - hombre		
Punta de trabajadores	<b>8</b> trabajadores		

En virtud de estos valores y conforme a lo establecido en el art. 4 del R.D. 1627/1997 para *Obras de construcción o ingeniería civil*, donde se expone que hay obligatoriedad de elaborar un Estudio de Seguridad en los casos en que se superen alguna de las de las circunstancias siguientes:

- Cuando el presupuesto total adjudicado de obra supere 450 k€.
- Cuando el volumen de mano de obra supere 500 jornadas – hombre.
- Cuando la duración sea superior a 30 días y haya 20 o más trabajadores.

Se procede a elaborar este Estudio de Seguridad y Salud.

## 2.3 CONTROL DE ACCESOS

Dado que la situación de la subestación, está alejada de núcleos urbanos o zonas de paso, la presencia de personal ajeno a la obra es improbable. A pesar de ello, la parcela se encuentra vallada, por lo que no procede ninguna actuación en este campo.

En el portón de acceso se dispondrán señales informativas de riesgo.



## 2.4 TRABAJOS PREVIOS, INTERFERENCIAS Y SERVICIOS AFECTADOS

Al realizarse la ampliación en la calle externa al resto del parque no se prevé interferencias con las tareas de explotación del parque, salvo las referentes a las ampliaciones de los embarrados principales y a las pruebas de la protección diferencial de barras, para las cuales se solicitarán cuantos descargos sean pertinentes.

Los trabajos de obra civil no estarán interferidos en su mayor parte con ningún otro, si bien en la fase final interferirán con el inicio de los trabajos de montaje.

Los desplazamientos y las maniobras de trabajadores y maquinaria prevista en obra estarán condicionados por la existencia de elementos en tensión. La actuación en cuanto a las vías de paso autorizado se planificará de forma que no afecte a la instalación en servicio y siempre conforme a las normas indicadas en este documento en los apartados que les afecten.

## 2.5 UNIDADES CONSTRUCTIVAS QUE COMPONEN LA OBRA

### 2.5.1 Obra civil

Consiste en la realización de cimentaciones, canales de cables y drenajes.

Se dispondrá de campa de almacenaje de materiales de construcción en zona que no interfiera a los restantes trabajos y a las vías de circulación de vehículos.

La preparación de armaduras de encofrados se ubicará fuera las zonas de paso.

- **Cimentaciones de soportes**

Las cimentaciones para la aparamenta y estructuras soportantes de la nueva aparamenta se realizarán en dados de hormigón.

- **Canales de cables**

Se diseñan para proteger los cables de control y fuerza en su recorrido desde los mandos de cada equipo a las casetas de relés y desde estas últimas hasta el edificio de control. Los canales de cables serán prefabricados de hormigón.

### 2.5.2 Montaje de estructuras y equipos

En esta fase se instalarán los embarrados altos, las estructuras soportantes de los equipos, los propios equipos y los embarrados de conexión.

Se planificarán las actividades de montaje de forma que no interfieran entre sí y especialmente se cuidará que no afecten a las de obra civil que aún persistan.

Las estructuras metálicas y soportes de la aparamenta se construirán con perfiles normalizados de alma llena.

- **Trabajos de cableado y trabajos en baja tensión (b.t.)**



El tendido de cables de fuerza y control desde los equipos del parque a las casetas de relés se realizará manualmente siguiendo el trazado marcado por los canales.

El montaje de los equipos de control, protecciones, comunicaciones y medidas se realizará simultáneamente a los trabajos de cableado.

- **Puesta en servicio**

Se prevé que la puesta en servicio se realice por fases terminadas conectando eléctricamente la nueva posición / instalación a la red de transporte de electricidad.

Las calles y equipos puestos en servicio se delimitarán y se aislarán, de forma que permitan la ejecución de las posteriores fases de trabajo.

## 2.6 IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS

Las empresas adjudicatarias de las obras han de considerar que la evaluación de los riesgos asociados a cada una de las actividades de construcción de subestaciones supone el análisis previo de:

- Las condiciones generales del trabajo, a las máquinas y equipos que se manejen, a las instalaciones próximas existentes y a los agentes físicos, químicos y biológicos que puedan existir.
- Las características de organización y control del trabajo que cada empresa tiene establecidas, lo que influye en la magnitud de los riesgos.
- La inadecuación de los puestos de trabajo a las características de los trabajadores especialmente sensibles a ciertos riesgos.

Por ello las empresas contratistas adjudicatarias de los trabajos deben disponer de una evaluación de riesgos genérica concerniente a sus trabajos.

No obstante se prevé que los riesgos que se pueden presentar son:

<b>Situaciones pormenorizadas de riesgo</b>	
Caídas de personas al mismo nivel	Caída por deficiencias en el suelo, por pisar o tropezar con objetos, por existencia de vertidos o líquidos, por superficies en mal estado por condiciones atmosféricas (heladas, nieve, agua, etc.).
Caídas de personas a distinto nivel	Caída desde escaleras portátiles, desde andamios y plataformas temporales, desniveles, huecos, zanjas, taludes, desde estructuras pórticos.
Caídas de objetos	Caída por manipulación manual de objetos y herramientas o de elementos manipulados con aparatos elevadores.
Desprendimientos desplomes y derrumbes	Desprendimientos de elementos de montaje fijos, desplome de muros o hundimiento de zanjas o galerías
Choques y golpes	Choques contra objetos fijos, contra objetos móviles, golpes por herramientas manuales y eléctricas.
Maquinaria automotriz y vehículos	Atropello a peatones, choques y golpes entre vehículos, vuelco de vehículos y caída de cargas
Atrapamientos por mecanismos en movimiento	Atrapamientos por herramientas manuales, portátiles eléctricas. Atrapamientos por mecanismos en movimiento.
Cortes	Cortes por herramientas portátiles eléctricas o manuales y cortes por objetos superficiales o punzantes.



<b>Situaciones pormenorizadas de riesgo</b>	
Proyecciones	Impacto por fragmentos, partículas sólidas o líquidas.
Contactos térmicos	Contactos con fluidos o sustancias calientes / fríos. Contacto con proyecciones.
Contactos químicos	Contacto con sustancias corrosivas, irritantes/ alergizantes u otras.
Contactos eléctricos	Contactos directos, indirectos o descargas eléctricas
Arcos eléctricos	Calor, proyecciones o radiaciones no ionizantes.
Sobreesfuerzos	Esfuerzos al empujar, tirar de objetos. Esfuerzos al levantar, sostener o manipular cargas.
Explosiones	Máquinas, equipos y botellas de gases.
Incendios	Acumulación de material combustible. Almacenamiento y trasvase de productos inflamables. Focos de ignición, proyecciones de chispas o partículas calientes.
Confinamiento	Golpes, choques, cortes o atrapamientos por espacio reducido. Dificultades para rescate.
Tráfico	Choques entre vehículos o contra objetos fijos Atropello de peatones o en situaciones de trabajo Vuelco de vehículos por accidente de tráfico.
Agresión de animales	Picadura de insectos, ataque de perros o agresión por otros animales.
Estrés térmico	Exposición prolongada al calor o al frío Cambios bruscos de temperatura.
Radiaciones no ionizantes	Exposición a radiación ultravioleta, infrarroja o visible.
Carga física	Movimientos repetitivos. Carga estática o postural (espacios de trabajo) o dinámica (actividad física). Condiciones climáticas exteriores.
Carga mental	Distribución de tiempos. Horario de trabajo

### 2.6.1 Organización de la seguridad

- **Coordinador en materia de seguridad y salud**

Las tareas de obra civil y montaje electromecánico si bien estarán programadas en su mayor parte en periodos distintos, pueden que en algún momento interfieran entre sí, por lo que si así fuera sobre la base del Art. 3 del R.D. 1627, RED ELÉCTRICA en su calidad de promotor procederá a nombrar coordinador en materia de seguridad.

- **Jefes de trabajo de las empresas contratistas**

Las personas que ejerzan in situ las funciones de jefe de trabajo, dirigiendo y planificando las actividades de los operarios, garantizarán que los trabajadores conocen los principios de acción preventiva y velarán por su aplicación.

- **Vigilante de seguridad de la empresa contratista**

La empresa contratista reflejará en el Plan de seguridad el nombre de una persona de su organización que actuará como su vigilante de seguridad para los trabajos, bien a tiempo total o compartido, con formación en temas de seguridad (cursillo, prueba, etc.)



o con suficiente experiencia para desarrollar este cometido.

Quien actúe como jefe de obra organizará la labor del vigilante y pondrá a su disposición los medios precisos para que pueda desarrollar las funciones preventivas.

### **2.6.2 Principios generales aplicables durante la ejecución de la obra**

De conformidad con la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, los principios de la acción preventiva que se recogen en su artículo 15 se aplicarán durante la ejecución de la obra y en particular:

- a) Garantizar que solo los trabajadores que hayan recibido información suficiente y adecuada pueden acceder a las zonas de riesgo grave o específico.
- b) Dar las debidas instrucciones a los empleados.
- c) El mantenimiento de la obra en buen estado de orden y limpieza.
- d) La manipulación de los distintos materiales y la utilización de los medios auxiliares.
- e) El mantenimiento de los medios y dispositivos necesarios para la ejecución de la obra.
- f) La delimitación y el acondicionamiento de las zonas de trabajo.
- g) La recogida de los materiales peligrosos utilizados.
- h) La adaptación, en función de la evolución de obra, del periodo de tiempo efectivo que habrá de dedicarse a los distintos trabajos o fases de trabajo.
- i) La cooperación entre RED ELÉCTRICA y el contratista.

### **2.6.3 Formación**

El personal de la empresa contratista que sea habitual en estos trabajos debe estar instruido en seguridad. No obstante en las fechas inmediatas a la incorporación recibirá información específica acorde al trabajo que va a realizar

La empresa contratista garantizará que el personal de sus empresas subcontratadas será informado del contenido del Plan de seguridad.

Los operarios que realicen trabajos con riesgo eléctrico tendrán la categoría de “personal autorizado o cualificado” para las funciones que le asigna el R.D. 614/2001.

### **2.6.4 Medicina preventiva**

La empresa contratista queda obligada a aportar a la obra trabajadores con reconocimiento médico realizado. Si como consecuencia de este reconocimiento fuera aconsejable el cambio de puesto de trabajo, la empresa contratista queda obligada a realizarlo.

En cualquier momento RED ELÉCTRICA podrá solicitar certificados de estos reconocimientos.

### **2.6.5 Medios de protección**

Antes del inicio de los trabajos todo el material de seguridad estará disponible en la obra, tanto el de asignación personal como el de utilización colectiva.



---

Así mismo, todos los equipos de protección individual se ajustarán a lo indicado en el R.D. 773/1997 sobre *Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual*.

## **2.7 LOCALES DE DESCANSO Y SERVICIOS HIGIÉNICOS**

A tenor de lo establecido en el R.D. 486/1997 sobre *Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo* y particularmente en su Anexo V, el contratista dispondrá de los locales y servicios higiénicos necesarios

Si se utilizasen instalaciones permanentes existentes en la instalación, no será preciso dotar a la obra de instalaciones temporales. Esta circunstancia será reflejada en el Plan de Seguridad.

## **2.8 DISPOSICIONES DE EMERGENCIA**

### **2.8.1 Vías de evacuación**

Dadas las características de la obra, trabajos en exterior, casetas y edificios de pequeñas dimensiones no es necesario la definición de vías o salidas de emergencia para una posible evacuación.

Si en la construcción del edificio de control estima la presencia de más de 20 trabajadores, se realizará un plano con las distintas vías de evacuación que serán definidas teniendo en cuenta el número de los posibles usuarios, que deberá instalarse en un lugar visible a la entrada del edificio. Además, se instalará señalización indicando las diferentes vías de emergencia con la mayor prontitud posible.

Cuando sea necesario, la decisión de la evacuación del lugar trabajo será tomada por el coordinador de seguridad, y en el caso de que no esté presente, del supervisor de RED ELÉCTRICA. Siendo el punto de reunión el portón principal de entrada a la subestación.

Dado el limitado número de personas que se prevén van a coincidir en la obra y la no existencia de recintos cerrados no se considera necesario establecer equipos de evacuación ni realizar simulacros al respecto.

### **2.8.2 Iluminación**

Al tratarse de trabajos que se realizarán a la intemperie y en horario diurno, no será necesaria la instalación de alumbrado.

En el caso, que se realicen trabajos en horario nocturno, se instalará un sistema de alumbrado adecuado al trabajo que se va a realizar y que incluirá las vías de acceso los puntos de trabajo. Complementando al sistema de alumbrado se dispondrá de una alternativa de emergencia de suficiente intensidad (linternas o cualquier otro sistema portátil o fijo).

- **Instalaciones de suministro y reparto de energía**

Se instalará un grupo electrógeno para el suministro de la energía eléctrica.



---

El suministro eléctrico se tomará de la red existente

Las instalaciones de suministro y reparto de energía en la obra deberán instalarse y utilizarse de manera que no entrañen peligro de incendio ni de explosión y de modo que las personas estén debidamente protegidas contra riesgos de electrocución por contacto directo o indirecto.

Cuando se trate de instalaciones eléctricas el acceso a las partes activas de las mismas quedará limitado a trabajadores autorizados o cualificados.

### **2.8.3 Ventilación**

No se prevé la necesidad de realizar controles de ventilación dado el tipo de obra.

En los trabajos en galerías, centros subterráneos, etc. Previo al acceso al recinto y durante su permanencia en el mismo, se procederá a las determinaciones higiénicas oportunas de la atmósfera confinada que posibiliten conocer si los valores de oxígeno son suficientes o si los niveles de contaminantes tóxicos o inflamables están por encima de los niveles máximos permitidos.

Los trabajos a realizar en este tipo de recintos deberán en todo momento tener vigilancia desde el exterior, con una comunicación continua entre los trabajadores que permanezcan en el interior y exterior del recinto confinado. Tomándose todas las debidas precauciones para que se le pueda prestar auxilio eficaz e inmediato.

Dado que será necesario utilizar herramientas o máquinas que producen gases o vapores que reducen de forma peligrosa la concentración de oxígeno (<18%), y no está asegurada una buena renovación del aire existente en el lugar de trabajo, se instalará un sistema de ventilación de aire limpio.

Al preverse la existencia de contaminantes inflamables, las herramientas a utilizar serán compatibles con el riesgo detectado (herramientas antideflagrantes).

### **2.8.4 Ambientes nocivos y factores atmosféricos**

Dado que se trata de un trabajo a la intemperie, la planificación de tareas que requieran un consumo metabólico alto se planificarán para que no coincidan con los periodos de temperatura extremos.

En caso de tormenta eléctrica se suspenderán los trabajos.

Los trabajadores no deberán estar expuestos a niveles sonoros nocivos ni a factores externos nocivos (gases, vapores, polvo,...), sin la protección adecuada.

### **2.8.5 Detección y lucha contra incendios:**

No se prevé en la obra la existencia de carga térmica elevada, para facilitararlo se mantendrán adecuadas condiciones de orden y limpieza.

La obra dispondrá de extintores la cantidad suficiente. Los extintores deberán situarse en



---

lugares de fácil acceso.

No existirán bocas de extinción de incendios al no disponer el recinto de acometida de aguas.

El sistema de detección de incendios en casetas y edificio se instalará en cuanto el avance de la obra lo permita.

#### **2.8.6 Primeros auxilios**

Todo el personal debe conocer que el número de solicitud de ayuda de primeros auxilios es el **112**. La Administración dispondrá ayuda técnica o sanitaria que se solicite en dicho número.

La empresa contratista dispondrá de un botiquín de obra para prestar primeros auxilios. Se podrá hacer uso de los medios de primeros auxilios (camilla, elementos de cura, etc.) que exista en la subestación. Asimismo deberá estar disponible en la obra un vehículo, para evacuar a un posible accidentado.

El contratista expondrá, para conocimiento de todos sus trabajadores la dirección de los centros de asistencia más próximos.

### **2.9 PLAN DE SEGURIDAD**

El Plan de Seguridad que elabore la empresa adjudicataria de los trabajos debe establecer su forma particular de ejecutarlos, debe ser un documento ajustado a las situaciones de riesgos previsible en la obra.

El Plan de Seguridad una vez aprobado debe ser el documento aplicable en obra, para lo cual debe permanecer en poder del jefe de trabajo y del coordinador de seguridad.



### 3. PLIEGO DE CONDICIONES

#### 3.1 NORMATIVA LEGAL DE APLICACIÓN

La ejecución de la obra, objeto del Estudio de Seguridad, estará regulada por la normativa que a continuación se cita, siendo de obligado cumplimiento para las partes implicadas.

- Ley 31/95 de 8 de noviembre de Prevención de Riesgos Laborales
- Ley 54/03 de 12 de diciembre de Reforma del Marco Normativo de la Prevención de Riesgos Laborales.
- R.D. 1627/97 de 24 de octubre sobre *Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.*
- RD 171/04 de 30 enero, por el que desarrolla el Art. 24 de la Ley 31/95, de Prevención de Riesgos Laborales, en materia de coordinación de actividades empresariales.
- R.D. 614/2001 de 8 de junio sobre *Disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.*
- R.D. 486/97 de 14 de abril sobre *Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.*
- R.D. 487/97 de 14 de abril sobre *Manipulación manual de cargas.*
- R.D. 773/97 de 30 de mayo sobre *Utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.*
- O.M. de 18 de octubre de 1984. *Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación.*

#### 3.2 NORMATIVA INTERNA DE RED ELÉCTRICA

La ejecución de la Obra queda igualmente condicionada por la normativa de RED ELÉCTRICA que se referencia, a efectos de aspectos más generales que aplican a la obra.

- TM-001. Organización de la seguridad en los trabajos en instalaciones de AT.
- IM-002. Medidas de seguridad en instalaciones de AT. para trabajos sin tensión.
- IM-013. Medidas de seguridad en trabajos en instalaciones de BT.
- AM-004. Aplicación de la línea de seguridad para trabajos en alturas
- AM-005. Trabajos de mantenimiento manual y mecánica
- IC-003. Subcontratación por proveedores de RED ELÉCTRICA a terceros



## 4. PRESUPUESTO DE SEGURIDAD

### Sub ITXASO

Duración del trabajo: (meses) 5  
Operarios previstos: 8

#### Material de asignación personal

Nº de orden	Concepto	Dotación anual por operario	Unidades equiv.	Precio Udad (€uros)	Coste total (€uros)
1	Casco de protección	2	7	5,11	36
2	Botas de seguridad	4	13	46,58	606
3	Botas de agua.	2	7	38,43	269
4	Guantes de trabajo.	36	120	4,38	526
5	Arnés de cintura o completo	0,5	2	146,12	292
6	Dispositivos anticaída y compl.	0,5	2	90,29	181
7	Trajes impermeables.	2	7	28,33	198
8	Gafas antiimpactos.	6	20	4,78	96
9	Pantalla de protección facial	2	7	9,44	66
10	Pantallas y gafas para soldadura	1	3	7,81	23
11	Mandiles, polaina, guantes soldadura	1	3	26,38	79
12	Ropa de trabajo	2	7	69,20	484
				Coste Parcial	<b>2.856</b>

#### Material de asignación colectiva

Nº de orden	Concepto	Dotación anual	Unidades equivalentes	Precio Udad (€uros)	Coste total (€uros)
1	Cuerda 100m Línea de Seguridad	4	2	107,94	216
2	Complementos uso Lín. Seg.	10	4	120,05	480
3	Malla perforada de delimitación	1.000	417	0,49	204
4	Cinta o cadena de delimitación	1000	417	0,04	17
5	Señales de obligación e informativas	60	25	3,01	75
6	Botiquín primeros auxilios	2	1	18,06	18
7	Tablero o camilla evac. accidentados	1	0	253,80	0
8	Extintores	4	2	30,80	62
				Coste Parcial	<b>1.072</b>

#### Formación + Medicina preventiva

Nº de orden	Concepto	Unidades	Precio Udad (€uros)	Coste total (€uros)
1	Charla informativa seg. y prim.auxilios	8	34,00	272
2	Reconocimientos médicos	8	30,50	244
			Coste Parcial	<b>516</b>

**Total 4.444**

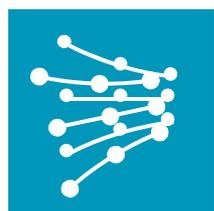
Asciende este Presupuesto de Seguridad a la cantidad de CUATRO MIL CUATROCIENTOS CUARENTA Y CUATRO EUROS

Madrid, Septiembre de 2016

El ingeniero industrial

**Luis Cabezón López**

Jefe del Departamento de Ingeniería de Subestaciones  
Red Eléctrica de España S.A.U.



**RED**  
**ELÉCTRICA**  
DE ESPAÑA

Proyecto Técnico Administrativo

**AMPLIACIÓN DE LA SUBESTACIÓN DE ITXASO 220 KV**  
**BYPASS OPERABLE**

DOCUMENTO 2

ANEXO 3

ESTUDIO DE CAMPOS MAGNÉTICOS

**PROYECTO TIPO PARQUE 220 KV AIS**



---

## Índice:

<b>1. OBJETO</b>	<b>3</b>
<b>2. NORMATIVA VIGENTE</b>	<b>3</b>
<b>3. METODOLOGÍA DE ANÁLISIS DE CAMPOS MAGNÉTICOS</b>	<b>4</b>
<b>4. CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN Y DATOS DE CÁLCULO</b>	<b>5</b>
<b>5. RESULTADOS</b>	<b>10</b>
<b>6. EVALUACIÓN DE LOS RESULTADOS</b>	<b>12</b>
<b>7. CONCLUSIONES</b>	<b>12</b>
<b>8. REFERENCIAS</b>	<b>12</b>



## 1. **OBJETO**

El objeto de este estudio es estimar las emisiones de campo magnético en el exterior accesible por el público del parque de 220 kV AIS del proyecto tipo, con el propósito de comprobar el cumplimiento de los límites establecidos por la normativa vigente.

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.

El cálculo se circunscribe al parque de 220 kV AIS del proyecto tipo según se observa en la figura 4.

## 2. **NORMATIVA VIGENTE**

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”.

Aunque la medida de campos magnéticos no es objeto del presente documento, a continuación se indican las normas aplicables a la misma:

1. Norma UNE 20833 de abril de 1997: “Medida de los campos eléctricos a frecuencia industrial”.



2. Norma UNE-EN 62110 de mayo de 2013. "Campos eléctricos y magnéticos generados por sistemas de alimentación en corriente alterna. Procedimientos de medida de los niveles de exposición del público en general".
3. Norma UNE-EN 61786-1 de octubre de 2014. "Medición de campos magnéticos en corriente continua, campos eléctricos y magnéticos en corriente alterna de 1 Hz a 100 kHz. Parte 1: Requisitos para los instrumentos de medida".
4. Norma IEC 61786-2 de diciembre de 2014. "Measurement of DC magnetic, AC magnetic and AC electric fields from 1 Hz to 100 kHz with regard to exposure of human beings. Part 2: Basic standard for measurements.

### **3. METODOLOGÍA DE ANÁLISIS DE CAMPOS MAGNÉTICOS**

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.

La aplicación desarrollada está realizada sobre Matlab/Octave. El cálculo está basado en un cálculo analítico (Biot y Savart de un segmento) 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. La misma metodología ha sido empleada con buenos resultados en otros estudios publicados [1],[2],[3].

A modo de validación de la aplicación se han calculado los ejemplos descritos en la Norma UNE-EN 62110, obteniéndose los mismos resultados que en dicha norma. El desarrollo de estos cálculos se recoge en el anexo a este documento.

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 aparatación 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 B en toda la superficie de la subestación a una altura de 1 m a efectos informativos.

#### 4. CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN Y DATOS DE CÁLCULO

El parque de 220 kV AIS tipo del proyecto tipo tiene las siguientes características:

##### Nivel de 220 kV.

- |                                 |                         |
|---------------------------------|-------------------------|
| • Tipo:                         | Intemperie convencional |
| • Topología:                    | Doble barra.            |
| • Posiciones de línea:          | 2                       |
| • Posiciones de transformador : | 2                       |
| • Posiciones de barras          | 2                       |
| • Posiciones de acoplo          | 1                       |
| • Superficie aprox. del parque  | 14852 m <sup>2</sup>    |

El estado de carga considerado consiste en considerar los dos transformadores 400/220 kV a potencia máxima y conectados a la barra 1. Las líneas se conectan a la barra 2, estando el acoplamiento cerrado, por tanto, por el acoplamiento pasa toda la potencia aportada por los transformadores. La línea 1 evacúa su potencia máxima y la línea 2 la restante hasta completar la aportada por los transformadores.

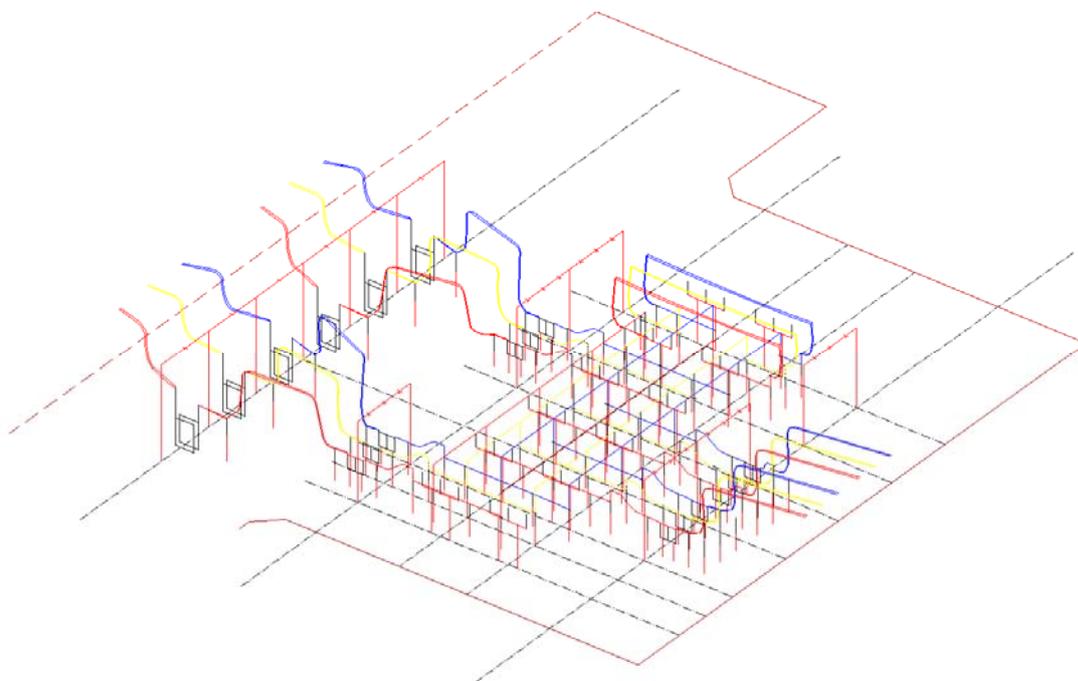


Fig 1: Modelo 3D de los cables de la instalación.

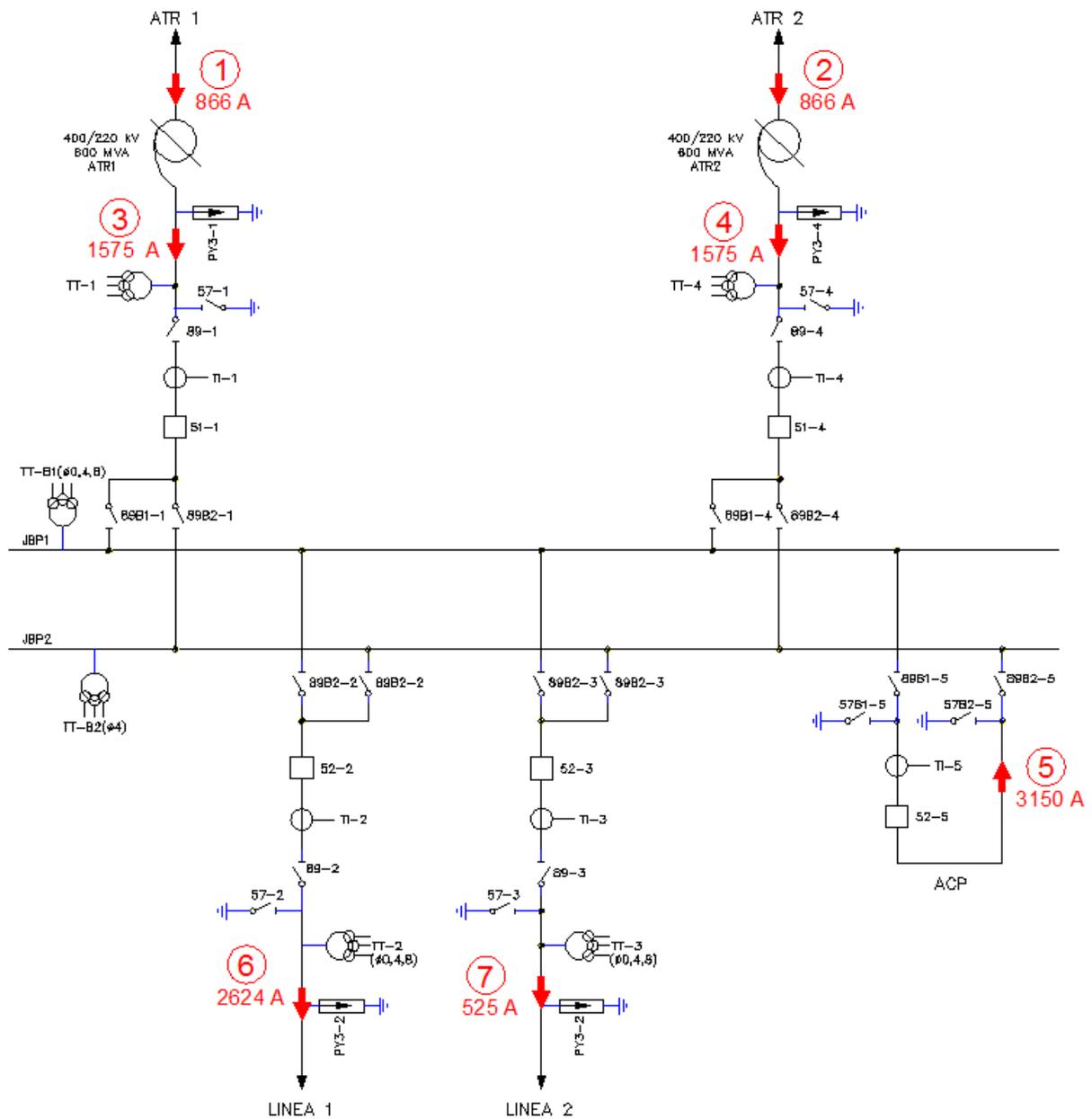


Fig 2: Unifilar con intensidades consideradas



Las intensidades consideradas para el cálculo del campo magnético son las siguientes:

POSICIÓN O TRAMO	REF.	INTENSIDAD (A)	FASE (°)	TIPO
TRAFO 1 400 kV	1	866 <sup>(2)</sup>	0	Trifásica equilibrada
TRAFO 2 400 kV	2	866 <sup>(2)</sup>	0	Trifásica equilibrada
TRAFO 1	3	1575 <sup>(2)</sup>	0	Trifásica equilibrada
TRAFO 2	4	1575 <sup>(2)</sup>	0	Trifásica equilibrada
UNIÓN DE BARRAS	5	3150	0	Trifásica equilibrada <sup>(1)</sup>
LÍNEA 1	6	2624 <sup>(1)</sup>	0	Trifásica equilibrada
LÍNEA 2	7	525	0	Trifásica equilibrada

(1) Intensidad correspondiente a la capacidad de transporte máxima de la línea, 1000 MVA.

(2) Intensidad correspondiente a la potencia máxima del transformador, 600 MVA.

El Real Decreto 1066/2001 aconseja tomar medidas que limiten las radiaciones de campo eléctrico y magnético. En el caso que nos ocupa, las distancias existentes entre los equipos eléctricos y el cierre de la instalación, permiten reducir los niveles de exposición al público en general por debajo de los límites establecidos en el Real Decreto.

No se han tenido en cuenta las aportaciones del parque adyacente de 400 kV. salvo el de los conductores representados en la figura 3.

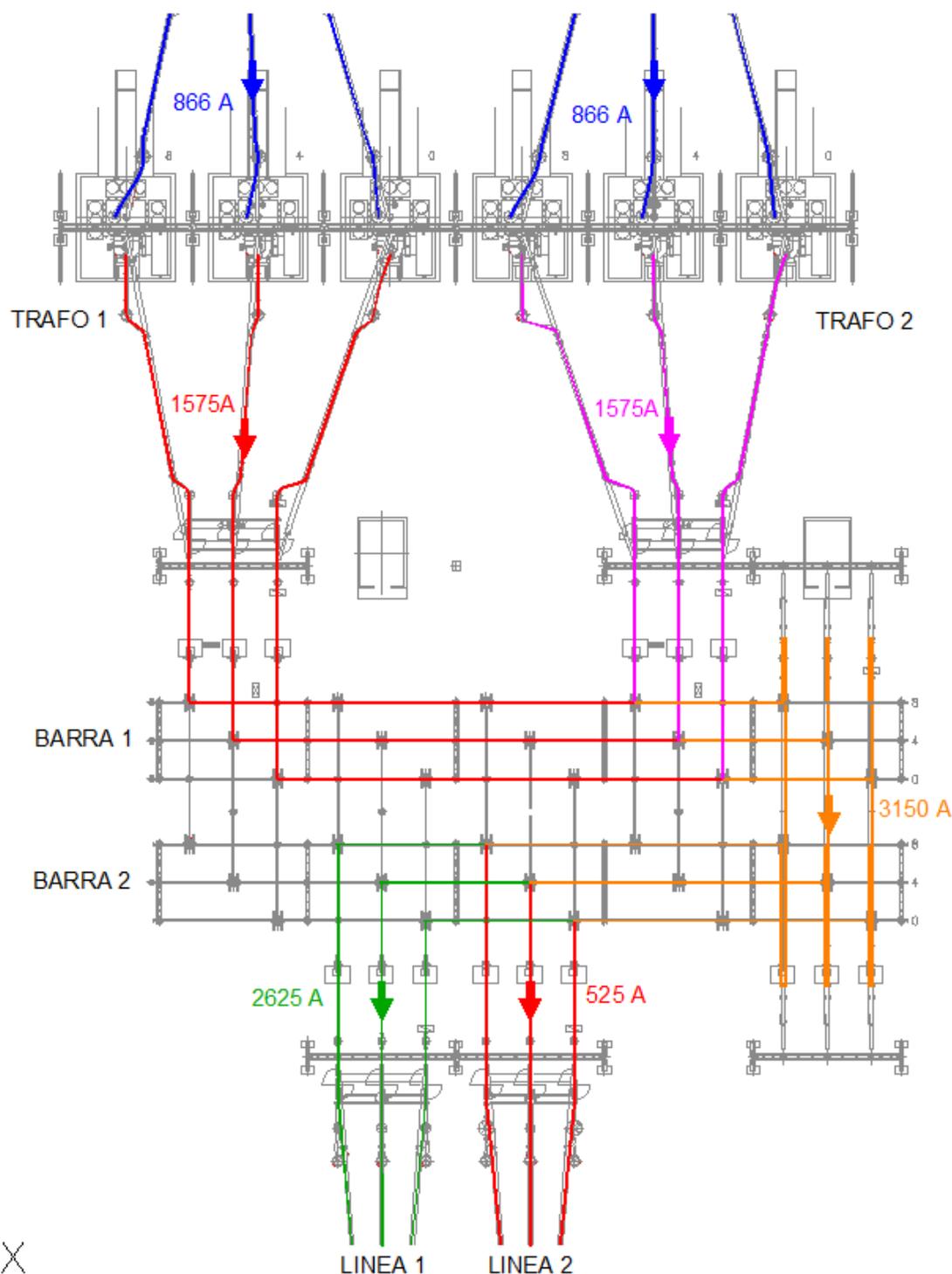


Fig 3: Intensidades estimadas para cálculo de campo magnético

Para la introducción de la topología del parque se ha partido de los planos de planta general del parque y secciones de las calles, así como la potencia de los transformadores y potencia máxima de las líneas.

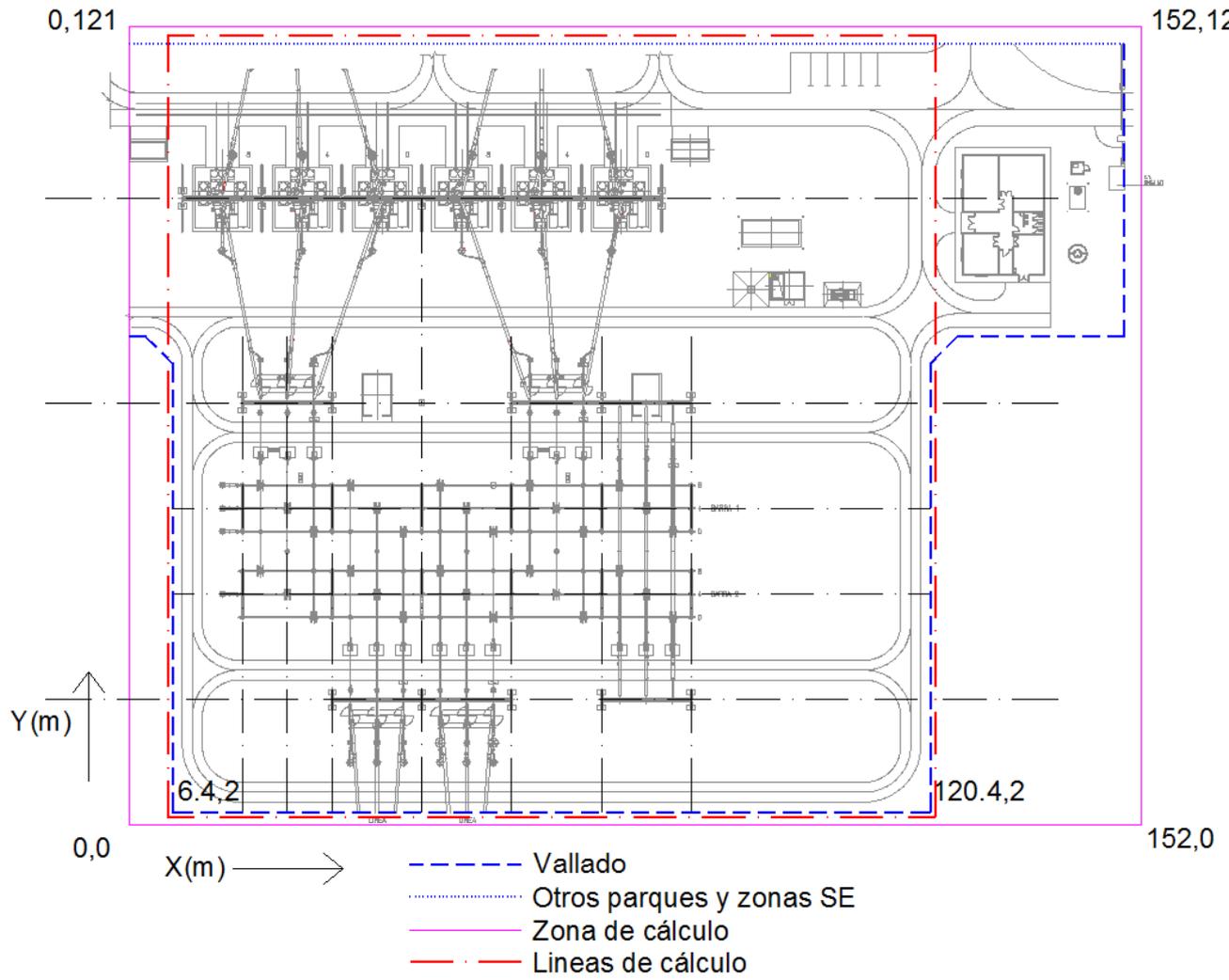


Fig 4: Vallado y zonas límite del cálculo



---

## 5. 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 el parque de 220 kV, a 1 metro de altura del suelo. Los resultados obtenidos se representan tanto en el límite exterior del parque de 220 kV. ( requerimiento reglamentario) como en el interior del mismo.

Debido a la irregularidad del vallado exterior, y a que los valores de campo magnético obtenidos están alejados de los límites reglamentarios, se ha considerado más adecuado presentar los resultados en las 4 líneas de cálculo representadas en la figura 4, aunque no coinciden en todo su recorrido con el vallado real del parque. En las zonas donde coincide el recorrido del vallado del parque con las líneas de cálculo, estas se sitúan en el exterior, a **0.2 m** del mismo.

Los valores más elevados de campo en el exterior se producen en la zona de entrada de las líneas de 220kV, siendo de **18**  $\mu$ T.

Los resultados se incluyen en el plano "CAMPO MAGNÉTICO A 1 m. SOBRE EL SUELO".

En las figuras siguientes se representa, como resumen, el campo magnético en los puntos de intersección de una cuadrícula de 21x17, correspondiendo a un separación de 7.6 x 7.56 m. La resolución utilizada para el cálculo es de 0.2 m.

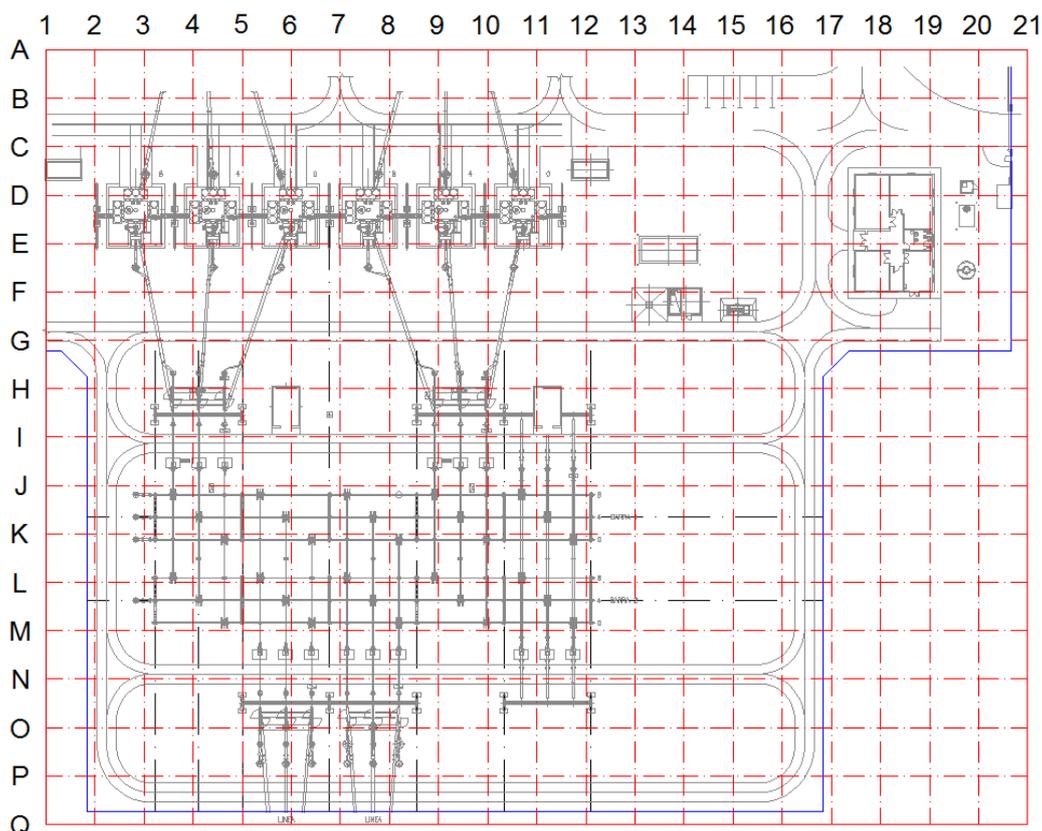


Fig 5: Cuadrícula para resumen de los resultados

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
A	0,97	1,58	2,36	2,87	2,70	2,05	1,88	2,52	2,94	2,66	1,90	1,16	0,69	0,44	0,32	0,26	0,22	0,20	0,18	0,16	0,14
B	2,29	4,20	7,50	9,23	8,39	4,49	2,87	7,22	9,19	8,60	5,24	2,62	1,54	1,05	0,78	0,60	0,48	0,39	0,33	0,28	0,23
C	3,35	6,20	12,65	15,37	14,74	8,28	4,64	12,64	15,00	15,08	8,43	3,96	2,37	1,57	1,12	0,83	0,64	0,51	0,42	0,34	0,29
D	4,90	10,57	22,66	24,30	23,63	17,26	10,52	21,81	23,64	24,76	16,32	6,71	3,50	2,15	1,46	1,06	0,80	0,63	0,50	0,41	0,34
E	6,09	12,90	23,65	24,82	23,58	17,34	12,23	22,28	24,20	24,78	18,15	8,52	4,32	2,59	1,75	1,26	0,95	0,74	0,58	0,47	0,39
F	6,15	11,73	21,46	27,42	24,63	15,42	12,30	19,78	26,74	26,38	17,41	8,42	4,28	2,70	1,92	1,42	1,07	0,83	0,66	0,53	0,43
G	5,61	10,03	22,15	45,38	28,66	15,47	13,19	18,52	38,73	40,98	20,17	8,81	3,39	2,58	2,03	1,54	1,17	0,91	0,71	0,57	0,46
H	4,98	8,66	20,88	46,76	29,81	15,91	13,77	17,55	41,00	46,30	38,08	17,34	4,49	3,02	2,23	1,66	1,25	0,96	0,76	0,61	0,49
I	4,96	8,62	20,79	46,50	29,82	16,00	13,85	17,58	40,81	46,26	39,08	17,86	4,63	3,05	2,24	1,66	1,25	0,97	0,76	0,61	0,49
J	4,31	6,95	15,19	36,79	35,38	25,33	22,70	23,71	28,04	44,87	75,65	42,29	10,51	4,37	2,57	1,78	1,31	1,00	0,79	0,63	0,51
K	3,75	5,39	8,32	14,08	32,16	36,21	35,65	33,72	22,63	39,62	52,78	30,67	10,36	4,77	2,74	1,83	1,33	1,01	0,80	0,64	0,52
L	3,39	4,66	6,59	10,55	32,04	54,69	40,77	42,92	43,14	56,80	32,64	8,22	6,96	4,30	2,66	1,80	1,31	1,00	0,79	0,63	0,52
M	3,20	4,54	7,18	14,74	48,18	75,94	22,87	34,57	34,69	51,50	58,06	16,26	7,00	3,80	2,41	1,68	1,24	0,96	0,76	0,62	0,51
N	3,07	4,50	7,51	15,92	49,85	78,10	21,32	17,78	18,11	21,55	24,36	10,61	4,73	3,00	2,06	1,51	1,15	0,90	0,72	0,59	0,49
O	2,89	4,31	7,20	14,64	44,73	77,87	21,11	13,86	11,68	9,81	8,87	5,53	3,20	2,30	1,73	1,32	1,04	0,83	0,67	0,56	0,46
P	2,63	3,94	6,46	11,97	25,77	36,59	14,82	10,29	8,50	6,48	5,14	3,68	2,54	1,88	1,45	1,15	0,92	0,75	0,62	0,52	0,44
Q	2,27	3,36	5,40	9,15	13,99	14,85	11,15	8,17	6,37	4,75	3,58	2,67	2,00	1,54	1,22	0,98	0,81	0,67	0,56	0,47	0,40

Fig 6: Valores de campo magnético en microteslas en los puntos de intersección de la cuadrícula de la figura 5. Los valores recuadrados son los más cercanos al vallado del parque.



---

## 6. EVALUACIÓN 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 parque de 220 kV AIS del proyecto tipo, no se ocasionan efectos adversos para la salud, ya que son unos niveles de radiación muy inferiores a las 100  $\mu\text{T}$ ., 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 300 GHz, 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.

## 7. CONCLUSIONES

Como conclusión de la simulación y cálculo realizado del campo magnético generado por la actividad del parque de 220 kV AIS del proyecto tipo, 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  $\mu\text{T}$  para el campo magnético a la frecuencia de la red, 50Hz.

## 8. REFERENCIAS

[1] C. Munteanu, Ioan T. Pop, V. Topa, C. Hangea, T. Gutiu, S. Lup "Study of the Magnetic Field Distribution inside Very High Voltage Substations" 2012 International Conference and Exposition on Electrical and Power Engineering (EPE 2012) IEEE.

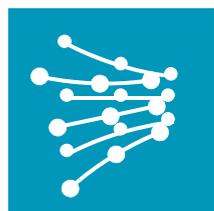
[2] C. Munteanu, C. Diaconu, I. T. Pop, and V. Topa "Electric and Magnetic Field Distribution Inside High Voltage Power Stations from Romanian Power Grid" International Symposium on Power Electronics, Electrical Drives, Automation and Motion. IEEE

[3] G. Visan, I. T. Pop and C. Munteanu "Electric and Magnetic Field Distribution in Substations belonging to Transelectrica TSO" 2009 IEEE Bucharest Power Tech Conference



Madrid, Septiembre de 2016  
El Ingeniero industrial

**Luis Cabezón López**  
Jefe del Departamento de Ingeniería de Subestaciones  
Red Eléctrica de España SAU



**RED**  
**ELÉCTRICA**  
DE ESPAÑA

Proyecto Técnico Administrativo

**AMPLIACIÓN DE LA SUBESTACIÓN DE ITXASO 220 Kv  
BYPASS OPERABLE**

DOCUMENTO 3  
PLANOS



## ÍNDICE DE PLANOS

<b>AMPLIACION ITXASO 220 KV</b>	<b>Nº DE PLANO</b>
1. Situación y emplazamiento	P-ITXB1013
2. Esquema unifilar simplificado. Parque de 220 kV. Actual.	P-ITXA2002-N
3. Esquema unifilar simplificado. Parque de 220 kV. Futuro.	P-ITXA2002-P
4. Implantación general. Actual	P-ITXE1029-A
5. Implantación general. Futuro.	P-ITXE1029-B
6. Secciones generales. Parque 220 kV	P-ITXE1053
7. Planta fundaciones y canales. Actual	P-ITXC5065-C
8. Planta fundaciones y canales. Futuro.	P-ITXC5065-D
9. Planta general de red de tierras. Actual y futuro.	P-ITXF1007-B
10. Disposición de equipos en caseta CR-21	P-ITXD2044-B
11. Disposición de equipos en caseta CR-24	P-ITXD2056-B

Madrid, Septiembre de 2016

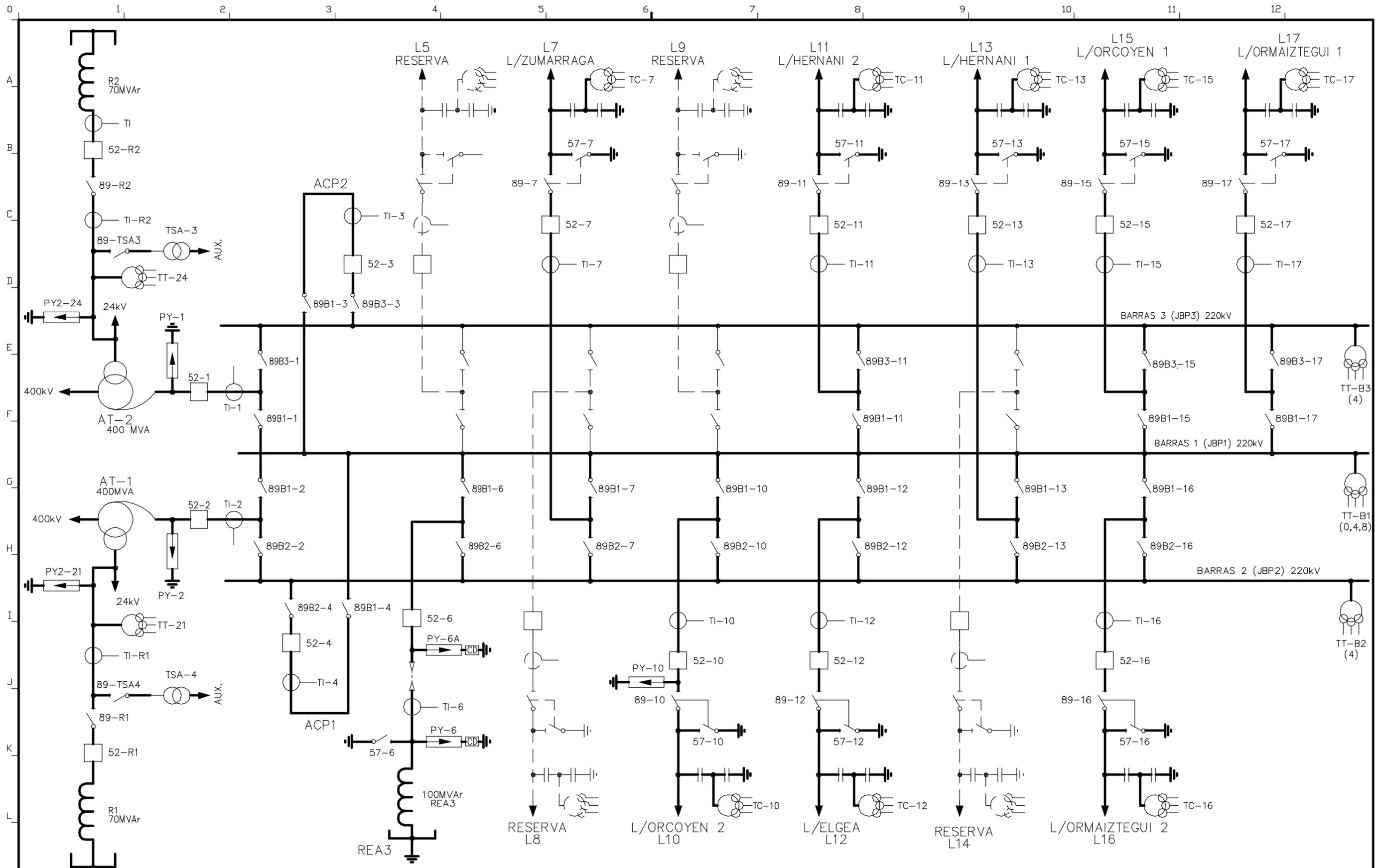
El Ingeniero industrial

Luis Cabezón López

Jefe del Departamento de Ingeniería de Subestaciones

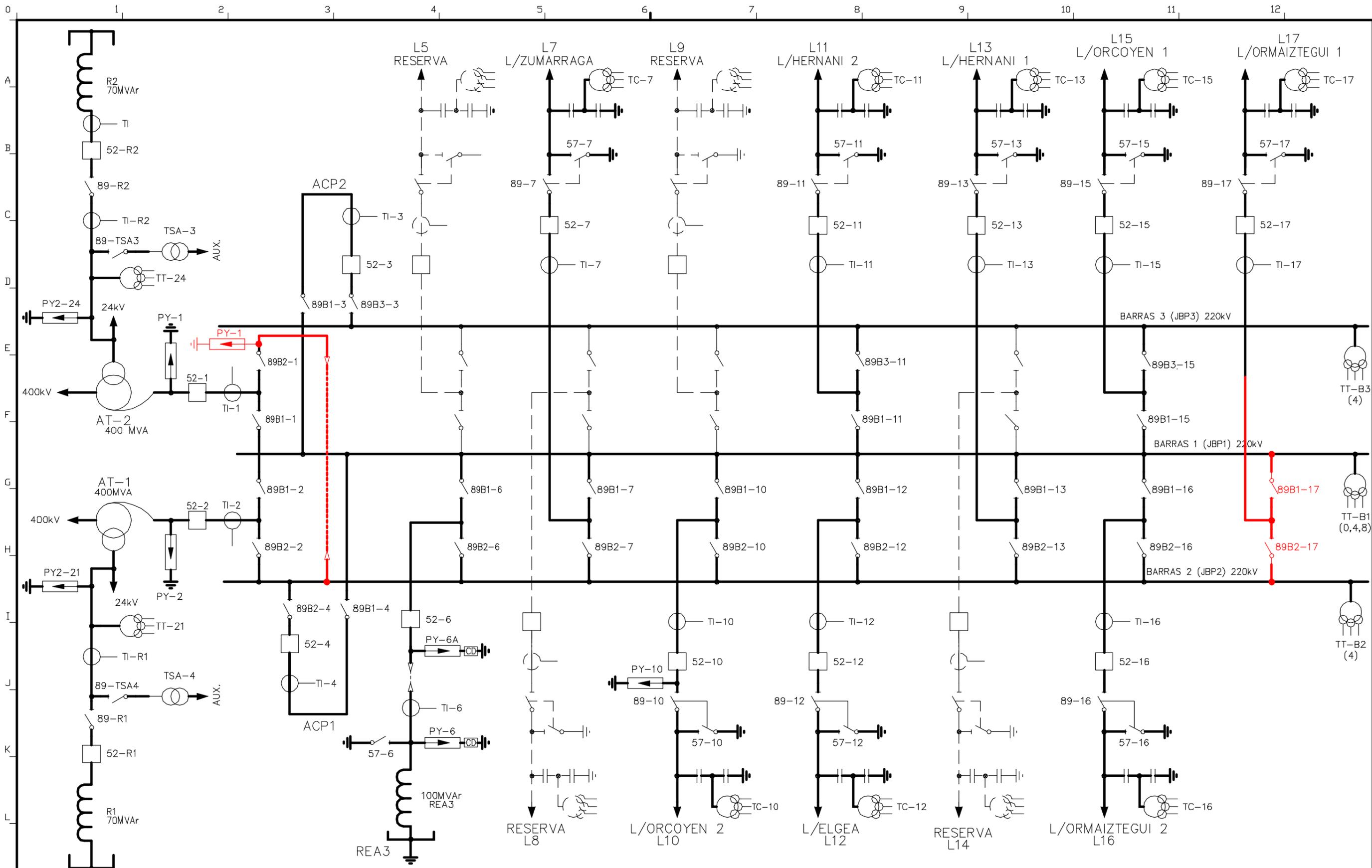
Red Eléctrica de España SAU





I	MAY.98	GGP	CODIFICACION LINEA ORC2		N	02-15	J.M.M.	NUEVA POSICION REA3 Y AMPLIACION CCS 220kV	A.G.M.	FECHA	NOMBRE	 <b>RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA</b> SUBESTACION DE ITXASO	NID: 400361				
H	MAY.97	GGP	CORRESPONDENCIA FASES		M	11-11	J.M.M.	NUEVAS POSICIONES 5 Y 6 (220kV)	N.B.A.	PROYECTADO	25.08.89			Nº			
G	JUN.95	GGP	CAMBIO TECN. 52-6 y REV. TC'S		L	DIC.05	FJR	INSTALACION PY-6		DIBUJADO	25.08.89		VGV				
F	MAY.94	GGP	CODIFICACION CALLES		K	OCT-05	FJR	ADQUISICION NN.AA.		COMPROBADO							
E	NOV.92	GGP	NUEVA CODIFICACION		J	ABR.02	FJR	NUEVA NUMERACION		APROBADO POR R.E.E.							
REV.	FECHA	COMPROB.	MODIFICACION	APROBADO POR R.E.E.	REV.	FECHA	COMPROB.	MODIFICACION	APROBADO POR R.E.E.	ESCALA			TITULO	ESQUEMA UNIFILAR SIMPLIFICADO SUBESTACION ITXASO 220kV	Nº	P-ITXA2002	N Rev.
													HOJA	1	SIGUE	-	

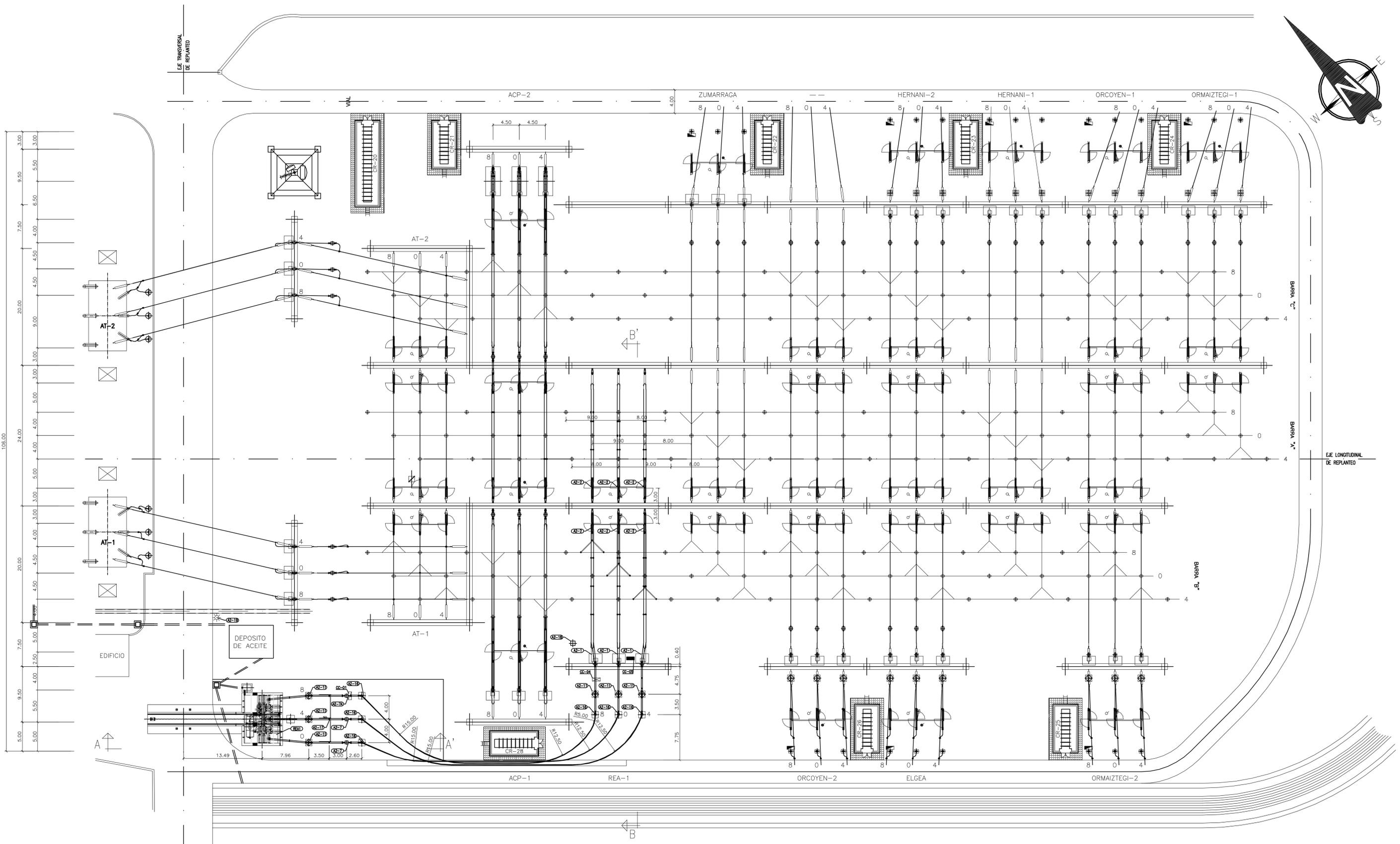
Z2631040



M	I	MAY.98	GGP	CODIFICACION LINEA ORC2		N	02-15	J.M.M.	NUEVA POSICION REA3 Y AMPLIACION CCS 220kV	A.G.M.		FECHA	NOMBRE	 <b>RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA</b> SUBSTACION DE ITXASO ESQUEMA UNIFILAR SIMPLIFICADO SUBSTACION ITXASO 220kV	INSTALACION SUBSTACION DE ITXASO		
	H	MAY.97	GGP	CORRESPONDENCIA FASES		M	11-11	J.M.M.	NUEVAS POSICIONES 5 Y 6 (220kV)	N.B.A.	PROYECTADO	25.08.89			Nº		
	G	JUN.95	GGP	CAMBIO TECN. 52-6 y REV. TC'S		L	DIC.05	FJR	INSTALACION PY-6		DIBUJADO	25.08.89	VG		Nº	400361	
	F	MAY.94	GGP	CODIFICACION CALLES		K	OCT-05	FJR	ADQUISICION NN.AA.		COMPROBADO				Nº	P-ITXA2002	
	P	06-16	J.M.M.	P.O. BYPASS OPERABLE (J-0624-S0038)	A.G.M.	J	ABR.02	FJR	NUEVA NUMERACION		APROBADO POR R.E.E.				P	Rev.	
	REV.	FECHA	COMPROB.	MODIFICACION	APROBADO POR R.E.E.	REV.	FECHA	COMPROB.	MODIFICACION	APROBADO POR R.E.E.	ESCALA			HOJA	1 SIGUE -		

Z263040

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. es la única titular de todos los derechos de propiedad intelectual de presente documento. Todos los derechos están reservados y por tanto no pueden ser reproducidos o comunicados a terceros sin el consentimiento expreso de RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. no garantiza, ni acepta responsabilidad alguna, derivada del uso no autorizado del contenido del presente documento.



RELACION DE APARAMENTA				
POSICION	CANT.	DENOMINACION	TIPO	OBSERVACIONES
REA1	1	REACTANCIA TRIFASICA	220kV-100 MVA DE SIEMENS	S/PL. ITXE2083
A2-1	1	INTERRUPTOR TRIPOLAR SF6	TIPO QL-314 DE AREVA	S/PL. ITXE2088
A2-2	2	SECCIONADOR TRIPOLAR DE 3 COLUMNAS CON MANDO TRIPOLAR	TIPO S3C-245kV-2000A CON MANDO TRIPOLAR DE ALSTOM	S/PL. ITXE2069
A2-7	3	TRANSFORMADOR DE INTENSIDAD	TIPO IOSK-245-3D DE TRENCH TIPO IOSK-245-3D DE TRENCH CON CAJA DE CENTRALIZACION	S/PL. ITXE2071 S/PL. ITXE2072
A2-11	6	AUTOVALVULA CON CONTADOR DE DESCARGAS	TIPO 3EL2 198-2P1J32-4021-LLF POLIMERICA DE SIEMENS	S/PL. ITXE2075
A2-16	6	BOTELLA TERMINAL PARA CABLE DE 220kV	TE (SOA) 1.245-245kV	S/PL. ITXE2077
A2-17	1	SECCIONADOR TRIPOLAR DE P. o T.	TIPO STA 245kV CON MANDO TRIPOLAR DE ALSTOM	S/PL. ITXE2078
A2-18	1	ALUMBRADO Y TOMAS DE CORRIENTE	---	S/PL. ITXE3011
A2-19	1	BACULO EQUIPO VIGILANCIA PERIMETRAL	---	S/PL. ITXE4000

- SIMBOLOS:**
- ☐ CAJA CENTRALIZACION CIRCUITOS DE INTENSIDAD
  - ☒ ARMARIO DE CENTRALIZACION DE CIRCUITOS DE CONTROL Y FUERZA
  - CAJA CENTRALIZACION CIRCUITOS DEL INTERRUPTOR
  - MANDO CUCHILLAS P. o T. DEL SECCIONADOR
  - MANDO PRINCIPAL DEL SECCIONADOR

**PLANOS DE REFERENCIA:**  
ITXE1030 SECCIONES GENERALES. APARAMENTA 220kV

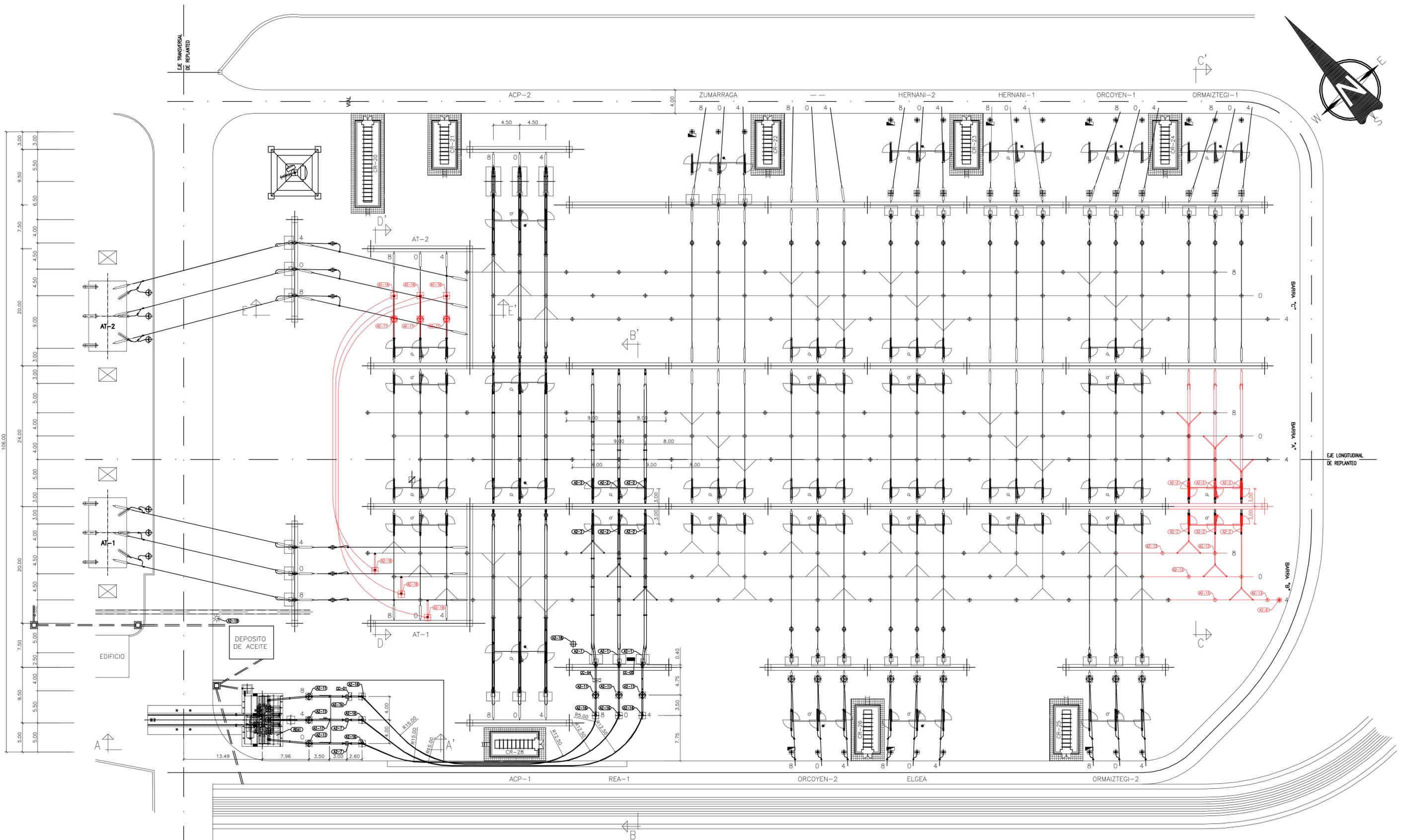
RELACION DE CAJAS Y ARMARIOS DE CENTRALIZACION			
POS.	CANT.	DENOMINACION	OBSERVACIONES
CC-01	1	CAJA DE CENTRALIZACION DE CIRCUITOS DE INTENSIDAD	S/PL. ITXM1041
CC-04	1	ARMARIO DE CENTRALIZACION DE CIRCUITOS DE CONTROL Y FUERZA	S/PL. ITXM1044
CC-05	1	CAJA CENTRALIZACION CIRCUITOS INTERRUPTOR	(FABRICANTE)

REVISION	FECHA	PROYECT.	DIBUJADO	COMPROB.	MODIFICACION	APROBADO POR R.E.E.
A	04-15	ILLQ.	R.G.C.	J.M.M.	REVISION CONSTRUCCION	A.G.M.

	INSTALACION	
	SUBSTACION DE ITXASO PARQUE DE 220 KV	
PROYECTADO 11-14 I.L.L.O. DIBUJADO 11-14 I.L.L.O. COMPROBADO 11-14 J.M.M. APROBADO POR R.E.E. 11-14 A.G.M.	PLANTA GENERAL APARAMENTA	FORMATO: DIN A1 ESCALA: 1:300 N° P-ITXE1029 HOJA 1 SIGUE

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. es la única titular de todos los derechos de propiedad intelectual de presente documento, todos los derechos están reservados y por tanto su contenido permanece único y exclusivamente o RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. no permite ninguna reproducción, modificación o transformación del presente documento.



RELACION DE APARAMENTA			
POSICION	CANT	DENOMINACION	OBSERVACIONES
A2-2	2	SECCIONADOR TRIPOLAR DE 3 COLUMNAS CON MANDO TRIPOLAR	S/PL --
A2-8	1	TRANSFORMADOR DE TENSION	S/PL --
A2-11	3	AUTOVALVULA CON CONTADOR DE DESCARGAS	S/PL --
A2-13	6	AISSADOR DE APOYO	S/PL --
A2-16	6	BOTELLA TERMINAL PARA CABLE DE 220kV	S/PL --

RELACION DE APARAMENTA			
POSICION	CANT	DENOMINACION	OBSERVACIONES
REA1	1	REACTANCIA TRIFASICA	220kV-100 MVA DE SIEMENS S/PL ITXE2083
A2-1	1	INTERRUPTOR TRIPOLAR SF6	TIPO QL-314 DE AREVA S/PL ITXE2088
A2-2	2	SECCIONADOR TRIPOLAR DE 3 COLUMNAS CON MANDO TRIPOLAR	TIPO S3C-245kV-2000A CON MANDO TRIPOLAR DE ALSTOM S/PL ITXE2069
A2-7	3	TRANSFORMADOR DE INTENSIDAD	TIPO IOSK-245-3D DE TRENCH TIPO IOSK-245-3D DE TRENCH CON CAJA DE CENTRALIZACION S/PL ITXE2071 S/PL ITXE2072
A2-11	6	AUTOVALVULA CON CONTADOR DE DESCARGAS	TIPO 3EL2 198-2P1J32-4021-LLF POLIMERICA DE SIEMENS S/PL ITXE2075
A2-16	6	BOTELLA TERMINAL PARA CABLE DE 220kV	TE (SOA) 1.245-245kV S/PL ITXE2077
A2-17	1	SECCIONADOR TRIPOLAR DE P. o T.	TIPO STA 245kV CON MANDO TRIPOLAR DE ALSTOM S/PL ITXE2078
A2-18	1	ALUMBRADO Y TOMAS DE CORRIENTE	---
A2-19	1	BACULO EQUIPO VIGILANCIA PERIMETRAL	---

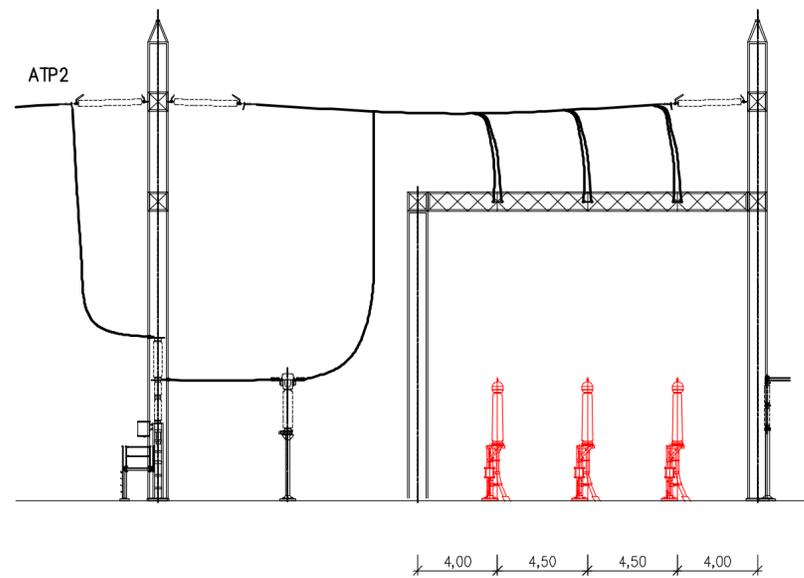
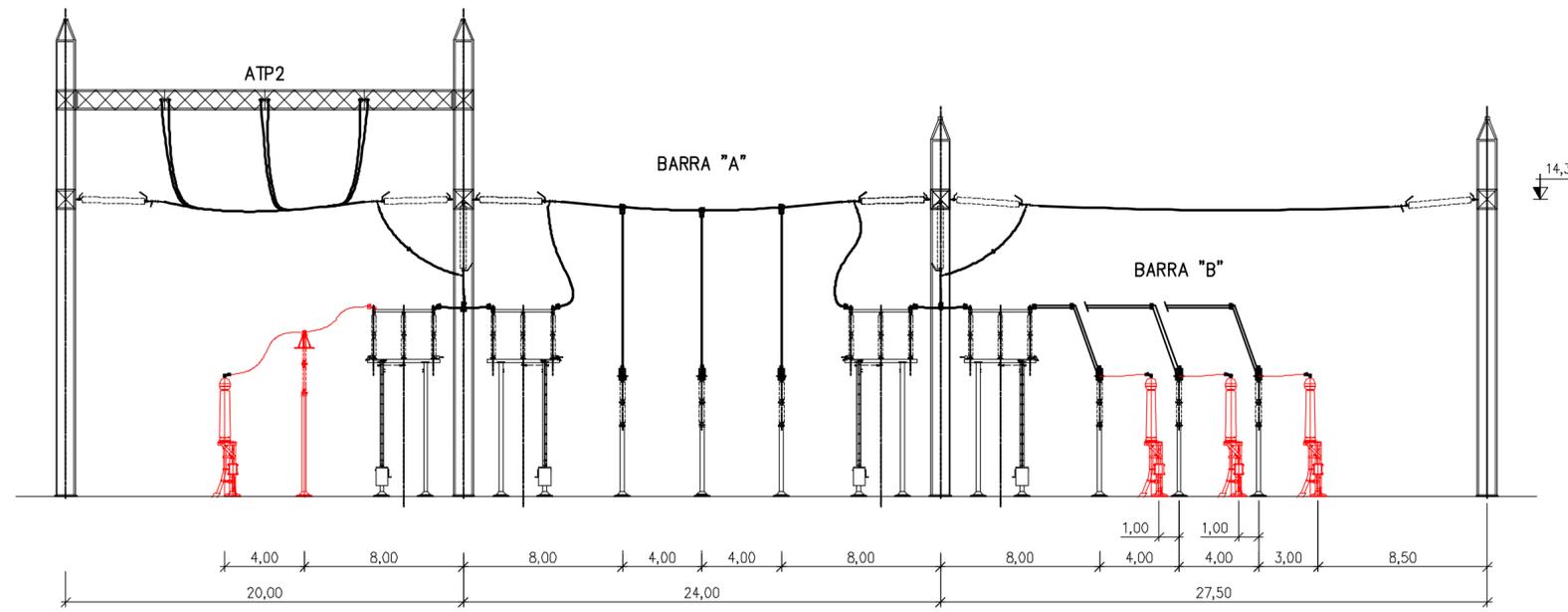
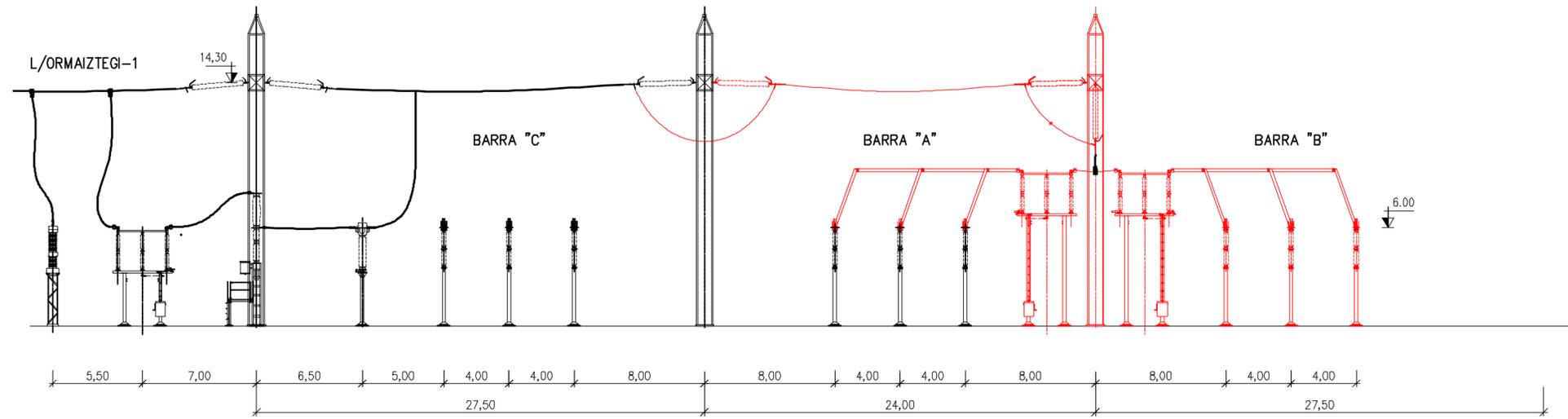
- SIMBOLOS:**
- ☐ CAJA CENTRALIZACION CIRCUITOS DE INTENSIDAD
  - ☐ ARMARIO DE CENTRALIZACION DE CIRCUITOS DE CONTROL Y FUERZA
  - ☐ CAJA CENTRALIZACION CIRCUITOS DEL INTERRUPTOR
  - MANDO CUCHILLAS P. o T. DEL SECCIONADOR
  - MANDO PRINCIPAL DEL SECCIONADOR

**PLANOS DE REFERENCIA:**  
ITXE1030 SECCIONES GENERALES. APARAMENTA 220kV

RELACION DE CAJAS Y ARMARIOS DE CENTRALIZACION			
POS.	CANT	DENOMINACION	OBSERVACIONES
CC-01	1	CAJA DE CENTRALIZACION DE CIRCUITOS DE INTENSIDAD	S/PL ITX61041
CC-04	1	ARMARIO DE CENTRALIZACION DE CIRCUITOS DE CONTROL Y FUERZA	S/PL ITX61044
CC-05	1	CAJA CENTRALIZACION CIRCUITOS INTERRUPTOR	(FABRICANTE)

B	06-15	I.L.Q.	V.R.R.	J.M.M.	PROYECTO OFICIAL BYPASS OPERABLE (J-0624-S0038)	A.G.M.
A	04-15	I.L.Q.	R.G.C.	J.M.M.	REVISION CONSTRUCCION	A.G.M.
REVISION	FECHA	PROYECT.	DIBUJADO	COMPROB.	MODIFICACION	APROBADO POR R.E.E.
				SUBSTACION DE ITXASO PARQUE DE 220 KV		
PROYECTADO	11-14	I.L.Q.	NOMBRE	TITULO		
DIBUJADO	11-14	I.L.Q.	PLANTA GENERAL			
COMPROBADO	11-14	J.M.M.	APARAMENTA			
APROBADO POR R.E.E.	11-14	A.G.M.	FORMATO: DIN A1			
			ESCALA: 1:300			
Nº		P-ITXE1029		B		
HOJA		1		SIGUE		

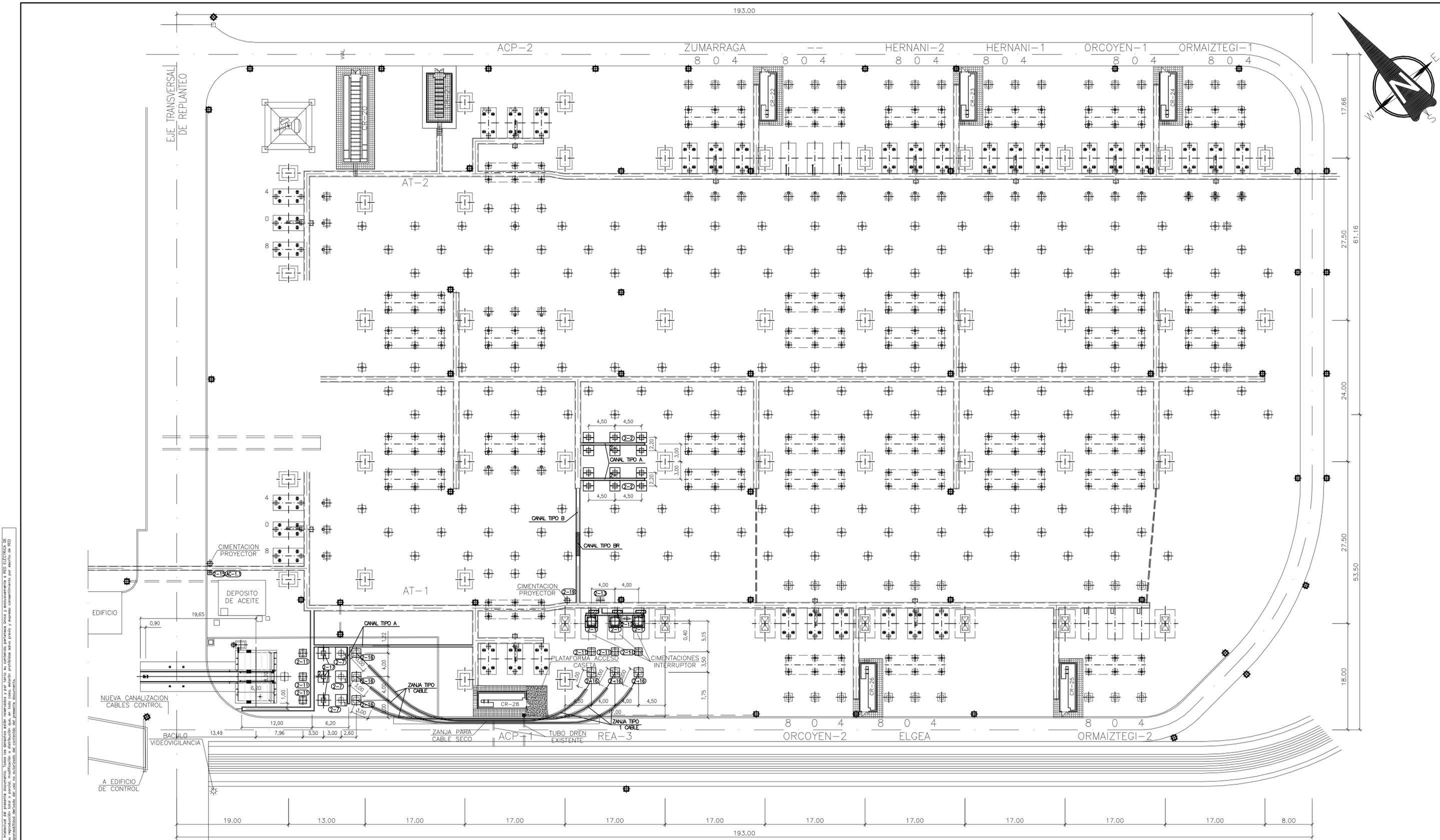
RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U., es la única titular de todos los derechos de propiedad intelectual del presente documento. Todos los derechos están reservados y por tanto su contenido pertenece única y exclusivamente a RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. El acceso a este documento no supondrá en forma alguna, licencia para su reproducción total o parcial, modificación o distribución que, en todo caso, estarán prohibidas salvo previo y expreso consentimiento por escrito de RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U., no asumirá ninguna responsabilidad derivada de uso no autorizado del contenido del presente documento.



**NOTAS:**

1. DIMENSIONES EN METROS.

0	06-16	I.L.O.	V.R.R.	J.M.M.	PROYECTO OFICIAL BYPASS OPERABLE (J-0624-S0038)	A.G.M.
REVISION	FECHA	PROYECT.	DIBUJADO	COMPROB.	MODIFICACION	APROBADO POR R.E.E.
		INSTALACION SUBSTACION DE ITXASO PARQUE DE 220KV				
FECHA 05-16		NOMBRE I.L.O.		TITULO OBRA ELECTROMECANICA SECCIONES GENERALES		
DIBUJADO 05-16		V.R.R.		FORMATO: DIN A2		
COMPROBADO 05-16		J.M.M.		ESCALA: 1:250		
APROBADO POR R.E.E. 05-16		A.G.M.		N° P-ITXE1053		0 Rev.
HOJA		001		SIGUE		-



RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. es el único titular de todos los derechos de propiedad intelectual de este proyecto de obra. Toda la información contenida en este documento, tanto de carácter técnico como de gestión, es propiedad de RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. y no puede ser utilizada, total o parcialmente, sin el consentimiento expreso de RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. no se responsabiliza de los contenidos de este documento.

**RELACION DE FUNDACIONES**

POSICION	CANT	DENOMINACION	PLANO N°	OBSERVACIONES
BN-1	1	BANCADA REACTANCIA TRIFASICA-220kV-100 MVA DE SIEMENS	S/PL ITXC5112	--
2-1	3	CIMENTACION PARA POLO DE INTERRUPTOR-TIPO GL-314 DE AREVA	S/PL ITXC5070	--
2-2	2	CIMENTACION PARA SECCIONADOR TRIPOLAR-TIPO S3C-245kV-2000A DE ALSTOM	S/PL ITXC5066	--
2-7	3	CIMENTACION PARA TRANSFORMADOR DE INTENSIDAD-TIPO IOSK-245-3D DE TRENCH	S/PL ITXC5068	--
2-11	3	CIMENTACION PARA AUTOVALVULA-TIPO 3EL2-198-2PJ32-4D21 - POLIMERICA DE SIEMENS	S/PL ITXC5071	--
2-12	1	ARMARIO CENTRALIZACION CIRCUITOS INTERRUPTOR	S/PL ITXC5074	--
2-13	1	ARMARIO CENTRALIZACION CIRCUITOS DE CONTROL Y FUERZA	S/PL ITXC5026	--
2-16	6	CIMENTACION BOTELLA TERMINAL-PARA CABLE DE 220kV TE (SOA) 1.245-245kV	S/PL ITXC5073	--
2-15	1	CIMENTACION PARA BACULO DE CAMARA DE VIDEO VIGILANCIA	S/PL ITXC5092	--
2-17	1	CIMENTACION PARA SECCIONADOR TRIPOLAR DE P. A T-TIPO STA 245kV DE ALSTOM.	S/PL ITXC5067	--
2-19	1	CIMENTACION PARA TOMAS DE CORRIENTE Y ALUMBRADO	S/PL ITXC5091	--
AC-1.1	1	ARQUETA TIPICA PARA CABLES	S/PL ITXC5093	--

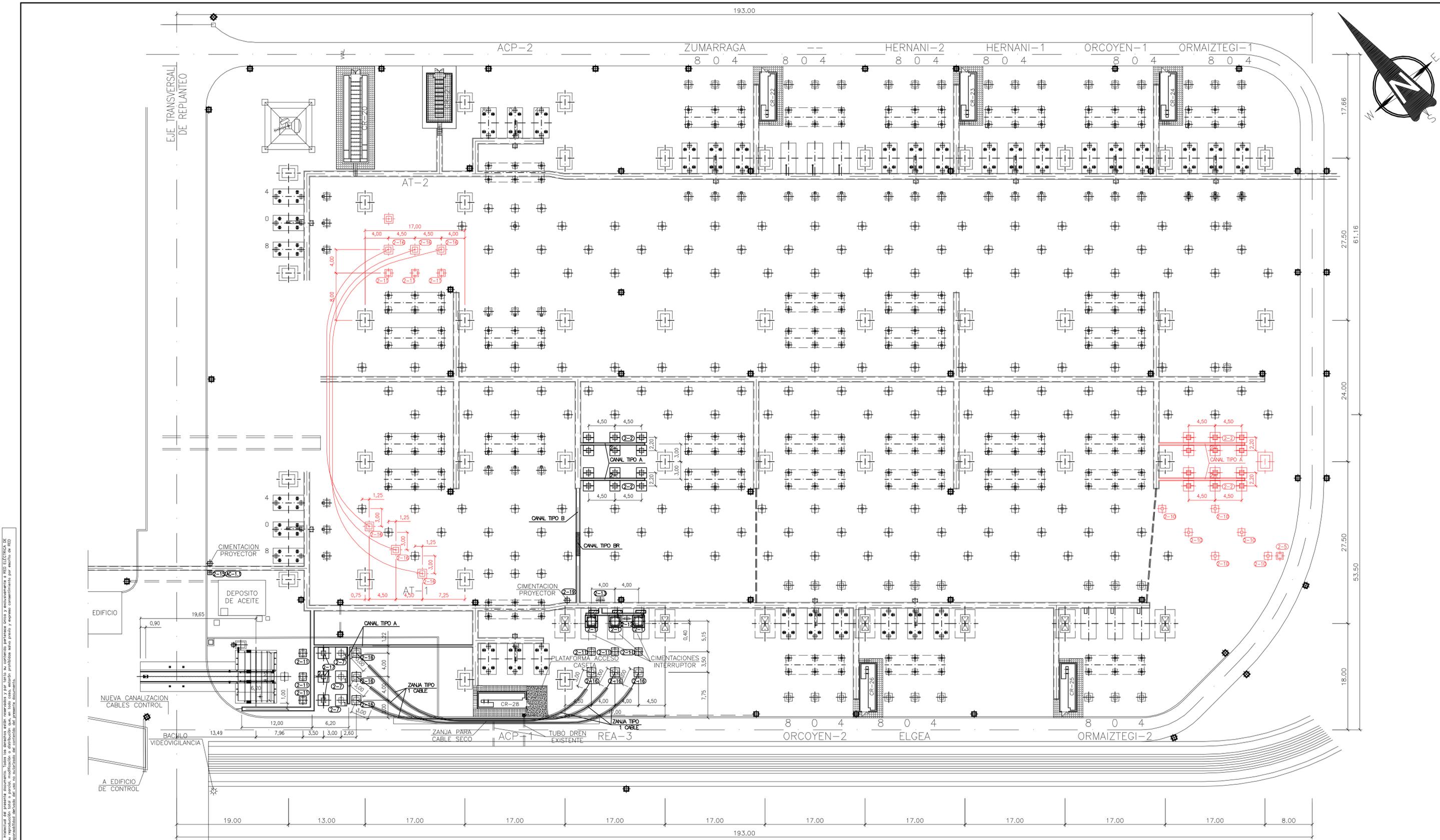
**PLANOS DE REFERENCIA**  
ITXC5113 ZANJAS TIPO ENTUBADA 220 kV

- NOTAS:**
- DIMENSIONES EN METROS.
  - LA CIFRA INDICADA EN ALGUNAS FUNDACIONES (1,2,3,...) CORRESPONDE AL NUMERO DE TUBOS DE #90mm NECESARIOS SEGUN DETALLE DE LA FUNDACION CORRESPONDIENTE.

REVISION	FECHA	PROYECT.	DIBUJADO	COMPROB.	MODIFICACION	APROBADO POR R.E.E.
C	04-15	I.L.O.	R.G.C.	J.M.M.	REVISION CONSTRUCCION	A.G.M.
B	04-15	I.L.O.	R.G.C.	J.M.M.	ACTUALIZACION 2 CALLE 6 REA3	A.G.M.
A	02-15	I.L.O.	R.G.C.	J.M.M.	ACTUALIZACION CALLE 6 REA3	A.G.M.

	<b>RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA</b>	INSTALACION	<b>GES</b> Global Energy Services
	SUBSTACION DE ITXASO PARQUE 220 kV	OBRA CIVIL PLANTA GENERAL	
PROYECTADO 11-11 I.L.O. DIBUJADO 11-11 R.G.C. COMPROBADO 11-11 J.M.M. APROBADO POR R.E.E. 11-11 N.B.A.	TITULO	OBRA CIVIL PLANTA GENERAL	FORMATO: DIN A1 ESCALA: 1:300 N° P-ITXC5065 C Rev HOJA 2 SIGUE -



RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U., es el único titular de todos los derechos de propiedad intelectual de este documento. Todos los derechos reservados. Toda la información contenida en este documento es confidencial y no debe ser divulgada ni utilizada para fines distintos a los autorizados por el titular. RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U., no se responsabiliza de los errores de contenido de este documento.

**RELACION DE FUNDACIONES**

POSICION	CANT	DENOMINACION	PLANO N°	OBSERVACIONES
BN-1	1	BANCADA REACTANCIA TRIFASICA-220kV-100 MVA DE SIEMENS	S/PL. ITXC5112	--
2-1	3	CIMENTACION PARA POLO DE INTERRUPTOR-TIPO GL-314 DE AREVA	S/PL. ITXC5070	--
2-2	2	CIMENTACION PARA SECCIONADOR TRIPOLAR-TIPO S3C-245kV-2000A DE ALSTOM	S/PL. ITXC5066	--
2-7	3	CIMENTACION PARA TRANSFORMADOR DE INTENSIDAD-TIPO IOSK-245-3D DE TRENCH	S/PL. ITXC5068	--
2-11	3	CIMENTACION PARA AUTOVALVULA-TIPO 3EL2-198-2PJ32-4D21 - POLIMERICA DE SIEMENS	S/PL. ITXC5071	--
2-12	1	ARMARIO CENTRALIZACION CIRCUITOS INTERRUPTOR	S/PL. ITXC5074	--
2-13	1	ARMARIO CENTRALIZACION CIRCUITOS DE CONTROL Y FUERZA	S/PL. ITXC5026	--
2-16	6	CIMENTACION BOTELLA TERMINAL-PARA CABLE DE 220kV TE (SOA) 1.245-245kV	S/PL. ITXC5073	--
2-15	1	CIMENTACION PARA BACULO DE CAMARA DE VIDEO VIGILANCIA	S/PL. ITXC5092	--
2-17	1	CIMENTACION PARA SECCIONADOR TRIPOLAR DE P. A T-TIPO STA 245kV DE ALSTOM.	S/PL. ITXC5067	--
2-19	1	CIMENTACION PARA TOMAS DE CORRIENTE Y ALUMBRADO	S/PL. ITXC5091	--
AC-1.1	1	ARQUETA TIPICA PARA CABLES	S/PL. ITXC5093	--

**RELACION DE FUNDACIONES**

POSICION	CANT	DENOMINACION	PLANO N°	OBSERVACIONES
2-2	2	CIMENTACION PARA SECCIONADOR TRIPOLAR-TIPO S3C-245kV-2000A DE ALSTOM	S/PL. --	--
2-5	1	CIMENTACION PARA TRANSFORMADOR DE TENSION	S/PL. --	--
2-10	6	CIMENTACION AISLADOR DE APOYO	S/PL. --	--
2-11	3	CIMENTACION PARA AUTOVALVULA-TIPO 3EL2-198-2PJ32-4D21 - POLIMERICA DE SIEMENS	S/PL. --	--
2-16	6	CIMENTACION BOTELLA TERMINAL-PARA CABLE DE 220kV TE (SOA) 1.245-245kV	S/PL. --	--

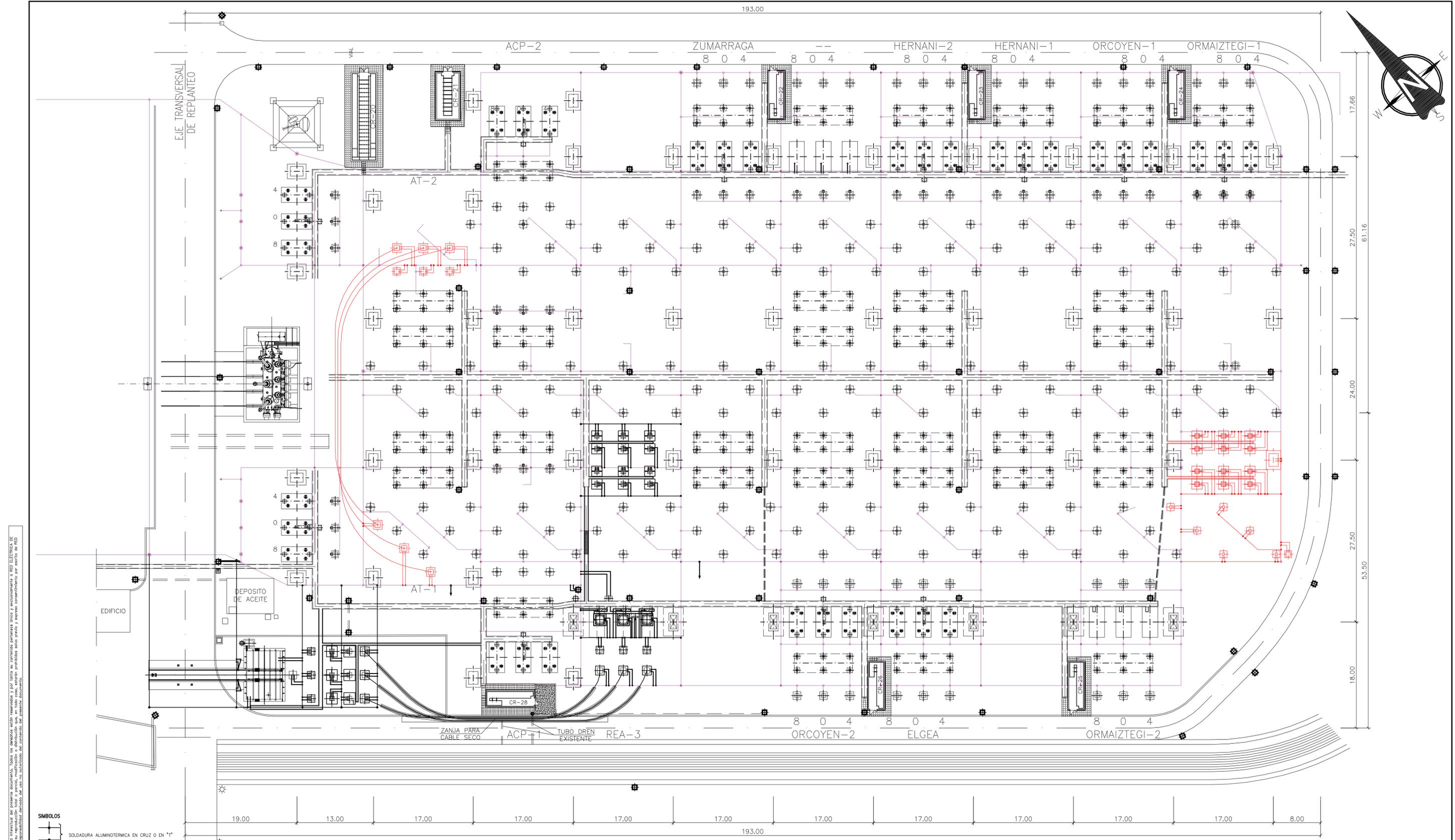
**PLANOS DE REFERENCIA**  
ITXC5113 ZANJAS TIPO ENTUBADA 220 kV

- NOTAS:**  
 1. DIMENSIONES EN METROS.  
 2. LA CIFRA INDICADA EN ALGUNAS FUNDACIONES (1,2,3,...) CORRESPONDE AL NUMERO DE TUBOS DE #90mm NECESARIOS SEGUN DETALLE DE LA FUNDACION CORRESPONDIENTE.

REVISION	FECHA	PROYECT.	DIBUJADO	COMPROB.	MODIFICACION	APROBADO POR R.E.E.
D	06-15	I.L.O.	V.R.R.	J.M.M.	PROYECTO OFICIAL BYPASS OPERABLE (J-0624-S0038)	A.G.M.
C	04-15	I.L.O.	R.G.C.	J.M.M.	REVISION CONSTRUCCION	A.G.M.
B	04-15	I.L.O.	R.G.C.	J.M.M.	ACTUALIZACION 2 CALLE 6 REA3	A.G.M.
A	02-15	I.L.O.	R.G.C.	J.M.M.	ACTUALIZACION CALLE 6 REA3	A.G.M.

	<b>RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA</b>	INSTALACION	<b>GES</b> Global Energy Services
	SUBSTACION DE ITXASO PARQUE 220 kV	OBRA CIVIL PLANTA GENERAL	
PROYECTADO 11-11 I.L.O. DIBUJADO 11-11 R.G.C. COMPROBADO 11-11 J.M.M. APROBADO POR R.E.E. 11-11 N.B.A.	TITULO	ESCALA: 1:300	FORMATO: DIN A1
N° P-ITXC5065			HOJA 2 SIGUE -



RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. es la única compañía eléctrica autorizada para la explotación de redes de distribución eléctrica en España. Toda obra de instalación eléctrica debe ser realizada por personal cualificado y autorizado por la compañía eléctrica. Toda obra de instalación eléctrica debe ser realizada por personal cualificado y autorizado por la compañía eléctrica. Toda obra de instalación eléctrica debe ser realizada por personal cualificado y autorizado por la compañía eléctrica.

- Simbolos**
- SOLDADURA ALUMINOTERMICA EN CRUZ O EN "T"
  - CONEXION A ESTRUCTURA
  - CONEXION A CERRAMIENTO
  - CONEXION A RED DE TIERRAS DE ACOMPAÑAMIENTO (HASTA DENTRO DE CANAL DE CABLES CERCANO)
  - PICA DE ACERO COBREADO DE 14 MM DE DIAMETRO Y 2 M DE LONGITUD
  - MALLA PRINCIPAL DE CABLE DE CU DE 120 mm2 A 60 cm DE PROFUNDIDAD (RED NUEVA)
  - CONEXIONES CON LA MALLA PRINCIPAL CON CABLE DE CU DE 120 mm2 (SE REALIZARAN DURANTE LOS TRABAJOS DE OBRA CIVIL):
    - PARA LOS SOPORTES DE APARMENTA SE DEJARAN LATIGUJOS DE 1.50 m DE LONGITUD EN LA DIMENTACION.

- NOTAS:**
- LOS SIGUIENTES ELEMENTOS DEBERAN SER CONECTADOS A LA MALLA DE TIERRAS DENTRO DE LOS TRABAJOS DE OBRA CIVIL:
    - CERCOS METALICOS DE ARQUETAS (TANTO DE CABLES COMO DE DRENAGE) Y CANALES REFORZADOS
    - MUERTOS DE ARRASARE
    - RAILES DE VIALES DE RODADURA

RELACION DE MATERIALES REA 1				
CODIGO/LOTE	POS.	CANT.	DENOMINACION	SUMINISTRO
3080033	C-5	--	CABLE DE CU DESNUDO DE 120mm2 #14,2mm	CONTRATISTA
--	T-31	--	SOLDADURA EXOTERMICA EN "T" PARA CABLES DE CU DESNUDOS 120mm2 (#14,2mm)	CONTRATISTA

**NOTAS:**

- DIMENSIONES EN METROS.

B	06-16	I.L.Q.	V.R.R.	J.M.M.	PROYECTO OFICIAL BYPASS OPERABLE (J-0624-S0038)	A.G.M.
A	02-15	I.L.Q.	R.G.C.	J.M.M.	ACTUALIZACION CALLE 6 REA3	A.G.M.
REVISION	FECHA	PROYECT.	DIBUJADO	COMPROB.	MODIFICACION	APROBADO POR R.E.E.

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA

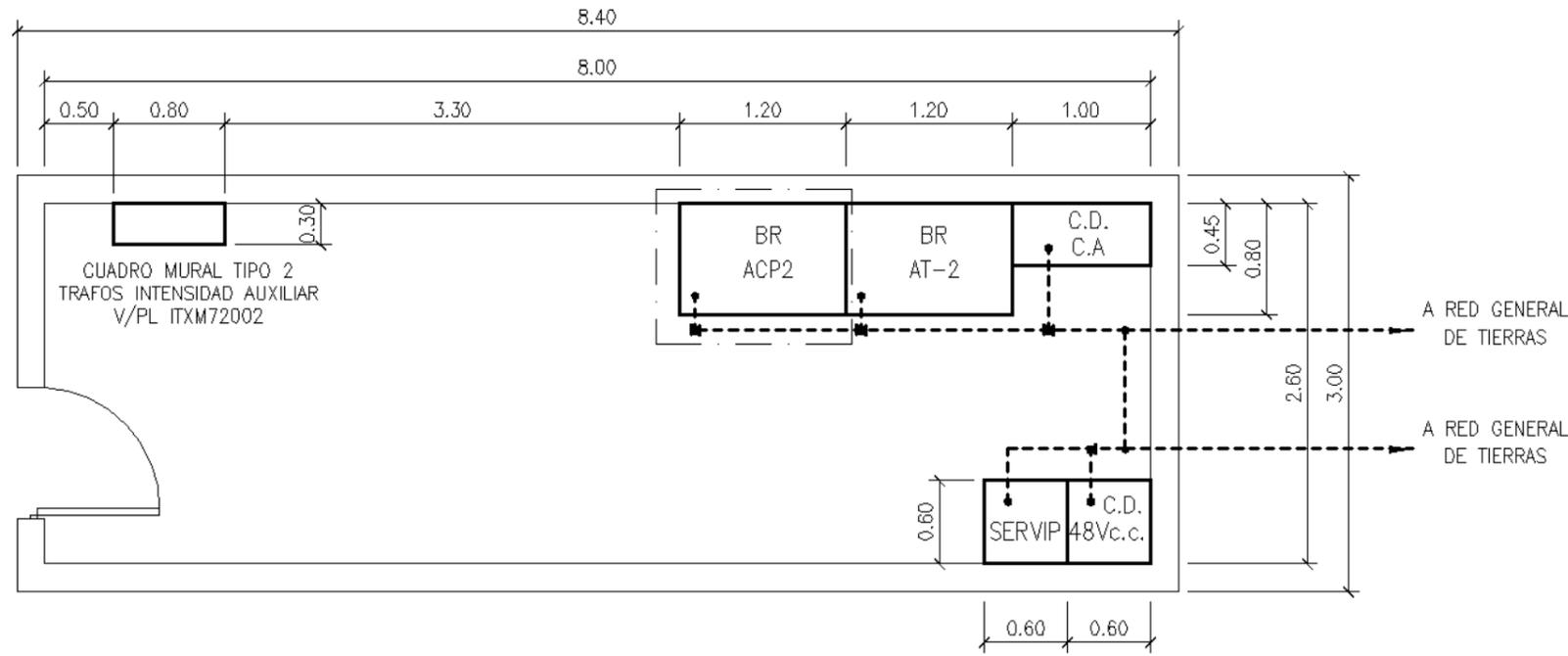
INSTALACION

**SUBSTACION DE ITXASO**

PARQUE DE 220KV

siemsa

PROYECTADO	05-16	I.L.Q.	DEBUCADO	05-16	V.R.R.	COMPROBADO	05-16	J.M.M.	APROBADO POR R.E.E.	05-16	A.G.M.
FORMATO:	DIN A1		ESCALA:	1:300		Nº	P-ITXF1007		B	Rev	
HUJA	001	SIGUE									



AMPLIACION

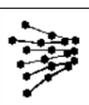
**SIMBOLOS:**

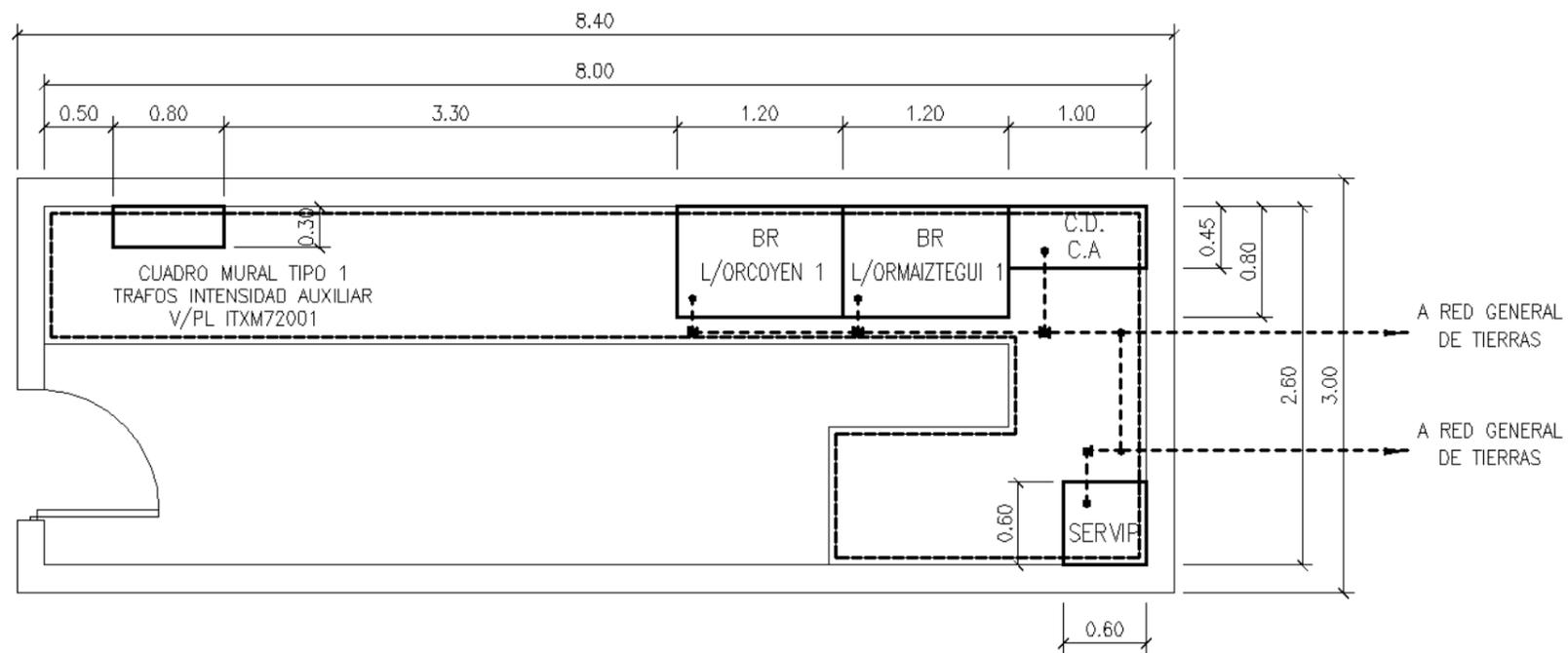
- CABLE DESNUDO DE Cu de 120mm<sup>2</sup>
- +----- DERIVACION EN "T" MEDIANTE GRAPA DE CONEXION
- +----- DERIVACION EN "T" MEDIANTE SOLDADURA ALUMINOTERMICA
- CONEXION A EQUIPO O CUADRO MEDIANTE TERMINAL DE PRESION

**NOTAS.-**

- 1.-LOS CABLES DE ACOMPAÑAMIENTO SE UTILIZARAN PARA LA CONEXION A TIERRA DE TODAS LAS PANTALLAS DE LOS CABLES DE FUERZA, MANDO Y CONTROL, REALIZADA EN LOS RESPECTIVOS CUADROS DE LA APARAMENTA EN CASETAS DE RELES A LA RED GENERAL DE TIERRAS.
- 2.-CONECTAR LA PUERTA DE LA CASETA A LA RED DE TIERRAS

B	06-16	I.L.O.	V.R.R.	J.M.M.	PROYECTO OFICIAL BYPASS OPERABLE (J-0624-S0038)	A.G.M.
A	08-07	R.F.M.	C.A.A.	R.F.M.	SE AÑADE BASTIDOR ACP-2	P.M.M.
REVISION	FECHA	PROYECT.	DIBUJADO	COMPROB.	MODIFICACION	APROBADO POR R.E.E.

 <b>RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA</b>	INSTALACION <b>SUBESTACION DE ITXASO                  PARQUE DE 220 kV</b>			
			N° 073006 P PCR G5 003	
PROYECTADO 06-07 L.A.N. DIBUJADO 06-07 S.S.A. COMPROBADO 06-07 L.A.N. APROBADO POR R.E.E. 06-07 P.M.M.	TITULO DISPOSICION DE EQUIPOS CASETA DE RELES CR-21		FORMATO: DIN A3 ESCALA: 1:50 N° <b>P-ITXD2044</b> <b>B</b> Rev. HOJA - SIGUE -	

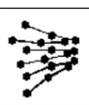


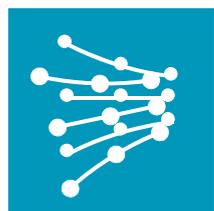
**SIMBOLOS:**

- CABLE DESNUDO DE Cu de 120mm<sup>2</sup>
- DERIVACION EN "T" MEDIANTE GRAPA DE CONEXION
- DERIVACION EN "T" MEDIANTE SOLDADURA ALUMINOTERMICA
- CONEXION A EQUIPO O CUADRO MEDIANTE TERMINAL DE PRESION

**NOTAS.-**

- 1.-LOS CABLES DE ACOMPAÑAMIENTO SE UTILIZARAN PARA LA CONEXION A TIERRA DE TODAS LAS PANTALLAS DE LOS CABLES DE FUERZA, MANDO Y CONTROL, REALIZADA EN LOS RESPECTIVOS CUADROS DE LA APARAMENTA EN CASETAS DE RELES A LA RED GENERAL DE TIERRAS.
- 2.-CONECTAR LA PUERTA DE LA CASETA A LA RED DE TIERRAS

B	06-16	I.L.O.	V.R.R.	J.M.M.	PROYECTO OFICIAL BYPASS OPERABLE (J-0624-S0038)	A.G.M.
A	06-08	J.M.D.	D.R.P.	J.M.D.	RENOVACION L/ORCOYEN 1	P.M.M.
REVISION	FECHA	PROYECT.	DIBUJADO	COMPROB.	MODIFICACION	APROBADO POR R.E.E.
 <b>RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA</b>		INSTALACION <b>SUBESTACION DE ITXASO                  PARQUE DE 220 kV</b>				
					Nº	073006 P PCR G5 016
					FORMATO:	DIN A3
					ESCALA	1:50
					Nº	<b>P-ITXD2056</b>
					HOJA	- SIGUE -
						<b>B</b> Rev.



**RED**  
**ELÉCTRICA**  
DE ESPAÑA

Proyecto Técnico Administrativo

**AMPLIACIÓN DE LA SUBESTACIÓN DE ITXASO 220 kV  
BYPASS OPERABLE**

DOCUMENTO 4  
PRESUPUESTO



El presupuesto del presente proyecto incluye las partidas necesarias para el diseño y ejecución del proyecto. En este presupuesto no se incluyen otros costes incurridos para la final realización de la instalación, como son los costes de terrenos, licencias y tasas, costes financieros y costes de gestión y administración.

#### **4.1 PRESUPUESTO DESGLOSADO SUBESTACIÓN DE ITXASO 220 kV (EN EUROS)**

<b>4.1.1. Ingeniería de proyecto .....</b>	<b>30.827</b>
<b>4.1.1.1. Ingeniería .....</b>	<b>27.155</b>
<b>4.1.1.2. Tramitaciones.....</b>	<b>3.672</b>
<b>4.1.2. Materiales.....</b>	<b>632.826</b>
<b>4.1.2.1. Aparamenta y materiales de alta tensión .....</b>	<b>191.581</b>
<i>Aparamenta.....</i>	<i>158.643</i>
<i>Embarrados y aisladores .....</i>	<i>32.938</i>
<b>4.1.2.2. Protecciones, control y comunicaciones .....</b>	<b>188.830</b>
<b>4.1.2.3. Estructura metálica.....</b>	<b>2.415</b>
<b>4.1.2.4. Cables de potencia .....</b>	<b>250.000</b>
<b>4.1.3. Construcción .....</b>	<b>432.211</b>
<b>4.1.3.1. Obra civil de parque.....</b>	<b>134.307</b>
<b>4.1.3.2. Montaje electromecánico .....</b>	<b>48.989</b>
<b>4.1.3.3. Prueba y puesta en servicio.....</b>	<b>6.000</b>
<b>4.1.3.4. Servicios diversos .....</b>	<b>42.915</b>
<b>4.1.3.5. Obra civil de la zanja del cable y montaje de terminales ..</b>	<b>200.000</b>

**TOTAL PRESUPUESTO 4.1 ..... 1.095.864 euros**

#### **4.2 PRESUPUESTO DE SEGURIDAD Y SALUD LABORAL (EN EUROS)**

**4.2.1. Seguridad y salud laboral .....4.444**

**TOTAL PRESUPUESTO 4.2 ..... 4.444 euros**

#### **4.3 PRESUPUESTO TOTAL**

**4.3.1. SUBESTACIÓN .....** **1.095.864**

**4.3.2. SEGURIDAD Y SALUD LABORAL .....** **4.444**

**Total..... 1.100.308 euros**



El presupuesto total de la ampliación de la Subestación asciende a **UN MILLON CIEN MIL TRESCIENTOS OCHO EUROS.**

Madrid, Septiembre de 2016

El Ingeniero industrial

Luis Cabezón López

Jefe del Departamento de Ingeniería de Subestaciones

Red Eléctrica de España SAU