



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)

GRADO EN INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA

# DISEÑO DE UNA SUBESTACIÓN ELÉCTRICA DE 220 KV PARA LA RED DE TRANSPORTE COMO APOYO A DISTRIBUCIÓN

Autor: Alejandra Delgado Blasco  
Director: Matías Sánchez Mingarro

Madrid  
Junio 2015



## **AUTORIZACIÓN PARA LA DIGITALIZACIÓN, DEPÓSITO Y DIVULGACIÓN EN ACCESO ABIERTO (RESTRINGIDO) DE DOCUMENTACIÓN**

### **1º. Declaración de la autoría y acreditación de la misma.**

El autor D. Alejandra Delgado Blasco, como alumna de la UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS (COMILLAS), **DECLARA**

que es el titular de los derechos de propiedad intelectual, objeto de la presente cesión, en relación con la obra Proyecto fin de carrera: Diseño de una subestación eléctrica de 220 kV para la red de transporte como apoyo a distribución<sup>1</sup>, que ésta es una obra original, y que ostenta la condición de autor en el sentido que otorga la Ley de Propiedad Intelectual como titular único o cotitular de la obra.

En caso de ser cotitular, el autor (firmante) declara asimismo que cuenta con el consentimiento de los restantes titulares para hacer la presente cesión. En caso de previa cesión a terceros de derechos de explotación de la obra, el autor declara que tiene la oportuna autorización de dichos titulares de derechos a los fines de esta cesión o bien que retiene la facultad de ceder estos derechos en la forma prevista en la presente cesión y así lo acredita.

### **2º. Objeto y fines de la cesión.**

Con el fin de dar la máxima difusión a la obra citada a través del Repositorio institucional de la Universidad y hacer posible su utilización de *forma libre y gratuita (con las limitaciones que más adelante se detallan)* por todos los usuarios del repositorio y del portal e-ciencia, el autor **CEDE** a la Universidad Pontificia Comillas de forma gratuita y no

---

<sup>1</sup> Especificar si es una tesis doctoral, proyecto fin de carrera, proyecto fin de Máster o cualquier otro trabajo que deba ser objeto de evaluación académica

exclusiva, por el máximo plazo legal y con ámbito universal, los derechos de digitalización, de archivo, de reproducción, de distribución, de comunicación pública, incluido el derecho de puesta a disposición electrónica, tal y como se describen en la Ley de Propiedad Intelectual. El derecho de transformación se cede a los únicos efectos de lo dispuesto en la letra (a) del apartado siguiente.

### **3º. Condiciones de la cesión.**

Sin perjuicio de la titularidad de la obra, que sigue correspondiendo a su autor, la cesión de derechos contemplada en esta licencia, el repositorio institucional podrá:

(a) Transformarla para adaptarla a cualquier tecnología susceptible de incorporarla a internet; realizar adaptaciones para hacer posible la utilización de la obra en formatos electrónicos, así como incorporar metadatos para realizar el registro de la obra e incorporar “**marcas de agua**” o cualquier otro sistema de seguridad o de protección.

(b) Reproducirla en un soporte digital para su incorporación a una base de datos electrónica, incluyendo el derecho de reproducir y almacenar la obra en servidores, a los efectos de garantizar su seguridad, conservación y preservar el formato. .

(c) Comunicarla y ponerla a disposición del público a través de un archivo abierto institucional, accesible de modo libre y gratuito a través de internet.<sup>2</sup>

(d) Distribuir copias electrónicas de la obra a los usuarios en un soporte digital. <sup>3</sup>

---

<sup>2</sup> En el supuesto de que el autor opte por el acceso restringido, este apartado quedaría redactado en los siguientes términos:

(c) Comunicarla y ponerla a disposición del público a través de un archivo institucional, accesible de modo restringido, en los términos previstos en el Reglamento del Repositorio Institucional

<sup>3</sup> En el supuesto de que el autor opte por el acceso restringido, este apartado quedaría eliminado.

#### **4º. Derechos del autor.**

El autor, en tanto que titular de una obra que cede con carácter no exclusivo a la Universidad por medio de su registro en el Repositorio Institucional tiene derecho a:

a) A que la Universidad identifique claramente su nombre como el autor o propietario de los derechos del documento.

b) Comunicar y dar publicidad a la obra en la versión que ceda y en otras posteriores a través de cualquier medio.

c) Solicitar la retirada de la obra del repositorio por causa justificada. A tal fin deberá ponerse en contacto con el vicerrector/a de investigación ([curiarte@rec.upcomillas.es](mailto:curiarte@rec.upcomillas.es)).

d) Autorizar expresamente a COMILLAS para, en su caso, realizar los trámites necesarios para la obtención del ISBN.

d) Recibir notificación fehaciente de cualquier reclamación que puedan formular terceras personas en relación con la obra y, en particular, de reclamaciones relativas a los derechos de propiedad intelectual sobre ella.

#### **5º. Deberes del autor.**

El autor se compromete a:

a) Garantizar que el compromiso que adquiere mediante el presente escrito no infringe ningún derecho de terceros, ya sean de propiedad industrial, intelectual o cualquier otro.

b) Garantizar que el contenido de las obras no atenta contra los derechos al honor, a la intimidad y a la imagen de terceros.

c) Asumir toda reclamación o responsabilidad, incluyendo las indemnizaciones por daños, que pudieran ejercitarse contra la Universidad por terceros que vieran infringidos sus derechos e intereses a causa de la cesión.

d) Asumir la responsabilidad en el caso de que las instituciones fueran condenadas por infracción de derechos derivada de las obras objeto de la cesión.

## **6º. Fines y funcionamiento del Repositorio Institucional.**

La obra se pondrá a disposición de los usuarios para que hagan de ella un uso justo y respetuoso con los derechos del autor, según lo permitido por la legislación aplicable, y con fines de estudio, investigación, o cualquier otro fin lícito. Con dicha finalidad, la Universidad asume los siguientes deberes y se reserva las siguientes facultades:

Deberes del repositorio Institucional:

- La Universidad informará a los usuarios del archivo sobre los usos permitidos, y no garantiza ni asume responsabilidad alguna por otras formas en que los usuarios hagan un uso posterior de las obras no conforme con la legislación vigente. El uso posterior, más allá de la copia privada, requerirá que se cite la fuente y se reconozca la autoría, que no se obtenga beneficio comercial, y que no se realicen obras derivadas.

- La Universidad no revisará el contenido de las obras, que en todo caso permanecerá bajo la responsabilidad exclusiva del autor y no estará obligada a ejercitar acciones legales en nombre del autor en el supuesto de infracciones a derechos de propiedad intelectual derivados del depósito y archivo de las obras. El autor renuncia a cualquier reclamación frente a la Universidad por las formas no ajustadas a la legislación vigente en que los usuarios hagan uso de las obras.

- La Universidad adoptará las medidas necesarias para la preservación de la obra en un futuro.

b) Derechos que se reserva el Repositorio institucional respecto de las obras en él registradas:

- retirar la obra, previa notificación al autor, en supuestos suficientemente justificados, o en caso de reclamaciones de terceros.

Madrid, a 8 de Junio de 2015

**ACEPTA**

**Alejandra Delgado Blasco**

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Alejandra', with a stylized flourish at the end.

Fdo.

Proyecto realizado por el alumno/a:

Alejandra Delgado Blasco



Fdo.:

Fecha: 08/ 06/ 2015

Autorizada la entrega del proyecto cuya información no es de carácter confidencial

EL DIRECTOR DEL PROYECTO

Matías Sánchez Mingarro

Fdo.: .....

Fecha: ...../ ...../ .....

Vº Bº del Coordinador de Proyectos

Fernando de Cuadra García



Fdo.: .....

Fecha: 11 / 6 / 15





ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)  
GRADO EN INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA

# DISEÑO DE UNA SUBESTACIÓN ELÉCTRICA DE 220 KV PARA LA RED DE TRANSPORTE COMO APOYO A DISTRIBUCIÓN

Autor: Alejandra Delgado Blasco  
Director: Matías Sánchez Mingarro

Madrid  
Junio 2015



# **DISEÑO DE UNA SUBESTACIÓN ELÉCTRICA DE 220 KV PARA LA RED DE TRANSPORTE COMO APOYO A DISTRIBUCIÓN**

Autor: Delgado Blasco, Alejandra

Director: Sánchez Mingarro, Matías

Entidad Colaboradora: Red Eléctrica de España (REE)

## **Resumen del proyecto**

El objetivo principal de este proyecto es el diseño y construcción de una subestación eléctrica de alta tensión para la red de transporte que sirva como apoyo a la red de distribución. Esta subestación se construirá en un entorno industrial dado que cerca del terreno escogido concurre una línea de alta tensión (Puerto Durillo – Cotonal) de 220 kV, tensión necesaria para la instalación, por parte de la empresa distribuidora de dos transformadores 220kV/45kV de 100 MVA.

La subestación abrirá dicha línea y se construirán dos líneas nuevas a las subestaciones de Santa Teresa 220kV y Polígono Sur 220kV que saldrán de la nueva subestación. Esto contribuirá al mallado de la red de transporte. Se reservaran dos posiciones para futuras ampliaciones.

Como la zona donde se construirá la subestación es industrial y, además, se espera una ampliación de la misma, la línea irá subterránea hasta la subestación. El cable se tenderá en una zanja. Una vez en el terreno de la subestación, para la correcta entrada se dispondrá de una galería. Después, se conectará el cable con el módulo de terminal GIS correspondiente.

Por tanto, la subestación dispondrá un total de ocho posiciones:

- 4 posiciones de línea.
- 2 posiciones de transformador.
- 2 posiciones para futura ampliación.

La zona donde se realizará la instalación de la subestación eléctrica será en el **polígono industrial “Ventorro del Cano” y el polígono industrial “Prado del Espino”** situados juntos en la localidad madrileña de Alcorcón. El terreno tiene una superficie de 62.070m<sup>2</sup>. La empresa distribuidora comprará 26.100,00 m<sup>2</sup> para su explotación. De este modo, podrán construir una nave con los transformadores al lado de la subestación. Al instalarse la subestación en una zona industrial y con futuros planes de ampliación, se busca que la subestación se integre con dicho entorno.

Se elegirá una disposición tipo doble barra y se llevará a cabo el diseño de una subestación de tecnología GIS (Gas Insulated Switchgear) de SF<sub>6</sub> por motivos de seguridad y de integración con el entorno. Se seguirán pautas para la manipulación y la eliminación del gas, ya que se trata de un gas que contribuye al efecto invernadero.

A continuación, se establecerán las características de la aparamenta:

- La tensión nominal de la subestación es 220kV. Por tanto, la tensión más elevada del material es 245kV.

- La frecuencia nominal de la red eléctrica en Europa y, más concretamente en España, es 50Hz.
- La intensidad de cortocircuito monofásica es 35kA
- La intensidad de cortocircuito trifásica es 37kA
- Se elige un valor normalizado de 63kA para la intensidad admisible asignada de corta duración, en consecuencia a los valores de cortocircuito monofásico, principalmente, y trifásico que se tienen en la instalación. El valor de cresta de dicha corriente para la frecuencia asignada de la red, es de 157.5kA.

Se elegirá como fabricante de todos los módulos de la subestación a ABB. Se escogerá el modelo ELK-14 porque se puede utilizar hasta tensiones de 300kV y hasta 63kA de cortocircuito monofásico. En el proyecto se describirán detalladamente todos los módulos y características de la aparamenta.

Los módulos necesarios para la instalación son:

<b>Aparamenta</b>	<b>Unidades</b>
Barras	6
Transformador de tensión	24
Seccionadores	102
Interruptor	21
Transformador de intensidad	21

**Tabla 1. Número de elementos necesarios para la instalación**

Los compartimentos se separarán de modo que se evite la pérdida de hexafluoruro de azufre en el caso de existir una fuga. Se evitará así la contaminación del gas en toda la

subestación en los casos de apertura de interruptores sobre faltas y, también, la propagación de una falta al resto de la subestación.

En cuanto a la obra civil, se proyectarán la compactación de tierras, la construcción de aceras y accesos a la subestación y el edificio donde se sitúa.

El edificio de la subestación se diseñará de forma que se cumplan todos los requisitos de seguridad. Estará formado por dos plantas: planta baja y subsuelo. La planta baja se dividirá en las siguientes salas comunicadas a través de un pasillo: la sala de la aparamenta (donde se alberga la propia GIS), la sala de control, la sala de comunicaciones, la sala de servicios auxiliares, la oficina y unos aseos. En el subsuelo se ubicará la entrada de los cables de alta tensión provenientes de la línea y sobre su techo unas bandejas portacables de baja tensión que conectarán los distintos módulos con sus cuadros (de comando, control, protección y medida) y equipos auxiliares.

Respecto a la red de tierras, el terreno donde se instalará la subestación se considera mioceno inferior con composición de calizas, margas y yeso. Su resistividad es **200  $\Omega$ -m**. El electrodo de tierra será una malla que medirá 150x100 m<sup>2</sup> y estará enterrada a 0.8 metros de la superficie. La cuadrícula será de lado 0.81 m para que las tensiones de paso y contacto sean menores que las admisibles. Los conductores serán de acero de sección 240 mm<sup>2</sup>.

Se instalarán servicios auxiliares que alimentarán, necesariamente, dos sistemas de tensión: alterna (400/230 V) y continua (125 Vcc y 48 Vcc). Se instalará un grupo electrógeno de emergencia 250 kVA y dos transformadores de 250kVA desde bornes de la empresa distribuidora en MT. Esto alimentará a cargadores de baterías y a los circuitos de iluminación y fuerza de la subestación, principalmente.

Para el sistema de control, se instalarán los cuadros de ABB modelo REC670 para control remoto y local. Este control local será el nivel cero de control. Se dispondrán de conexiones entre los distintos niveles de control y se instalarán armarios en el nivel uno para albergar las protecciones correspondientes.

Por otro lado, se instalarán un sistema contra incendios y un sistema anti intrusismo.

El presupuesto de la subestación asciende a **12.425.090,22 €** y se comprueba que su construcción es rentable con una rentabilidad de 4,89 %.



# **HIGH VOLTAGE 220 KV SUBSTATION DESIGN FOR THE TRANSPORT NETWORK GIVING SUPPORT TO THE DISTRIBUTION NETWORK**

## **Project Summary**

The main aim of this project is to carry out the design and the construction of a high voltage substation for the transmission network that will provide support to the distribution network. This substation will be set in an industrial zone because near the land chosen there is a high voltage power line (Puerto Durillo – Cotonal) of 220 kV and that voltage is needed for the installation of two transformers 220kV / 45 kV of 100 MVA. The installation of the transformers will be carried out by the distribution company.

The substation will open the power line aforementioned and two new power lines will be constructed from the new substation to the substations Santa Teresa 220 kV and Polígono Sur 220 kV. This will contribute to the electrical network meshing. Two positions will be reserved for future extensions of the substation.

Due to the fact that the area where the substation will be constructed is an industrial one and extensions of this area are expected, the power line will be buried to the substation. The wire will be guided in a trench. Once the wire is in the land of the substation, a gallery will be installed for its correct entry. Afterwards, the cable will be connected to the GIS terminal module.

Therefore, the substation will have a total of eight positions:

- 4 positions for power line.
- 2 positions for the transformers.
- 2 positions for future extensions.

The area where the installation will be **carried out is industrial estate “Ventorro del Cano” and industrial estate “Prado del Espino”** that are located in the same area in the town of Alarcón, Madrid. The land has an area of 62.070m<sup>2</sup>. The distribution company will buy 26.100,00 m<sup>2</sup> of it for its use. So, they can construct a building nearby the substation to locate the transformers. Since the location of the substation is in an industrial area and that this area has future extensions plans, the substation will have to integrate with its surroundings.

The configuration of the substation will be a double bus bar configuration and its technology will be GIS (Gas Insulated Switchgear) using SF<sub>6</sub>, mainly chosen for security reasons and integration with the landscape reasons. Considering that the gas contributes to the greenhouse effects, standards will be used for its manipulation and elimination.

The switchgear characteristics are the following:

- The nominal voltage of the substation is 220 kV. So, the highest voltage that the material supports is 245 kV.

- The nominal frequency of the Spanish network is 50 Hz.
- The mono-phase short-circuit current is 35kA
- The three-phase short-circuit current is 37kA
- The standard value of 63 kA for the rated short time current is chosen considering the values of mono-phase and three-phase short-circuit current the substation has. The peak value of that current at the nominal frequency is 157.5kA.

The supplier of the switchgear will be ABB. The chosen model is ELK-14 because it allows voltages up to 300 kV and mono-phase short-circuit current up to 63 kA. In this project, all modules will be described in detail.

The foreseen installation modules are the following:

<b>Switchgear</b>	<b>Units</b>
Bush bar	6
Voltage transformer	24
Disconnecter	102
Circuit-breaker	21
Current transformer	21

**Table 1. Number of necessary elements for the installation**

The compartments will be separated in order to avoid the loss of SF<sub>6</sub> in case there is a leak. In this way, the contamination of the gas of the substation and the short-circuit propagation of will be prevented when circuit-breakers open because of short-circuits.

Regarding construction issues, the soil compaction, the construction of pavements and sidewalks to the substation and the building where it is located will be planned.

The substation building will be design following the security standards. It will have two floors: ground floor and subsoil. The ground floor will be divided in the following rooms communicated by a corridor: switchgear room (where the GIS will be), control room, communications room, auxiliary services room, office and bathroom. In the subsoil, high voltage cables that come from the power line will enter and on its ceiling low tension cable trays will connect the different modules with their boxes (control, order, protection and measure) and the auxiliary equipment.

In relation to the earthing, the land where the substation will be located its considered lower Miocene with composition of limestone, marl and gypsum. Its resistivity is **200  $\Omega$ -m**. The earth electrode will be a mesh that will measure 150 x100 m<sup>2</sup> and will be buried 0.8 m from the top. The grid will have a side of 0.81 m in order to limit the step and contact voltages. The cables will be of steel and 240mm<sup>2</sup> of section.

The auxiliary services will provide voltage to two voltage systems: A.C. (400/230 V) and D.C. (125 Vcc and 48 Vcc). An emergency diesel generator 250 kVA will be set and two transformers 250 kVA from medium tension bounds of the distribution company will be installed. This will mainly provide voltage to battery chargers and illumination and power circuits of the substation.

For the control system, boxes model REC670 from ABB will be installed and they will provide remote and local control. This control will be level zero of control. There will be connections between the different levels of control and cabinets will be installed to harbor the protections.

Additionally, a fire protection system and an alarm system will be installed.

The substation budget is 12.425.090,22 € and its profitability is verified obtaining a profitability of 4,89 %.



**DOCUMENTO 1: MEMORIA**

**DESCRIPTIVA**

Subestación eléctrica de 220 kV para la red de transporte como apoyo a distribución.

***Memoria descriptiva***

# ÍNDICE GENERAL

CAPÍTULO 1: Memoria.....	4
CAPÍTULO 2: Cálculos.....	34
CAPÍTULO 3: Estudio económico.....	42
CAPÍTULO 4: Anejos.....	49

# CAPÍTULO 1: MEMORIA

Subestación eléctrica de 220 kV para la red de transporte como apoyo a distribución.

***Memoria descriptiva***

# CAPÍTULO 1: MEMORIA

## ÍNDICE

1. GENERALIDADES.....	7
1.1 Antecedentes y estudios previos.....	7
1.2 Alcance.....	8
1.3 Objeto.....	8
1.4 Normativa.....	9
2. DESCRIPCIÓN DE LA SUBESTACIÓN.....	10
2.1 Emplazamiento.....	10
2.2 Condiciones ambientales.....	10
2.3 Características eléctricas.....	11
2.4 Configuración de la subestación.....	11
2.5 Tecnología de la subestación.....	12
2.6 Hexafluoruro de azufre.....	12
2.7 Integración con el entorno.....	14
3. DESCRIPCIÓN DE LAS POSICIONES.....	16
3.1 Sistemas primarios.....	16
3.1.1 Esquema unifilar.....	16
3.1.2 Elección de la aparamenta.....	17
3.1.3 Descripción de módulos de la subestación.....	18
3.1.4 Conexionado de compartimentos.....	23
3.1.5 Obra civil.....	24
3.1.6 Red de tierras.....	26
3.1.7 Edificio.....	28

Subestación eléctrica de 220 kV para la red de transporte como apoyo a distribución.

3.1.8 Acceso de las líneas.....	29
3.2 Sistemas secundarios.....	30
3.2.1 Sistemas auxiliares.....	30
3.2.2 Sistemas de control, protecciones, medidas y telecomunicaciones.....	32
3.2.3 Sistemas contra incendios.....	33
3.2.4 Sistema anti intruismo.....	33

# 1. GENERALIDADES

## 1.1 Antecedentes y estudios previos

Se procederá a diseñar una subestación distribuidora que abrirá la línea de alta tensión 220kV Puerto Durillo – Cotonal. Se construirán dos líneas nuevas a las subestaciones de Santa Teresa 220kV y Polígono Sur 220kV que saldrán de la nueva subestación. Esto contribuirá al mallado de la red de transporte.

La zona donde se realizará la instalación de la subestación eléctrica será en el **polígono industrial “Ventorro del Cano” y el polígono industrial “Prado del Espino”** situados juntos en la localidad madrileña de Alcorcón. El terreno se elige porque cercano a él concurren dicha línea de transporte de 220kV, que es la tensión que se necesita para que la potencia de transformación sea 100MVA en los dos transformadores 220kV/45kV a instalar.

La función principal que tendrá será de apoyo a la distribución de la zona donde se construirá. Esto se consigue con dos transformadores 220kV/45kV con potencia de 100MVA cada uno.

La subestación deberá reducir la tensión de las líneas que concurren en el área donde se va a realizar la instalación para que se pueda distribuir correctamente la energía a las industrias o casas nuevas a través de centros de transformación. Para realizar la instalación, se evaluarán las necesidades de Operación del Sistema eléctrico, los condicionantes técnicos del nudo al que se conecta, el terreno, la temperatura media y condiciones ambientales de la zona, el tipo de distribución requerida y el tipo de subestación que se precisa valorando la seguridad y el espacio disponible.

Subestación eléctrica de 220 kV para la red de transporte como apoyo a distribución.

## **1.2 Alcance**

En este proyecto, se elegirá la aparamenta, el terreno donde se instalará y la configuración de la subestación. Además, se definirá la configuración, se seleccionarán los accesos y se realizará el cálculo de la red de tierras. Se tendrá en cuenta la obra civil necesaria principalmente las edificaciones. Se diseñará el emplazamiento de los sistemas de protección, comunicaciones, servicios auxiliares y control. Finalmente, se planificará el proyecto y se calculará su presupuesto.

## **1.3 Objeto**

El objeto principal del proyecto es diseñar una subestación que sirva como apoyo a la distribución de la zona donde se instalará.

Se buscará cumplir los requisitos mínimos de seguridad: la capacidad de aislar las faltas rápida y eficazmente, manteniendo en funcionamiento los circuitos sin fallo y afectando al menor número de elementos posible. Esto se consigue con la coordinación de las protecciones y con la separación en compartimentos de las diferentes partes de la GIS para que, aunque haya una fuga de gas, quede la menor parte de la subestación afectada y pueda seguir con su funcionamiento. Se tendrá también en cuenta la seguridad de las personas eligiendo la puesta a tierra y el aislamiento de la aparamenta.

Como se trata de una subestación de distribución, se buscará su integración con el entorno y un compromiso medioambiental, ya que estará situada en una zona cerca del consumo. Debe ser una subestación adaptable con el entorno y con las futuras

Subestación eléctrica de 220 kV para la red de transporte como apoyo a distribución.

situaciones que puedan producirse, como pérdida o aumento del suministro. Tendrá capacidad de ampliación, se prevé que el consumo aumente.

Otro objeto importante de este proyecto es la rentabilidad del mismo. Se buscará un compromiso entre tecnología y gastos, valorando la vida útil, el mantenimiento, explotación y precio de la instalación inicial de la subestación.

## **1.4 Normativa**

Se deberá tener en cuenta la normativa vigente referente al diseño y construcción de una subestación eléctrica de alta tensión en España, es decir, principalmente, el “Reglamento sobre centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación” aprobado en el Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo que referencia algunos apartados a las normas UNE.

La sección de los cables cumplirá lo establecido en la IEC 60228.

El tratamiento del gas hexafluoruro de azufre se basa en el Real Decreto 795/2010 de 16 de junio.

Subestación eléctrica de 220 kV para la red de transporte como apoyo a distribución.

# 2. DESCRIPCIÓN DE LA SUBESTACIÓN

## 2.1 Emplazamiento

El terreno es la parcela 58 del polígono 2 de Alcorcón, Madrid con una referencia catastral de 28007A002000580000UE y una superficie de 62.070m<sup>2</sup>. Sus coordenadas son X:4.276.313, Y:4.470.884.

## 2.2 Condiciones ambientales

Para las condiciones normales de servicio, se deberá tener en cuenta una serie de características que debe cumplir la zona donde se llevará a cabo la instalación de la subestación. Primero, el aire ambiente debe tener una temperatura máxima de 40° y una mínima de -5° (si se busca cumplir clase -5°C). Como la subestación se encontrará en edificio, y en la zona a instalar las temperaturas máximas y mínimas son 31.2°C y 2.6°C de media, se puede considerar que nunca se llegará a las temperaturas exigidas para las condiciones normales. Segundo, la altitud sobre el nivel de mar debe ser inferior a 1000m, Alcorcón posee una altitud de 689m. Tercero, la humedad no será superior a 95% durante 24h, en Madrid es aproximadamente 65% de media. Cuarta, las vibraciones por causas externas a la aparamenta o por movimientos sísmicos serán insignificantes, ya que Madrid no está en zona sísmica. Por último, en cuanto a la radiación solar, la contaminación del aire y la velocidad del viento, no se tendrá ninguna de estas en cuenta, ya que la subestación se encuentra en edificio.

Subestación eléctrica de 220 kV para la red de transporte como apoyo a distribución.

## 2.3 Características eléctricas

A continuación, se establecerán las características de la aparamenta:

- La tensión nominal de la subestación es 220kV. Según indica el Reglamento de Alta Tensión Español (MIE-RAT), para dicha tensión, la tensión más elevada del material es 245kV.
- La frecuencia nominal de la red eléctrica en Europa y, más concretamente en España, es 50Hz.
- La intensidad de cortocircuito monofásica es 35kA
- La intensidad de cortocircuito trifásica es 37kA
- Se elige un valor normalizado de 63kA para la intensidad admisible asignada de corta duración, en consecuencia a los valores de cortocircuito monofásico y trifásico que se tienen en la instalación. El valor de cresta de dicha corriente para la frecuencia asignada de la red, es de 157.5kA (2.5 veces el valor de la intensidad admisible asignada de corta duración).

## 2.4 Configuración de la subestación

En cuanto al diseño de la subestación a instalar en la zona de Ventorro del Cano y Prado del Espino, se elegirá una disposición tipo doble barra. Las ventajas que proporciona este tipo de configuración son varias, principalmente, permite separar circuitos eléctricos reduciendo la corriente de cortocircuito en casos de extrema necesidad, permite alimentar cualquier línea desde cualquiera de las dos barras y permite mantener la subestación funcionando al completo en caso de fallo de una de las barras. Pese a que no se trata de la disposición existente más segura, su nivel de Subestación eléctrica de 220 kV para la red de transporte como apoyo a distribución.

seguridad es suficiente para el uso que se busca de ella, ya que se requiere como subestación de distribución. Se busca un equilibrio de rentabilidad y ventajas técnicas, por lo que se elige esta configuración. Se descarta el uso de una configuración interruptor y medio, que es más segura y versátil, debido a su elevado coste y tamaño. Otras configuraciones como anillo o simple barra poseen límites en su explotación por lo que no se tienen en cuenta para este tipo de subestación.

## **2.5 Tecnología de la subestación**

Se llevará a cabo el diseño de una subestación de tecnología GIS (Gas Insulated Switchgear) por motivos de seguridad y de integración con el entorno, ya que donde se debe instalar es una zona industrial transitada. Además, es más compacta que las subestaciones AIS (Air Insulated Switchgear) e HIS (Highly Integrated Switchgear).

Se trata de un tipo de subestación aislada en un gas con gran capacidad dieléctrica. En este caso, se elige el hexafluoruro de azufre ( $\text{SF}_6$ ).

## **2.6 Hexafluoruro de azufre**

La fórmula química del gas hexafluoruro de azufre es:  $\text{SF}_6$ .

Peso molecular y composición química:

Peso molecular 146,06

Contenido de azufre 21,95%

Contenido de flúor 78,05%

Constantes críticas:

Temperatura crítica 45,64 °C

Subestación eléctrica de 220 kV para la red de transporte como apoyo a distribución.

Presión crítica 38,6990 bar

Densidad crítica 0,725 g/cm<sup>3</sup>

Volumen crítico molar 201 ml

El gas SF<sub>6</sub> reúne las siguientes características en condiciones normales de presión y temperatura (presión absoluta: 1.013 hPa, temperatura: 20°C):

- Inodoro.
- Incoloro.
- No tóxico.
- Muy estable.
- No inflamable.

La rigidez dieléctrica del SF<sub>6</sub>, es muy superior a la del aire (más del doble) y sometido a presiones de 2 a 4 bares es cinco veces superior. Esta característica es la que lo destaca como medio dieléctrico. El gas SF<sub>6</sub> tiene un comportamiento excelente como gas de corte de arcos eléctricos, permitiendo un rápido restablecimiento de la tensión. Esto lo logra especialmente debido a que su disociación es reversible y, además, a que posee una gran estabilidad térmica.

El SF<sub>6</sub> contiene impurezas que generalmente no tienen influencia sobre sus propiedades, siempre que se encuentren dentro de los valores del siguiente cuadro:

<b>Impurezas</b>	<b>Concentración Máxima (Masa)</b>
Tetracloruro de carbono (CF <sub>4</sub> )	0.05%
Oxígeno+ Nitrógeno, aire	0.05%
Agua	15 ppm
Acidez (HF)	0.3 ppm
Fluoruros hidrolizables (HF)	1 ppm

Subestación eléctrica de 220 kV para la red de transporte como apoyo a distribución.

Aceite mineral	10 ppm
----------------	--------

**Tabla 1. Impurezas admisibles en el gas hexafluoruro de azufre**

Cada equipo de alta tensión, incluyendo las barras principales o colectoras, está encapsulado independientemente en un compartimiento metálico provisto de un ambiente de gas SF<sub>6</sub> a presión mayor que la atmosférica.

Como es un gas que contribuye potencialmente al calentamiento del planeta, se tendrán en cuenta procesos de manipulación del SF<sub>6</sub> y el reciclaje de los materiales que usan este gas como aislante y se vigilará su producción y utilización. Por tanto, siguiendo el Real Decreto 795/2010, de 16 de junio el edificio deberá disponer de ventilación natural y, como se realiza trabajos que pueden implicar el contacto con el gas, se debe establecer ventilación forzada también. En el caso de necesitar eliminar residuos, se neutralizará todo el material utilizado en el proceso con una solución de agua y carbonato sódico al 10% en peso durante 24 horas antes de ser eliminado. La eliminación de la aparamenta se realizará a través de una empresa especializada. El gas se suministra en garrafas o cilindros, líquido y a la temperatura ambiente. La presión de prueba de los cilindros es de 70 bar, por lo que, a no ser que ocurra un accidente o fuga, el gas no se liberará a la atmósfera. En todo caso, se vigilará la densidad del SF<sub>6</sub>, con un densímetro ya que su densidad varía con la temperatura y la presión (un presostato no sería suficiente).

Se dispondrá en la subestación un depósito de garrafas de gas para eventuales reposiciones.

## **2.7 Integración con el entorno**

Subestación eléctrica de 220 kV para la red de transporte como apoyo a distribución.

Al instalarse la subestación en una zona industrial y con futuros planes de ampliación, se busca que la subestación se integre con dicho entorno. Por tanto, se construirá en un edificio y el terreno se vallará (es barato y transparente por lo que se integrará mejor). El edificio también servirá para aislar los ruidos y de los campos electromagnéticos que no son apreciables en el exterior de la envolvente. Los ruidos emanan continuamente los transformadores de potencia y las bobinas de reactancia y existen ruidos periódicos producidos por el funcionamiento de interruptores. Se construirán paredes anti-ruidos que pueden llegar a ofrecer una reducción de 8 a 13dB.

El acceso de estas líneas a la subestación a construir, se realizará en aéreo hasta el límite del polígono y, a partir de ese punto, en apoyo de transición a cable soterrado hasta la subestación propiamente dicha. Esta decisión se toma en base a motivos de seguridad, ya que en dicha zona hay capacidad para ampliar el polígono en los alrededores del terreno seleccionado para la subestación y es preferible tener los conductores enterrados, como ocurre en zonas urbanas. Para ello, desde el apoyo se enterrarán en una zanja los cables que pasaran a ser de cobre con aislamiento de polietileno reticulado, XLPE. Este material con dicho aislamiento produce menos pérdidas que otros a considerar y, como se trata de una línea de alta tensión, con otro material que no fuera cobre necesitaría una sección mayor.

El otro factor importante, es el uso del SF<sub>6</sub>, que se trata de un gas que contribuye al efecto invernadero. Se seguirán las medidas de seguridad establecidas en el punto 2.6 de este documento.

Subestación eléctrica de 220 kV para la red de transporte como apoyo a distribución.

# 3. DESCRIPCIÓN DE LAS POSICIONES

## 3.1 Sistemas primarios

### 3.1.1 Esquema unifilar

La subestación dispondrá un total de ocho posiciones:

- 4 posiciones de línea.
- 2 posiciones de transformador.
- 2 posiciones para futura ampliación

Tal y como se ha explicado anteriormente, la subestación abre la línea Puerto Durillo – Cotonal 220 kV y se interconectará con las subestaciones Santa Teresa 220 kV y Polígono Sur 220 kV. Éstas son las cuatro posiciones de línea.

Además, se conectará a dos transformadores de distribución 100 MVA, 220 kV/45 kV (pertenecientes a la empresa distribuidora).

Se dejarán dos posiciones para una futura ampliación de la subestación.

El plano del esquema unifilar es el plano 1 del documento de Planos de este proyecto.

Subestación eléctrica de 220 kV para la red de transporte como apoyo a distribución.

Los elementos necesarios para esta instalación son los siguientes:

<b>Aparamenta</b>	<b>Unidades</b>
Barras	6
Transformador de tensión	24
Seccionadores	102
Interruptor	21
Transformador de intensidad	21

**Tabla 2. Número de elementos necesarios para la instalación**

### **3.1.2 Elección de la aparamenta**

Se elige como fabricante de todos los módulos ABB. A continuación, se describirán y se darán las especificaciones técnicas. Se elige el modelo ELK-14 porque se puede utilizar hasta tensiones de 300kV y hasta 63kA de cortocircuito monofásico, ya que las características eléctricas de la subestación son: tensión nominal 220kV e intensidad de cortocircuito monofásica 35kV como se ha detallado en el apartado 2.3 de este documento.

Subestación eléctrica de 220 kV para la red de transporte como apoyo a distribución.

Tensión nominal	300 kV
Tensión soportada a frecuencia nominal (1min)	460 kV
Tensión soportada a frecuencia nominal en contactos abiertos (1min)	530 kV
Tensión soportada a impulsos tipo rayo	1050 kV
Tensión soportada a impulsos tipo rayo en contactos abiertos	1050+245 kV
Tensión soportada a maniobras	850 kV
Tensión soportada a maniobras en contactos abiertos	850+245 kV
Frecuencia nominal	50 Hz
Intensidad nominal continua	4000 A
Intensidad de cortocircuito monofásica	63 kA
Intensidad soportada a impulso	170 kA

**Tabla 3. Características generales de la subestación GIS**

### 3.1.3 Descripción de los módulos de la subestación

Los módulos individuales corresponden a:

- Módulo de juego de barras principales.
- Módulo de interruptor.
- Módulo de seccionador de barras.
- Módulo de seccionador de línea.
- Módulo de seccionador de puesta a tierra.
- Módulo de transformador de corriente.
- Módulo de transformador de tensión.
- Módulo de transformador de tensión de barras.
- Módulo de descargador de sobretensiones.
- Módulo de prolongación (recto, ángulo).

Subestación eléctrica de 220 kV para la red de transporte como apoyo a distribución.

- Módulo de empalme con cable subterráneo.
- Módulo de empalme con línea aérea.
- Módulo de empalme con máquinas (transformador).

Las envolventes metálicas son de aluminio. Este material disminuye el peso de la instalación y ofrece buena resistencia a la contaminación ambiental y a la reacción del gas cuando se produce un arco eléctrico.

Los distintos módulos llevan en la parte inferior válvulas que permiten el llenado o la extracción del gas.

Todas las envolventes de los distintos módulos se conectan a tierra en ambos extremos.

### **Módulo de juego de barras principales**

Como se trata de una configuración doble barra, existirá doble juego de barras principales. Para permitir futuras ampliaciones de la subestación, se instala un módulo en el último compartimento cerrado en su extremo por aisladores cónicos que permiten acoplar nuevas celdas en un futuro.

### **Módulo de interruptores**

Los interruptores se basan en una envolvente metálica con tres polos, uno por fase. Cada polo consiste en un mecanismo interruptor dentro de una cámara y su envolvente con la estructura que lo sustenta. Los polos están equipados con un sistema

Subestación eléctrica de 220 kV para la red de transporte como apoyo a distribución.

de muelles. Este mecanismo combina las propiedades de un sistema hidráulico con la robustez del sistema de muelles mecánico. Está formado por: un sistema de carga, un sistema de almacenaje de energía a través de una columna de discos de muelles, tres pistones y válvulas de control independientes y interruptores auxiliares e indicadores de posición. Además, viene integrado un sistema hidráulico de control de la energía en un bloque sellado que no precisa tuberías externas.

Se realiza la carga a través de una cámara de aceite a baja presión que es movida por una bomba hasta el lazo del pistón de de energía almacenada en alta presión que empieza a comprimir los discos de muelles. Un micro interruptor para la bomba cuando la columna de discos de muelles se ha cargado completamente.

El cierre de interruptor se realiza con una válvula operada magnéticamente que inicia la operación de cierre y conecta el pistón de energía almacenada en alta presión con el pistón actuador. Ambos lados del pistón actuador está conectados a la cámara a alta presión. Debido a la diferencia de áreas en las dos superficies del pistón actuador, el interruptor se cierra y se mantiene en posición cerrada.

En la operación de apertura, la bobina de disparo opera el cambio sobre la válvula y conecta el pistón actuador a la cámara de baja presión. El interruptor se abre y se mantiene en esa posición debido a la diferencia de presión.

Los interruptores utilizan el principio de autocompresión. Durante la interrupción, un pistón de compresión en la cámara genera la presión de SF<sub>6</sub> necesaria para extinguir el arco entre contactos.

Subestación eléctrica de 220 kV para la red de transporte como apoyo a distribución.

Se han realizado comprobaciones para que cumpla los últimos estándares IEC y ANSI.

Todos los componentes son fácilmente accesibles para su mantenimiento y reparación.

Factor polos	1.3
Intensidad nominal de ruptura	63 kA
Intensidad nominal, valor de pico	135 kA
Tipo	Muelle
Tiempo de apertura nominal	<20 ms
Tiempo de corte nominal	<40ms
Tiempo de cierre nominal	< 55 ms
Tiempo de recierre de interruptor	< 300 ms
Secuencia de operación nominal	O- 0.3s – CO – 1min or CO – 15s - CO
Velocidad rápida de recerrado	monofásica y trifásica

**Tabla 4. Características del interruptor**

### **Módulo de seccionadores**

Para todos lo seccionadores se utilizara el mismo modulo: tanto para los seccionadores de las barras, para los de las líneas o como para los seccionadores de puesta a tierra. El módulo combina, bajo una misma envolvente, la desconexión y la puesta a tierra.

Subestación eléctrica de 220 kV para la red de transporte como apoyo a distribución.

El proceso de apertura se realiza con un contacto movido por un motor eléctrico que se encuentra en una de las fases exteriores y conecta las otras fases con ejes rotatorios.

El proceso de cierre se realiza con un muelle. Después de que se ordene el cierre, el motor eléctrico y los ejes rotatorios comprimirán el muelle de una fase. Cuando llega al estado de carga requerido, automáticamente se liberan hasta que se active de nuevo el cierre.

Capacidad de desconexión de corriente capacitiva	250 mA
Capacidad de desconexión de transferencia de alimentación	1600/20 V/A
Tiempo de apertura/cierre	< 3 s

**Tabla 5. Características del seccionador**

Se han realizado comprobaciones para que cumpla los últimos estándares IEC y ANSI.

### **Módulo de transformadores de medida**

Los transformadores de medida que se utilizarán, están basados en el principio magnético de un transformador donde el primario y el secundario están aislados galvánicamente uno del otro.

Los transformadores de tensión con un polo están conectados a la aparamenta con bridas de conexión estándares y con un separador aislado. El devanado primario se encuentra en el núcleo y el secundario se devanada a su alrededor. Se conectan después Subestación eléctrica de 220 kV para la red de transporte como apoyo a distribución.

a los terminales en una caja externa que contiene un gas aislante. En la tabla 6 se muestran las características de los transformadores de tensión a instalar.

Potencia aparente nominal	100 VA
Clase nomina	0.2%
Potencia térmica nominal	1000 VA
Factor de tensión nominal	1.9/8h
Numero de devanados secundarios	1 ó 2

**Tabla 6. Características de los transformadores de tensión**

Los transformadores de corriente tendrán un primario situado en el núcleo y los secundarios rodearan a este. El soporte del núcleo tiene una carcasa que soporta presiones altas y esta asilada de las bridas para prevenir el retorno de corriente que pasa por los núcleos de los devanados.

### **Módulo de empalme y prolongación**

Unen las celdas de la subestación GIS con equipos externos. En este caso, con el transformador de potencia y los cables subterráneos procedentes de las líneas aéreas. ABB posee un amplio catálogo de elementos que varían en su forma para adaptarse mejor al diseño de cada subestación.

### **3.1.4 Conexión de compartimentos**

Los compartimentos se separaran de modo que se evite la pérdida de hexafluoruro de azufre en el caso de existir una fuga. Se conectan entre sí utilizando

Subestación eléctrica de 220 kV para la red de transporte como apoyo a distribución.

bridas selladas y atornilladas. Entre compartimentos se utilizan aisladores cónicos de resina que, a la vez que soportan las barras conductoras, ofrecen una barrera estanca al gas SF<sub>6</sub>. Se evita así la contaminación del gas en toda la subestación en los casos de apertura de interruptores sobre faltas y, también, la propagación de una falta al resto de la subestación.

Para compensar las dilataciones térmicas y las tolerancias de montaje se disponen entre los distintos módulos, en especial los correspondientes a prolongaciones, de juntas de dilatación del tipo fuelle que permiten dichas expansiones y evitan el escape del gas.

El módulo de interruptores, debido a su importancia, se separará en un compartimento único. Si hubiese una avería, es rápidamente sustituido.

Asimismo, el módulo de los seccionadores de las barras se separará, para que, en el caso de que exista una fuga en uno de ellos, la subestación pueda seguir funcionando a través de la otra barra.

El módulo de los transformadores de tensión puede dañarse con los ensayos que se realizan post-instalación a mayor tensión que la nominal, por lo que se separará en su propio compartimento para poder desinstalarlo durante dichas pruebas.

El resto de módulos se separan en compartimentos evitando los módulos anteriores.

Todo esto se representa en el plano 2 del Documento: Planos.

Subestación eléctrica de 220 kV para la red de transporte como apoyo a distribución.

### **3.1.5 Obra civil**

Según la instrucción técnica complementaria MIE-RAT-15 las instalaciones eléctricas de van dispuestas en parques convenientemente vallados en su totalidad, tal y como se ha explicado en el apartado 2.7 de este documento. La valla será de altura mínima 2,2 m. Como las zonas en tensión se encuentran en edificio, no se necesita más altura que la mínima. Se dispondrán señales de advertencia de peligro por alta tensión en cada una de sus orientaciones, con objeto de advertir sobre el peligro de acceso al recinto a las personas ajenas al servicio.

Las puertas de acceso al recinto serán abatibles y abrirán siempre hacia el exterior del recinto según lo dispuesto en la instrucción técnica complementaria MIE-RAT-14. Cuando estas puertas abran sobre caminos públicos, se podrán abatir sobre el muro exterior de fachada.

El terreno se explanará en varios planos para evitar la emanación de polvo. Se realizará una compactación de suelos para aumentar su resistencia y disminuir la compresibilidad de los mismos. Deberá rellenarse con grava con una humedad adecuada para que no forme lodo. Se comprobará su valor con la prueba **Porter** (para materiales granulares: determinará el peso volumétrico seco máximo que puede alcanzar un material, su humedad óptima y la calidad del suelo en cuanto a valor soporte). Durante el proceso de compactación se rellenará y compactará la excavación en capas con un espesor de 20 cm utilizando un pisón mecánico, neumático o de combustión, y de mano. Se deberá retirar antes de la compactación toda la materia **orgánica existente en el terreno: ramas, raíces, hojas, pasto...**

Subestación eléctrica de 220 kV para la red de transporte como apoyo a distribución.

Se realizarán una serie de viales de acceso añadiendo hormigón cuando sea necesario. Se construirán aceras con bordillo de hormigón prefabricado y con loseta de cemento.

Se instalarán los tubos de drenaje necesarios para evitar un afluente masivo y evacuar las aguas de la lluvia. Los canales y conductos de cables llevarán disposiciones de drenaje. Las conducciones y depósitos de almacenamiento de agua se instalarán suficientemente alejados de los elementos en tensión de tal forma que su rotura no pueda provocar averías en las instalaciones eléctricas. A estos efectos, se dispondrán las conducciones principales de agua en un plano inferior a las canalizaciones de energía eléctrica. Igualmente, la red general de alcantarillado, si existe, deberá estar situada en un plano inferior al de las instalaciones eléctricas subterráneas.

El terreno se dividirá de forma que la empresa distribuidora pueda hacer uso de éste, al tratarse de un terreno de gran tamaño. Dicha empresa comprará la parte proporcional a 24.100 m<sup>2</sup>. De este modo, podrán construir una nave con los transformadores al lado de la subestación proyectada en este documento. Esto aparece representado en el plano 5 del documento de Planos incluido en este proyecto.

### **3.1.6 Edificio**

El edificio de la subestación será de 12.25 x 67.75 m<sup>2</sup>. Está formado por dos plantas: planta baja y subsuelo.

La planta baja se divide en las siguientes salas comunicadas a través de un pasillo:

Subestación eléctrica de 220 kV para la red de transporte como apoyo a distribución.

- Sala de la aparamenta: En ésta se alberga la propia GIS con un pasillo de 2,5 m entre sus cuadros de comando, control, protección y medida, espacio suficiente para la realización de los mantenimientos necesarios. Su superficie útil será 12.25x30 m<sup>2</sup>. Poseerá dos accesos peatonales una por la parte frontal del edificio y otra en la parte trasera, por seguridad. Además, tendrá un acceso de grandes dimensiones para la instalación de la aparamenta. La pared donde se ubica esta puerta permitirá el movimiento de equipos de montaje y la entrada del vehículo que transporte los módulos. Esta sala será más grande de lo previsto y su pared final permitirá ampliaciones futuras para no tener que modificar el edificio, una vez que la subestación esté funcionando.
- Sala de control: En ella se instalará un falso suelo técnico para facilitar el cableado y se ubicarán todos los armarios de protección, medida, control, etc. Sus dimensiones son 5.75 x 6.5 m<sup>2</sup>.
- Sala de comunicaciones: Su tamaño será de 8 x 8 m<sup>2</sup> y se instalarán los armarios de telecontrol.
- Sala de servicios auxiliares: Se albergan el grupo electrógeno con su depósito de carburante y todos los transformadores y baterías descritos en el apartado 3.2.1 de este documento.
- Oficina: De tamaño 5 x 8 m<sup>2</sup>
- Aseos: De dimensiones 3 x 3,5 m<sup>2</sup>

La planta baja, como alberga la GIS (altura máxima 3720m) y debe tener espacio para el puente grúa, tendrá una altura de 7440m, ya que cuando se eleve la Subestación eléctrica de 220 kV para la red de transporte como apoyo a distribución.

aparamenta deberá tener espacio para reemplazarse sin obstáculos. Esto aparece representado en el plano 7 del Documento: Planos.

En el subsuelo se ubica la entrada de los cables de alta tensión provenientes de la línea y sobre su techo unas bandejas portacables de baja tensión que conectan los distintos módulos con sus cuadros (de comando, control, protección y medida) y equipos auxiliares. Las canalizaciones se realizarán según lo establecido en MIE-RAT-05. Esta planta tendrá una altura de 2,5 m con ventilación natural.

Según la instrucción complementaria MIE-RAT 14, todos los lugares de paso deben estar dispuestos de forma que su tránsito sea cómodo y seguro y no se vea impedido por la apertura de puertas o ventanas o por la presencia de objetos que puedan suponer riesgos o que dificulten la salida en casos de emergencia. El edificio principal donde se alberga la aparamenta dispondrá de una puerta de salida, de tal forma que su acceso sea lo más corto y directo posible. Existirá una puerta destinada al paso de piezas de grandes dimensiones para poder realizar la instalación de las piezas de la subestación.

En cuanto al montaje de los compartimentos de la subestación, se instalará un puente grúa y se conservará para futuras ampliaciones o mantenimientos. Se dispondrá al doble de altura que el punto más alto de los compartimentos, de forma que nunca se tengan que desmontar partes innecesarias para completar su recorrido.

El acceso a pie a la subestación se realizará a través de una puerta situada en la parte frontal. Se construirán aceras a base de solera de hormigón y baldosas de cemento que rodeen el edificio donde se albergará la subestación y el perímetro del terreno.

Subestación eléctrica de 220 kV para la red de transporte como apoyo a distribución.

La planta del edificio aparece representada en el plano 6 del documento Planos de este proyecto.

### **3.1.7 Red de tierras**

Cumpliendo lo establecido en la instrucción técnica complementaria MI-RAT 13, la instalación deberá disponer de una protección o instalación de tierra diseñada en forma tal que, en cualquier punto normalmente accesible del interior o exterior de la misma donde las personas puedan circular o permanecer, estas queden sometidas como máximo a las tensiones de paso y contacto (durante cualquier defecto en la instalación eléctrica o en la red unida a ella) admisibles. La red de tierras derivará a tierra las corrientes de defecto que puedan producirse y servirá como potencial de referencia para toda la instalación.

El terreno donde se instalará la subestación se considera mioceno inferior con composición de calizas, margas y yeso. Su **resistividad es 200  $\Omega$ -m**. Tal y como se justifica en el anexo Cálculos, el electrodo de tierra será una malla que medirá 150x100 m<sup>2</sup> y estará enterrada a 0.8 metros de la superficie. La cuadrícula será de lado 0.81 m para que las tensiones de paso y contacto sean menores que las admisibles.

Los conductores de puesta a tierra se instalarán procurando que su recorrido sea lo más corto posible, evitando trazados tortuosos y curvas de poco radio.

Se pondrán a tierra todas aquellas partes metálicas que no estén en tensión normalmente pero que puedan estarlo a consecuencia de averías, accidentes, descargas atmosféricas o sobretensiones.

Subestación eléctrica de 220 kV para la red de transporte como apoyo a distribución.

Los conductores serán de acero de sección 240 mm<sup>2</sup> (sección normalizada según la norma IEC 60228).

### **3.1.8 Acceso de las líneas**

Cerca del terreno concurre una línea aérea 220kV, línea Puerto Durillo – Cotonal. Esto aparece representado en el plano 4 del documento Planos. Esta línea se abrirá y se construirán dos líneas de 220kV nuevas, tal y como se ha explicado anteriormente. Como la zona donde se construirá la subestación es industrial y, además, se espera una ampliación de la misma, la línea irá subterránea hasta la subestación. El paso de aéreo a subterráneo se realizará con terminales exteriores y su correspondientes autoválvulas dispuestas en el apoyo más próximo al terreno. Dicho apoyo es de tipo bandera.

El cable a utilizar será unipolar con aislamiento de polietileno reticulado (XLPE) y se tenderá en una zanja con los cables bajo tipo en una matriz de hormigón para que soporte el paso de vehículos. La zona de alrededor de los cables se rellenará de hormigón (aproximadamente un 100 mm de hormigón) y se realizará una compactación del suelo encima (aproximadamente 1 m) con una cinta de aviso de peligro a 150 mm de la acera o tierra. Por tanto, se enterrarán a más de 2m de la acera o tierra. El ancho de la zanja será de 2 m de forma que se puedan añadir tres tubos de reserva. Desde la base de la zanja hasta el primer cable existirá una distancia mínima de 100 mm. Se instalarán separadores cada 1 m. Esto aparece representado en el plano 9 del documento Planos.

Una vez en el terreno de la subestación, para la correcta entrada se ha dispuesto de una galería. Por tanto, se cumplirán los radios de curvatura de los Subestación eléctrica de 220 kV para la red de transporte como apoyo a distribución.

conductores subterráneos. Después, se conectará el cable se conectará con el módulo de terminal GIS correspondiente.

## **3.2 Sistemas secundarios**

### **3.2.1 Sistemas auxiliares**

Los servicios auxiliares alimentarán, necesariamente, dos sistemas de tensión: alterna (400/230 V) y continua (125 Vcc y 48 Vcc).

Se instalará un grupo electrógeno de emergencia 250 kVA cuyo fabricante será Perkins con su correspondiente depósito de carburante.

Se instalarán dos transformadores de 250kVA desde bornes de la empresa distribuidora en MT. Estas alimentaciones llegarán al Cuadro General de Servicios Auxiliares de Corriente Alterna desde donde se alimentarán, principalmente:

- Los cargadores de dos baterías de corriente continua de 125 Vcc
- Los cargadores de dos baterías de corriente continua de 48 Vcc
- Los circuitos de iluminación y fuerza
- Las instalaciones auxiliares de la subestación
- Dos equipos rectificador-batería de 125 Vcc (uno por batería)
- Dos equipos rectificador-batería de 48 Vcc (uno por batería)

Todas las baterías serán de Níquel – Cadmio. Tendrán, cada una independientemente, la capacidad necesaria para dar respaldo íntegro al sistema de

Subestación eléctrica de 220 kV para la red de transporte como apoyo a distribución.

corriente continua que alimentan estando fuera de servicio o en mantenimiento la otra batería.

El sistema de corriente continua de 125 Vcc alimentará, principalmente:

- Los relés de protección
- El alumbrado de emergencia
- El circuito de fuerza en corriente continua

El sistema de corriente continua de 48Vcc dará alimentación, esencialmente, los circuitos de comunicación y telecontrol.

### **3.2.2 Sistemas de control, protecciones, medida y telecontrol**

Se instalarán los cuadros de ABB modelo REC670 para control remoto y local. Se puede integrar a la subestación según IEC 61850.

El control local se basa en un contacto lógico combinado con un panel sinóptico de control. Una interfaz programa paralela proporciona la información para el control remoto. Este control local se puede instalar optimizando el espacio integrado en la subestación GIS, en frente de cada alimentación. Esto ahorra la monitorización de todo el equipo local de control.

El control vigila los cortocircuitos, la densidad del gas, la posición del indicador y monitoriza las operaciones del sistema. Este control local será el nivel cero de control.

Subestación eléctrica de 220 kV para la red de transporte como apoyo a distribución.

El nivel cero se cableará de forma que esté comunicado con el nivel uno a través de cables de fibra óptica. El nivel uno estará formado por armarios donde se dispondrá del hueco para instalar las protecciones principales y las secundarias para asegurar la fiabilidad de la subestación, pudiendo ser estas del mismo tipo y mismo fabricante o distinto tipo y fabricante. Se valorará según el tipo de protección que se requiera.

Este armario, también, estará comunicado a través de cable de fibra óptica con el nivel dos: sala de control de la propia subestación. A su vez, estará cableado con el nivel tres, siendo este el despacho de REE.

### **3.2.3 Sistemas contra incendios**

Según lo establecido en el MIE-RAT 14, se instalará como mínimo un extintor 89 b. Se colocará en el exterior de la instalación para facilitar su accesibilidad pero a una distancia inferior a 15 m.

### **3.2.4 Sistema anti intrusismo**

Como sólo se permite el paso al personal autorizado se dispondrá de un sistema anti intrusismo.

Subestación eléctrica de 220 kV para la red de transporte como apoyo a distribución.

# CAPÍTULO 2: CÁLCULOS

Subestación eléctrica de 220 kV para la red de transporte como apoyo a distribución.

***Memoria descriptiva***

## ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	37
2. RED DE TIERRAS.....	38

Subestación eléctrica de 220 kV para la red de transporte como apoyo a distribución.

***Memoria descriptiva***

# 1. INTRODUCCIÓN

En el capítulo 2 de este documento se justificarán los cálculos necesarios para la elección del conductor de la red de tierras y su longitud, además de la no utilización de picas.

Subestación eléctrica de 220 kV para la red de transporte como apoyo a distribución.

***Memoria descriptiva***

## 2. RED DE TIERRAS

Según el artículo MIE-RAT ITC 13, se tendrán en cuenta los valores máximos de tensión de paso y de contacto admisibles.

El terreno donde se instalará la subestación se considera mioceno inferior con composición de calizas, margas y yeso. Su **resistividad es 200  $\Omega$ -m**.

Se considerará como datos el tiempo de despeje de la falta: 0,9s, la intensidad monofásica: 35kA y profundidad a la que se entierra el electrodo: 0.8m.

Aplicando las fórmulas de MIE-RAT ITC 13, para la tensión de paso y contacto máximas admisibles:

Tensión de paso máxima admisible:

$$VP = \frac{10K}{t^n} \left( 1 + \frac{6\rho_s}{1000} \right) (V) \quad (1)$$

Tensión de contacto máxima admisible

$$Vc = \frac{K}{t^n} \left( 1 + \frac{1,5\rho_s}{1000} \right) (V) \quad (2)$$

Subestación eléctrica de 220 kV para la red de transporte como apoyo a distribución.

Siendo:

- $\rho_s$ : la resistencia de la capa superficial, en este caso, 200  $\Omega$ -m
- t: el tiempo de despeje de la falta (0,9s)
- K y n: K=72 y n=1, ya que t no supera 0,9s

Sustituyendo en las ecuaciones, se obtiene:  $V_p=1760$  V y  $V_c=104$  V.

La sección mínima del conductor vendrá dada por la siguiente fórmula:

$$\boxed{Sección = \frac{I_{cc}(A)}{160(A/mm^2)}} \quad (3)$$

De donde se obtiene  $S=218.75$  mm<sup>2</sup>, cuya sección normaliza es  $S=240$  mm<sup>2</sup> según la norma IEC 60228.

Se utilizará una malla de 150x100 m<sup>2</sup> que cubre el área de la subestación, incluidos los accesos a la misma.

Para calcular las tensiones de la malla se utilizarán las siguientes fórmulas:

$$\boxed{V_{p1} = 0,366 \cdot \rho_1 \cdot i \cdot \log\left(\frac{(D/2)^2 + h^2}{h^2}\right)} \quad (4)$$

$$\boxed{i = \frac{I_{cc}(A)}{L(\text{total conductores}, m) + L'(\text{longitud de las picas}, m)}}$$

Subestación eléctrica de 220 kV para la red de transporte como apoyo a distribución.

$$V_{c_1} = 0,366 \cdot \rho_1 \cdot i \cdot \log \left( \frac{(D^2 + 4 \cdot h^2)^{3/2}}{16 \cdot d \cdot h \cdot D} \right) \quad (6)$$

$$d(\text{diámetro conductor}) = 2 \sqrt{\frac{\text{Sección}}{\pi}} \quad (7)$$

Siendo:

$\rho_1$ : la resistividad del primer suelo (200  $\Omega$ -m)

h: la altura a la que se entierra el electrodo (0.8 m)

D: el lado de la cuadrícula de la malla (0.81 m)

Se obtienen los siguientes valores:

$$i = 0,94 \text{ A/m}$$

$$d = 0,0175 \text{ m}$$

$$V_{p1} = 6,81 \text{ V}$$

$$V_{c1} = 103,25 \text{ V}$$

Estas dos últimas tensiones son menores que las admisibles, por lo que se comprueba que el electrodo está correctamente diseñado.

El total del cable a utilizar es: 37287,04 m.

Subestación eléctrica de 220 kV para la red de transporte como apoyo a distribución.

La resistencia de puesta a tierra se calcula con la siguiente fórmula:

$$R_{pat} = \frac{\rho}{4r} + \frac{\rho}{L} + \frac{\rho}{l'} \quad (8)$$

Siendo:

r: radio (m) de un círculo de la misma superficie que el área cubierta por la malla

$$r = \sqrt{\frac{Area}{\pi}}$$

(9)

**L y l'**: longitudes de las picas y conductores usados como red de tierras

**$\rho$** : resistividad del terreno donde está enterrado el electrodo (200  $\Omega$ -m)

En este caso:

- r=69,10 m

- Area=15000,00 m<sup>2</sup>

De donde se obtiene que Rpat vale 0.73  $\Omega$ .

Subestación eléctrica de 220 kV para la red de transporte como apoyo a distribución.

**Memoria descriptiva**

# **CAPÍTULO 3: ESTUDIO ECONÓMICO**

Subestación eléctrica de 220 kV para la red de transporte como apoyo a distribución.

***Memoria descriptiva***

## ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	45
2. RENTABILIDAD DE LA SUBESTACIÓN.....	46

Subestación eléctrica de 220 kV para la red de transporte como apoyo a distribución.

***Memoria descriptiva***

# 1. INTRODUCCIÓN

En este capítulo se estudiará la rentabilidad del proyecto, ya que el capital es de origen privado (REE) y es necesario obtener beneficios.

Este estudio otorgará una visión sobre la rentabilidad, tanto como en la construcción, como en el mantenimiento de la subestación diseñada en los capítulos anteriores.

## 2. RENTABILIDAD DE LA SUBESTACIÓN

Para la construcción de la subestación se debe realizar una inversión inicial. Para calcular dicha inversión se debe conocer todos los costes relacionados con el terreno, obra civil, equipos, etc. Todo esto se detalla en el documento 4: Presupuesto de este proyecto. La suma asciende a 12.425.090,22 €.

La empresa privada recibirá del Estado una subvención en función del número de MVA instalados y de las posiciones de reserva que posea para una futura ampliación (en este caso un 51,5%). Esto aparece en el B.O.E del 25 de febrero de 2011. Las siguientes tablas representa lo que se dispone y los ingresos recibidos por estos:

<b>Resumen</b>	<b>Ingresos Unitarios</b>	<b>Unidades</b>
Posición 220 kV, configuración doble barra	2.013.975,00	€/posición
Posición de reserva 220 kV	474.594,645	€/posición

<b>Resumen</b>	<b>Mediciones</b>	<b>Unidades</b>
Posición 220 kV, configuración doble barra	6	Posiciones
Posición de reserva 220 kV	2	Posiciones

Subestación eléctrica de 220 kV para la red de transporte como apoyo a distribución.

**Memoria descriptiva**

<b>Resumen</b>	<b>Sumas parciales</b>	<b>Unidades</b>
Posición 220 kV, configuración doble barra	12.083.850,00	€
Posición de reserva 220 kV	949.189,29	€

Por tanto, la empresa transportadora obtendrá con el desarrollo del proyecto unos ingresos de 13.033.039,29 €, lo que suponen 607.949,07 € de beneficios.

Con esto se obtiene la rentabilidad de la construcción de la subestación:

$$Rentabilidad_{construcción} = \frac{\text{Margen neto}}{\text{Inversión}} * 100 = \frac{607.949,07}{12.425.090,25} * 100 = 4,89 \% \quad (1)$$

Por otro lado, lo que se recibe del Estado para el coste de operación y **mantenimiento de la subestación es: 344.368,00 €/año** y se considera que su vida útil superará los 50 años.

Con este estudio se puede concluir que la construcción de la subestación es rentable para la empresa en un 4,89%.

Subestación eléctrica de 220 kV para la red de transporte como apoyo a distribución.

Subestación eléctrica de 220 kV para la red de transporte como apoyo a distribución.

***Memoria descriptiva***

# CAPÍTULO 4: ANEJOS

Subestación eléctrica de 220 kV para la red de transporte como apoyo a distribución.

***Memoria descriptiva***

## ÍNDICE

1. CATÁLOGOS.....	51
-------------------	----

# 1. CATÁLOGOS

## Continuous improvements from the early stage till now GIS ELK-14

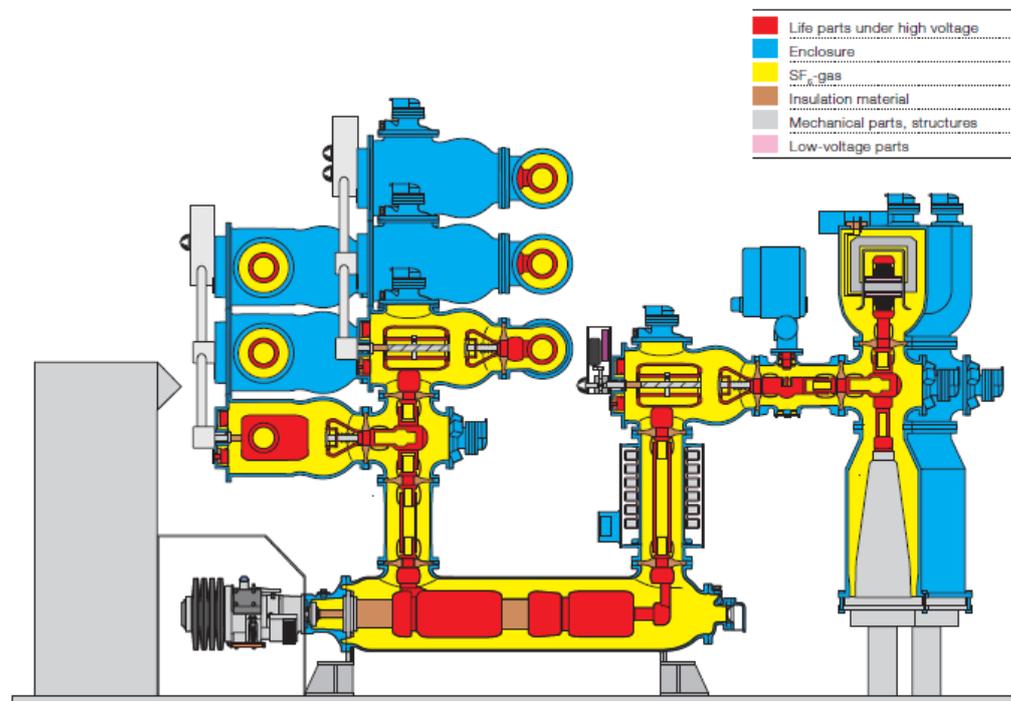
In the early stage of gas-insulated switchgear (GIS) in this voltage level, ABB introduced one of the world's first 245 kV GIS ELK-1 in 1969. The low centre of gravity using a horizontal single-break puffer circuit-breaker, optimal characteristics in seismic areas could be achieved. Meanwhile the circuit-breaker with one to four interrupting chambers is implemented in different applications up to 1100 kV and 80 kA. Over the years, ABB was continuously faced with changing market demands and further steps in technology. Together with continuous requests in more compact products due to increasing costs for land in megacities.

Thus, ABB introduced a successor product for ELK-1 called ELK-14 in 1993, applying latest perceptions in GIS technology and service experiences, together with adaptations of the product to the increasing demands of latest IEC standards, the most compact GIS with horizontal arrangement of the circuit-breaker could be created for voltage range up to 300 kV and short-circuit ratings up to 63 kA. Changing standards and

further market development towards higher competitiveness result in a standardisation process to minimize complex installation variants. Any different switching variants can be simply and transparently realised from tried and tested standard modules.

During the latest improvements of ABB's ELK-14, a great deal of emphasis was placed on excellent accessibility of all items of equipment requiring operator attention in spite of the compact design and space-saving arrangement. The installation can therefore be readily accommodated in smaller buildings.

A Product Certificate for the entire product ELK-14 signed by independent authority assures: Conformity of all type-tests with standards, conformity with the design and construction, conformity of routine testing and conformity of all internal manufacturing processes according the certified quality management system.



4 GIS ELK-14 | ABB

Subestación eléctrica de 220 kV para la red de transporte como apoyo a distribución.

**Memoria descriptiva**





1 Circuit-breaker | 2 Disconnectors/earthing switches | 3 Voltage transformer and fast-acting earthing switch | 4 Connecting elements |  
5 Control & protection

ABB | GIS ELK-14 7

Subestación eléctrica de 220 kV para la red de transporte como apoyo a distribución.

***Memoria descriptiva***

## ABB high-voltage circuit-breaker

### For solid, improved performance and less maintenance

#### The circuit-breaker

Over the years, the circuit-breaker, using SF<sub>6</sub>-gas for insulation and arc-quenching purposes, has been continuously developed and improved. Extensive operating experiences as well as continuous research and development activities are the basis when anticipating future market requirements.

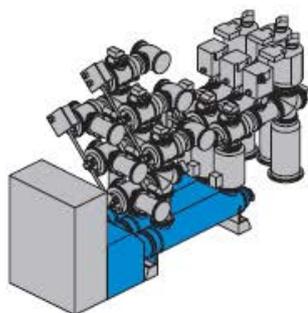
#### Features

- Reliable making and breaking capacity for heavy load and short-circuit currents
- Easy access to active parts for inspection and overhaul
- Low noise level
- Separate contact system for continuous current and current interruption
- High dielectric withstand in open and closed position
- Single-phase auto-reclosing
- Compact spring operating mechanism
- Continuous self-supervision of energy transmission system
- Type tested according latest IEC and ANSI standards
- Maintenance-free design

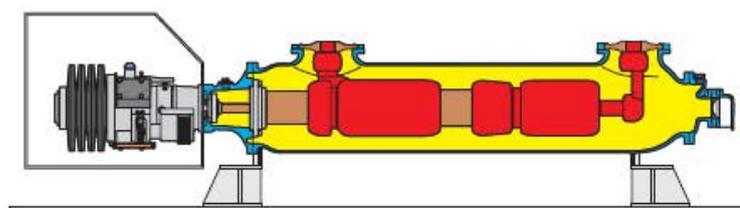
#### Breaker Design

Each circuit-breaker in the ELK-14 GIS comprises three single-phase metal-enclosed breaker poles. Each pole consists of the operating mechanism, the interrupter column with one interrupting chamber and the enclosure with the basic support structure. In case of an overhaul, the interrupter column can easily be removed from the enclosure.

The circuit-breaker is a single-pressure type and works on the latest arc-quenching technology. During an interruption, a compression piston in the chamber generates the SF<sub>6</sub>-gas pressure required to extinguish the arc between the contacts.



8 GIS ELK-14 | ABB



Circuit-breaker with operating mechanism

Subestación eléctrica de 220 kV para la red de transporte como apoyo a distribución.

**Memoria descriptiva**



Circuit-breaker with operating mechanism

#### Circuit-breaker operating mechanism

Each pole of the circuit-breaker is equipped with a spring operating mechanism. The mechanism combines the non-wearing properties of a hydraulic system with the robustness of mechanical spring operating mechanisms. Spring operating mechanisms are used for ABB's entire GIS portfolio, from 72.5 kV to 1'100 kV and for various other applications in AIS, PASS and DTB. ABB has supplied more than 65,000 spring operating mechanisms of this type.

The components of the operating mechanism

- Charging system
- Energy storage with disk spring stack
- Three independent actuator pistons and control valves
- Auxiliary switches and position indicators

A hydraulic energy control system is integrated within a compact, sealed block that does not require any external piping. All components are easily accessible for maintenance and repair.

#### Charging

A pump moves oil from the low-pressure oil reservoir to the high-pressure side of the energy storage piston and compresses the disk spring stack. A micro switch stops the pump when the disk spring stack is fully charged.

#### Close operation

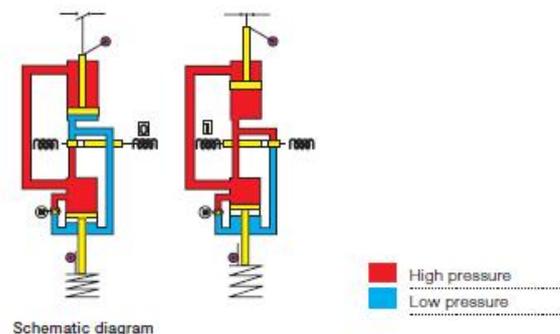
A magnetically operated change-over valve initiates the close operation and connects the high pressure side of the energy-storage piston to the actuator piston. Both sides of the actuator piston are connected to the high-pressure reservoir. Due to the different areas of both surfaces of the actuator piston, the circuit-breaker closes and is retained in a closed position.

#### Open operation

The trip coil operates the change over valve and connects the actuator piston to the low pressure reservoir. The circuit-breaker opens and is retained in an open position by the pressure difference.



Spring operating mechanism



Subestación eléctrica de 220 kV para la red de transporte como apoyo a distribución.

**Memoria descriptiva**

## Disconnectors and earthing switches

### Safe and reliable due to proven and tested technology

#### The disconnector/earthing switch

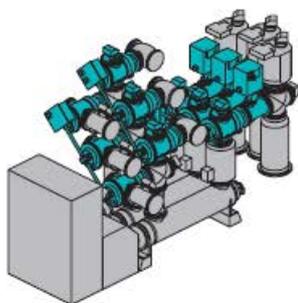
The disconnector/earthing switch combines two functions – a disconnector and a maintenance earthing switch – in one common enclosure, sharing one common operating mechanism.

The disconnector/earthing switch is based on a modular design. It has identical active parts for all variants and incorporates an insulating gap for the disconnector and one for the earthing switch. Variable arrangement of the active parts allows up to eight different configurations. This ensures the highest degree of flexibility with the lowest number of different parts.

The operating mechanism is of modular design. The modular design enables rapid replacement of complete modules, thus ensuring greater service friendliness and excellent access for maintenance and repair.

#### Features

- Reliable SF<sub>6</sub>-gas insulation across the isolation distance
- Reliable switching capacity for small capacitive currents and bus-transfer currents
- High capacity for carrying rated and short-circuit currents
- Space-saving combination of disconnector and earthing switch
- Mechanical interlocking between disconnector and earthing switch
- Insulated earth connection allows measurements without opening gas compartment
- Manual operation by hand crank possible
- Reliable 3-pole operating mechanism
- One drive only for both functions
- Location of drive unit outside SF<sub>6</sub>-gas compartment
- Separated mechanically coupled position indicator for each function
- Viewing port for checking position and condition of contacts
- Fully type-tested for conformity to latest IEC and ANSI standards



10 GIS ELK-14 | ABB

#### The fast-acting earthing switch

The fast-acting earthing switch is used to earth insulated sections of the installation to protect personnel during overhaul and assembly work. But it is also employed for earthing capacitance (cables, transmission lines, etc.). The earthing switch can be mounted at any position by using a linear connection element, thus ensuring the greatest flexibility in switchgear layout.

The controlled "Open"-operation results from a slow linear contact motion directly driven by an electric motor, which is located in one of the outer phases and connects the other phases by rotating shafts. This enables optimal switching movement during contact opening.

The fast "Close"-operation is spring-actuated. After a closing command, the electric motor and the rotating shafts will compress the spring of a phase. After reaching the required state of charge, they are automatically released until the next closing command is activated.

#### Features

- Reliable earthing of main circuit
- High short-circuit current carrying capacity in closed position
- High short-circuit current making capability
- Insulated operating mechanism
- Capable of switching induced capacitive and inductive currents
- Fast linear contact motion by spring-loaded drive for "Close"-operation
- Manual operation by hand crank possible
- Location of drive unit outside the SF<sub>6</sub>-gas
- Position indicator mechanically coupled to the moving contact
- Viewing ports for checking position and condition of contacts
- Safety elements such as padlocks can be provided
- Fully type-tested for conformity to latest IEC and ANSI standards

Subestación eléctrica de 220 kV para la red de transporte como apoyo a distribución.

**Memoria descriptiva**



Disconnector/earthing switch

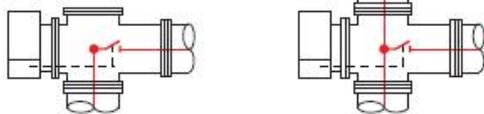


Fast-acting earthing switch

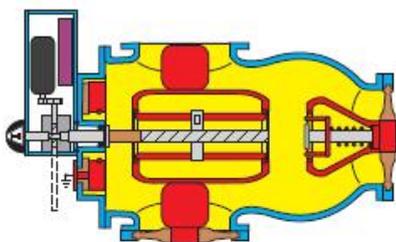
Disconnector/earthing switch



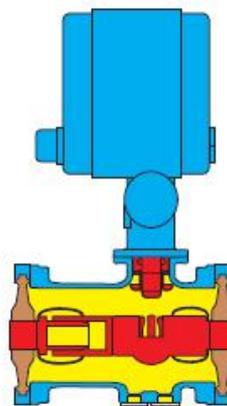
Disconnector only



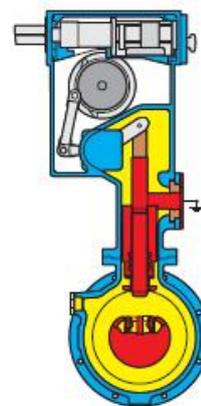
Earthing switch only



Disconnector/earthing switch



Fast-acting earthing switch



Subestación eléctrica de 220 kV para la red de transporte como apoyo a distribución.

**Memoria descriptiva**

## Voltage and current transformers

### Maximum safety, practicality and high reliability

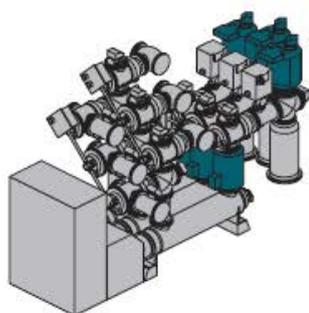
#### The voltage transformer

Used for system protection or revenue metering, ABB's powerful transformers offer years of trouble-free service. Even for heavy-duty applications. They are based on the electro-magnetic transformer principle, where primary and secondary windings are galvanically separated from one another.

The single-pole inductive voltage transformers are connected to the switchgear with a standardised connecting flange and a partition insulator. The primary winding is wound on top of the core and the secondary windings. The latter are connected to the terminals in the external terminal box through a gas-tight multiple bushing.

#### Features

- Utilisation of SF<sub>6</sub>-gas as insulating medium, together with plastic foil in the windings
- High secondary output and accuracy
- Ratio and number of secondary windings according to actual GIS plant requirements
- Effective damping of very fast transients, transmitted to the secondary side
- Rectangular type core of low loss magnetic sheets
- No ferroresonance possible in absence of circuit-breaker grading capacitors
- Horizontal or vertical mounting possible
- Separate gas volume with density monitoring
- Over-pressure relief device provided
- Secondary fuses on request
- Maintenance-free



12 GIS ELK-14 | ABB

#### The current transformer

The ring core current transformers concentrically enclose the primary conductor. The core support is provided by the pressure-proof enclosure, which is insulated from the basic flange to prevent the return current from passing through the cores.

#### Features

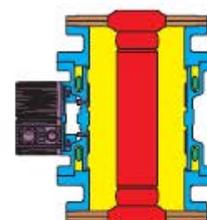
- Simple ring-core type windings integrated in the main current path
- SF<sub>6</sub>-gas as main insulation according to ABB's well-proved GIS technique
- Secondary windings on ring-cores, located outside of the SF<sub>6</sub>-gas compartment and mechanically protected
- Efficient damping of the very fast transients transmitted to the secondary side
- Any accuracy class defined by international standards is possible
- Maintenance-free

#### The non-conventional instrument transformer (NCIT)

NCITs replace the conventional voltage and current transformers. The NCIT uses two redundant Rogowski Coils to measure the current value. The primary voltage is measured by a capacitive voltage divider composed of two cylindrical electrodes, the conductor and the enclosure. The measured values are digitally processed by the "Secondary Converters" and sent to the "Merging Unit". From there the data is routed through a standardized, optical connection to the protection, measurement and control devices.

#### Features

- High bandwidth, high accuracy and linearity, high reliability
- SF<sub>6</sub> insulated unit with excellent long term stability and long service life
- No saturation or ferroresonance effects
- Standardised digital interfaces according to IEC 61850-9-2
- Configurable voltage and current ratings (for protection, control and measurement applications and energy metering)
- Integrated self supervision
- Maintenance-free



Subestación eléctrica de 220 kV para la red de transporte como apoyo a distribución.

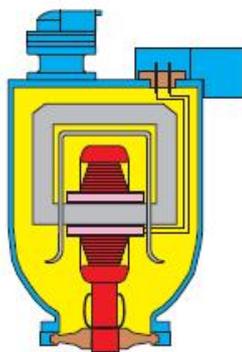
**Memoria descriptiva**



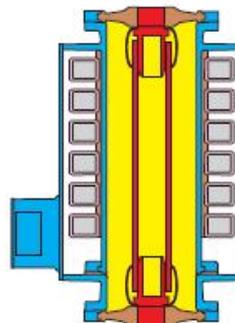
Voltage transformers



Current transformers



Voltage transformer



Current transformer

Subestación eléctrica de 220 kV para la red de transporte como apoyo a distribución.

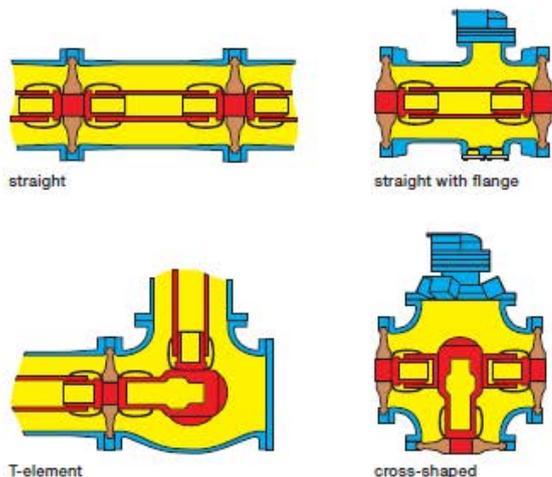
***Memoria descriptiva***

## Terminals and connecting elements ELK-14 – a system with unique adaptability

### The connecting elements

Switching systems need to be as varied as the purposes for which they are intended. That is why ABB supplies connecting elements in all shapes and sizes: cross-shaped and T-elements, as well as simple straight sections, are the links that join up individual GIS components.

Compensators of various types allow for heat expansion, vibrations during operation and tolerances in the lengths of specific components. Moreover, lateral dismantling units guarantee hassle-free assembly and dismantling.



### The terminal connections

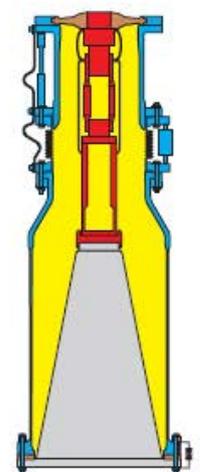
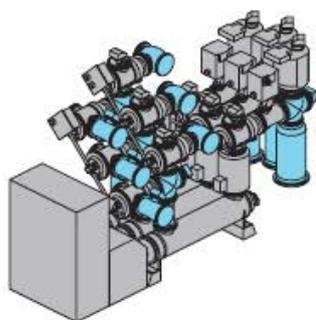
ABB's GIS range includes the connecting elements for peripherals such as the SF<sub>6</sub>-air bushings, the enclosures for the cable terminations and the enclosures for the transformer terminals.

### The transformer termination

The transformer connection enables transformers to be connected directly to the switchgear using bellows.

#### Features

- Effective compensation of vibrations
- Connection between the SF<sub>6</sub> switchgear and the transformer
- Isolation of the SF<sub>6</sub> switchgear from the transformer for testing possible
- Interface according IEC 61639
- Maintenance-free



Transformer connection



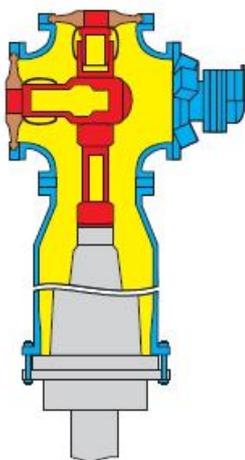
Cable connection

#### The cable termination

Cable connections, which are part of the cable manufacturer's scope of supply, consist typically of an epoxy resin barrier insulator and can be either of dry type or of fluid-filled type.

#### Features

- Interface according IEC 62271-209
- The GIS and the high-voltage cable can be galvanically separated and the high-voltage tests can be carried out independently
- Removable link easily accessible
- Flange available to attach a test bushing
- Easy mounting of the cable at any rotation angle
- Maintenance-free



Cable connection

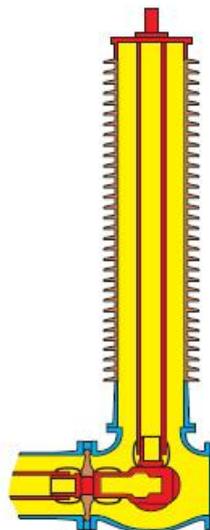
SF<sub>6</sub>-air bushing

#### The SF<sub>6</sub>-air bushing

The SF<sub>6</sub>-air bushings are available in two different versions: with classical porcelain insulators or in the standard version, with fibre-reinforced resin insulators with silicon sheds.

#### Features

- High creepage current resistivity
- Self-cleaning silicon sheds
- Single pressure SF<sub>6</sub>-gas insulation
- Explosion and vandal-proof
- Resistivity against sandstorms
- All fitting positions possible
- Low weight
- Maintenance-free

SF<sub>6</sub>-air bushing

Subestación eléctrica de 220 kV para la red de transporte como apoyo a distribución.

## ABB's proven local control concept

### Operational benefits based on experience and innovation

#### The local control cubicle

The local control cubicle (LCC) includes all required functions for control and supervision of a GIS bay and provides safe access to the secondary circuits. The portfolio of local control solutions contains a modern and a conventional control concept.

The modern concept is based on ABB's intelligent bay control unit REC670 for remote and local control. Optionally a bay control mimic can be provided for emergency control of the complete bay. The modern solution is rich in functionality and can simply be integrated in a substation automation system according to IEC 61850.

The conventional local control solution is based on contactor logic in combination with a bay control mimic for local control. A hardwired parallel interface provides the data for the remote control system.

The local control cubicle can be installed in space optimizing manner integrated to the GIS, right in front of each feeder. Also detached installation is possible, usually opposite the circuit-breaker drives.

A wide range of functionality assures safe and reliable operation of the substation:

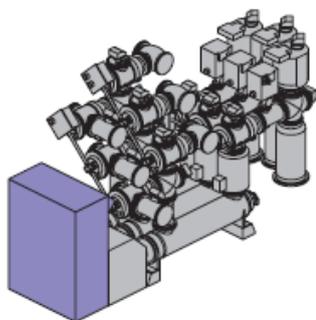
#### Basic functions

- Safe local control of all motorized equipment
- Operation mode selectable by key switch (local/remote/emergency/off as well as normal operation or interlock bypass)
- Interface for remote control and protection, either hardwired or optionally through IEC 61850 station bus
- Feeder and station interlocking, depending on the position of all high-voltage apparatus as well as the various blocking conditions
- Command inhibition (eg, crank-handle insertion)
- Circuit-breaker supervision, including gas density, position indication, operation counters, pole discrepancy and monitoring of the operating mechanism
- Gas density supervision of the entire switchgear
- Measurement visualization and alarm indication

#### Function possibilities of modern local control cubicles

While all basic control functions including synchrocheck are usually integrated in the modern control solution. A wide range of additional functions can be configured if requested:

- Remote communication to station automation system, eg, through IEC 61850
- Horizontal communication between control and/or protection IEDs; applying IEC 61850 GOOSE messages
- Auto-reclosure as well as back-up or main protection functions can be integrated in the IED
- Optional integration of dedicated protection or monitoring devices inside the LCC



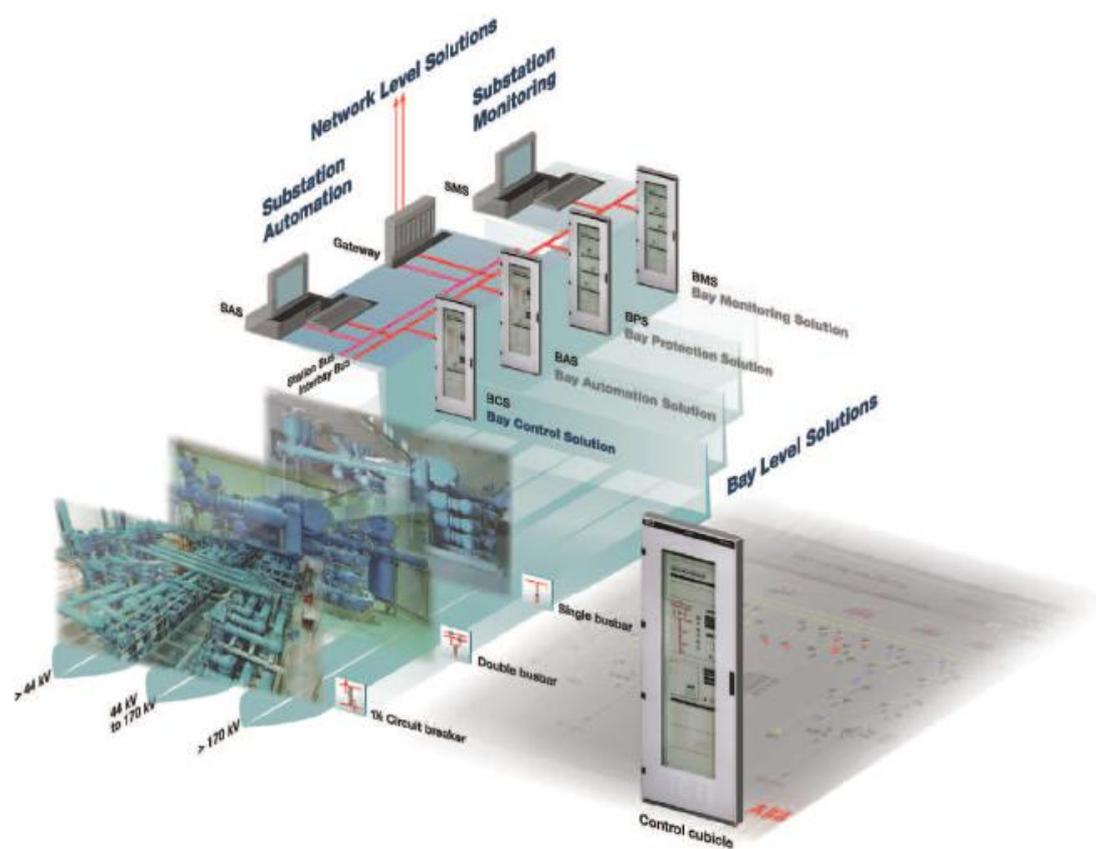
16 GIS ELK-14 | ABB

Subestación eléctrica de 220 kV para la red de transporte como apoyo a distribución.

**Memoria descriptiva**



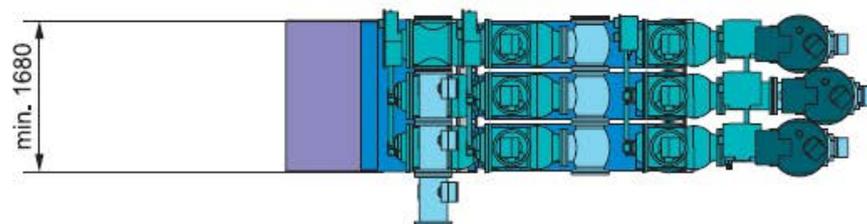
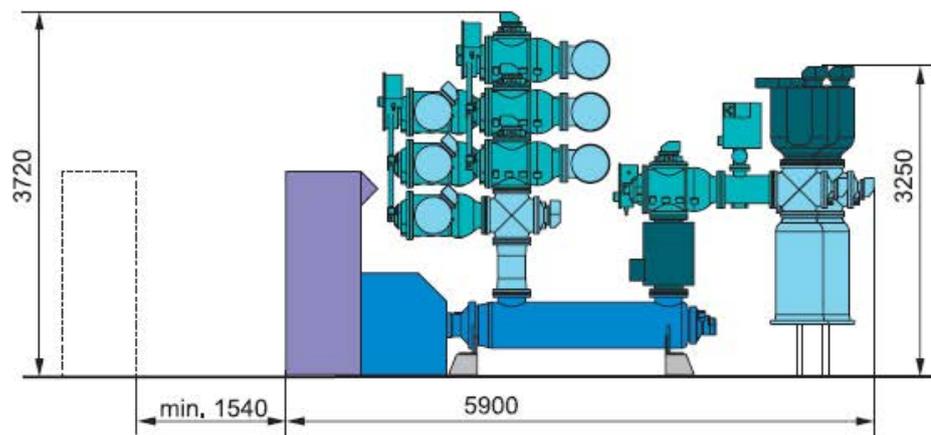
Local control cubicles



Subestación eléctrica de 220 kV para la red de transporte como apoyo a distribución.

**Memoria descriptiva**

## Main technical data GIS ELK-14



GIS ELK-14 double busbar bay

- |   |                                    |
|---|------------------------------------|
|  | Circuit-breakers                   |
|  | Disconnecter and earthing switches |
|  | Voltage and current transformers   |
|  | Connecting elements                |
|  | Control & protection               |

Subestación eléctrica de 220 kV para la red de transporte como apoyo a distribución.

**Memoria descriptiva**

Main data		
Rated voltage	kV	300
Power-frequency withstand voltage, 1 min.	kV	460
Power-frequency withstand voltage, 1 min. across open contacts	kV	530
Lightning impulse withstand voltage	kV	1050
Lightning impulse withstand voltage across open contacts	kV	1050 + 245
Switching impulse withstand voltage	kV	850
Switching impulse withstand voltage across open contacts	kV	850 + 245
Rated frequency	Hz	50/60
Rated continuous current	A	4000
Rated short-time withstand current	kA	50/63
Rated withstand impulse current	kA	125/170

Circuit-breaker		
First pole-to-clear factor		1.3/1.5
Rated breaking current, 50/60 Hz	kA	50/63
Rated making current, peak value	kA	135/170
Drive type		spring
Rated opening time	ms	< 20
Rated breaking time	ms	< 40
Rated closing time	ms	< 55
Reclosing time	ms	≤ 300
Rated operating sequence	O - 0.3s - CO - 1min or CO - 15s - CO	
High-speed auto-reclosing		single- and three-phase

Disconnecter & earthing switch		
Capacitive current switching capability	mA	250
Bus transfer current switching capability	A/V	1600/20
Opening/closing time	s	< 3

Fast-acting earthing switch		
Switching performance		
Making capacity		
- Current	kA	50/63
Inductive currents		
- Voltage	kV	15
- Current	A	160
Capacitive currents		
- Voltage	kV	15
- Current	A	10
Motor running time	s	< 6

Voltage transformer		
Rated output (total)	VA	100
Rated accuracy class	%	0.2
Rated thermal power (total)	VA	1000
Rated voltage factor		1.9/8 h
Number of secondary windings		1 or 2

Current transformer		
Cores for metering		
Cores for protection (transient performance optional)		

SF <sub>6</sub> -air bushing		
Continuous bending load	N	2500
Test bending load	N	5000
Creepage distance	mm/kV	20, 25, 31

Subestación eléctrica de 220 kV para la red de transporte como apoyo a distribución.

Subestación eléctrica de 220 kV para la red de transporte como apoyo a distribución.

***Memoria descriptiva***

El presupuesto de este proyecto asciende a **12.425.090,22 €**.

Madrid, Junio de 2015

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Alejandra', with a stylized flourish at the end.

Alejandra Delgado Blasco

Subestación eléctrica de 220 kV para la red de transporte como apoyo a distribución.

***Memoria descriptiva***

Subestación eléctrica de 220 kV para la red de transporte como apoyo a distribución.

***Memoria descriptiva***

# **DOCUMENTO 2: PLANOS**

Subestación eléctrica de 220 kV para la red de transporte como apoyo a distribución.

***Planos***

# ÍNDICE GENERAL

CAPÍTULO 1: Lista de planos.....	4
CAPÍTULO 2: Planos.....	8

Subestación eléctrica de 220 kV para la red de transporte como apoyo a distribución.

***Planos***

# **CAPÍTULO 1: LISTA DE PLANOS**

Subestación eléctrica de 220 kV para la red de transporte como apoyo a distribución.

***Planos***

# CAPÍTULO 1: LISTA DE PLANOS

## ÍNDICE

1. LISTA DE PLANOS.....	7
-------------------------	---

Subestación eléctrica de 220 kV para la red de transporte como apoyo a distribución.

***Planos***

Subestación eléctrica de 220 kV para la red de transporte como apoyo a distribución.

***Planos***

# 1. LISTA DE PLANOS

<b>Lista de Planos</b>	
<b>Nombre</b>	<b>Número</b>
Esquema unifilar simplificado	1
Esquema unifilar con compartimentos	2
Plano de situación	3
Plano de emplazamiento	4
División del terreno	5
Edificio	6
Alzado	7
Red de tierras	8
Zanja	9

Subestación eléctrica de 220 kV para la red de transporte como apoyo a distribución.

***Planos***

# CAPÍTULO 2: PLANOS

Subestación eléctrica de 220 kV para la red de transporte como apoyo a distribución.

***Planos***

# CAPÍTULO 2: PLANOS

## ÍNDICE

1. ESQUEMA UNIFILAR SIMPLIFICADO.....	11
2. ESQUEMA UNIFILAR CON COMPARTIMENTOS.....	12
3. PLANO DE SITUACIÓN.....	13
4. PLANO DE EMPLAZAMIENTO.....	14
5. DIVISIÓN DEL TERRENO.....	15
6. EDIFICIO.....	16
7. ALZADO.....	17
8. RED DE TIERRAS.....	18
9. ZANJA.....	19

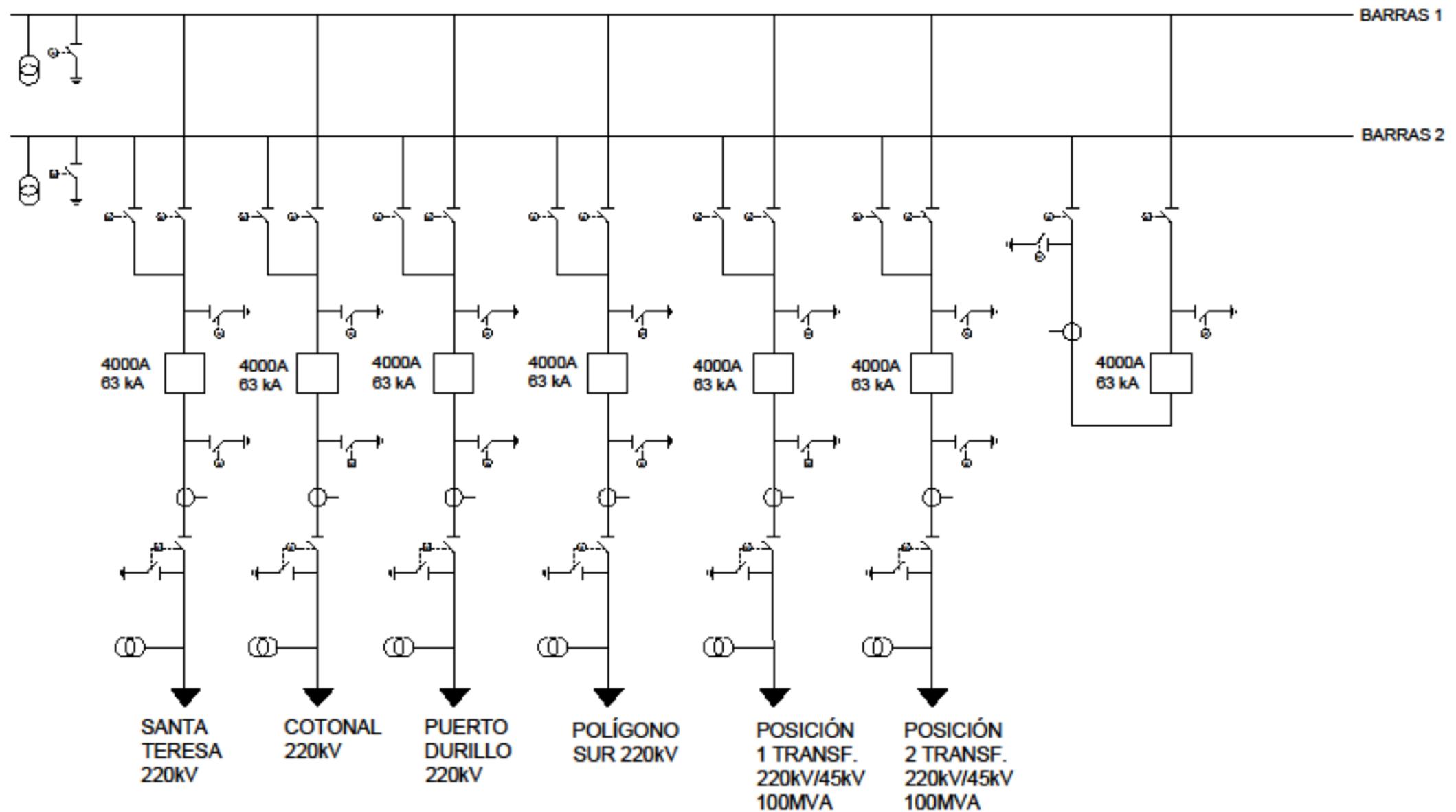
Subestación eléctrica de 220 kV para la red de transporte como apoyo a distribución.

***Planos***

Subestación eléctrica de 220 kV para la red de transporte como apoyo a distribución.

***Planos***

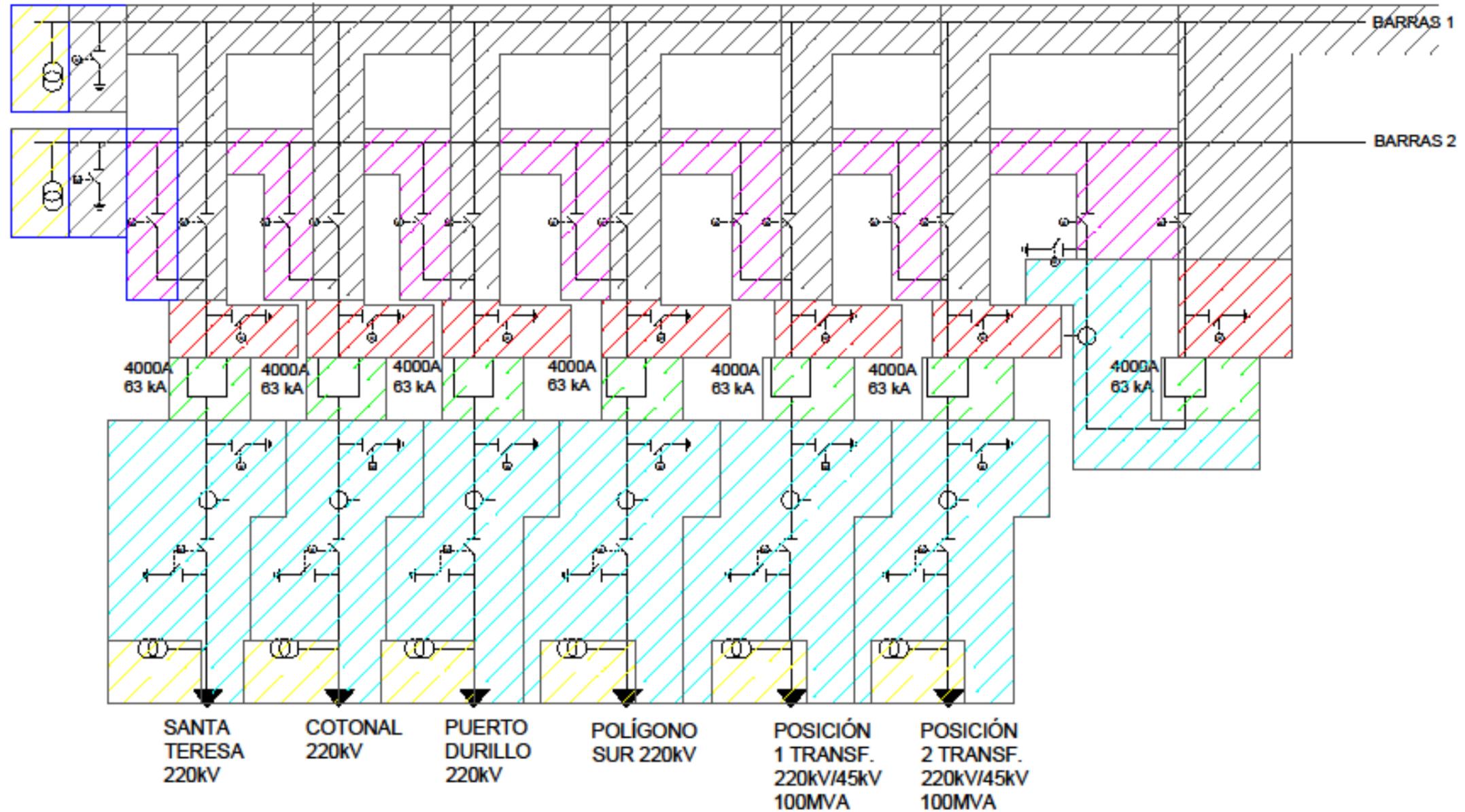
## CELDAS BLINDADAS EN SF6: 245kV, 4000A, 63kA



FABRICANTE DE TODA LA APARAMENTA: ABB

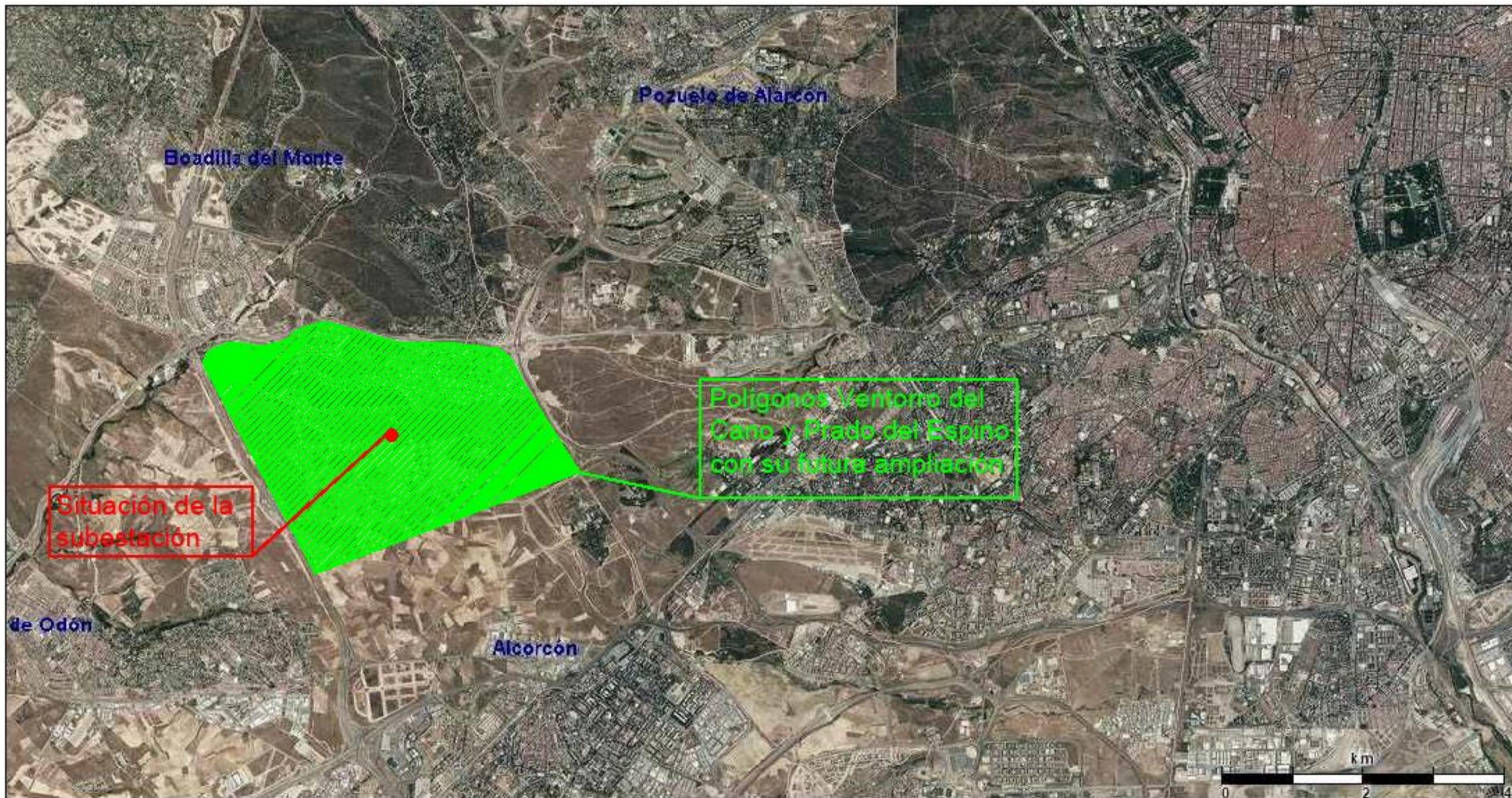
	Nombre	Firma	Formato: A3	<b>I.C.A.I</b>
Diseñado	A. Delgado		Esquema unifilar	
PROYECTO DE FINAL DE GRADO				
Escala	UNIFILAR DE LA SUBESTACIÓN			Índice de revisión: 1
—	SUBESTACIÓN ELÉCTRICA DE 220kV PARA LA RED DE TRANSPORTE COMO APOYO A DISTRIBUCIÓN			Fecha de edición: 19.04.2015
				Plano número: 1
				Hoja 1 de 1

## CELDAS BLINDADAS EN SF6: 245kV, 4000A, 63kA

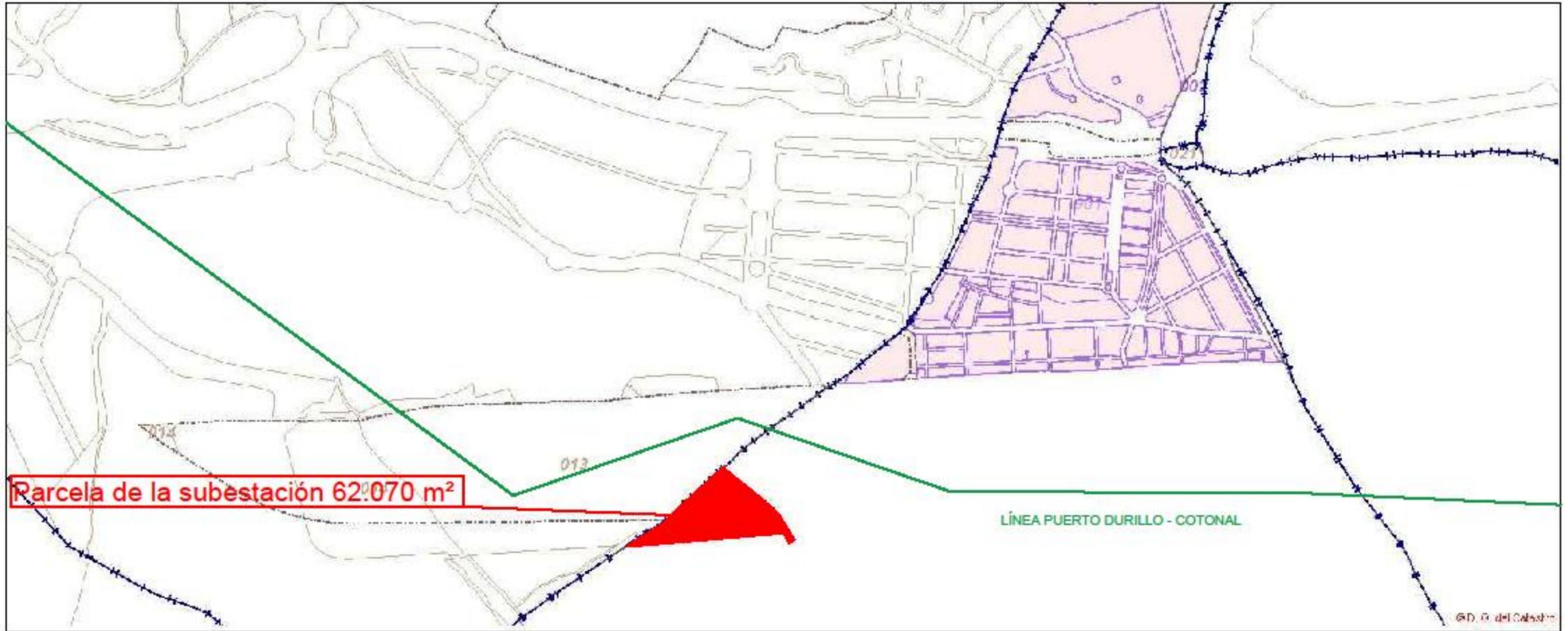


	Nombre	Firma	Formato: A3	<b>I.C.A.I</b>
Diseñado	A. Delgado		Esquema unifilar	
PROYECTO DE FINAL DE GRADO				
Escala	UNIFILAR DE LA SUBESTACIÓN			Índice de revisión: 1
	SUBESTACIÓN ELÉCTRICA DE 220kV PARA LA RED DE TRANSPORTE COMO APOYO A DISTRIBUCIÓN			Fecha de edición: 19.04.2015
				Plano número: 2
				Hoja 1 de 1

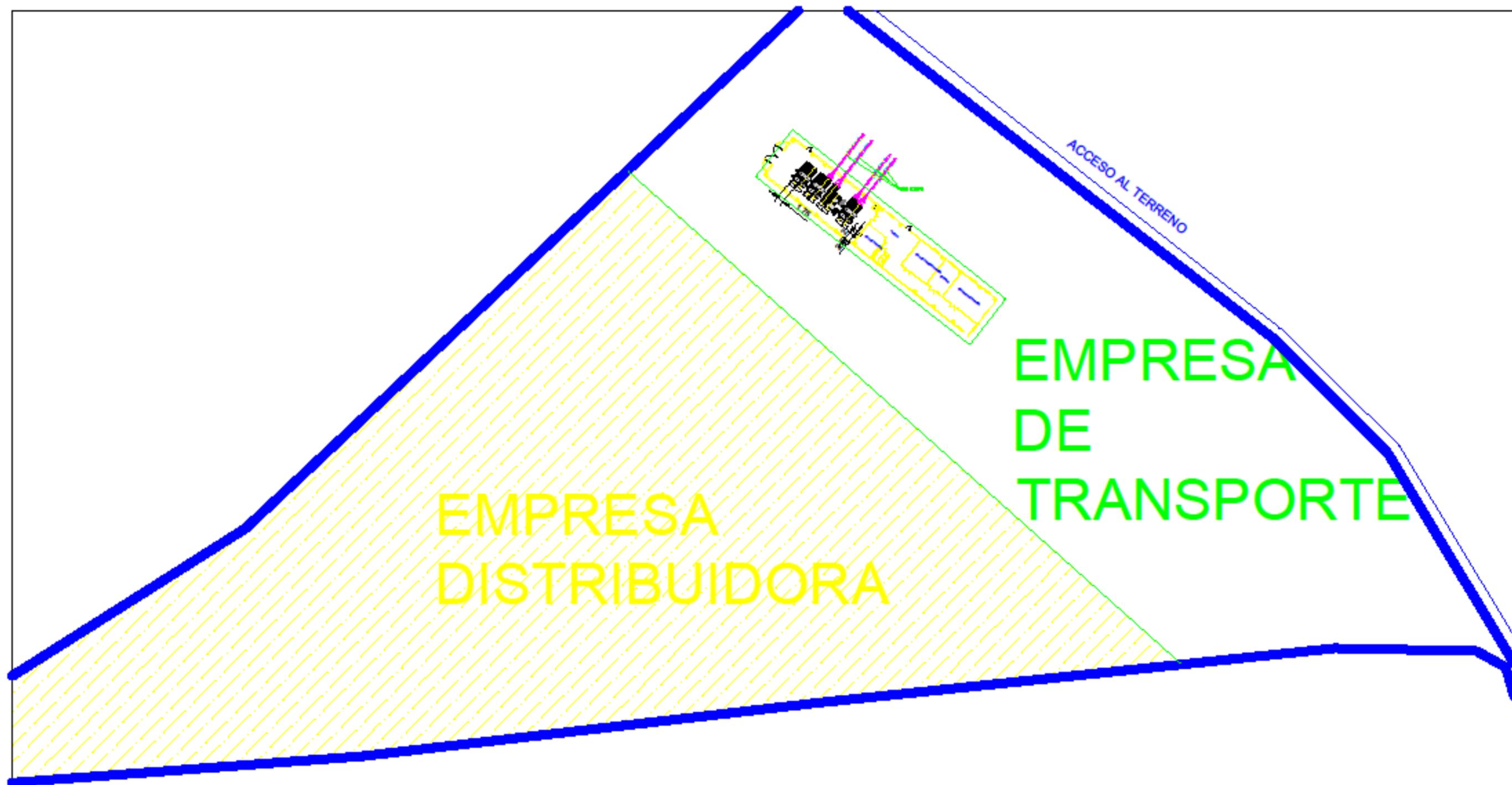
FABRICANTE DE TODA LA APARAMENTA: ABB



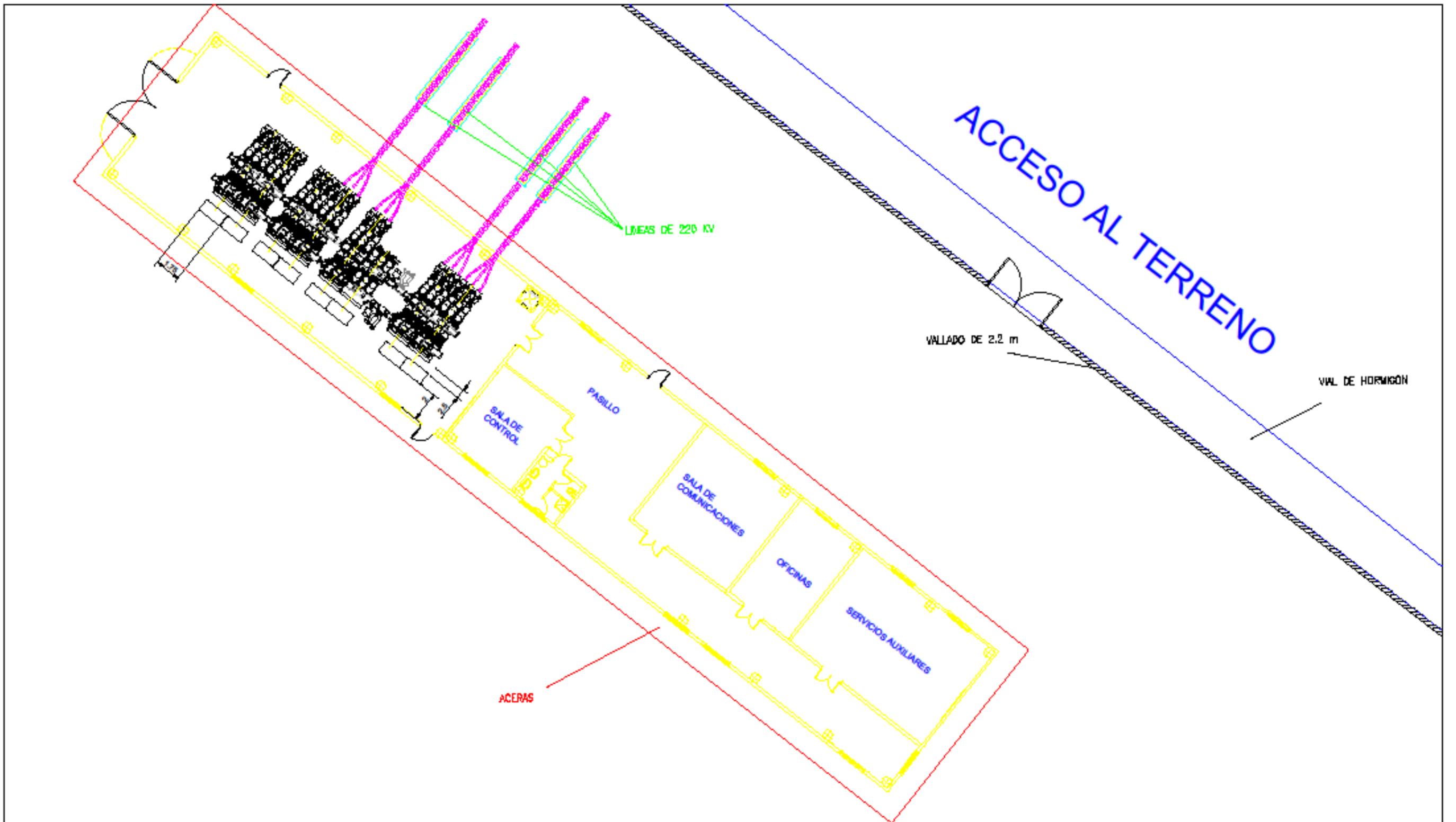
	Nombre	Firma	Formato: A3	<b>I.C.A.I</b>
Diseñado	A. Delgado		Dibujo de situación	
Escala	PLANO DE SITUACIÓN			Índice de revisión: 1
1:73000	SUBESTACIÓN ELÉCTRICA DE 220kV PARA LA RED DE TRANSPORTE COMO APOYO A DISTRIBUCIÓN			Fecha de edición: 19.04.2015
				Plano número: 3
				Hoja 1 de 1



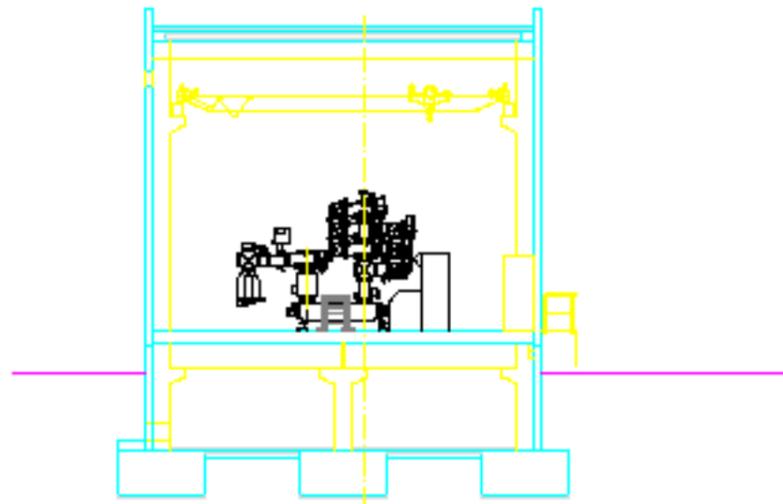
	Nombre	Firma	Formato: A3	<b>I.C.A.I</b>
Diseñado	A. Delgado		Dibujo de emplazamiento	
Escala	PLANO DE EMPLAZAMIENTO			Índice de revisión: 1
1:20000	SUBESTACIÓN ELÉCTRICA DE 220KV PARA LA RED DE TRANSPORTE COMO APOYO A DISTRIBUCIÓN			Fecha de edición: 19.04.2015
				Hoja 1 de 1



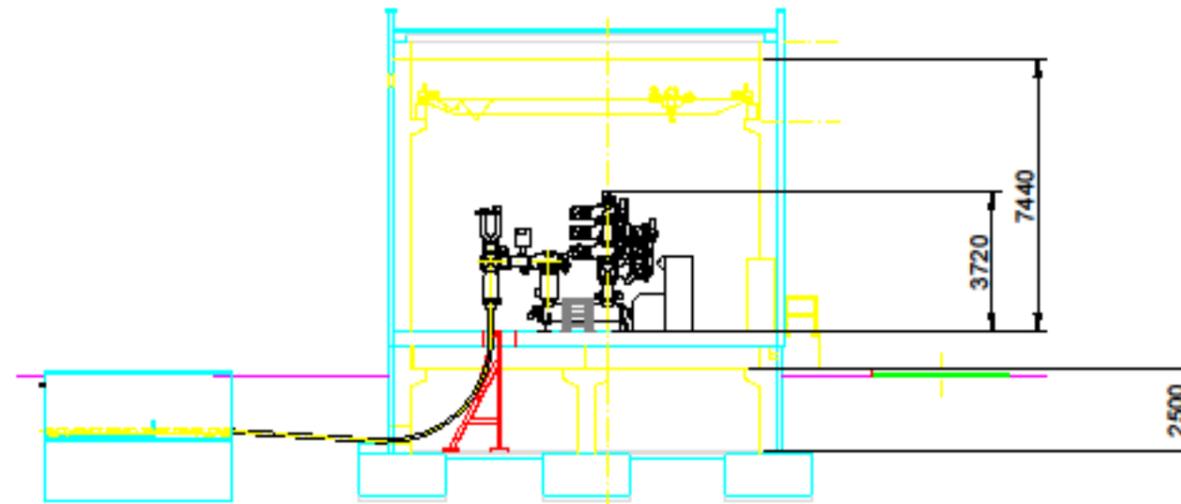
	Nombre	Firma	Formato: A3	<b>I.C.A.I</b>
Diseñado	A. Delgado		Dibujo de emplazamiento	
PROYECTO DE FINAL DE GRADO				
Escala	DIVISIÓN DEL TERRENO ENTRE EMPRESA DE TRANSPORTE Y EMPRESA DISTRIBUIDORA  SUBESTACIÓN ELÉCTRICA DE 220kV PARA LA RED DE TRANSPORTE COMO APOYO A DISTRIBUCIÓN			Índice de revisión: 1
1:1000				Fecha de edición: 19.04.2015
				Plano número: 5
				Hoja 1 de 1



	Nombre	Firma	Formato: A3	<b>I.C.A.I</b>
Diseñado	A. Delgado		Dibujo de emplazamiento	
Escala	EDIFICIO			Índice de revisión: 1
1:250	SUBESTACIÓN ELÉCTRICA DE 220KV PARA LA RED DE TRANSPORTE COMO APOYO A DISTRIBUCIÓN			Fecha de edición: 19.04.2015
				Plano número: 6
				Hoja 1 de 1



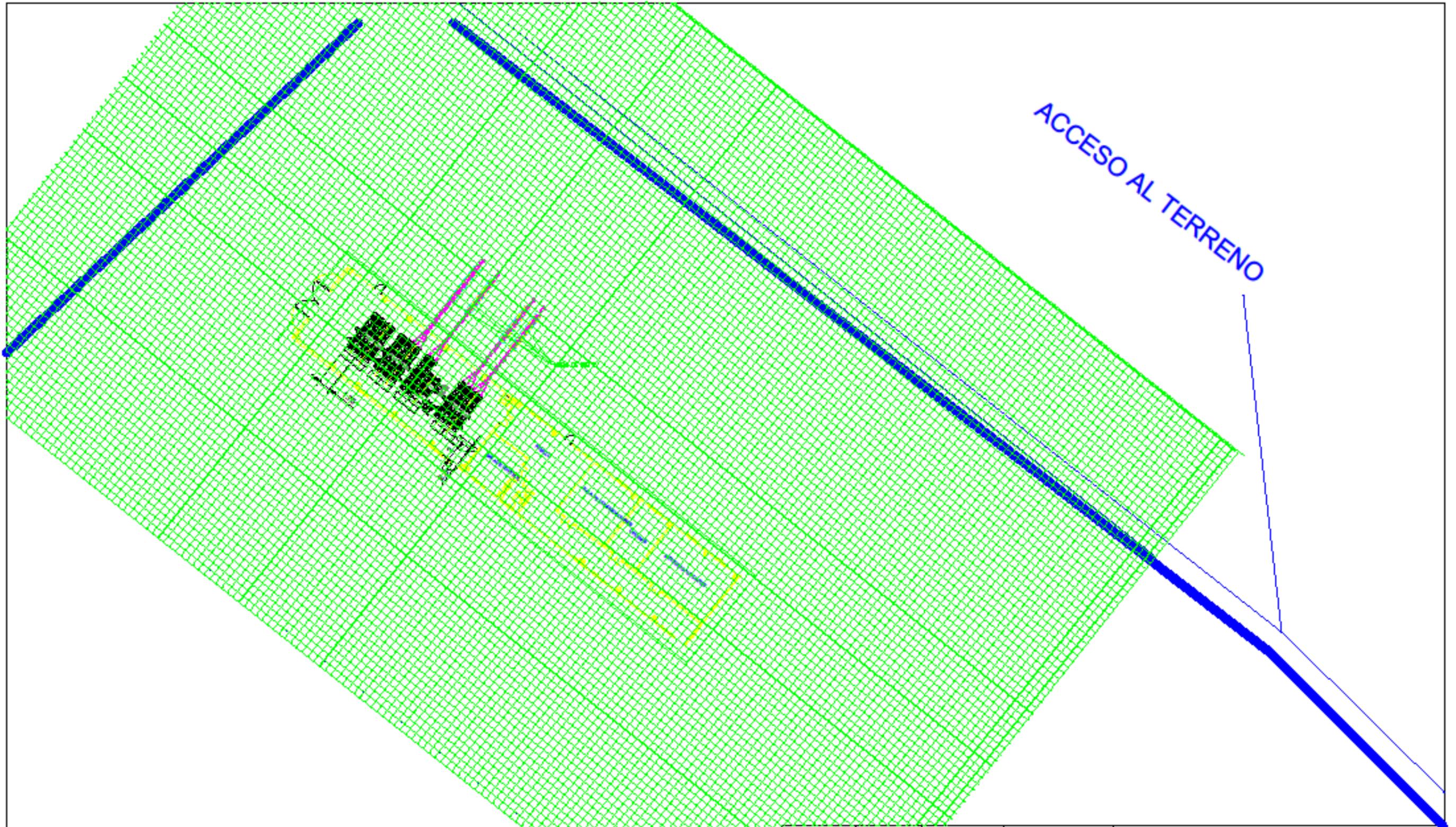
CARA NORTE DE LA SALA DE LA APARAMENTA



CARA SUR DE LA SALA DE LA APARAMENTA

COTAS EN mm

	Nombre	Firma	Formato: A3	<b>I.C.A.I</b>
Diseñado	A. Delgado		Dibujo de alzado	
Escala	EDIFICIO. ALZADO			Índice de revisión: 1
1:500	SUBESTACIÓN ELÉCTRICA DE 220kV PARA LA RED DE TRANSPORTE COMO APOYO A DISTRIBUCIÓN			Fecha de edición: 19.04.2015
				Plano número: 7
				Hoja 1 de 1



ACCESO AL TERRENO

	Nombre	Firma	Formato: A3	<b>I.C.A.I</b>
Diseñado	A. Delgado		Dibujo de emplazamiento	
PROYECTO DE FINAL DE GRADO				
Esca	REPRESENTACIÓN DE LA RED DE TIERRAS DE LA SUBESTACIÓN			Índice de revisión: 1
1:500	SUBESTACIÓN ELÉCTRICA DE 220kV PARA LA RED DE TRANSPORTE COMO APOYO A DISTRIBUCIÓN			Fecha de edición: 19.04.2015
				Plano número: 8
				Hoja 1 de 1

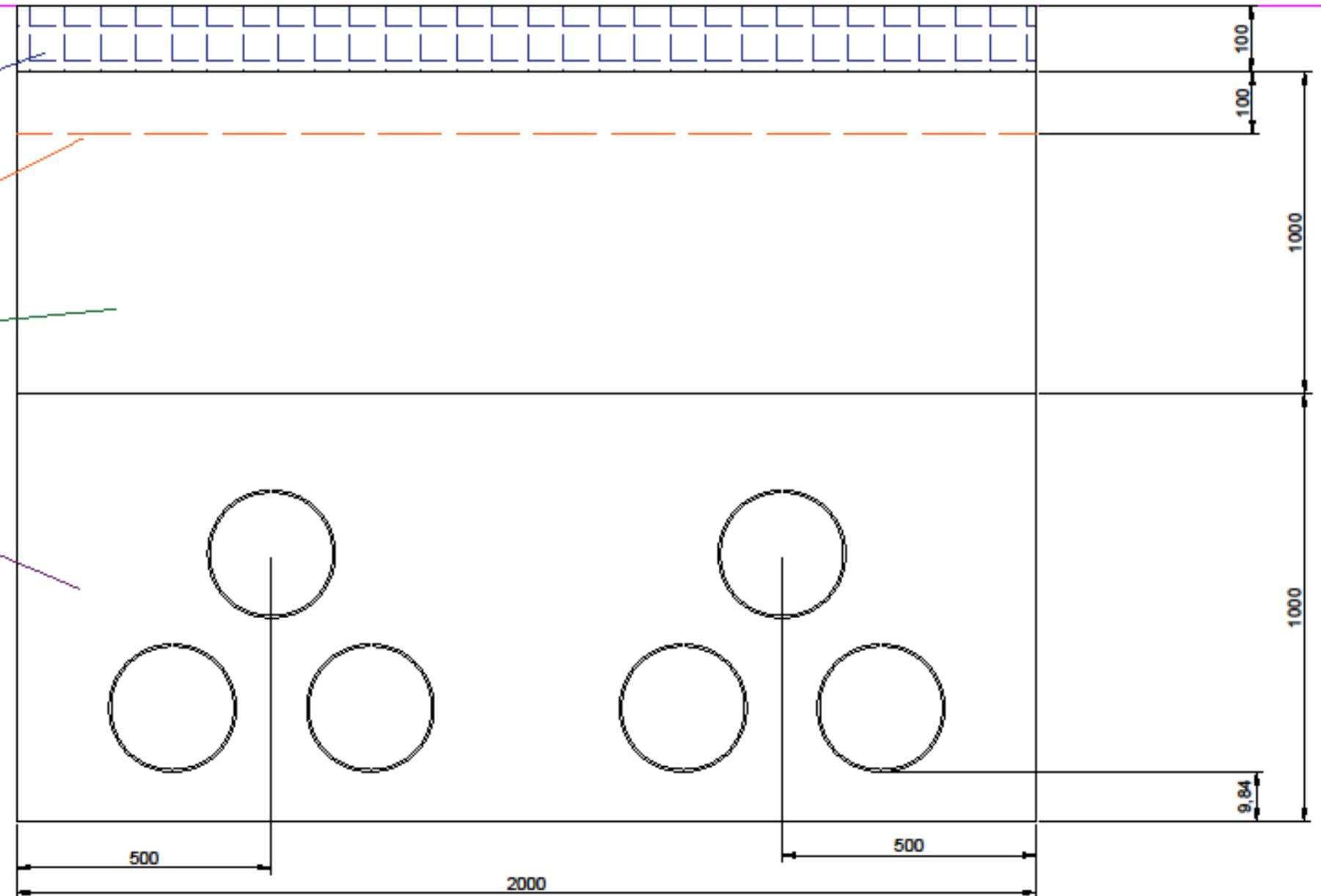
## PAVIMENTO

REPOSICIÓN DEL  
PAVIMENTO EXISTENTE

CINTA SEÑALIZADORA

RELLENO.  
COMPACTACIÓN 95%

HORMIGÓN



COTAS EN mm

	Nombre	Firma	Formato: A3	<b>I.C.A.I</b>
Diseñado	A. Delgado		Dibujo de despiece	
PROYECTO DE FINAL DE GRADO				
Escala	ZANJA QUE ALBERGA LOS CABLES DESDE LA LÍNEA AÉREA HASTA LA SUBESTACIÓN			Índice de revisión: 1
1:500	SUBESTACIÓN ELÉCTRICA DE 220kV PARA LA RED DE TRANSPORTE COMO APOYO A DISTRIBUCIÓN			Fecha de edición: 19.04.2015
				Plano número: 9
				Hoja 1 de 1

**DOCUMENTO 3: PLIEGO DE  
CONDICIONES**

Subestación eléctrica de 220 kV para la red de transporte como apoyo a distribución.

***Pliego de Condiciones***

# ÍNDICE GENERAL

CAPÍTULO 1: General y económicas.....	5
CAPÍTULO 2: Técnicas y particulares.....	41

Subestación eléctrica de 220 kV para la red de transporte como apoyo a distribución.

***Pliego de Condiciones***

# **CAPÍTULO 1: GENERAL Y ECONÓMICAS**

Subestación eléctrica de 220 kV para la red de transporte como apoyo a distribución.

***Pliego de Condiciones***

# CAPÍTULO 1: MEMORIA

## ÍNDICE

1. OBJETO.....	8
2. NORMATIVA APLICABLE.....	10
2.1 Equipamiento y montaje.....	10
2.2 Obra civil.....	12
2.2.1 Estructuras.....	13
2.2.2 Instalaciones.....	14
2.2.3 Protección .....	16
2.2.4 Varios.....	16
3. GESTIÓN DE CALIDAD.....	19
4. GESTIÓN MEDIOAMBIENTAL.....	20
5. SEGURIDAD EN EL TRABAJO.....	21
6. VERIFICACIÓN Y VALIDACIÓN.....	22
7. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD.....	23
7.1 Memoria.....	23
7.1.1 Objeto de este estudio.....	23
7.2 Características de la obra.....	24
7.2.1 Situación y descripción de la obra.....	24
7.2.2 Control de accesos.....	25
7.2.3 Trabajos previos, interferencias y servicios afectados.....	25
7.2.4 Unidades que componen la obra.....	26
7.2.5 Identificación de riesgos.....	28
7.2.6 Locales de descanso y servicios higiénicos.....	33

Subestación eléctrica de 220 kV para la red de transporte como apoyo a distribución.

7.2.7 Disposiciones de emergencias.....	34
7.2.8 Plan de Seguridad.....	37
7.3 Pliego de condiciones.....	38
7.3.1 Normativa legal de aplicación.....	38
7.3.2 Normativa interna de REE.....	39

Subestación eléctrica de 220 kV para la red de transporte como apoyo a distribución.

# 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.

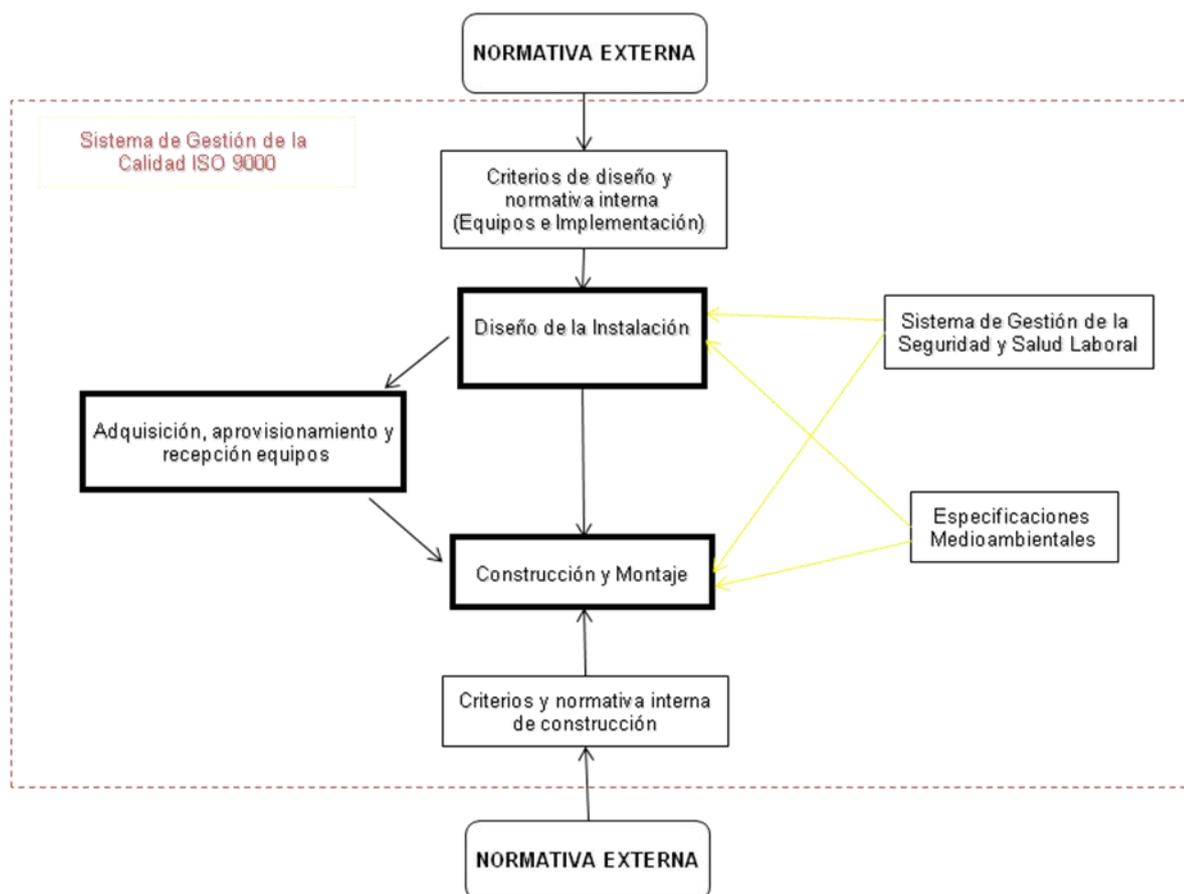
1º Normativa: Los equipos y su montaje será conforme a la normativa legal y de referencia.

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.

Subestación eléctrica de 220 kV para la red de transporte como apoyo a distribución.



Subestación eléctrica de 220 kV para la red de transporte como apoyo a distribución.

***Pliego de Condiciones***

## 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).

### 1.1 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:

- Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación. R. D. 3275/1982 de 12 de noviembre y sus modificaciones posteriores, la última por O. M. de 10/03/00.

**En especial las ITC del “Reglamento sobre Centrales eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación”:**

- .- ITC-MIE-RAT-09: "PROTECCIONES".  
Subestación eléctrica de 220 kV para la red de transporte como apoyo a distribución.

***Pliego de Condiciones***

- .- ITC-MIE-RAT-12: "AISLAMIENTO".
- .- ITC-MIE-RAT-13: "INSTALACION DE PUESTA A TIERRA".
- .- ITC-MIE-RAT-15: "INSTALACIONES ELECTRICAS DE EXTERIOR".
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión. "REBT". DECRETO 842/2002, de 2 de agosto, del Ministerio de Ciencia y Tecnología B.O.E.: 18-SEPT-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.

Subestación eléctrica de 220 kV para la red de transporte como apoyo a distribución.

- 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. REAL DECRETO 1942/1993, de 5-NOV, del Ministerio de Ind. y Energía B.O.E.: 14-DIC-93, y sus correcciones posteriores. Normas de procedimiento y desarrollo del Real Decreto 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-ABR, del Ministerio de Industria y Energía B.O.E.: 28-ABR-98

- Reglamento de Seguridad contra incendios en los Establecimientos Industriales. REAL DECRETO 786/2001, de 6-JUL, del Ministerio de Ciencia y Tecnología, B.O.E.: 30-JUL-01, y sus correcciones posteriores.

- Código Técnico de la Edificación (CTE) R.D. 314/2006 de 17 de marzo del Ministerio de la Vivienda. B.O.E.: 28 de marzo de 2006.

- Normas Tecnológicas de la Edificación (NTE) tanto en cuanto a la ejecución de los trabajos, como en lo relativo a mediciones.

- 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.

## **1.2 Obra civil**

Subestación eléctrica de 220 kV para la red de transporte como apoyo a distribución.

***Pliego de Condiciones***

## **2.2.1 Estructuras**

### **• Acciones en la edificación**

Documento Básico de Seguridad Estructural SE-AE “Acciones en la Edificación” del Código Técnico de la Edificación. REAL DECRETO 314/2006 de 17-Marzo, del Ministerio de la Vivienda.

Norma de construcción sismo resistente: parte general y edificación (NCSR-02). REAL DECRETO 997/2002, de 27-Septiembre, del Ministerio de Fomento B.O.E.: 11-OCT-02.

### **• Acero**

Documento Básico de Seguridad Estructural SE-A “Acero” del Código Técnico de la Edificación. REAL DECRETO 314/2006 de 17-Marzo, del Ministerio de la Vivienda.

### **• Fábrica de ladrillo**

Documento Básico de Seguridad Estructural SE-F “Fábrica” del Código Técnico de la Edificación. REAL DECRETO 314/2006 de 17-Marzo, del Ministerio de la Vivienda.

### **• Hormigón**

Instrucción de Hormigón Estructural “EHE-o8”. REAL DECRETO 1247/2008 de 18 de julio, del Ministerio de Fomento B.O.E.: 22-AGO-08.  
Subestación eléctrica de 220 kV para la red de transporte como apoyo a distribución.

- **Forjados**

Actualización de las fichas de autorización de uso de sistemas de forjados  
RESOLUCIÓN de 30-ENE-97, del Ministerio de Fomento B.O.E.: 6-MAR-97.

Real Decreto 1247/2008 de 5 de julio, por el que se aprueba la " Instrucción para el proyecto y la ejecución de forjados unidireccionales de hormigón estructural realizados con elementos prefabricados (EFHE)".

### **2.2.2 Instalaciones**

- **Calefacción, Climatización y Agua caliente sanitaria**

Documento Básico de Salubridad HS "Salubridad" del Código Técnico de la Edificación. Real Decreto 314/2006 de 17 de marzo, del Ministerio de la Vivienda.

Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE) y sus Instrucciones Técnicas Complementarias (ITE) y se crea la Comisión Asesora para Instalaciones Térmicas de los Edificios. Real Decreto 1027/2007.

Real Decreto 140/03 de 7 de febrero sobre Criterios Sanitarios de la Calidad del Agua de consumo humano. B.O.E.: 21 de febrero de 2003.

- **Electricidad**

Subestación eléctrica de 220 kV para la red de transporte como apoyo a distribución.

Reglamento **electrotécnico para baja tensión “REBT” e instrucciones técnicas complementarias** (ITC) BT01 a BT51.

REAL DECRETO 842/2002, de 2-AGOSTO, del Ministerio de Industria y Energía B.O.E.: 18-SEPT-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. B.O.E.: 19-FEB-88.

#### **• Instalaciones de Protección Contra Incendios**

Reglamento de Instalaciones de Protección contra Incendios. Real Decreto 1942/1993, de 5 de noviembre, del Ministerio de Industria y Energía. B.O.E.: 14 de diciembre de 1993. Corrección de errores: 7 de mayo de 1994.

Normas de Procedimiento y Desarrollo del Real Decreto 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. B.O.E.: 28 de abril de 1998.

Reglamento de Seguridad contra incendios en los Establecimientos Industriales. REAL DECRETO 786/2001, de 6-JUL, del Ministerio de Ciencia y Tecnología, B.O.E.: 30-JUL-01, y sus correcciones posteriores.

**Documento Básico SI “Seguridad en caso de Incendio” del Código Técnico de la Edificación.** Real Decreto 314/2006 de 17 de marzo, del Ministerio de la Vivienda. Subestación eléctrica de 220 kV para la red de transporte como apoyo a distribución.

### **2.2.3 Protección**

- **Aislamiento Acústico**

Documento Básico HR “Protección frente al ruido” del Código Técnico de la Edificación.

REAL DECRETO 1371/2007 de 19-October, del Ministerio de la Vivienda

- **Aislamiento Térmico**

Documento Básico HE “Ahorro de energía” del Código Técnico de la Edificación. REAL DECRETO 314/2006 de 17-Marzo, del Ministerio de la Vivienda.

- **Protección Contra Incendios**

Documento Básico SI “Seguridad en caso de incendio” del Código Técnico de la Edificación. REAL DECRETO 314/2006 de 17-Marzo, del Ministerio de la Vivienda.

### **2.2.4 Varios**

Código Técnico de la Edificación. REAL DECRETO 314/2006 de 17-Marzo, del Ministerio de la Vivienda.

Normas tecnológicas de la edificación. DECRETO del ministerio de la vivienda nº 3655/72, de 23-DIC B.O.E. 15-ENE-73.

Subestación eléctrica de 220 kV para la red de transporte como apoyo a distribución.

Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación. R. D. 3275/1982 de 12 de noviembre y sus modificaciones posteriores, la última por O. M. de 10/03/00.

Instrucciones Técnicas Complementarias en Subestaciones. DECRETO nº 842/02 de 2-AGO en B.O.E.: 18-SEPT-02.

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.

Subestación eléctrica de 220 kV para la red de transporte como apoyo a distribución.

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.

Normas Tecnológicas de la Edificación (NTE) tanto en cuanto a la ejecución de los trabajos, como en lo relativo a mediciones.

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.

Subestación eléctrica de 220 kV para la red de transporte como apoyo a distribución.

***Pliego de Condiciones***

### **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.

Subestación eléctrica de 220 kV para la red de transporte como apoyo a distribución.

***Pliego de Condiciones***

## 4. GESTIÓN MEDIOAMBIENTAL

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

Subestación eléctrica de 220 kV para la red de transporte como apoyo a distribución.

***Pliego de Condiciones***

## **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.

Subestación eléctrica de 220 kV para la red de transporte como apoyo a distribución.

***Pliego de Condiciones***

## 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.

Subestación eléctrica de 220 kV para la red de transporte como apoyo a distribución.

***Pliego de Condiciones***

# 7. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

## 7.1 Memoria

### 7.1.1 Objeto de este estudio

Este Estudio de Seguridad y Salud establece las medidas de Seguridad que deben adoptarse en los trabajos de explanación, obra civil y montaje electromecánico a realizar en la construcción de la nueva Subestación de Alcorcón. 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 de Seguridad y Salud Laboral 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. 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.

Subestación eléctrica de 220 kV para la red de transporte como apoyo a distribución.

REDE ELÉCTRICA se reserva el derecho de la interpretación última del Plan de Seguridad que se apruebe.

## **7.2 CARACTERÍSTICAS DE LA OBRA**

### **7.2.1 Situación y Descripción de la Obra**

La Subestación de Alcorcón está situada en el término municipal de Alcorcón de la Comunidad Autónoma de Madrid.

Las condiciones climáticas y geotécnicas del punto de instalación son:

Altura del terreno media	689 m
Temperaturas extremas	50°C / -15°C
Velocidad máxima del viento	140 km/h
Contaminación ambiental	Baja
Nivel de niebla	Media
Pluviometría	Media

La obra básicamente consiste en:

La construcción de un nuevo parque de intemperie en configuración de doble barra.

La explanación de una plataforma para contener el edificio que albergará la subestación.

Para ello se procederá a realizar las siguientes actividades:

Subestación eléctrica de 220 kV para la red de transporte como apoyo a distribución.

***Pliego de Condiciones***

La construcción de un Edificio destinado a albergar la aparamenta, los equipos de control y de maniobra de la instalación principal, así como los sistemas de alimentación de los servicios auxiliares.

Se dispondrán las cajas de centralización para los transformadores de medida, así como para los circuitos de control y fuerza de las celdas a equipar.

Se modificarán los Sistemas de Control, Telecomunicaciones, Protección y **Medida, instalando los BR's en sus** salas de relés.

Instalación de los servicios de c.a y c.c. de Servicios Auxiliares

Instalación de las redes de tierras así como a la instalación de fuerza y alumbrado.

Construcción de un cerramiento perimetral de parque.

### **7.2.2 Control de accesos**

El cerramiento perimetral se realizará tan pronto como sea posible.

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.

### **7.2.3 Trabajos previos, interferencias y servicios afectados**

Subestación eléctrica de 220 kV para la red de transporte como apoyo a distribución.

Los trabajos de Explanación y Movimiento de tierras no estarán interferidos por ningún otro.

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.

#### **7.2.4 Unidades constructivas que componen la Obra**

##### **Movimiento de tierras**

Consiste en preparar el terreno a fin de disponerlo en condiciones para ubicar los elementos componentes de la subestación.

El movimiento de tierras abarcará la zona del edificio y los accesos.

Básicamente se utilizará maquinaria pesada de explanación y retirada de tierras.

##### **Acopio**

Los materiales y equipos a instalar, provenientes de los suministradores se descargarán con medios mecánicos.

Se almacenarán en la campa situada en la propia subestación, en ubicación estable, apartado de las posiciones en construcción y donde no interfiera en el desarrollo posterior de los trabajos.

Subestación eléctrica de 220 kV para la red de transporte como apoyo a distribución.

## **Obra Civil**

Incluye la realización del Edificio.

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.

## **Montaje de equipos**

En esta fase se instalarán los propios equipos.

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.

Trabajos de cableado y trabajos en b.t

El tendido de cables de fuerza y control desde los equipos a las salas 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**

Subestación eléctrica de 220 kV para la red de transporte como apoyo a distribución.

Se prevé que la puesta en servicio se realice por fases terminadas conectando eléctricamente las nuevas posiciones / instalación a la red eléctrica.

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

### **7.2.5 Identificación de riesgos**

Las Empresa 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:

Subestación eléctrica de 220 kV para la red de transporte como apoyo a distribución.

Situaciones pormenorizadas de riesgo	
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.
Proyecciones	Impacto por fragmentos, partículas sólidas o líquidas.

Subestación eléctrica de 220 kV para la red de transporte como apoyo a distribución.

Situaciones pormenorizadas de riesgo	
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.

Subestación eléctrica de 220 kV para la red de transporte como apoyo a distribución.

Situaciones pormenorizadas de riesgo	
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

## **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 Jefes 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.

Subestación eléctrica de 220 kV para la red de transporte como apoyo a distribución.

### ***Pliego de Condiciones***

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.

#### 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:

- Garantizar que solo los trabajadores que hayan recibido información suficiente y adecuada pueden acceder a las zonas de riesgo grave o específico.
- Dar las debidas instrucciones a los empleados.
- El mantenimiento de la obra en buen estado de orden y limpieza.
- La manipulación de los distintos materiales y la utilización de los medios auxiliares.
- El mantenimiento de los medios y dispositivos necesarios para la ejecución de la obra.
- La delimitación y el acondicionamiento de las zonas de trabajo.
- La recogida de los materiales peligrosos utilizados.
- 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.
- La cooperación entre RED ELÉCTRICA y el Contratista.

#### **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. Subestación eléctrica de 220 kV para la red de transporte como apoyo a distribución.

### **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.

### **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.

#### **7.2.6 Locales de descanso y servicios higiénicos**

A tenor de lo establecido en el R.D. 486/1997 sobre Disposiciones Mínima 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

Subestación eléctrica de 220 kV para la red de transporte como apoyo a distribución.

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.

### **7.2.7 Disposiciones de Emergencia**

#### **Vías de Evacuación**

Dadas las características de la obra, se definirán vías o salidas de emergencia para una posible evacuación.

Si en la construcción del edificio 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 REE. Siendo el punto de reunión el portón principal de entrada a la subestación.

En principio, se considera necesario establecer Equipos de Evacuación y se realizarán simulacros al respecto.

#### **Iluminación**

Subestación eléctrica de 220 kV para la red de transporte como apoyo a distribución.

Al tratarse de trabajos que se realizarán 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.

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.

### **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 Subestación eléctrica de 220 kV para la red de transporte como apoyo a distribución.

higiénicas oportunas de la atmósfera confinada que permitan 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).

### **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.

Subestación eléctrica de 220 kV para la red de transporte como apoyo a distribución.

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

No se prevé en la obra la existencia de carga térmica elevada, para facilitar lo 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 B.I.E. 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.

### **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. 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.

### **7.2.9 Plan de seguridad**

Subestación eléctrica de 220 kV para la red de transporte como apoyo a distribución.

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 previsibles 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.

## **7.3 PLIEGO DE CONDICIONES**

### **7.3.1 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.

Subestación eléctrica de 220 kV para la red de transporte como apoyo a distribución.

- 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
- Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación. R. D. 3275/1982 de 12 de noviembre y sus modificaciones posteriores, la última por O. M. de 10/03/00.

### **7.3.2 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 A.T.

IM-002 Medidas de Seguridad en instalaciones de A.T. para trabajos sin tensión.

IM-013 Medidas de seguridad en trabajos en instalaciones de BT

Subestación eléctrica de 220 kV para la red de transporte como apoyo a distribución.

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

Subestación eléctrica de 220 kV para la red de transporte como apoyo a distribución.

***Pliego de Condiciones***

# **CAPÍTULO 2: TÉCNICAS Y PARTICULARES**

Subestación eléctrica de 220 kV para la red de transporte como apoyo a distribución.

***Pliego de Condiciones***

# CAPÍTULO 2: TÉCNICAS Y PARTICULARES

## ÍNDICE

1. ÁMBITO DE APLICACIÓN.....	44
2. ESPECIFICACIONES DE CARÁCTER GENERAL.....	45
2.1 Condicionados de los Organismos de la Administración.....	45
2.2 Áreas de almacenamiento temporal o de trasiego de combustible.....	45
2.3 Cambios de aceites y grasas.....	46
2.4 <b>Campamento de obra</b> .....	46
2.5 Gestión de residuos.....	47
2.6 Incidentes con consecuencias ambientales.....	47
3. REQUISITOS ESPECÍFICOS PARA LOS MOVIMIENTOS DE TIERRAS.....	49
3.1 Zonificación de los trabajos.....	49
3.2 Accesos.....	49
3.3 Retirada de la cubierta vegetal.....	50
3.4 Patrimonio cultural.....	50
3.5 Movimiento de tierra para la explanación.....	50
4. REQUISITOS ESPECÍFICOS PARA OBRA CIVIL.....	52
5. REQUISITOS ESPECÍFICOS <b>PARA EL MONTAJE ELECTROMECAÁNICO</b> .....	53
5.1 Llenado de equipos con aceite.....	53
5.2 Llenado de equipos con SF <sub>6</sub> .....	53
Subestación eléctrica de 220 kV para la red de transporte como apoyo a distribución.	

6. ACONDICIONAMIENTO FINAL DE OBRA.....	54
---	----

Subestación eléctrica de 220 kV para la red de transporte como apoyo a distribución.

***Pliego de Condiciones***

# 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 construcción de la subestación de 400 kV de Baza, 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.

Subestación eléctrica de 220 kV para la red de transporte como apoyo a distribución.

***Pliego de Condiciones***

## **2. 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. 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.

### **2.2. 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.

Subestación eléctrica de 220 kV para la red de transporte como apoyo a distribución.

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.

### **2.3. 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.

### **2.4. 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

Subestación eléctrica de 220 kV para la red de transporte como apoyo a distribución.

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.

## **2.5. 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 2.1. 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 REE.

## **2.6. 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, cigarros etc. En el lugar de trabajo se contará con los extintores adecuados.

Subestación eléctrica de 220 kV para la red de transporte como apoyo a distribución.

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.

Subestación eléctrica de 220 kV para la red de transporte como apoyo a distribución.

***Pliego de Condiciones***

# **3. REQUISITOS ESPECÍFICOS PARA LOS MOVIMIENTOS DE TIERRAS.**

## **3.1. Zonificación de los trabajos**

Antes de comenzar los trabajos se realizará una zonificación para ordenar el tránsito de la maquinaria y delimitar las zonas afectadas por las obras.

Las zonas definidas se deben señalar de forma temporal mediante estacas o cintas de plástico de colores vistosos.

## **3.2. Accesos**

Sólo se utilizará el acceso definido, minimizando la afección a los terrenos colindantes.

El tratamiento superficial de los accesos auxiliares será mínimo, evitando realizar explanaciones de ningún tipo y usando maquinaria ligera, de forma que se posibilite una fácil regeneración natural o artificial.

Para reducir al mínimo las posibles alteraciones de la red de drenaje y con el fin de evitar la interrupción de las aguas de escorrentía, se procederá a entubar los drenajes afectados.

Subestación eléctrica de 220 kV para la red de transporte como apoyo a distribución.

### **3.3. Retirada de la cubierta vegetal**

Se respetarán todos los ejemplares arbóreos que no sean incompatibles con el desarrollo del proyecto de la subestación. Para todas las labores de obra que afecten a arbolado se obtendrán los permisos pertinentes, de los órganos ambientales competentes, atendiendo en todo momento a las instrucciones que dicten estos organismos.

### **3.4. Patrimonio cultural**

Si durante la ejecución de las obras apareciesen restos arqueológicos y/o paleontológicos, se informará a las autoridades competentes y se pararán los trabajos hasta la adopción de las medidas oportunas.

### **3.5. Movimientos de tierra para la explanación**

Al inicio de los trabajos se procederá a la retirada de la tierra vegetal, para su posterior reutilización, de forma que ésta no se mezcle con sustratos profundos o que quede sepultada por acumular sobre ella tierra de menor calidad.

La tierra vegetal se acumulará en zonas no afectadas por los movimientos de tierra hasta que se proceda a su disposición definitiva y se realizará de tal modo que no pierda sus características (altura máxima de los acopios de 2 metros).

Se evitará que en los movimientos de tierras se produzcan acumulaciones de materiales en los cauces y zonas de policía de estos, facilitando la continuidad de las aguas.

Subestación eléctrica de 220 kV para la red de transporte como apoyo a distribución.

Se señalará adecuadamente la salida de camiones de las obras, procurando que se mantenga la limpieza de polvo y barro de las vías y carreteras aledañas para la seguridad de los usuarios.

Durante la realización de la explanación del parque, se evitará en lo posible la compactación de los suelos no afectados por ésta, limitando al máximo las zonas en las que vaya a entrar maquinaria pesada.

En los casos en que sea preciso el aporte de materiales de excavación ajenos a la zona de la subestación, se procurará evitar los vertidos de éstos sobre los suelos circundantes de la explanación.

Subestación eléctrica de 220 kV para la red de transporte como apoyo a distribución.

## **4.- 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.

Subestación eléctrica de 220 kV para la red de transporte como apoyo a distribución.

***Pliego de Condiciones***

# **5.- REQUISITOS ESPECÍFICOS PARA EL MONTAJE ELECTROMECAÁNICO**

## **5.1. 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.

## **5.2.- Llenado de equipos con SF6**

El llenado de equipos con SF6 se llevará a cabo por personal especializado, evitándose así fugas de gas a la atmósfera. Las botellas de SF6 (vacías y con SF6 que no se ha utilizado en el llenado) serán retiradas por el proveedor para garantizar la adecuada gestión de las mismas.

Subestación eléctrica de 220 kV para la red de transporte como apoyo a distribución.

## **6.- 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.

Subestación eléctrica de 220 kV para la red de transporte como apoyo a distribución.

Subestación eléctrica de 220 kV para la red de transporte como apoyo a distribución.

***Pliego de Condiciones***

# **DOCUMENTO 4: PRESUPUESTO**

Subestación eléctrica de 220 kV para la red de transporte como apoyo a distribución.

***Presupuesto***

# ÍNDICE GENERAL

CAPÍTULO 1: MEDICIONES.....	6
CAPÍTULO 2: PRECIOS UNITARIOS.....	8
CAPÍTULO 3: SUMAS PARCIALES.....	11
CAPÍTULO 4: PRESUPUESTO GENERAL.....	14

Subestación eléctrica de 220 kV para la red de transporte como apoyo a distribución.

***Presupuesto***

# CAPÍTULO 1: MEDICIONES

Subestación eléctrica de 220 kV para la red de transporte como apoyo a distribución.

***Presupuesto***

# CAPÍTULO 1: MEDICIONES

<b>Aparata de la subestación GIS</b>		<b>Mediciones</b>	<b>Unidad</b>
Juego de barras 300kV. Fabricante ABB	Fabricación	6,00	Uds.
	Transporte	6,00	Uds.
	Instalación	6,00	Uds.
Transformador de tensión. Fabricante ABB	Fabricación	24,00	Uds.
	Transporte	24,00	Uds.
	Instalación	24,00	Uds.
Seccionador sin/con puesta a tierra. Fabricante ABB	Fabricación	102,00	Uds.
	Transporte	102,00	Uds.
	Instalación	102,00	Uds.
Interruptor de potencia 300kV, 63kA. Fabricante ABB	Fabricación	21,00	Uds.
	Transporte	21,00	Uds.
	Instalación	21,00	Uds.
Transformador de intensidad para protección del interruptor de potencia. Fabricante ABB	Fabricación	21,00	Uds.
	Transporte	21,00	Uds.
	Instalación	21,00	Uds.

<b>Red de tierras</b>		<b>Mediciones</b>	<b>Unidad</b>
Cable de acero de sección 240 mm <sup>2</sup>	Fabricación	37.287,04	m
	Transporte	37.287,04	m
	Instalación	37.287,04	m

<b>Obra civil</b>		<b>Mediciones</b>	<b>Unidad</b>
Movimiento de tierras		5.000,00	m <sup>3</sup>
Cimentación y plataforma		5.000,00	m <sup>3</sup>
Terreno de 62.070 m <sup>2</sup>		1	Uds.
Accesos		750,00	m
Edificio	Estructura	829,94	m <sup>2</sup>
	Albañilería	829,94	m <sup>2</sup>

<b>Servicios Auxiliares</b>		<b>Mediciones</b>	<b>Unidad</b>
Grupo Electrónico Perkins 250KVA	Fabricación	1	Uds.
	Transporte	1	Uds.
	Instalación	1	Uds.
Acumuladores Ni-Cd 125 Vcc + Rectificador	Fabricación	2	Uds.
	Transporte	2	Uds.
	Instalación	2	Uds.
Acumuladores Ni-Cd 48 Vcc + Rectificador	Fabricación	2	Uds.
	Transporte	2	Uds.
	Instalación	2	Uds.
Transformador Servicios Auxiliares 250 kVA	Fabricación	2	Uds.
	Transporte	2	Uds.
	Instalación	2	Uds.

<b>Pruebas del correcto funcionamiento de la subestación GIS</b>		<b>Mediciones</b>	<b>Unidad</b>
Medida de la resistencia de puesta a tierra y de las	Prueba	1	Uds.

Subestación eléctrica de 220 kV para la red de transporte como apoyo a distribución.

**Presupuesto**

tensiones de paso y contacto			
Prueba dialéctica de alta tensión a frecuencia industrial del circuito principal	Prueba	1	Uds.
Prueba de estanqueidad, medición de calidad y presión del gas SF6, verificando tarado de los niveles de alarma y bloqueo	Prueba	1	Uds.
Pruebas funcionales mecánicas y eléctricas de toda la aparamenta	Prueba	1	Uds.
Pruebas de los transformadores de intensidad y tensión	Prueba	1	Uds.

<b>Tasas adicionales</b>		<b>Mediciones</b>	<b>Unidad</b>
Costes de licencias		1	Uds.
Tasas municipales		1	Uds.
Seguridad, higiene y vigilancia		1	Uds.

Subestación eléctrica de 220 kV para la red de transporte como apoyo a distribución.

**Presupuesto**

# **CAPÍTULO 2: PRECIOS UNITARIOS**

Subestación eléctrica de 220 kV para la red de transporte como apoyo a distribución.

***Presupuesto***

# CAPÍTULO 2: PRECIOS UNITARIOS

Aparamenta de la subestación GIS		Precios Unitarios	Unidad
Juego de barras 300kV. Fabricante ABB	Fabricación	29.505,00	€/Ud.
	Transporte	495,00	€/Ud.
	Instalación	450,00	€/Ud.
Transformador de tensión. Fabricante ABB	Fabricación	9.995,00	€/Ud.
	Transporte	495,00	€/Ud.
	Instalación	450,00	€/Ud.
Seccionador sin/con puesta a tierra. Fabricante ABB	Fabricación	59.600,00	€/Ud.
	Transporte	495,00	€/Ud.
	Instalación	450,00	€/Ud.
Interruptor de potencia 300kV , 63kA. Fabricante ABB	Fabricación	29.885,00	€/Ud.
	Transporte	495,00	€/Ud.
	Instalación	450,00	€/Ud.
Transformador de intensidad para protección del interruptor de potencia. Fabricante ABB	Fabricación	17.500,00	€/Ud.
	Transporte	495,00	€/Ud.
	Instalación	450,00	€/Ud.

Red de tierras		Precios Unitarios	Unidad
Cable de acero de sección 240 mm <sup>2</sup>	Fabricación	21,50	€/m
	Transporte	1,00	€/m
	Instalación	2,00	€/m

Obra civil		Precios Unitarios	Unidad
Movimiento de tierras		4,00	€/m <sup>3</sup>
Cimentación y plataforma		8,00	€/m <sup>3</sup>
Terreno de 62.070 m <sup>2</sup>		1.000.000,00*	€/Ud.
Accesos		12,00	€
Edificio	Estructura	48,00	€/m <sup>2</sup>
	Albañilería	30,00	€/m <sup>2</sup>

Servicios Auxiliares		Precios Unitarios	Unidad
Grupo Electrónico Perkins 250KVA	Fabricación	22.350,00	Uds.
	Transporte	100,00	Uds.
	Instalación	225,00	Uds.
Acumuladores Ni-Cd 125 Vcc + Rectificador	Fabricación	9.860,00	Uds.
	Transporte	100,00	Uds.
	Instalación	150,00	Uds.
Acumuladores Ni-Cd 48 Vcc + Rectificador	Fabricación	5.685,00	Uds.
	Transporte	100,00	Uds.
	Instalación	150,00	Uds.

Subestación eléctrica de 220 kV para la red de transporte como apoyo a distribución.

**Presupuesto**

Transformador Servicios Auxiliares 250 kVA	Fabricación	12.540,00	Uds.
	Transporte	150,00	Uds.
	Instalación	250,00	Uds.

<b>Pruebas del correcto funcionamiento de la subestación GIS</b>		<b>Precios Unitarios</b>	<b>Unidad</b>
Medida de la resistencia de puesta a tierra y de las tensiones de paso y contacto	Prueba	15.000,00	€/Ud.
Prueba dialéctica de alta tensión a frecuencia industrial del circuito principal	Prueba	99.875,00	€/Ud.
Prueba de estanqueidad, medición de calidad y presión del gas SF6, verificando tarado de los niveles de alarma y bloqueo	Prueba	22.850,00	€/Ud.
Pruebas funcionales mecánicas y eléctricas de toda la aparamenta	Prueba	55.250,00	€/Ud.
Pruebas de los transformadores de intensidad y tensión	Prueba	27.650,00	€/Ud.

<b>Tasas adicionales</b>		<b>Precios Unitarios</b>	<b>Unidad</b>
Costes de licencias		500.000,00	Uds.
Tasas municipales		150.000,00	Uds.
Seguridad, higiene y vigilancia		35.000,00	Uds.

\*A la cantidad del terreno, hay que restarle la correspondiente a la compra de parte del terreno por la empresa distribuidora. Como adquieren 26.100,00 m<sup>2</sup>, de un terreno de 62.070,00 m<sup>2</sup>, es decir, el 42,05 % aproximadamente, la empresa transportadora recibirá 420.493,00 €.

Subestación eléctrica de 220 kV para la red de transporte como apoyo a distribución.

**Presupuesto**

## **CAPÍTULO 3: SUMAS PARCIALES**

Subestación eléctrica de 220 kV para la red de transporte como apoyo a distribución.

***Presupuesto***

## CAPÍTULO 3: SUMAS PARCIALES

<b>Aparamenta de la subestación GIS</b>		<b>Sumas Parciales</b>	<b>Unidad</b>
Juego de barras 300kV. Fabricante ABB	Fabricación	177.030,00	€
	Transporte	2.970,00	€
	Instalación	2.700,00	€
Transformador de tensión. Fabricante ABB	Fabricación	239.880,00	€
	Transporte	11.880,00	€
	Instalación	10.800,00	€
Seccionador sin/con puesta a tierra. Fabricante ABB	Fabricación	6.079.200,00	€
	Transporte	50.490,00	€
	Instalación	45.900,00	€
Interruptor de potencia 300kV , 63kA. Fabricante ABB	Fabricación	627.585,00	€
	Transporte	10.395,00	€
	Instalación	9.450,00	€
Transformador de intensidad para protección del interruptor de potencia. Fabricante ABB	Fabricación	367.500,00	€
	Transporte	10.395,00	€
	Instalación	9.450,00	€

<b>Red de tierras</b>		<b>Sumas Parciales</b>	<b>Unidad</b>
Cable de acero de sección 240 mm <sup>2</sup>	Fabricación	801.671,36	€
	Transporte	37.287,04	€
	Instalación	74.574,08	€

<b>Obra civil</b>		<b>Sumas Parciales</b>	<b>Unidad</b>
Movimiento de tierras		20.000,00	€
Cimentación y plataforma		40.000,00	€
Terreno de 62.070 m <sup>2</sup>		579.507,00	€
Accesos		9.000,00	€
Edificio	Estructura	39.837,00	€
	Albañilería	24.898,13	€

<b>Servicios Auxiliares</b>		<b>Sumas Parciales</b>	<b>Unidad</b>
Grupo Electrónico Perkins 250KVA	Fabricación	22.350,00	Uds.
	Transporte	100,00	Uds.
	Instalación	225,00	Uds.
Acumuladores Ni-Cd 125 Vcc + Rectificador	Fabricación	19.720,00	Uds.
	Transporte	200,00	Uds.
	Instalación	300,00	Uds.
Acumuladores Ni-Cd 48 Vcc + Rectificador	Fabricación	11.970,00	Uds.
	Transporte	200,00	Uds.
	Instalación	300,00	Uds.
Transformador Servicios Auxiliares 250 kVA	Fabricación	25.080,00	Uds.
	Transporte	300,00	Uds.
	Instalación	500,00	Uds.

Subestación eléctrica de 220 kV para la red de transporte como apoyo a distribución.

**Presupuesto**

<b>Pruebas del correcto funcionamiento de la subestación GIS</b>		<b>Sumas Parciales</b>	<b>Unidad</b>
Medida de la resistencia de puesta a tierra y de las tensiones de paso y contacto	Prueba	15.000,00	€
Prueba dialéctica de alta tensión a frecuencia industrial del circuito principal	Prueba	99.875,00	€
Prueba de estanqueidad, medición de calidad y presión del gas SF6, verificando tarado de los niveles de alarma y bloqueo	Prueba	22.850,00	€
Pruebas funcionales mecánicas y eléctricas de toda la aparamenta	Prueba	55.250,00	€
Pruebas de los transformadores de intensidad y tensión	Prueba	27.650,00	€

<b>Tasas adicionales</b>		<b>Sumas Parciales</b>	<b>Unidad</b>
Costes de licencias		500.000,00	€
Tasas municipales		150.000,00	€
Seguridad, higiene y vigilancia		35.000,00	€

Subestación eléctrica de 220 kV para la red de transporte como apoyo a distribución.

**Presupuesto**

# **CAPÍTULO 3: PRESUPUESTO GENERAL**

Subestación eléctrica de 220 kV para la red de transporte como apoyo a distribución.

***Presupuesto***

# CAPÍTULO 3: PRESUPUESTO GENERAL

Tal y como se ha detallado en los apartados anteriores de este documento, se resume en la siguiente tabla los costes de cada sección.

Presupuesto por secciones		Sumas Parciales	Unidad
Aparamenta		7.665.625,00	€
Red de tierras		913.532,48	€
Obra civil		713.242,13	€
Servicios Auxiliares		80.645,00	€
Pruebas del correcto funcionamiento de la subestación GIS		220.625,00	€
Tasas municipales		685.00,00	€

El presupuesto total asciende a la cantidad de 10.268.669,61 €. Añadiendo el impuesto I.V.A (21%), el presupuesto total es: **12.425.090,22 €**.

Subestación eléctrica de 220 kV para la red de transporte como apoyo a distribución.

**Presupuesto**

Subestación eléctrica de 220 kV para la red de transporte como apoyo a distribución.

***Presupuesto***

Alejandra  
Delgado  
Blasco

**DISEÑO DE UNA SUBESTACIÓN ELÉCTRICA DE 220 KV PARA LA RED DE TRANSPORTE COMO  
APOYO A DISTRIBUCIÓN**

