

UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID

ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR



DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA

TRABAJO FIN DE GRADO

Grado en Ingeniería Eléctrica

**Estudio técnico-económico de una nueva posición de
15 kV de una subestación tipo GIS**

AUTOR: Santiago González Martín-Forero

DIRECTOR: Fernando García Fernández

TUTOR: Raúl Millor Blanco

Leganés, 16 de octubre de 2017

ÍNDICE

<i>Introducción</i>	<i>4</i>
<i>1. Memoria</i>	<i>5</i>
<i>2. Planos</i>	<i>77</i>
<i>3. Pliego de condiciones</i>	<i>84</i>
<i>4. Presupuesto</i>	
<i>Anexo: Sistema de seguridad y salud</i>	<i>117</i>
<i>Conclusión y Líneas Futuras</i>	<i>150</i>
<i>Bibliografía</i>	<i>151</i>

1. Memoria
 - 1.1 Antecedentes
 - 1.2 Objeto
 - 1.3 Situación y emplazamiento
 - 1.4 Condiciones climáticas
 - 1.5 Reglamentación
 - 1.6 Descripción general de las instalaciones existentes
 - 1.6.1 Servicios Auxiliares
 - 1.7 Descripción general de los trabajos a realizar
 - 1.8 Descripción de la aparamenta a instalar
 - 1.8.1. Parque de 15 kV
 - 1.9 Sistema de protecciones, control, comunicaciones y medida
 - 1.10 Red de tierras
 - 1.11 Obra Civil
 - 1.12 Estructura metálica
 - 1.13 Medidas correctoras
 - 1.13.1 Aspectos medioambientales
 - 1.13.2 Protección contra incendios
 - 1.14 Seguridad y salud
 - 1.15 Campos electromagnéticos
 - 1.16 Planificación
 - 1.17 Presupuesto
- 2 Planos
 - 2.1 Lista de planos
- 3 Pliego de condiciones técnicas
 - 3.1 Generalidades
 - 3.2 Relación de equipos. Características Principales
 - 3.2.1 Transformadores de potencia
 - 3.2.2. Cableado
 - 3.2.3. Servicios auxiliares
 - 3.2.4. Aparamenta
 - 3.4 Celdas de 15 kV
 - 3.4.1 Interruptores
 - 3.4.2 Transformadores de Intensidad
 - 3.4.3 Transformadores de tensión
 - 3.4.4 Seccionadores
- 4 Presupuesto
 - 4.1 Presupuestos parciales
 - 4.1.1 Capítulo I: Maquinaria y equipamiento eléctrico
 - 4.1.2 Capítulo II: Montaje de maquinaria y equipamiento eléctrico
 - 4.1.3 Capítulo III: Ejecución material de la obra
 - 4.2 Presupuesto general

ANEXO I: ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

Introducción

El propósito de este proyecto consiste en la ampliación de una subestación ya existente, hacer un estudio técnico y económico, tanto de los componentes que se requieren como de la obra y el trabajo que el equipamiento y el montaje requieren.

Durante años nos hemos acostumbrado a ver numerosas subestaciones en medio de las carreteras, subestaciones puestas en intemperie donde se pueden identificar claramente sus elementos y componentes, pero dado el crecimiento demográfico, la expansión de las ciudades, y la necesidad de distribuir de una forma más eficiente la energía, nos encontramos en el conflicto de crear subestaciones dentro de los propios núcleos urbanos. Para optimizar el espacio, el lugar que ocupa la subestación debe ser mucho más reducido, y por tanto, reducir también sus componentes y su aislamiento.

En estos últimos años el ámbito de la electricidad no ha cambiado tanto como otras ramas de las ingenierías, pero las subestaciones tipo GIS suponen un avance a la hora de seguir instalando subestaciones de alta tensión.

Con este estudio pretendo demostrar la relevancia de las subestaciones tipo GIS (Gas Insulated Switchgear), es decir, subestación encapsulada en gas, dicho gas es el SF₆ (hexafluoruro de azufre), y la facilidad a la hora de hacer una ampliación dentro de una subestación ya existente.

Para realizar este proyecto, me he basado en otro proyecto de un compañero que creó su propia subestación. Con vistas a un futuro, este compañero previó una futura ampliación, en la cual yo he basado este estudio. Además, me he apoyado de datos aportados por empresas dedicadas a este sector de la electricidad, catálogos, otros proyectos y otros diagramas a través de los cuales he podido concluir la ampliación de la subestación de 220/45 a 45/15 kV.

1. Memoria

1.1 Antecedentes

El titular de la instalación es ELECTRICAL DISTRIBUTION, S.A

Nombre y domicilio social

- Razón social Electrical Distribution, S.A
- C.I.F. C-40451896P
- Domicilio Avenida de Portugal, 175
- Código Postal 28011

Estructura del sistema eléctrico:

- Red de Generación: Su misión es producir la energía eléctrica. Suele estar en sitios apartados de los centros de consumo, cerca de las fuentes de energía (minas de carbón, aprovechamientos hidroeléctricos, puertos de desembarco de combustible) o alejadas de centros grandes de población (centrales nucleares).
- Red de transporte: Transporta grandes cantidades de energía eléctrica desde los centros productores hasta las zonas consumidoras. Suele realizarse a grandes tensiones para evitar pérdidas.
- Red de distribución: Reparte la energía eléctrica a los usuarios. Se realiza a distintos niveles de tensión en función de la próxima que se halle al usuario final y a la tensión a la que recibe éste la energía eléctrica. (M^a Ángeles Moreno López, 2013)

¿Qué es una subestación?

Una subestación eléctrica es una instalación destinada a establecer los niveles de tensión adecuados para la transmisión y distribución de la energía eléctrica. Su equipo principal es el transformador. Normalmente está dividida en secciones, por lo general tres principales (medición, cuchillas de paso e interruptor), y las demás son derivadas. Las secciones derivadas normalmente llevan interruptores de varios tipos hacia los transformadores.

Como norma general, se puede hablar de subestaciones eléctricas «elevadoras», situadas en las inmediaciones de las centrales generadoras de energía eléctrica, cuya función es elevar el nivel de tensión, hasta 132, 220 o incluso 400 kV, antes de entregar la energía a la red de transporte; y subestaciones eléctricas «reductoras», que reducen el nivel de tensión hasta valores que oscilan, habitualmente, entre 10 y los 66 kV y entregan la energía a la red de distribución. Posteriormente, los centros de transformación reducen los niveles de tensión hasta valores comerciales (baja tensión) aptos para el consumo doméstico e industrial, típicamente 400 V.

Existen dos razones técnicas que explican por qué el transporte y la distribución en energía eléctrica se realizan a tensiones elevadas, y en consecuencia, por qué son necesarias las subestaciones eléctricas:

- Las pérdidas de potencia que se producen en un conductor por el que circula una corriente eléctrica, debido al efecto Joule, son directamente proporcionales al valor de esta

$$P = I^2 \cdot R$$

- La potencia eléctrica transportada en una red es directamente proporcional al valor de su tensión y al de su intensidad

$$P = V \cdot I$$

Por tanto, cuanto mayor sea el valor de la tensión, menor deberá ser el de intensidad para transmitir la misma potencia y, en consecuencia, menores serán las pérdidas por efecto Joule.

Además de transformadores, las subestaciones eléctricas están dotadas de elementos de maniobra (interruptores, seccionadores, etc.) y protección (fusibles, interruptores automáticos, etc.) que desempeñan un papel fundamental en los procesos de mantenimiento y operación de las redes de distribución y transporte. (UNESA, 2001)

Tipos de subestaciones:

- AIS: Son tradicionalmente las más utilizadas. La aparatenta, cables y embarrados se encuentran aislados en aire. Además, por este motivo cada dispositivo se encuentra de manera individual y separado del resto. Los tamaños de los dispositivos y embarrados resultan mucho mayores en conjunto ya que las distancias de seguridad a tener en cuenta son mucho mayores.
- GIS: Como solución a los problemas de aislamiento se diseñaron las subestaciones blindadas con la aparatenta y los embarrados aislados en gas. Los tamaños son menores pero al ir todo encapsulado se tienen que cumplir otros requisitos de presión del gas, sellado de las cámaras etc. diferentes a los que se pueden encontrar en la tecnología AIS.
- HIS: es un híbrido entre ambos tipos de subestaciones (Carretero, 2007)

Impacto de la subestación:

El impacto ambiental dependerá de la configuración topográfica de la zona de estudio, puede ser característica por ser un espacio llano o con la pendiente característica de un valle o de una zona montañosa.

Otro de los aspectos de estudio es saber si está situada en una cuenca hidrográfica, pues también hay que ver que repercusión tiene sobre esa zona, como por ejemplo, un río.

Otro estudio para el impacto ambiental de una estación es el clima, ya que los materiales y la mecánica de la propia subestación dependerán fundamentalmente del clima de la zona. La temperatura media anual, el régimen de precipitaciones, el máximo pluviométrico y el mínimo pluviométrico.

La propia vegetación de la zona si existiera, o el nivel de contaminación en el que se encuentra la subestación. La fauna también forma parte del estudio.

Hay que ver si hay espacios o áreas protegidas dentro de la zona de estudio (zona afectada por la subestación).

- Impactos sobre la geología y la geomorfología

- En la fase de construcción:
 - Cambios en el relieve: es el estudio del impacto directamente asociado con la complejidad orográfica y las pendientes del terreno, donde deben realizarse las acciones del proyecto identificadas en el punto anterior. El impacto puede ser significativo o no
- Impactos sobre la edafología (estudio del terreno en tanto al hábitat de las plantas)
 - Fase de construcción:
 - Compactación y degradación del suelo: este impacto se asocia a la ocupación permanente de la instalación proyectada, debiendo considerarse en la evaluación del impacto, por un lado de la superficie total afectada y por otro la calidad o vulnerabilidad de suelos de iguales características. El impacto puede ser compatible o incompatible.
 - Contaminación de vertidos: las acciones asociadas a la instalación y puesta en marcha de la actividad proyectada (transformación – distribución eléctrica) no se consideran potencialmente contaminadora del suelo o del medio hídrico. Debe tenerse en cuenta la condición accidental del impacto, por avería, error o inadecuado mantenimiento de los vehículos y maquinaria utilizada, que podría conllevar vertidos de fluidos contaminantes en el suelo, que se verán minimizadas con la adopción de las medidas definidas. También puede considerarse esto mismo compatible o no compatible.
 - Aumento del riesgo de erosión: significativo o no.
 - Eliminación del suelo fértil: compatible o no
 - Fase de funcionamiento:
 - Contaminación por vertidos: Durante la fase de funcionamiento el único fluido líquido con potencial de contaminación significativo que existirá en las instalaciones será el aceite mineral que se utiliza en los transformadores de potencia.
En su uso normal, este aceite tendrá una vida útil prolongada, y será sometido a pruebas periódicas para controlar su composición y depurar la presencia de sustancias no deseadas. Su confinamiento en una cuba hermética hace que, durante su funcionamiento normal, no implique riesgo alguno.
Para recoger cualquier posible vertido accidental del aceite desde los transformadores se construirá bajo cada uno de ellos una cubeta de hormigón armado, que los canalizará por gravedad a una tubería de conducción y finalmente a un depósito enterrado con suficiente capacidad para acoger, el volumen del aceite contenido por el mayor de los transformadores, para el cual se proyecta el depósito de recogida. De esta forma el riesgo de contaminación del suelo se verá significativamente reducido. Esto puede ser significativo o no.
- Impactos sobre la hidrología
 - Fase de construcción:
 - Contaminación por vertidos accidentales: puede ser significativo o no.

- Atención de la red de drenaje superficial y subterráneo: esto dependerá de la magnitud de operaciones de excavación necesarias para la cimentación de las instalaciones, para que no supongan modificación sobre la red de drenaje de las aguas pluviales. Significativo o no
 - Incremento del riesgo de inundación: si existe riesgo de inundación. Si es compatible o no
 - Fase de funcionamiento:
 - Aumento de la escorrentía superficial: si está bien habilitada sin afectar a las canalizaciones propias de la zona. Significativo o no.
 - Contaminación por vertidos accidentales: si existe riesgo de contaminación de aguas subterráneas como por ejemplo, el aceite. Significativo o no.
- Impactos sobre la atmósfera:
 - Fase de construcción:
 - Cambios en la calidad del aire: la actividad proyectada no es potencialmente contaminadora del medio atmosférico. La contaminación por gases y partículas, se vincula a la utilización de vehículos y maquinaria a motor (generadores, etc...) tanto en la fase de construcción como en la de funcionamiento. Compatible o no.
 - Aumento de los niveles sonoros: esta alteración se produce fundamentalmente en las obras necesarias para la construcción de la subestación, y tiene por tanto un límite temporal muy corto. También dependerá de la distancia a la que se encuentre del núcleo de población, y de las áreas naturales de interés. Puede ser significativo o no.
 - Fase de funcionamiento:
 - Cambios en la calidad del aire: En cuanto a cambios de calidad del aire durante la fase de funcionamiento, la única emisión de gases que se puede producir es la debida a una eventual pérdida de hexafluoruro de azufre (SF₆), desde las celdas de los sistemas eléctricos. La toxicidad de este gas es mínima. Además, cualquier fuga accidental de gas sería detectada inmediatamente y se adoptarían las medidas necesarias para la corrección inmediata. Esto puede ser significativo o no significativo.
 - Producción de ozono: Se tiene que estudiar el nivel de producción de ozono debido al efecto corona, se deben de mirar los diámetros de los conductores, el coeficiente de rugosidad, la distancia entre los conductores y las condiciones atmosféricas generales. Esto determina la tensión máxima eficaz en la línea debe ser inferior a la tensión crítica disruptiva en condiciones habituales de funcionamiento de la línea. Se estudian las pérdidas debidas al efecto corona y se ve si es significativo o no
 - Producción de campos electromagnéticos: Durante la fase de funcionamiento, en la subestación transformadora se generan campos eléctricos y magnéticos como consecuencia del paso de la corriente.

Las líneas eléctricas y la mayor parte de los elementos eléctricos denominados “de potencia” (máquinas y aparatos electrodomésticos) funcionan con una frecuencia

de 50 Hz y por lo tanto no generan una onda o un campo electromagnético (aquel en que los vectores I y E están coordinados y que habitualmente se denomina CEM) sino un campo eléctrico (en adelante CE) debido a la tensión eléctrica o potencial en su superficie y un campo magnético (en adelante CM) debido a la corriente que transportan. Por este motivo, los campos que se localizan alrededor de estas instalaciones (líneas eléctricas) actúan por separado, su intensidad decrece muy rápidamente al aumentar la distancia a la fuente que los genera y no constituyen una “radiación” puesto que no irradian energía.

Los niveles de campo eléctrico y magnético generados por una línea de alta tensión dependen fundamentalmente de la tensión y la intensidad de corriente que transporta, así como de otros factores como el número y disposición geométrica de los conductores y su distancia al suelo, etc. La investigación sobre sus posibles efectos está fundamentalmente centrada en los campos magnéticos, ya que los eléctricos se apantallan muy fácilmente por edificios, mobiliario e incluso vegetación u otros elementos.

En el caso de España hay que señalar que, con fecha de mayo de 2001, el ministerio de Sanidad (Subdirección de Sanidad ambiental y Salud Laboral), editó la monografía “Campos electromagnéticos y salud pública” en la que se resume el trabajo realizado durante dos años por un panel de expertos independientes, y donde se afirma que la Recomendación Europea es suficiente para garantizar la protección sanitaria de los ciudadanos y recomienda seguir aplicando el principio de Precaución y fomentando el control sanitario y la vigilancia epidemiológica. El documento íntegro legitima la aplicación de la Recomendación Europea en tanto no se disponga de un Decreto específico.

En estudios efectuados en los que se han calculado valores de campo magnético para líneas aéreas a 220 kV se obtienen valores máximos de $15\mu\text{T}$, valores inferiores a un sexto de los valores de referencia de la Recomendación 1999/519/CE. Puede ser significativo o no.

➤ Impactos sobre la vegetación

○ Fase de construcción:

- Eliminación y/o degradación de la vegetación y pérdida de hábitats. Significativo o no
- Afección a flora endémica, amenazada y a formaciones vegetales de interés: si hay o no cosas de estas. Nulo o no Nulo
- Incremento de riesgo de incendios: el riesgo de incendio está supeditado a la interacción de varios factores, como son la pendiente, la climatología, y la combustibilidad de la vegetación. Cuanta más pendiente mayor riesgo de incendio, al igual que los ombroclimas (Cada uno de los horizontes, ombrotipos, que se definen en cada región corológica en función de la precipitación media anual) secos o semiáridos, o la presencia de masas

forestales arboladas (sobre todo pinares maduros y cerrados). Significativo o no.

➤ Impactos sobre la fauna:

○ Fase de construcción:

- Eliminación y/o alteración de hábitats: significativo o no
- Alteración del comportamiento (Fase de construcción y Funcionamiento): si hay previsión de, alteraciones importantes en el tamaño, composición y diversidad de las poblaciones faunísticas, presentes en las unidades de fauna colindantes (cultivos). Significativo o no.
- Molestias a la fauna por ruido: el ruido (sonido molesto), se producirá durante las obras de construcción y montaje de las instalaciones de la subestación. Significativo o no.

➤ Impactos sobre la población

○ Fase de construcción:

- Molestias a la población: los movimientos de tierra, el tránsito de maquinaria y en general las operaciones vinculadas a la obra de construcción e instalación de la subestación, son fuente potencial de molestias (aumento de niveles de ruido, partículas en suspensión, humos, etc.) a la población. Será importante saber donde se ubica la subestación.

Como es de carácter temporal estas molestias generadas, vemos si es compatible o no.

- Afecciones a la propiedad: el promotor del proyecto se establece con el propietario de la parcela de emplazamiento de la subestación en una relación comercial. Significativo o no.
- Dinamización laboral: otro impacto que debe ser tenido en cuenta es el que supone la demanda de mano de obra en el desarrollo de la fase de construcción de la subestación y en el resto de tareas que su instalación lleva asociadas. La contratación de personal para este fin tendrá carácter temporal. También contribuirá a la dinamización laboral la demanda de servicios locales que conlleva siempre la construcción de cualquier tipo de infraestructuras (restauración, materias primas, etc.) todo esto es positivo y la magnitud puede ser alta, baja o media.
- Generación de inertes: Dadas las características y magnitud de la obra civil prevista para la implantación de este tipo de infraestructuras, se prevé una generación poco significativa de residuos inertes. Aun así, se deben tratar los pocos que sean. Compatible o no compatible.
- Incremento del tráfico: significativo o no.

○ Fase de funcionamiento:

- Dinamización laboral: otro impacto que debe ser tenido en cuenta es la demanda de mano de obra en la fase de funcionamiento en la subestación. Muy baja.
- Efectos sobre el bienestar y la calidad de vida: Los efectos sobre el bienestar y la calidad de vida serán positivos puesto que se aumentará la garantía del

suministro eléctrico a la población local, así como para previsibles desarrollos urbanos o industriales de la zona y la mejora en las infraestructuras de abastecimiento de energía eléctrica. También comportará beneficios económicos relativos a cánones e impuestos. Por eso esto que es positivo es alto.

- Incremento del tráfico: nulo

➤ Impacto sobre los sistemas económicos

- Fase de construcción:
 - Eliminación y ocupación de suelo agrícola. Pérdida de productividad: significativo o no.
 - Afección a explotaciones y derechos mineros: nulo
- Fase de funcionamiento:
 - Cambios en el uso del suelo: Nulo.
 - Mejora de la infraestructura eléctrica: se trata de mejorar la red, luego debe ser alta.
 - Dinamización económica: tiene como finalidad garantizar la seguridad y la calidad del suministro energético, consciente de que el suministro de energía eléctrica constituye un servicio imprescindible para la vida diaria de los ciudadanos y que incorpora un valor estratégico innegable al resto de los sectores de la economía, en los que por naturaleza constituyen un factor determinante de su propia competitividad. Como todo esto es positivo, se considerará magnitud alta baja o media. (iberdrola, 2010)

Partes de una subestación:

- Barras: Es el área donde se recibe y distribuye eléctrica, ya sea de generadores o estaciones transformadoras, las fuentes y cargas se conectan a estas barras cada una a través de un interruptor y de un seccionador, de ahí, se ponen o sacan de servicio, ya sea por mantenimiento, fallo o cortocircuito.
- Seccionador: protegen a una subestación de cargas eléctricas demasiado elevadas, son muy utilizadas en las centrales de transformación de cada ciudad.
 - Partes del seccionador:
 - Tubo de disparo
 - Ensamble de seguro y contacto superior
 - Contactos recubiertos en plata cargados a comprensión
 - Resistente de acero galvanizado
 - Unidad fusible
 - Aisladores estándar tipo estación
 - Ensamble con bisagra y contacto inferior.
 - Clasificación de seccionadores:
 - Por el plano en que se mueven las cuchillas: Vertical u Horizontal
 - Por la distancia de seccionamiento
 - Por la disposición: vertical u horizontal

- Por el número de columnas de aisladores que tienen por polo: 2 columnas o 3 columnas
 - Por la posición relativa de los polos: diagonal, paralelos o en fila india.
- Interruptor: dispositivo encargado de desconectar una carga de una parte de un sistema eléctrico tanto en condiciones de operación normal como en condiciones de cortocircuito la operación de un interruptor puede ser manual o accionada por la señal de un relé encargado de vigilar la correcta operación del sistema eléctrico donde está conectado.
 - Tipos de interruptor:
 - Interruptor de SF6: La energía del arco se disipa en el gas SF6 (Hexafluoruro de azufre)
 - Interruptor en aceite: la energía del arco se disipa rompiendo las moléculas de aceite. Existen interruptores simples, con cámara y con pequeño volumen de aceite.
 - Interruptor en vacío: el arco se disipa en el vacío.
- Transformador de corriente: Los transformadores de corriente presentan una corriente secundaria cuyo módulo es prácticamente proporcional a la corriente primaria y que defiere en fase en un ángulo próximo a 0. Los hay de distintas formas constructivas para alta tensión, para media tensión.
- Transformador de tensión: Es un transformador en cuyo secundario en condiciones normales de uso se tiene una tensión cuyo módulo es prácticamente proporcional a la tensión primaria y que defiere en fase en un ángulo próximo a 0. En alta tensión se encuentra conectado entre fase y tierra.
- Bobina de bloqueo: dispositivo destinado a ser instalado en serie en una línea de Alta tensión, su impedancia debe ser despreciable a la frecuencia de la red, de manera para no perturbar la transmisión de la energía pero debe ser selectivamente elevada en cualquier banda de frecuencia utilizable para la transmisión por onda portadora.
- Condensador de acoplamiento: Tiene la función de acoplar los sistemas de telecomunicaciones en alta frecuencia a las líneas aéreas de alta tensión para que actúen de soporte de telecomunicaciones los transformadores de tensión capacitivos, pueden cumplir estas funciones para las altas frecuencias que sostienen la comunicación.
- Descargador: está diseñado para proteger el material eléctrico contra sobretensiones transitorias elevadas y a limitar la duración y frecuentemente la amplitud de la corriente subsiguiente. Últimamente, se han impuesto los descargadores de óxido de Zinc
- Línea o cable: La función de las líneas eléctricas es transmitir energía eléctrica entre dos puntos con la técnica económicamente conveniente, esencialmente la línea debe estar formada por conductores. Es necesario mantenerlos a distancia del suelo y entre sí. La construcción de soportes, llamadas torres, es la solución para sostenerlos mediante aisladores. Los soportes pueden ser metálicos o de hormigón apto para soportar una o dos ternas. (Sector Electricidad, 2015)

Diagramas

Diagrama unifilar: Es la representación de un equivalente por fase de un sistema trifásico que se obtiene al remplazar los diferentes elementos del sistema por un símbolo normalizado y estandarizado suprimiendo el camino de corriente por el neutro.

Los diagramas unilaterales representan todas las partes que componen a un sistema de potencia de modo gráfico, completo, tomando en cuenta las conexiones ue hay entre ellos, para lograr así la forma una visualización completa del sistema de la forma más sencilla. Ya que un sistema trifásico balanceado siempre se resuelve como un circuito equivalente monofásico, o por fase, compuesto de una de las tres líneas y un neutro de retorno, es rara vez necesario mostrar más de una fase y el neutro de retorno cuando se dibuja un diagrama del circuito. Muchas veces el diagrama se simplifica aún más al omitir el neutro del circuito e indicar las partes que lo componen mediante símbolos estándar en lugar de sus circuitos equivalentes. No se muestran los parámetros del circuito, y las líneas de transmisión se representan por una sola línea entre dos terminales. A este diagrama simplificado de un sistema eléctrico se le llama diagrama unifilar o de una línea. Este indica, por una sola línea y por símbolos estándar, como se conectan las líneas de transmisión con los aparatos asociados de un sistema eléctrico.

Ejemplo de diagrama unifilar:

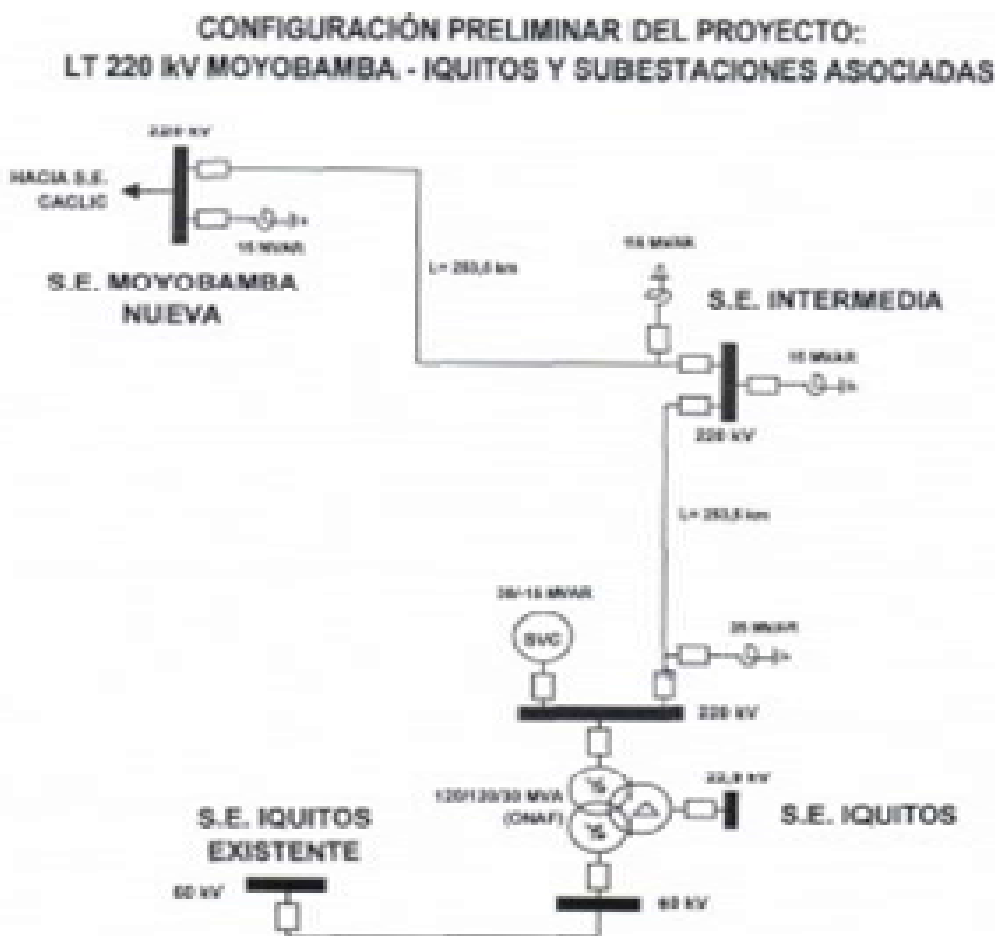
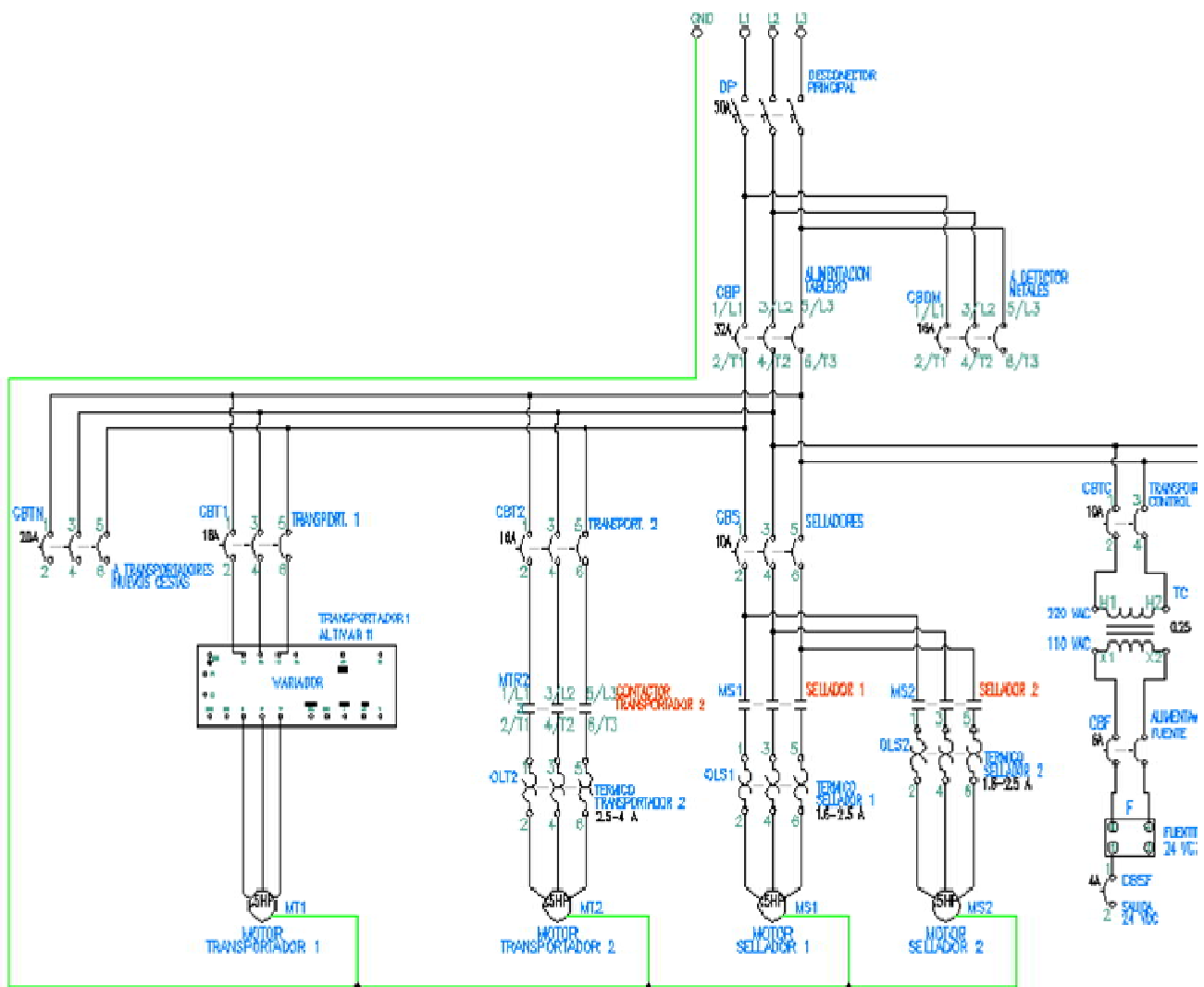


Diagrama trifilar: son una representación completa de los elementos conectados a las tres fases del sistema, en donde se detalla la simbología adecuada conteniendo la información de cada elemento. En la construcción de instalaciones eléctricas de potencia, subestaciones, entre otras. Se suelen entregar los diagramas trifilares con los unifilares los cuales representan los principales detalles de conexión de cada elemento.

Ejemplo de diagrama trifilar:



Simbología básica de representación de un sistema de potencia según ANSI e IEC.




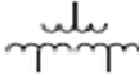


















	<i>Norma IEC</i>	<i>Norma ANSI</i>
Transformador de dos devanados		
Transformador de tres devanados		
Reactor		
Impedancia		
Sistema exterior		
Generador		
Motor de inducción		
Motor de sincrónico		
Carga		
Fusible		
Interruptor de potencia		

Diagrama de impedancias y reactancias:

Al representar una condición anormal el diagrama unifilar debe transformarse en un diagrama de impedancias de forma tal que muestre las impedancias de todos los elementos del sistema para poder emprender el estado analítico que definitivamente establecen las condiciones de operación.

El diagrama de impedancias permite el cálculo de variables eléctricas, tensión, corriente y potencia en unidades reales (A, V y VA) respectivamente, a partir del planteamiento de simple ecuaciones circuitales. Algunas simplificaciones pueden ser llevadas a cabo dentro del diagrama de impedancias de manera de reducir cálculos. Se contempla lo siguiente:

- Se desprecia la parte resistiva de la impedancia de los generadores y transformadores, debido a que ella es muy pequeña comparada con la reactancia.
- Se desprecian todas las cargas estáticas que no sean contribuyentes, se debe tomar en cuenta si la carga está compuesta por un motor ya que su contribución puede ser importante.

- Para las líneas de transmisión en un análisis manual se pueden despreciar las resistencias de la línea y las conductancias asociadas.
- En el caso de los transformadores con TAP'S (cambiadores de tomas) es el que posee un gran número de desviaciones, no se toma en cuenta la posición del mismo debido a que la impedancia cambia. Las condiciones anteriores o simplificaciones son denominadas diagrama de reactancias.

Diagrama de impedancias:

Ejemplo de diagrama de impedancias

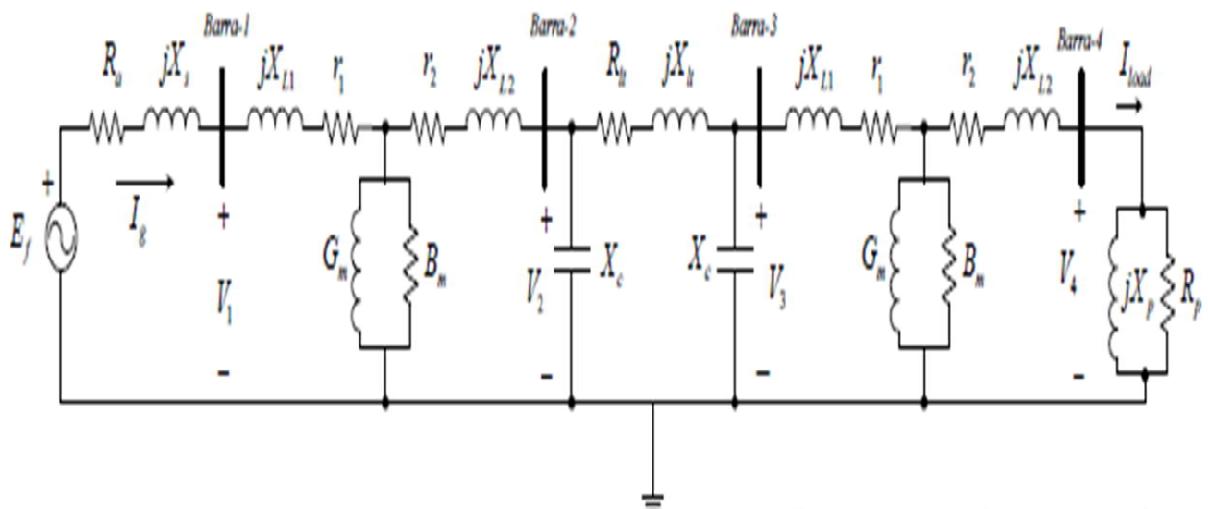
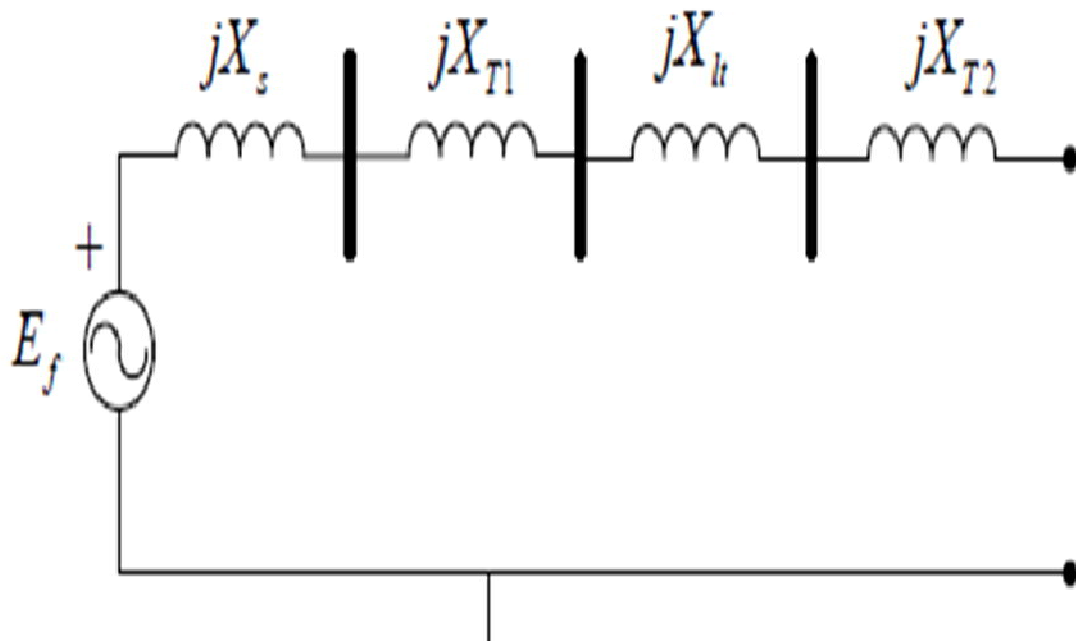


Diagrama de reactancias:



(Unefazza, 2013)

1.2 Objeto

Esta parte del trabajo tiene por objeto especificar las condiciones y características que ha de cumplir las instalaciones de conexión que sean subestaciones de redes de Alta Tensión y aquellas otras partes de la instalación de conexión que, por motivos de seguridad, fiabilidad o calidad de servicio, necesiten ser también definidas y reguladas.

Las instalaciones de conexión deben ajustarse a la reglamentación y normativa vigentes aplicables. Además, sin perjuicio de lo anterior y tal y como se indica en la propia reglamentación, con objeto de conseguir una mayor homogeneidad y seguridad en el funcionamiento de dichas instalaciones que redunde en una mejora de la calidad de servicio, las instalaciones de conexión a la red de distribución tendrán que estar de acuerdo con las condiciones establecidas por la empresa distribuidora.

Este trabajo recoge aspectos de Diseño, Ingeniería, Suministros, Montaje, Puesta en servicio y otros requisitos adicionales complementarios de la nueva posición de la subestación.

Esta nueva posición se realiza para conectar una nueva industria a través de una línea de 15 kV que parte de una subestación ya existente.

La subestación es de 220/45 kV, al querer meter la industria, será necesario meter más transformadores con la relación 45/15 kV, para poder alimentarlas. Pero al haber espacio suficiente, no será necesario hacer obras dentro del edificio, o será insignificante.

(Juan Pablo Fernández, 2015)

1.3 Situación y Emplazamiento

He escogido una subestación basada en el trabajo de fin de grado de otro compañero, de la universidad Pontificia de Comillas, ya que mi proyecto no se basa en crear una subestación desde 0, sino más bien en ampliar una celda de una subestación, que podía ser existente o no. Como el trabajo de fin de grado de este compañero es bastante completo, puedo coger los datos de mi subestación de este otro trabajo.

La subestación se encuentra en Madrid, se encuentra en las cercanías de las subestaciones de Azca y El Pilar, pertenecientes a Gas Natural Fenosa y a Iberdrola, respectivamente. Esta subestación se diseñó para conectar estas subestaciones para mejorar el servicio, y al mismo tiempo, ampliar la capacidad de red de distribución en la zona de Cuatro Caminos.

Se ubicará entre la Avenida de Pablo Iglesias y la Calle Marqués de Lema. Ocupará una parcela de 50 x 35 m, en cuyo interior se construirá un edificio que albergará las celdas de media y alta tensión, además de los servicios auxiliares de la misma.

El edificio contará con dos accesos principales y una sala de armarios y servicios auxiliares.

La ciudad de Madrid cuenta con un sistema de 220 kV, conforma prácticamente un anillo en torno a la capital. Sin embargo, existen ciertos puntos estratégicos que están aislados, siendo la principal razón la presencia de dos compañías distribuidoras en estas zonas.

Al haber espacio dentro del edificio para poder hacer una ampliación, no hay que hacer reformas para meter la nueva posición. Luego no será necesario ampliar el edificio.

(Díaz, 2015)

1.4 Condiciones climáticas

Las características de servicio de la subestación transformadora, que se encuentra en el interior de un edificio, no se tienen en cuenta en el diseño ya que no le afectan los factores climáticos. Luego las condiciones de servicio de la instalación son las siguientes:

- La temperatura de ambiente máxima son 40°C
- La temperatura de ambiente mínima son -5°C
- La temperatura ambiente media máxima (24 horas) son 35°C
- Humedad relativa media máxima (24 horas) son 95%
- Humedad relativa media máxima (1 mes) es un 90%
- Altura máxima sobre el nivel del mar 660m (la altura de Madrid)

(Díaz, 2015)

1.5 Reglamentación

Me baso en el Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en instalaciones Eléctricas de Alta Tensión promulgado por el Real Decreto 337 de 2014 (RDD337/2014), de 9 de mayo.

Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Líneas Eléctricas de Alta Tensión, promulgado por el Real Decreto 223 de 2008 (RDD223/2008), de 15 de febrero.

Reglamento por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica, promulgado por el Real Decreto 1955/2000 de 1 de diciembre.

Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.

Sus correspondientes instrucciones Técnicas Complementarias de la orden, publicadas en el BOE.

(Agencia Estatal, 2014)

(Agencia Estatal, 2008)

(Agencia Estatal, 2000)

(Agencia Estatal, 2001)

1.6 Descripción General de las instalaciones existentes.

Transformador de potencia:

Transformador existente:

El transformador de la Subestación es trifásico, con arrollamientos sumergidos en aceite mineral, y diseñado para servicio exterior, aunque en esta ocasión se emplee para una instalación de interior.

El diseño eléctrico del transformador se ha realizado conforme a la norma UNE- EN 60076-3. Asimismo el transformador cumple con las tolerancias UNE-EN 60076-1 la norma UNE, respecto a los parámetros mencionados anteriormente.

El transformador se ha realizado ante cortocircuito externo según la norma UNE –EN 60076- 5 garantizando en cualquier caso, con el diseño planteado, la funcionalidad prevista para el transformador tanto efectos dinámicos como térmicos durante los diferentes tipos de circuito y duración prevista y para cada uno de los arrollamientos del transformador.

Características eléctricas del transformador:

Potencia asignada en servicio continuo	Arrollamiento A.T		60 MVA
	B.T		60 MVA
	TERCIARIO		≥20 MVA
Potencia asignada del transformador según refrigeración	Tiempo a plena potencia sin refrigeración		ODAF
	Potencia en servicio continuo con la refrigeración al 50%		20 MVA
Tensión asignada en vacío	Arrollamiento A.T		230±10x3,45
	B.T		46 kV
	TERCIARIO		<15 kV
Utilización prevista para el terciario			Compensación
Grupo de conexión			YNn0(d11)
Tensiones de cortocircuito a 75°C	Secuencia directa, inversa		11,6%
	Secuencia homopolar (terciario abierto)		5.5%/3.5%
	Secuencia homopolar (terciario cerrado)		5.5%/3.5%
Pérdidas	Pérdidas en vacío al 100% de la tensión nominal		43 kW
	Pérdidas debidas a la carga (potencia asignada, a 75°C)	Toma 1	232 kW
		Toma 11	240 kW
		Toma 21	285 kW
	Sobreexcitación admisible permanente a plena carga		115%
Inducción máxima del núcleo al 100% de la tensión nominal			1.77 T
Corriente de vacío al 100% de la tensión nominal			0.2%
	Contenido en tercer armónico (sobre corriente total)		42%
Masas	Núcleo y arrollamientos		40.4 Tm
	Aceite		23.3 Tm
	Transformador completo		87,7 Tm
	Desencubado		46.1 Tm

Dimensiones del transformador:

Dimensiones (sin aero-refrigeradores)	Largo total	9500 mm
	Ancho total	4900 mm
	Alto total	7600 mm
	Alto para desencubado	12300 mm

Tensiones máximas de los arrollamientos:

Arrollamiento de AT	Sobretensión tipo maniobra (60s, 50 Hz)	460 kV
	Sobretensión tipo maniobra (valor cresta)	850 kV
	Sobretensión inducida de larga duración (fase-tierra)	240 kV
	Sobretensión tipo rayo (valor cresta)	1050 kV
Arrollamiento de MT	Sobretensión tipo maniobra (60s, 50 Hz)	50 kV
	Sobretensión tipo maniobra (valor cresta)	125 kV
Neutro de AT	Sobretensión tipo maniobra (60s, 50 Hz)	50 kV
	Sobretensión tipo maniobra (valor cresta)	325 kV
Arrollamiento terciario	Sobretensión tipo maniobra (60s, 50 Hz)	50 kV
	Sobretensión tipo maniobra (valor cresta)	125 kV

El núcleo del transformador trifásico de potencia es de tres columnas. La construcción del núcleo asegura que se reduzcan al mínimo el valor de las corrientes parásitas.

El aceite es aceite mineral compatible con ELECTRA B y REPSÓN TENSIÓN. Se trata de un aceite nafténico que cumple los requisitos impuestos por la norma UNE-EN 60296.

Características del aceite:

Fabricante		Nynas Nitro Taurus
Aditivo antioxidante		U (aceite sin inhibir)
Temperatura mínima de inflamación		>150°C
Densidad a 20°		≤0.895 kg/cm ³
Viscosidad cinemática a 40°		≤12mm ² /s
Punto de congelación máximo		-40°C
Acidez		≤0.01 mg KOH/g
Contenido en agua		≤ 30 mg/kg
Estabilidad a la oxidación	Acidez total	1.20 mg KOH/g
	Lodo en peso	≤0.8%
Tensión de ruptura con aceite tratado		≥70 kV
Factor de pérdidas a 90° entre 40-60 Hz		≤0.005

El sistema de preservación de aceite es libre de desecadores. El depósito está sujeto con ménsulas a la cuba del transformador, sobre tapa, con objeto de minimizar la superficie ocupada en planta. Está preparado para pleno vacío.

La cuba del transformador está construida con chapas de acero de bajo porcentaje de carbono, adecuado para soldadura y reforzado con perfiles de acero.

El transformador lleva ruedas de transporte de acero forjado o fundido, con pestañas delgadas orientables en las dos direcciones. Está diseñado de forma que el ancho de vía (entre caras internas de raíl) sea fácilmente intercambiable entre sus distintas dimensiones. Las ruedas tienen dispositivo de bloqueo y los tándem son pivotantes.

Los cables del cambiador de tomas, tanto el cableado interno como externo, es apantallado longitudinalmente en cinta de cobre o malla de cobre, según las siguientes características:

- No propagador de la llama. (UNE-EN 50265)
- No propagador del incendio. (UNE-EN 50266)
- Cero halógenos. (UNE-EN 50267)
- Baja emisión de humos opacos. (UNE-EN 50268)
- Reducida emisión de gases tóxicos.
- Nula emisión de gases corrosivos. (UNE-EN 50267)

La refrigeración es del tipo ODAF. Es decir, el flujo de aceite forzado se dirige a la cuba y se utilizan aero-refrigerantes (convección forzada). Para este tipo de refrigeración, el calentamiento medio de los arrollamientos puede incrementarse hasta los 70°C

El armario de control de refrigeración y centralización de señales del transformador, termómetro e imágenes térmicas, y el de regulación están situados en el mismo lado del transformador.

La pintura del transformador y accesorios, incluidos sistema de refrigeración y todos los armarios, está realizada según la norma UNE 20.175, con acabado exterior gris medio UNE B-109 (Norma UNE 48.103), equivalente RAL 7030. El interior de la cuba y conservador se pinta en color blanco brillante B-119, según la citada norma.

El transformador a plena carga y su equipo de refrigeración funciona con un nivel de ruido (presión acústica) que no supera los 75 dBA según las normas particulares de la empresa distribuidora.

Se suministra equipo analizador de gases disueltos y contenido de humedad para el aceite de cuba, marca GENERAL ELECTRIC y modelo HYDRAN M2, con dos salidas y dos entradas analógicas aisladas 4-20 mA.

Transformador para la ampliación:

Las características del transformador de relación de 45/15 kV, serán iguales para todo salvo las eléctricas y mecánicas

Características eléctricas:

Potencia asignada en servicio continuo	Arrollamiento A.T		15 MVA
	B.T		15 MVA
	TERCIARIO		<5 MVA
Potencia asignada del transformador según refrigeración	Tiempo a plena potencia sin refrigeración		ODAF
	Potencia en servicio continuo con la refrigeración al 50%		8 MVA
Tensión asignada en vacío	Arrollamiento A.T		45±10x0,63
	B.T		16 kV
	TERCIARIO		10 kV
Utilización prevista para el terciario			Compensación
Grupo de conexión			YNn0(d11)
Tensiones de cortocircuito a 75°C	Secuencia directa, inversa		11,6%
	Secuencia homopolar (terciario abierto)		5.5%/3.5%
	Secuencia homopolar (terciario cerrado)		5.5%/3.5%
Pérdidas	Pérdidas en vacío al 100% de la tensión nominal		8.5 kW
	Pérdidas debidas a la carga (potencia asignada, a 75°C)	Toma 1	86 kW
		Toma 11	88 kW
		Toma 21	90.5 kW
	Sobreexcitación admisible permanente a plena carga		115%
Inducción máxima del núcleo al 100% de la tensión nominal			1.77 T
Corriente de vacío al 100% de la tensión nominal			0.27%
	Contenido en tercer armónico (sobre corriente total)		54%
Masas	Núcleo y arrollamientos		11.9 Tm
	Aceite		4.6 Tm
	Transformador completo		23.5 Tm
	Desencubado		12.9 Tm

Características mecánicas:

Dimensiones (sin aero-refrigeradores)	Largo total	6100 mm
	Ancho total	3250 mm
	Alto total	5050 mm
	Alto para desencubado	5520 mm

Tensiones máximas en los arrollamientos:

Arrollamiento de AT	Sobretensión tipo maniobra (60s, 50 Hz)	460 kV
	Sobretensión tipo maniobra (valor cresta)	850 kV
	Sobretensión inducida de larga duración (fase-tierra)	240 kV
	Sobretensión tipo rayo (valor cresta)	1050 kV
Arrollamiento de MT	Sobretensión tipo maniobra (60s, 50 Hz)	50 kV
	Sobretensión tipo maniobra (valor cresta)	125 kV
Neutro de AT	Sobretensión tipo maniobra (60s, 50 Hz)	50 kV
	Sobretensión tipo maniobra (valor cresta)	325 kV
Arrollamiento terciario	Sobretensión tipo maniobra (60s, 50 Hz)	50 kV
	Sobretensión tipo maniobra (valor cresta)	125 kV

Cableado de potencia para conexionado:

Los cables de potencia para conexionado serán unipolares de aislamiento en polietileno reticulado de tipo RHZ1-2OL (S). Los terminales de los conductores se efectuarán siguiendo métodos que garanticen una perfecta continuidad del conductor y de su aislamiento, utilizando los materiales adecuados y de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

Los terminales no deberán disminuir en ningún caso las características eléctricas y mecánicas del cable.

Aquí detallaremos las características constructivas de los conductores empleados para conectar los distintos parques de tensión de la instalación.

Cables de 15 kV

Los cables de 15 kV tienen como misión conectar la salida en media tensión de los transformadores de potencia a las celdas de media tensión.

Se empleará el modelo HERSATENE FOC del fabricante GENERAL CABLE. Son cables libres de halógenos, aptos para la distribución de energía en instalaciones al aire, entubadas o enterradas. Cumple con los estándares de las normas UNE e IEC sobre cables no propagadores de la llama, la baja acidez y corrosividad de los gases emitidos y baja opacidad de los humos emitidos durante la combustión.

Tipo de cable		RHZ1-2OL(S)Al
Número de conductores por fase		2
conductor		Aluminio semirrígido, clase 2
	Sección	240 mm ²
Aislamiento		XLPE
	Diámetro	30.2 mm
Pantalla		Corona de hilos de cobre
Cubierta exterior		Polioléfina termoplástica
	Diámetro	39.4 mm
Tensión		12/20 kV
Peso específico		1840kg/km
Radio de curvatura mínimo		595 mm
Corriente nominal de cada conductor		345 A
Temperatura máxima del conductor		90°C

*Según tabla 12 de ITC

Cables de 45 kV

Los cables de 45 kV conectan las celdas de 45 kV al transformador de 45/15 kV y del Transformador de 220 /45 kV a las celdas de 45 kV.

Se empleará el modelo HERSATENE del fabricante GENERAL CABLE. Son cables libres de halógenos, aptos para la distribución de energía en instalaciones al aire, entubadas o enterradas. Se cumple con los estándares de las normas UNE e IEC sobre cables no propagadores de la llama, baja acidez y corrosividad de los gases emitidos y bajo opacidad de los humos emitidos durante la combustión.

Tipo de cable		AL RHZ1-OL H16
Número de conductores por fase		1
Conductor		Aluminio semirrígido clase 2
	Sección	300 mm ²
Aislamiento		XLPE
	Diámetro	33.8 mm
Pantalla		Corona de hilos de cobre
Cubierta exterior		Poliolefina termoplástica
	Diámetro	42.6 mm
Tensión		26/45 kV
Peso específico		2025 kg/km
Radio de curvatura mínimo		640 mm
Corriente nominal de cada conductor		385 A
Temperatura máxima del conductor		90°C

Cables de 220 kV

Los cables de 220 kV conectan la salida de la GIS al primario de los transformadores de potencia.

Se empleará el modelo SILEC del fabricante GENERAL CABLE. Son cables libres de halógenos, aptos para la distribución de energía en instalaciones al aire, entubadas o enterradas. Se cumple con los estándares de las normas UNE e IEC sobre cables no propagadores de la llama, baja acidez y corrosividad de los gases emitidos y bajo opacidad de los humos emitidos durante la combustión.

Tipo de cable		RHZ1-RA + 2OL (S) Al H250
Número de conductores por fase		1
Conductor		Aluminio semirrígido, clase 2
	Sección	300 mm ²
Aislamiento		XLPE
	Diámetro	88.7 mm
Pantalla		Corona de hilos de cobre
Cubierta exterior		Polioléfina termoplástica
	Diámetro	103 mm
Tensión		127/220 kV
Peso específico		17800 kg/km
Radio de curvatura mínimo		2060 mm
Corriente nominal de cada conductor		600 A
Temperatura máxima del conductor		90°C

Terminales de cable

Terminal de 220 kV

Los terminales para la conexión a las celdas GIS son del tipo enchufable (slip-on) para una instalación fácil y segura. Están fabricados por GENERAL CABLE y siguen el estándar IEC 62271-209.

El cono de control de campo premoldeado es de silicona y aisladores son de resina moldeada, que permiten la separación eléctrica de la pantalla metálica del cable de la celda que contiene el terminal.

Tensión máxima entre fases (Um)	245 kV
Nivel básico de aislamiento a impulso tipo rayo (BIL)	1050 kV
Altura aproximada	1650 mm
Sección del cable	300 mm ²

Terminales rígidos secos con aislador polimérico, ya que son más resistentes y más baratos.

Las características eléctricas y constructivas son idénticas a los terminales para la conexión de las celdas de 220 kV.

Servicios Auxiliares:

Servicios auxiliares de corriente alterna

Fuentes de alimentación auxiliares

Se contemplan las siguientes fuentes de alimentación de corriente alterna a la nueva subestación, ordenados por orden de prioridad de mayor a menor:

- Alimentación desde el secundario de 16 kV de los transformadores de potencia 45/16 kV, 15 MVA, a través de un transformador 15/0.4 kV de 400 kVA.
- Grupo electrógeno de 400 kVA a 400/230 V.

Transformador de servicios auxiliares

Los transformadores elegidos para alimentar todos los servicios auxiliares de corriente alterna de la subestación serán del fabricante SCHNEIDER ELECTRIC. Se precisarán dos (2) transformadores trifásicos de 400 kVA, relación de transformación nominal 15 / 0.4 kV, uno por cada transformador de potencia de la instalación.

Los transformadores están encapsulados en resina, y son aptos para instalaciones de interior o de exterior. El núcleo posee un recubrimiento protector. El sistema de refrigeración es por convección natural (AN).

La envolvente de los transformadores es metálica, siendo el grado de protección IP31. La conexión de la envolvente a tierra se realiza por un único punto. El acceso al cambiador de tomas en alta tensión se realiza a través de un panel atornillado a la envolvente.

Características eléctricas y mecánicas del transformador de servicios auxiliares:

Potencia nominal	400 kVA
Frecuencia nominal	50 Hz
Relación de transformación nominal	15/0.4 kV
Nivel de aislamiento	19 kV
Tomas	+/- 5 %
Grupo vectorial	Dyn11
Pérdidas en vacío	750 W
Pérdidas en carga	5500 W
Tensión de cortocircuito nominal	6%
Máxima temperatura de funcionamiento	40°
Largo	1360 mm
Ancho	810 mm
Alto	1600 mm
Peso total	1580 kg

Grupo electrógeno:

El diseño de la subestación contempla la instalación de un grupo electrógeno diésel con capota insonorizada y para instalación en interior, dispuesto sobre bancada, que será capaz de alimentar los servicios auxiliares en caso de pérdida del suministro. Se ha seleccionado el modelo V440C2 del fabricante SDMO. Está equipado con un motor VOLVO y un alternador LEROY SOMER.

Dispone de depósito de combustible para tener una autonomía de 24 horas y equipo asociado de trasiego. Este depósito viene incorporado en la propia bancada del grupo y dispone de doble pared, por lo que no es necesario disponer de depósito auxiliar para recogida de fugas.

El grupo nunca entrará en funcionamiento mientras esté funcionando uno de los dos transformadores de servicios auxiliares. La unidad de control de servicios auxiliares se encargará de realizar la conmutación entre las alimentaciones posibles.

Tipo de motor	TAD1344GE
Frecuencia	50 Hz
Tensión	400/230 V
Potencia aparente máxima ESP	440 KVA
Potencia máxima EXP	352 kWe
Intensidad sonora a 7 m	68 dB
Largo	4480 mm
Ancho	1410 mm
Alto	2430 mm
Peso	4080 kg

Cuadro general de corriente alterna

Se instalará un cuadro general de C.A. en la sala de servicios auxiliares de la subestación.

El cuadro estará alimentado desde las fuentes independientes y no simultáneas indicadas (grupo electrógeno y transformadores de servicios auxiliares). El embarrado del cuadro estará constituido por 3 barras de fase y 1 barra de neutro. Para garantizar la facilidad del mantenimiento, tendrá una configuración de barra partida, realizándose la conexión de ambas barras a través de un interruptor motorizado. En caso de pérdida de una de las alimentaciones principales se pueden acoplar ambas barras. Los equipos rectificadores de 125 Vc.c. y el cuadro de comunicaciones de corriente alterna irán conectados a ambas barras.

La conmutación de fuentes se realizará de forma automática utilizando interruptores motorizados.

La medida de energía consumida por los servicios auxiliares se realizará en BT, para lo cual se dispone de un contador de potencia activa de clase 1, que se ubicará en el Cuadro General de Servicios Auxiliares de C. A.

Cuadros de distribución

Los cuadros de distribución serán alimentados desde el cuadro general:

- cuadro de fuerza y climatización, para los servicios correspondientes, con barras separadas;
- cuadro general de alumbrado, para el alumbrado del edificio y los accesos.

Instalación de alumbrado

En el interior del edificio, el alumbrado normal se realizará con lámparas fluorescentes. En la sala GIS, además de los fluorescentes adosados a las paredes, se instalarán proyectores de suspensión con lámpara de halogenuros metálicos de 400/250 W con el fin de obtener un nivel de iluminación adecuado.

La iluminación de la fachada del edificio (alumbrado perimetral) se realizará mediante luminarias de aproximadamente 70 W, que proyectarán la luz hacia el suelo.

Los alumbrados de emergencia del edificio, se realizarán con equipos fluorescentes autónomos situados en las zonas de tránsito y en las salidas. Su encendido será automático en caso de fallo del alumbrado normal, si así estuviese seleccionado, con autonomía de una 1 hora.

Los niveles de iluminación en las distintas áreas serán, por tanto, de 500 lux en la sala de servicios auxiliares y en la sala GIS.

Se dispondrá de fotocélula para el encendido del alumbrado exterior.

Servicios auxiliares de corriente continua

Sistema de 125 V de corriente continua

Se instalarán dos equipos fuente conmutada – batería en la sala de servicios auxiliares, que alimentarán a todos los sistemas de control y protecciones, así como el sistema de fuerza (alimentación de los mandos de interruptores y seccionadores).

Asimismo el Cuadro General de Corriente Continua de 125 V será del tipo normalizado con dos barras independientes, desde las que se distribuirán los servicios de control y fuerza. Estará ubicado en la sala de servicios auxiliares de la subestación.

Este cuadro alimentará los armarios de control local de la sala GIS.

Sistema de 48 V de corriente continua

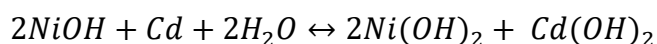
Se instalarán dos equipos de convertidores 125/48 Vc.c. – batería para 48 V con capacidad de acuerdo a los criterios de diseño normalizados por la Propiedad y un Cuadro General de Corriente Continua de 48 V del tipo normalizado. De este cuadro, partirán todas las alimentaciones a los equipos de comunicaciones. Este cuadro se alimenta en 125 V c.c. desde los bastidores integrados de las posiciones y dispone de un convertidor para transformar la tensión de 125 a 48 V.

Baterías

Una batería es un dispositivo capaz de almacenar energía eléctrica en forma de energía química. Esta energía, contenida en los electrodos, se puede transformar directamente en energía eléctrica mediante reacciones electroquímicas de oxidación – reducción.

Las baterías recargables alcalinas emplean un cátodo de hidróxido de níquel y un ánodo metálico (Níquel/Cadmio, Níquel/Hierro o Níquel/Zinc) o un ánodo de hidrógeno.

Este tipo de baterías posee un electrodo positivo (cátodo) de hidróxido de níquel, y un electrodo negativo (ánodo) de cadmio. En el proceso de descarga, el hidróxido de níquel del cátodo se reduce a un estado menos oxidado y el cadmio se oxida a hidróxido de cadmio. La reacción es reversible, y se produce en el sentido inverso en la recarga de la batería. El electrolito empleado es una solución de hidróxido de potasio.



Los materiales activos de la batería se almacenan en bolsas formadas por bandas de acero doblemente perforadas. Las bandas están unidas mecánicamente y están soldadas a la barra colectora de corriente.

Este tipo de baterías es adecuado para utilizarse en centrales pequeñas y en subestaciones que no dispongan de personal de mantenimiento permanente, como en el caso del presente diseño.

Pueden recargarse, y son menos propensas que las pilas normales a perder el electrolito. Su resistencia interna es muy inferior al resto de baterías, y los tiempos de carga son menores que en el resto de baterías. Son capaces de mantener la tensión prácticamente constante durante el 90% del ciclo de descarga. Además, admiten sobrecargas y se pueden seguir cargando cuando ya no admiten más carga, a pesar de que ya no se almacena. Por último, pueden funcionar en un rango suficientemente amplio de temperaturas (entre -40 °C y 50 °C), si bien la temperatura de funcionamiento óptimo de diseño es de aproximadamente 25 °C. Debido a la ubicación interior de las baterías, se espera que su temperatura de funcionamiento sea próxima a la temperatura óptima de diseño. Por tanto, no se emplearán coeficientes de corrección por temperatura.

Batería de 125 V c.c.

La batería seleccionada para alimentar en caso de emergencia el sistema de 125 Vc.c. es el modelo SBM del fabricante SAFT BATTERIES. Se trata de una batería de tipo níquel – cadmio. En el apartado de cálculos correspondiente se detallan los pasos para obtener la capacidad y parámetros característicos de la batería elegida.

Características generales:

Modelo de la batería		SBM 112
Capacidad		112 Ah
Elementos	Número de elementos	94
	Largo de cada elemento	195 mm
	Ancho de cada elemento	94 mm
	Altura de cada elemento	406 mm
	Peso de cada elemento	6.26 kg
	Electrolito por elemento	0.45 kg

Cargador- rectificador de la batería de 125 Vc.c.

El cargador rectificador elegido es el modelo MIT NG 3 del fabricante SAFT.

El rectificador – cargador está basado en la tecnología convencional de tiristores controlador por microprocesador, a los que se unen funcionalidades adicionales propias de la microelectrónica.

Permite la medida de la tensión de la batería y su utilización, así como la corriente del cargador. El estado del cargador se monitoriza exhaustivamente. Existen alarmas locales con LED y remotas con relés.

Se permite la carga de las baterías de níquel – cadmio en los modos de flotación, carga rápida automática y carga manual.

Presenta protección magnetotérmica de entrada y protección por varistores tanto en la entrada como en la salida.

Características eléctricas y mecánicas:

Tensión nominal de entrada	400 V + 10% - 15% Trifásica
Frecuencia de entrada	50±5% Hz
Tensión de rizado con baterías	±1.5%
Estabilidad de tensión de carga	±1%
Temperatura de funcionamiento	0-45°C
Limitación de corriente del cargador	100%
Corriente del cargador	35 ^a
Alto	1050 mm
Ancho	550 mm
Fondo	600 mm
Grado de protección	IP20
Ventilación	Convección natural

1.7 Descripción general de trabajos a realizar

Una de las ventajas que tienen las subestaciones GIS respecto de las AIS es que los distintos campos (celdas) que conforman la Subestación salen totalmente armados y ensayados de la fábrica en forma individual. Así se transportan y llegan a la obra. Para tensiones de 100 kV y por consideración de las exigencias para el transporte marítimo y terrestre, los campos (celdas) de las GIS se separan en un mínimo de componentes, manteniendo así las ventajas de montaje respecto de las AIS.

Una vez en obra, los distintos campos (celdas) se instalan sobre el piso y se aseguran a él. Luego se interconectan mecánica y eléctricamente entre sí (Alta tensión) y a sus sistemas auxiliares (baja tensión).

La instalación de las GIS de distribución secundaria guarda analogía con la que se realiza para el montaje de celdas de distribución primaria. En instalaciones de interior se deja instalado un puente grúa permanentemente para ser utilizado en futuras ampliaciones o eventuales reparaciones. Las celdas la levantan este puente grúa. Ninguna celda se levanta por encima de otra, ya que si se cae alguna podría perjudicar a dos celdas a la vez, es por este motivo que las celdas se transportan a través de carritos por los pasillos que quedan espaciados dentro de la sala de un conjunto de bahías o celdas.

Las distintas celdas, conformados por sus diversos elementos constitutivos de corte, medición, etc., están soportadas por estructuras metálicas de acero que, a la vez que colaboran con el armado y soporte de celda, proporcionan el medio para fijarlos al suelo. Posteriormente se montan los módulos de empalme o conexión que interconectan las distintas celdas con otros equipos externos; líneas aéreas, líneas subterráneas, transformadores de potencia, etc.

Durante todo el proceso de montaje es recomendable mantener un ambiente adecuado capaz de garantizar la imposibilidad de que partículas sólidas (de cualquier tipo) ingresen a equipos o ductos que posteriormente se llenaran con el gas. De este modo se evita la posibilidad que ciertas partículas reaccionen con dicho gas y puedan eventualmente provocar la disminución del poder aislante del mismo.

Una vez armada la subestación y antes del proceso de realización de las pruebas en obra, se revisan visualmente para prevenir posibles fugas o daños ocasionados a las celdas durante el transporte. Por último, para conectar las celdas a la línea, será necesario dejar sin tensión tanto las celdas como a la línea que se van a conectar, para poder proceder a su conexión. Las líneas que se conectan a la industria, son objeto de estudio de otro proyecto.

1.8 Descripción de la aparamenta a instalar.

Parque de 220 kV

En esta sección se detallan las características particulares del aparellaje empleado en las celdas GIS.

Descripción del equipo

Las celdas blindadas con aislamiento en hexafluoruro de azufre (SF₆) presentan un diseño modular con encapsulado monofásico. Se admite el encapsulado trifásico únicamente en aquellos módulos que no contienen elementos de maniobra o de medida.

El material de las envolventes es metálico (aleación de aluminio). Todas las celdas permiten una ampliación futura de la instalación por ambos extremos.

La aparamenta de 220 kV seleccionada corresponde al modelo de subestación de aislamiento en gas ELK-14 300 de Asea Brown Boveri (ABB). Se trata de un modelo homologado por la Propiedad.

Mecanismos de accionamiento

Los mecanismos de accionamiento de los interruptores automáticos serán unipolares electromecánicos (motor – resorte).

Los mecanismos de accionamiento de los seccionadores y seccionadores de puesta a tierra serán electromecánicos y de acción tripolar simultánea.

Todos los mecanismos dispondrán de un sistema de accionamiento manual que permita realizar la maniobra en caso de ausencia de la tensión de alimentación.

El mando de los mecanismos de accionamiento es electromagnético, con bobinas alimentadas en corriente continua.

Contactos auxiliares

Los interruptores de potencia, seccionadores y seccionadores de puesta a tierra, además de los contactos auxiliares necesarios para su actuación normal, dispondrán de un juego de contactos auxiliares libres de potencial:

- 8 abiertos y 8 cerrados para los interruptores;
- 6 abiertos y 6 cerrados para los seccionadores.

Estos contactos serán accionados por la propia aparamenta y simultáneamente con los contactos principales.

Interruptores

Todos los interruptores de la instalación están formados por tres polos monofásicos de envolvente metálica. Cada polo está a su vez compuesto por el mecanismo de operación, la columna del interruptor con cámara de interrupción y la envolvente metálica. En caso de sobrecarga, la columna del interruptor podrá ser fácilmente extraída.

El compartimento del interruptor posee envolvente monofásica. El aislamiento y corte de arco se realiza en atmósfera de gas SF₆.

Están dotados de tres mandos eléctricos local y a distancia, uno por cada polo, con motor alimentado en corriente continua y con posibilidad de accionamiento manual de emergencia. Cada mando se encuentra fuera del compartimento de gas.

Asimismo existen dispositivos para conexión de analizador de estado, de sensor óptico de desplazamiento para servicio continuo y de accionamiento manual de interruptor.

Características eléctricas:

Intensidad nominal		4000 A
Poder de corte en cortocircuito		50 kA
Poder de cierre en cortocircuito		135 kA
Intensidad nominal de corte capacitivo	Línea	125 A
	Condensadores	400 A
	Cables	250 A
Factores de primer polo		1.3
Tipo de accionamiento		Resorte
Tiempo de apertura nominal		< 20 ms
Tiempo de ruptura nominal		< 40 ms
Tiempo de cierre nominal		< 55 ms
Tiempo de reenganche		< 300 ms
Secuencia de maniobra nominal		O-0.3s-CO-3 min-CO
Reenganche		Monofásico
Número de bobinas	Cierre	1
	Disparo	2
Número de contactos auxiliares	Para mando	6 NA + 6 NC
	Para control	2 NA + 2 NC

Seccionadores de aislamiento y puesta a tierra

Los seccionadores de aislamiento y puesta a tierra combinan las funciones de seccionador y de seccionador de puesta a tierra bajo un mismo encapsulado, compartiendo un mecanismo de operación común, reduciendo el espacio requerido.

Los seccionadores presentan un diseño modular, que permite remplazar con rapidez módulos completos, y por tanto, facilitar el acceso para mantenimiento y reparación.

La función de seccionamiento de puesta a tierra es aislable, ya que permite aislar la conexión a tierra y conectar el seccionador a otro circuito externo. Se aprovecha esta característica para realizar mediciones y ensayos sin abrir el compartimento del gas.

Las partes activas del seccionador son idénticas para todas las variantes de funcionamiento. Este diseño permite hasta ocho configuraciones distintas, que se obtienen variando la disposición de las partes activas del circuito.

Están dotados de mando eléctrico local y a distancia, único para los tres polos, con motor alimentado en corriente continua y con posibilidad de accionamiento manual de emergencia. El mando se encuentra fuera del compartimento de gas. Asimismo, existen pulsadores locales de apertura y cierre, y un conmutador local – remoto con contactos de señalización a distancia.

La maniobra del seccionador está enclavada con la posición del interruptor, de modo que no pueda maniobrarse si el interruptor está cerrado.

Los seccionadores de barras presentan un enclavamiento mecánico entre ellos de modo que no puedan estar cerrados simultáneamente, salvo que el interruptor de acoplamiento esté cerrado. El enclavamiento del motor es eléctrico y mecánico.

Disponen de un dispositivo de indicación de posición constituido por dos ventanas de visualización, uno para cada función del seccionador.

Características eléctricas:

Estos seccionadores permiten un aislamiento adecuado del gas SF6 en la distancia de aislamiento. Permiten maniobrar corrientes capacitivas pequeñas y las corrientes de transferencia entre barras. Además, soportan la corriente nominal de funcionamiento y las corrientes de cortocircuito.

Tensión nominal	245 kV
Intensidad nominal	4000 A
Intensidad de cortocircuito (1s)	50 kA
Poder de corte de corriente capacitiva	250 mA
Tiempo de cierre/ apertura	< 3s
Número de contactos auxiliares	6 NA + 6 NC

Seccionadores de puesta a tierra de mantenimiento:

Presentan mando eléctrico único para los tres polos, con motor alimentado en corriente continua y posibilidad de accionamiento manual.

Disponen de cuchillas totalmente aisladas del encapsulado bajo envoltorio para permitir efectuar labores de mantenimiento. Se definen en los unifilares los seccionadores que deberán ser aislables de tierra.

No existe unión eléctrica entre los contactos de las tres fases.

Disponen de un dispositivo de indicación de posición constituido por ventanas de visualización.

Seccionadores de puesta a tierra rápidos:

Los seccionadores de puesta a tierra rápidos se usan para conectar a tierra distintas partes de la instalación para proteger al personal durante las labores de montaje y ajustes. Además también se emplean para poner a tierra la capacitancia de los cables y líneas de transporte.

Son capaces de ser cerrados bajo tensión mando de cierre brusco y disponen de poder de cierre sobre falta, conduciendo sin daño la corriente cortocircuito y quedando inmovilizados en esta posición.

Presentan mando eléctrico con resorte, único para los tres polos, con motor alimentado en corriente continua y posibilidad de accionamiento manual.

Algunos seccionadores de puesta a tierra rápidos tienen que cumplir también con las condiciones de seccionadores de mantenimiento descritas en el apartado anterior.

Características eléctricas

Poder de cierre en cortocircuito		50 kA
Corrientes inductivas	Tensión	15 kV
	Corriente	160 A
Corrientes capacitivas	Tensión	15 kV
	Corriente	10 A
Tiempo de funcionamiento del motor		< 6s

Transformadores de tensión

Se usan para protección o medida fiscal. No requieren mantenimiento.

Son de tipo inductivo, con aislamiento en gas SF₆, en un compartimento de gas propio, uno por cada fase salvo en la celda de Barras 2, donde se instalará un transformador de tensión en la fase central (en el juego de Barras 1 se instalarán tres transformadores de tensión, uno por fase). El aislamiento de los arrollamientos es plástico.

El núcleo magnético es rectangular y está laminado con el fin de evitar las pérdidas por histéresis y corrientes de Foucault. El entrehierro del transformador es hexafluoruro de azufre. El devanado primario está bobinado sobre el núcleo y el devanado secundario, que se conectan a los terminales en la caja terminal a través de un borne de conexión para gas.

Presentan un comportamiento correcto frente a transitorios muy rápidos, amortiguando la onda transmitida al secundario. La ausencia de condensadores de distribución de tensiones en el interruptor impide la aparición del fenómeno de ferorresonancia.

Asimismo, el gas está separado del resto de la aparamenta y se puede monitorizar la densidad del mismo. Existe un dispositivo de liberación de gas en caso de muy alta presión.

Los transformadores se conectan a la aparamenta mediante bridas estandarizadas.

Los transformadores de tensión para salidas a cable están dotados de un enclavamiento de accionamiento manual que permite, sin tener que reducir la presión de la cámara de los valores nominales de servicio, la desconexión funcional del transformador de tensión del resto de la celda. Esta desconexión permite los ensayos a alta frecuencia del cable sin afectación a los transformadores de tensión.

Características eléctricas

Relación de transformación nominal			220:√3/0:110√3 kV
Características de precisión	Primer secundario (medida)	Potencia de precisión	20 VA
		Clase de precisión	0.2
	Segundo secundario (protección)	Potencia de precisión	30 VA
		Clase de precisión	2P
	Tercer secundario (protección)	Potencia de precisión	30 VA
		Clase de precisión	2P
Potencia máxima simultánea dentro de las clases de precisión			≥ 70 VA
Potencia térmica nominal			1000 VA
Factor de tensión nominal			1.9 / 8h
Número de arrollamientos secundarios			1 ó 2
Tensión de ensayo a frecuencia industrial			460 kV
Tensión de ensayo a onda de choque tipo rayo			1050 kV
Tensión de ensayo a			3 kV

frecuencia industrial			
-----------------------	--	--	--

Transformadores de intensidad

Los transformadores de intensidad son toroidales y están integrados en la celda blindada. No requieren mantenimiento.

El núcleo está sobre la envolvente metálica que rodea el conductor primario. Se impide que las corrientes inducidas sobre la envolvente afecten la medida del secundario, añadiendo un camino de muy baja impedancia.

Los arrollamientos secundarios están localizados en el exterior del compartimento de gas SF₆ y están protegidos mecánicamente.

Presentan un comportamiento correcto frente a transitorios muy rápidos, amortiguando la onda transmitida al secundario.

Características eléctricas de los transformadores:

Los arrollamientos se numeran comenzando siempre por el devanado más próximo al interruptor.

Intensidad nominal primaria		2000-1000 A
Intensidades nominales secundarias		5-5-5-5 A
Frecuencia nominal		50 Hz
Tensión máxima de la red		245 kV
Tensión de prueba con onda de choque 1.2 / 50 μs		1050 kV cresta
Tensión de ensayo a frecuencia industrial		3 kV
Tensión soportada entre espiras de un arrollamiento		≥ 4.5 kV cresta
Intensidad límite dinámica para todas las relaciones		125 kA
Intensidad límite térmica durante 1s para todas las relaciones		50 kA
Intensidad límite térmica nominal		1.2 I _n
Arrollamiento secundario I (medida)	Potencia de precisión	10 VA
	Clase de precisión	0.2s
	Factor de seguridad	< 5
Arrollamiento secundario II (protección)	Potencia de precisión	30 VA
	Clase de precisión	5P20
Arrollamiento secundario III (protección)	Potencia de precisión	30 VA
	Clase de precisión	5P20
Arrollamiento secundario IV (protección)	Potencia de precisión	30 VA
	Clase de precisión	5P20
Factor de sobretensión permanente		1

Características eléctricas de los transformadores de intensidad para las posiciones de transformador

Comparten las mismas características e intensidades límite térmico y dinámica. Las características de los devanados son las que se detallan a continuación:

Arrollamiento secundario I (medida)	Intensidades nominales	400-200/5 ^a
	Potencia de precisión	10 VA
	Clase de precisión	0.2s
	Factor de seguridad	< 10
Arrollamiento secundario II (protección)	Potencia de precisión	30 VA
	Clase de precisión	5P20
Arrollamiento secundario III (protección)	Intensidades nominales	400-200/5 ^a
	Potencia de precisión	30 VA
	Clase de precisión	5P20
Arrollamiento secundario IV (protección)	Intensidades nominales	400-200/5 A
	Potencia de precisión	30 VA
	Clase de precisión	5P20

Campanas para terminales de cable aislado –SF₆

Características eléctricas

Tensión nominal a impulso tipo rayo		1050 kV
Tensión nominal a frecuencia industrial		460 kV
Tensión máxima de servicio	Fase-fase	245 kV
	Fase-tierra	140 kV
Intensidad nominal		2500 A

Armario de control

Deberán ir montados de forma que resulte de fácil acceso para el personal, y se cuidará especialmente su insensibilidad a las vibraciones, principalmente debidas a la actuación del propio interruptor. Para ello irán montados sobre silentblock o sistema equivalente, manteniendo la continuidad eléctrica con el conjunto de la estructura soporte.

Para cada celda existirá un armario en el que se centralizarán los dispositivos de mando local, protecciones propias de los equipos instalados y equipos de medida necesarios que, como mínimo, serán los siguientes:

- indicadores de posición de la apartamenta de corte, dispuestos según el esquema unifilar;
- indicadores relativos a la medida de parámetros;
- indicadores relativos al sistema de accionamiento por resorte;
- indicadores o controladores relativos al estado del gas SF₆;
- regletas de bornes adecuadas para que los mandos e indicaciones citadas anteriormente puedan llevarse a cabo a distancia;
- regletas de bornes donde concurren los contactos auxiliares sin tensión de la apartamenta de corte, así como los secundarios de los transformadores de medida;
- relés, pulsadores de mando y otros elementos auxiliares necesarios para conseguir las funciones requeridas.

Tipos de celdas

Se especifica a continuación la composición de las diferentes tipos de celdas que constituyen el conjunto de la instalación blindada de doble barra con aislamiento de hexafluoruro azufre.

Celda de salida por cable subterráneo

Constan de los siguientes elementos:

- Dos (2) tramos de barras con envolvente unipolar.
- Dos (2) seccionadores de barras con accionamiento eléctrico tripolar.
- Un (1) seccionador de puesta a tierra con accionamiento eléctrico tripolar.
- Un (1) interruptor automático con accionamiento unipolar.
- Un (1) transformador de intensidad (por fase) para medida o protección.
- Un (1) seccionador de puesta a tierra aislable con accionamiento eléctrico tripolar.
- Un (1) seccionador de línea con accionamiento eléctrico tripolar.
- Un (1) seccionador de puesta a tierra aislable con cierre rápido, accionamiento eléctrico tripolar.
- Tres (3) transformadores de tensión inductivos monofásicos.
- Un (1) envolvente para terminales de cable de sección normalizada.
- Un (1) armario de control local.

Celda de acoplamiento de barras:

Consta de los siguientes elementos:

- Dos (2) tramos de barras con envolvente unipolar.
- Un (1) seccionador de barra con accionamiento eléctrico tripolar.
- Un (1) seccionador de puesta a tierra aislable con accionamiento eléctrico tripolar.
- Un (1) interruptor automático con accionamiento eléctrico unipolar.
- Un (1) transformador de intensidad toroidal (por fase) para medida o protección.
- Un (1) seccionador de puesta a tierra con accionamiento eléctrico tripolar.
- Un (1) tramo de barra con envolvente unipolar.
- Un (1) armario de control local.

Celda de medida de barras

Las barras con envolvente monofásica están aisladas con hexafluoruro de azufre y vienen equipadas con elementos siguientes:

- Tres (3) transformadores de tensión inductivos en Barras 1.
- Un (1) transformador de tensión inductivo en barras 2 en fase central.
- Un (1) seccionador de puesta a tierra por barra, aislable, con accionamiento eléctrico tripolar y cierre rápido.

Celdas blindadas de 45 kV

Las celdas serán de SCHEIDER ELECTRIC que son de hasta 52 kV, el modelo WIB al ser de doble barra.

La arquitectura de las celdas, compartimentadas independientemente, consta de:

- Celda de 45 kV de medida de tensión de barra
- Celda de 45 kV de posiciones de entrada y salida de línea
- Celda de 45 kV de posición de transformador
- Celda de 45 kV de posición de interconexión
- Celda de 45 kV de posición de acoplamiento transversal.

Características generales:

Las celdas WI son equipos de media tensión con aislamiento integral en gas SF₆, al ser de barra doble son WIB, ocupando una superficie reducida.

Incorpora un seccionador de tres posiciones en serie con un interruptor automático de diseño fijo. La concepción modular permite extraer el interruptor automático.

WI satisface los requisitos de las normas internacionales CEI62271-200 / EN 62271-200 y las disposiciones regionales equivalentes.

Los paneles WI son adecuados para configurar un interruptor de barra simple o doble con la instalación en interior.

Las unidades de conmutación WI están completamente cerradas con metal.

Piezas bajo tensión media en atmósfera de SF₆, insensible a la humedad del aire, la contaminación atmosférica y los cuerpos extraños.

Transformador de corriente y tensión de alta capacidad

Tensión asignada		52 kV
Frecuencia asignada		50 Hz
Corriente asignada	Barras e interconexión de celdas	1250 A
	En derivación	1250 A
Corriente admisible asignada de corta duración	Con t _k 1 s	31.5
	Valor de cresta	82 kA
Nivel de aislamiento asignado	Tensión soportada asignada a frecuencia industrial	95 kV
	Tensión soportada asignada a impulso tipo rayo	250 kV
Clasificación de arco interno		ALF [R] 25 kA 1s
Grado de protección		IP3X
Categoría de pérdida de continuidad de servicio		LSC2
Clase de compartimentación		PM

Arco interno

Las celdas están diseñadas para soportar un arco interno de 25 kA / 1s tanto en su conjunto como en sus diferentes compartimentos de MT, verificando los 5 criterios del Anexo A de la norma IEC 62271-200 (clase IAC-AFL).

Interruptor

El interruptor automático es de tecnología de corte en vacío, compacto y de elevada fiabilidad, certificado de acuerdo a la norma IEC 62271-100, incluida la endurancia eléctrica extendida (clase E2) con ciclo del reenganche rápido, y por tanto exento de mantenimiento durante toda su vida útil.

Los interruptores de las celdas emplean la tecnología de corte en vacío. Permiten tanto la operación manual como la remota.

Poseen un mando motorizado alimentado por 125 Vc.c. El tiempo de carga de muelles es inferior a 15 s.

Características eléctricas:

Se detallan seguidamente el resto de características relevantes

Capacidad de corte	Cortocircuito (asimetría)	25 kA
	Componente continua	>45%
	Intensidad de cables en vacío	31.5 A
	Batería de condensadores	400 A
	Endurancia eléctrica	E2
Secuencia de la reenganche		O-0.3s-CO-15s-CO
Endurancia mecánica		M2 (10000 maniobras)
Intensidad asignada		630/1250 A
Intensidad de corta duración		25 kA – 1/3 s

Seccionadores y seccionadores de puesta a tierra

Los seccionadores de puesta a tierra no tienen capacidad de cierre, ya que esta característica se transfiere al interruptor automático.

Para la operación manual el cierre se realiza en sentido horario y la apertura en sentido anti horario.

Existen palancas independientes para el seccionador y el seccionador de puesta a tierra.

Características eléctricas:

Seccionador de línea	Endurancia mecánica	M0 (1000 maniobras)
Seccionador de puesta a tierra	Capacidad de cierre	80 kA
	Endurancia eléctrica	E0
Intensidad asignada		2000 A
Intensidad de corta duración		31,5 kA

Transformadores de intensidad

Son de tipo toroidal y están encapsulados. Se instalan en el exterior del compartimento del interruptor, en cables y, en el caso de celdas de acoplamiento transversal, también en barras, aguas arriba de los conectores de MT.

Se usan tanto para medida como para protección.

Características eléctricas

Nivel de aislamiento		0.72 kV
Tensión alterna nominal soportable		3 kV/1 min
Frecuencia nominal		50 Hz
Intensidad térmica permanente		1.2 In
Clase de aislamiento		E
Relación de transformación		400 – 800/5-5 A
Potencia de precisión		20 VA
Función de protección	Clase	5P20
Función de medida	Clase de precisión	C1 0.5

Transformadores de tensión

Son monofásicos, de tipo enchufable. Asimismo, están aislados, blindados y son antiexplosivos. Su funcionamiento es inductivo. Se instalan en el exterior del compartimento de la aparamenta (barras y cables).

Características eléctricas

Tensión nominal (Un)		46 kV
Factor de tensión en permanencia		1.2 Un
Factor nominal de tensión Un /8 h		1.9
Tensión en el secundario		110/√3 V
Función de medida	Potencia de precisión	50 VA
	Clase de precisión	C1 0.5
Función de protección	Potencia de precisión	50 VA
	Clase de precisión	5P

Embarrado

El embarrado presenta envolvente monofásica. En su diseño se han considerado las diferentes sollicitaciones mecánicas de origen electrodinámico a las que puede verse sometido.

Características eléctricas

Frecuencia		50 Hz
Tensión nominal		45 kV
Intensidad nominal de embarrado	Embarrado general	1250 A
	Derivaciones	1250 A
Intensidad nominal de corte de cortocircuito		25 kA

Interfaz de operaciones

La interfaz de operaciones, situada en la parte central incluye, junto con el sinóptico, los siguientes elementos de maniobra y señalización:

- Elementos de maniobra:
 - Mando de los seccionadores de línea y de puesta a tierra.
 - Pulsadores de apertura / cierre del interruptor automático.
 - Ranura para acceso de la palanca de carga de muelles.
- Elementos de señalización:
 - Estado de la aparamenta
 - Contador de operaciones
 - Estado de muelles del interruptor automático
 - Detector de presencia de tensión

Adicionalmente, para la maniobra automatizada se dispone de pulsadores de apertura / cierre de seccionadores de línea y en su caso del seccionador de puesta a tierra.

Tipos de celdas

Celda de medida de tensión de barras

- 1 doble juego de barras
- 6 transformadores de tensión inductivos

Celda de posiciones de entrada y salida de línea

- 1 doble juego de barras
- 1 doble juego de embarrado
- Dos seccionadores selectores de barras
- Un interruptor automático
- Tres transformadores de intensidad
- Un transformador de tensión inductivo
- 3 terminales enchufables
- 1 sistema de indicación

Celda de posición de transformador

- 1 Doble juego de barras
- 1 Doble juego de embarrado
- 2 seccionadores selectores de barras
- Un interruptor automático tripolar
- Tres transformadores de intensidad
- Tres terminales enchufables
- Un sistema de indicación de presencia

Celda de posición de interconexión

- 1 Doble juego de barras
- 1 Doble juego de embarrado
- 2 seccionadores selectores de barras
- Un interruptor automático tripolar
- Tres transformadores de intensidad
- Tres terminales enchufables
- Un sistema de indicación de presencia

Celda de posición de interconexión

- 1 Doble juego de barras
- 1 Doble juego de embarrado
- 2 seccionadores selectores de barras
- Un interruptor automático tripolar
- Tres transformadores de intensidad
- Tres transformadores de intensidad de relación X-Y/5
- Tres transformadores de tensión inductivos
- Tres terminales enchufables
- Un sistema de indicación de presencia

Celda de posición de acoplamiento transversal

- 1 Doble juego de barras
- 1 Doble juego de embarrado
- 2 seccionadores selectores de barras
- Un interruptor automático tripolar
- Tres transformadores de intensidad

Celdas blindadas de 15 kV

Las celdas de media tensión seleccionadas para la subestación corresponden al modelo CGP.1 de doble barra del fabricante ORMAZÁBAL.

La arquitectura de las celdas, compartimentadas independientemente, consta de:

- compartimento de seccionadores de línea;
- compartimento de interruptor automáticos;
- compartimento de barras;
- compartimento de cables;
- compartimento de control;
- interfaz de operaciones.

Características generales:

Las celdas utilizan gas SF₆ como medio aislante, por lo que reducen considerablemente la superficie requerida.

La rigidez mecánica del bastidor metálico, que compone la estructura de estas celdas, garantiza la indeformabilidad del conjunto en las condiciones de servicio previstas.

La conexión entre celdas es externa a los compartimentos de aparamenta y se realiza mediante compartimentos de embarrado con encapsulamiento sólido monofásico y apantallado, instalados en la parte superior de las celdas. Es posible, por tanto, desinstalar una sola celda sin desplazar las celdas contiguas ni manipular el gas.

La seguridad de la instalación se ve reforzada al estar conectados tanto el bastidor como el resto de las partes metálicas no activas de la celda a la barra general de tierra.

El conjunto de compartimentos de aparamenta, sellados de por vida y con aislamiento en SF₆, alberga los elementos de corte y maniobra según la siguiente disposición:

- Un compartimento para cada uno de los seccionadores de línea;
- Un compartimento para el interruptor automático y el seccionador de puesta a tierra.

En su interior se encuentran, dependiendo de la funcionalidad de la celda, los siguientes elementos:

- Seccionadores;
- Seccionador de puesta a tierra;
- Embarrado interior y conexiones;
- Interruptor automático de vacío.

Existe enclavamiento entre los seccionadores de línea, el interruptor automático y el seccionador de puesta a tierra, de acuerdo a los criterios de la norma IEC 62271 – 200.

Descripción de la aparamenta:

Características asignadas:

Tensión asignada		24 kV
Frecuencia asignada		50 Hz
Corriente asignada	Barras e interconexión de celdas	1250 A
	En derivación	1250 A
Corriente admisible asignada de corta duración	Con t_k 1 s	25 kA
	Valor de cresta	65 kA
Nivel de aislamiento asignado	Tensión soportada asignada a frecuencia industrial	50 kV
	Tensión soportada asignada a impulso tipo rayo	125 kV
Clasificación de arco interno		ALF [R] 25 kA 1s
Grado de protección		IP3X
Categoría de pérdida de continuidad de servicio		LSC2
Clase de compartimentación		PM

Arco interno

Las celdas están diseñadas para soportar un arco interno de 25 kA / 1s tanto en su conjunto como en sus diferentes compartimentos de MT, verificando los 5 criterios del Anexo A de la norma IEC 62271-200 (clase IAC-AFL).

Interruptor

El interruptor automático es de tecnología de corte en vacío, compacto y de elevada fiabilidad, certificado de acuerdo a la norma IEC 62271-100, incluida la endurancia eléctrica extendida (clase E2) con ciclo del reenganche rápido, y por tanto exento de mantenimiento durante toda su vida útil.

Los interruptores de las celdas emplean la tecnología de corte en vacío. Permiten tanto la operación manual como la remota.

Poseen un mando motorizado alimentado por 125 Vc.c. El tiempo de carga de muelles es inferior a 15 s.

Características eléctricas:

Se detallan seguidamente el resto de características relevantes

Capacidad de corte	Cortocircuito (asimetría)	25 kA
	Componente continua	>45%
	Intensidad de cables en vacío	31.5 A
	Batería de condensadores	400 A
	Endurancia eléctrica	E2
Secuencia de la reenganche		O-0.3s-CO-15s-CO
Endurancia mecánica		M2 (10000 maniobras)
Intensidad asignada		630/1250 A
Intensidad de corta duración		25 kA – 1/3 s

Seccionadores y seccionadores de puesta a tierra

Los seccionadores de puesta a tierra no tienen capacidad de cierre, ya que esta característica se transfiere al interruptor automático.

Para la operación manual el cierre se realiza en sentido horario y la apertura en sentido antihorario. Existen palancas independientes para el seccionador y el seccionador de puesta a tierra.

Características eléctricas:

Seccionador de línea	Endurancia mecánica	M0 (1000 maniobras)
Seccionador de puesta a tierra	Capacidad de cierre	80 kA
	Endurancia eléctrica	E0
Intensidad asignada		2000 A
Intensidad de corta duración		25 kA

Transformadores de intensidad

Son de tipo toroidal y están encapsulados. Se instalan en el exterior del compartimento del interruptor, en cables y, en el caso de celdas de acoplamiento transversal, también en barras, aguas arriba de los conectores de MT.

Se usan tanto para medida como para protección.

Características eléctricas

Nivel de aislamiento		0.72 kV
Tensión alterna nominal soportable		3 kV/1 min
Frecuencia nominal		50 Hz
Intensidad térmica permanente		1.2 In
Clase de aislamiento		E
Relación de transformación		300 – 1200/5 A
Potencia de precisión		30 VA
Función de protección	Clase	5P20
Función de medida	Clase de precisión	C1 0.5

Transformadores de tensión

Son monofásicos, de tipo enchufable. Asimismo, están aislados, blindados y son antiexplosivos.

Su funcionamiento es inductivo. Se instalan en el exterior del compartimento de la aparamenta (barras y cables).

Características eléctricas

Tensión nominal (Un)		20 kV
Factor de tensión en permanencia		1.2 Un
Factor nominal de tensión Un /8 h		1.9
Tensión en el secundario		110/√3 V
Función de medida	Potencia de precisión	20 VA
	Clase de precisión	C1 0.5
Función de protección	Potencia de precisión	30 VA
	Clase de precisión	5P

Embarrado

El embarrado presenta envolvente monofásica. En su diseño se han considerado las diferentes sollicitaciones mecánicas de origen electrodinámico a las que puede verse sometido.

Características eléctricas

Frecuencia		50 Hz
Tensión nominal		24 kV
Intensidad nominal de embarrado	Embarrado general	1250 A
	Derivaciones	1250 A
Intensidad nominal de corte de cortocircuito		25 kA

Interfaz de operaciones

La interfaz de operaciones, situada en la parte central incluye, junto con el sinóptico, los siguientes elementos de maniobra y señalización:

- Elementos de maniobra:
 - o Mando de los seccionadores de línea y de puesta a tierra.
 - o Pulsadores de apertura / cierre del interruptor automático.
 - o Ranura para acceso de la palanca de carga de muelles.
- Elementos de señalización:
 - o Estado de la aparamenta
 - o Contador de operaciones
 - o Estado de muelles del interruptor automático
 - o Detector de presencia de tensión

Adicionalmente, para la maniobra automatizada se dispone de pulsadores de apertura / cierre de seccionadores de línea y en su caso del seccionador de puesta a tierra.

Tipos de celdas

Celda de interruptor automático

Estas celdas se emplean en la subestación para la salida de líneas de 20 kV, para los transformadores de servicios auxiliares, y para la llegada de los cables de 20 kV de los transformadores de potencia.

Constan de los siguientes elementos:

- dos (2) seccionadores de barras;
- un (1) seccionador de puesta a tierra;
- un (1) interruptor;
- tres (3) transformadores de intensidad.

Características mecánicas

Alto	2500 mm
Ancho	600 mm
Fondo	2004 mm
Peso	1400 kg

Celda de acoplamiento longitudinal de barras

Incluye, en compartimentos independientes, un interruptor automático de corte en vacío y los seccionadores de puesta a tierra en serie con él en un compartimento de aparamenta y dos seccionadores de línea en sus compartimentos correspondientes.

En la instalación se emplea para conseguir el acoplamiento longitudinal de las barras.

Consta de los siguientes elementos:

- cuatro (4) seccionadores de barras;
- cuatro (4) seccionadores de puesta a tierra;
- dos (2) interruptores;

Alto	2500 mm
Ancho	1200 mm
Fondo	2004 mm
Peso	2800 kg

Celda de acoplamiento transversal de barras

Incluye, en compartimentos independientes, un interruptor automático de corte en vacío y dos seccionadores de puesta a tierra en serie con él en un compartimento de interruptor, y seccionadores de línea en sus compartimentos correspondientes. En la instalación se emplea para conseguir el acoplamiento longitudinal de las barras.

Constan de los siguientes elementos:

- dos (2) seccionadores de barras;
- dos (1) seccionadores de puesta a tierra;
- un (1) interruptor;
- seis (6) transformadores de intensidad.
- seis (6) transformadores de tensión.

Alto	2500 mm
Ancho	600 mm
Fondo	2004 mm
Peso	2200 kg

1.9 Sistema de protección, de control y de medida.

Protecciones en 220 kV, en 45 kV y en 15 kV

Protecciones en barras

Las barras de las subestaciones son elementos críticos en una red eléctrica.

Como se ha expuesto anteriormente, una falta en una barra requiere desconectar todos los elementos conectados a la misma.

Se debe garantizar en la protección de barras la seguridad, es decir, no actuar frente a faltas externas; y la obediencia, es decir, actuar frente a faltas internas.

Diferencial de barras

La protección diferencial de barras (87B) suma las intensidades entrantes y salientes de una barra. En condiciones de funcionamiento normal, o de falta externa, la intensidad diferencial es nula; en condiciones de falta interna, la intensidad diferencial calculada tiene el mismo valor que la intensidad de falta, por lo que arrancan las protecciones.

El ajuste de las protecciones se realizará considerando la característica de corriente diferencial frente a corriente de frenado. Se considerará la corriente de frenado como la media de las corrientes de la barra.

Sobretensión

Se instalará un relé de sobretensión (59) por barra, que permitirá detectar sobretensiones debidas al funcionamiento anómalo de la regulación de tensión y a las faltas, que ocasionarán sobretensiones en las fases sanas. Transcurrido el tiempo del ajuste de la protección, se abrirán todos los interruptores conectados a la barra.

Protecciones de frecuencia

Se instalarán en cada barra relés de subfrecuencia y sobrefrecuencia, ajustados a 48 y 52 Hz respectivamente. Ante frecuencias de la red fuera de este rango, se abrirán los interruptores correspondientes.

Protecciones de línea

Diferencial de línea

La protección diferencial de línea (87L) que se empleará será la diferencial longitudinal. Será necesario un relé digital por fase. Cada relé medirá valores de intensidad en módulo y ángulo, y calculará la corriente diferencial con los valores de módulo y fase procedentes de los relés situados en el extremo opuesto de la línea. Todas las comunicaciones se realizarán por medio de fibra óptica.

Distancia

En cada salida de línea se instalará una protección de distancia (21), con primera y segunda zona hacia delante y con tercera y cuarta zona hacia atrás. Todas las protecciones de distancia estarán comunicadas entre sí.

El ajuste de esta protección se realizará a sobrealcance a bloqueo, debido a que la longitud de las líneas es inferior a 100 km. En esta configuración, cada relé cuenta con una cuarta zona que si detecta defecto envía una señal de bloqueo al relé situado en el otro extremo de la línea. Cada relé actúa instantáneamente si detecta falta en primera zona y no recibe señal de bloqueo.

Ante una falta en la barra, todas las protecciones verán falta en su tercera zona, por lo que abrirán los interruptores, aislando la barra en falta.

Subtensión

Existirá un relé (27) por cada interruptor, que tendrá la misión de detectar subtensiones debidas al funcionamiento anómalo de la regulación de tensión y al transitorio de conexión de los transformadores. Se permitirá en el ajuste el reenganche y los huecos de tensión.

Fallo de interruptor

La protección de fallo de interruptor (52S) vigila el buen funcionamiento del interruptor tras una orden de apertura. Si no se produjese la apertura del mismo, la protección ordena la apertura del resto de interruptores de la barra, aislando de esta manera el fallo.

El modo de vigilancia será por contactos auxiliares del interruptor.

Relé de sincronismo

Debido a que la subestación diseñada será operada por medio de telemando, será necesario contar con relés de sincronismo (81). Estos relés solo permitirán el cierre de los interruptores si a ambos lados del mismo la frecuencia es igual y la tensión tiene el mismo módulo.

Protecciones de los transformadores de potencia

Todas las protecciones de esta sección serán protecciones redundantes, y tendrán los circuitos de medida de la intensidad y disparo por separado.

Protección diferencial de transformador

La protección diferencial del transformador (87T) vigila la corriente diferencial entre el primario y el secundario del transformador. Será la protección principal de los transformadores de potencia. Existe un relé monofásico digital por cada fase, que actúa cuando recibe la orden de disparo. Ésta última solo se produce en caso de faltas internas del transformador, y no para faltas externas, donde la corriente diferencial es nula. Los relés compensan internamente la corriente diferencial, ajustando las relaciones de transformación.

Protección de sobreintensidad

La protección de sobreintensidad (51) vigila las intensidades de fase y de neutro. El principio de funcionamiento se basa en la actuación de relés de sobreintensidad (51) de fase y de neutro. Existirá un relé de sobreintensidad tanto en el primario como en el secundario de los transformadores de potencia. En el ajuste se considerará protección de respaldo de la protección diferencial, y deberá estar coordinada con otras protecciones ante defectos externos. Además, deberá actuar rápidamente ante defectos internos.

Protección de cuba

La protección de cuba del transformador protege frente a defectos de aislamiento de arrollamientos a la cuba y contorneamiento de los bornes pasatapas. Estos defectos pueden producir esfuerzos mecánicos en arrollamientos, daños en chapas en caso de falta a tierra y daños en la cuba.

Se vigila la intensidad de falta que circula por la cuba a tierra, colocando un transformador toroidal en la conexión cuba – tierra. Este transformador alimenta un relé de sobreintensidad, cuyo ajuste se realizará con temporización instantánea. Se intentará reducir en el ajuste la posibilidad de disparos intempestivos por fallo de aislamiento de la cuba a tierra.

Protección de sobrecarga

La protección de sobrecarga (49) detecta sobrecargas térmicas inadmisibles en los arrollamientos por intensidades superiores a la intensidad nominal. El origen de estas intensidades se debe en gran medida a las indisponibilidades de elementos del sistema como los generadores, las líneas u otros transformadores. Las sobrecargas térmicas producen el envejecimiento del aislamiento de los arrollamientos, que los hace más propicios a la perforación.

Además de las sondas de temperatura distribuidas en el transformador, citadas en la descripción del transformador, se emplearán relés de imagen térmica y relés digitales de sobrecarga térmica.

Debido a la alta densidad de carga prevista para las líneas de salida de la subestación, se instalarán protecciones de sobreintensidad, tanto de fase como de neutro.

Protección de sobreintensidad de fase

La protección de sobreintensidad de fase protege contra las elevadas corrientes que se producen en faltas polifásicas. Tendrá una unidad de tiempo definido (50) y una unidad de tiempo inverso (51).

La corriente de arranque de la unidad de tiempo definido será mayor que la máxima corriente esperada en la carga y menor que la corriente de cortocircuito bifásico.

La corriente de arranque de la unidad de tiempo inverso estará comprendida entre el 120 y el 150 % de la corriente de carga máxima prevista. El dial será el tiempo correspondiente a la corriente de falta al final de la línea.

La coordinación con las protecciones fuera de la subestación se realizará por tiempos.

Protección de sobreintensidad de neutro

La protección de sobreintensidad de neutro protege frente a las faltas monofásicas. Su principio de funcionamiento es idéntico al de la protección de fase. También poseerá una unidad de tiempo definido y otra de tiempo inverso.

El ajuste es análogo al realizado en las protecciones de fase, aunque la referencia de corriente es la homopolar correspondiente a la falta monofásica fase – tierra.

Sistemas de medida

La medida de energía para facturación se realizará a través de contadores de activa/reactiva de clase 0.2s informativo, para media tensión, y de medida fiscal para alta tensión.

Dispondrán de medida de energía para facturación las siguientes posiciones:

- Parque de 220 kV:
 - posición de línea;
 - posición de transformador;
 - posición de acoplamiento y medida.
- Sistema de 15 kV:
 - posición de acoplamiento transversal.

Asimismo, estas posiciones dispondrán de medida de tensión, intensidad, activa y reactiva instantánea que ayudarán entre otros a las maniobras pertinentes y tendrán carácter informativo.

Todas las medidas serán enviadas a los centros competentes a través del sistema de comunicaciones por fibra óptica.

Sistemas de control

El control de la subestación se realizará mediante un SCI cuya unidad central y puesto de operación duplicado se ubicarán en la sala de servicios auxiliares.

Se dispondrá una mini ULC en cada bastidor de relés de protección de cada posición de 220 kV. Cada unidad recogerá la información para el telecontrol y además permitirá el control de mando, alarmas y señalizaciones para mantenimiento local. Estas unidades se conectarán con la unidad central a través de una red de fibra óptica multimodo en configuración radial y redundante.

Adicionalmente, forman parte de este sistema los PLC ubicados en los armarios de mando local de todos los módulos compactos, que se conectarán al sistema por medio de la fibra óptica.

Para sincronizar los equipos se instalará una red de sincronización.

Comunicaciones

El diseño de las comunicaciones de la subestación sigue las indicaciones del protocolo IEC 61850.

Servicios de telecomunicación

Transmisión

Serán necesarios los servicios de telecomunicación de telefonía, canales de comunicación para las protecciones de línea, circuitos de telecontrol y de telegestión. Para la comunicación de las protecciones se utilizarán enlaces por fibra óptica para la protección primaria, con las correspondientes protecciones de baja frecuencia asociada, para las protecciones secundarias y teledisparo.

Conmutación

Se instalará en la sala de servicios auxiliares una Central, equipada convenientemente y unida al resto de la red. Dará servicio de telecarga y telesupervisión a través de la red de telegestión IP.

Supervisión de equipos analógicos

Las alarmas EMISIÓN/RECEPCIÓN del equipo terminal de onda portadora y la ALARMA GENERAL de la protección de baja frecuencia se cablearán a relés auxiliares para su supervisión.

Sistemas de gestión de protecciones

Se instalará infraestructura IP, sobre la que se facilitará la conectividad al sistema de gestión de la Propiedad, para la gestión de las protecciones, y el servicio de telefonía IP.

Telecomunicaciones para las protecciones de línea

Red de fibra óptica multimodo

Se dispondrá una red en doble estrella con cables con protección antirroedores de 16 fibras ópticas multimodo entre los bastidores de protecciones y la sala de control en el edificio.

También se dispondrá una red en doble bucle cerrado, con cables de 16 fibras ópticas multimodo, con protección antirroedores, para los armarios de las celdas GIS y el repartidor de la sala de comunicaciones. Para la comunicación de fibra óptica en el interior del edificio, se instalarán armarios de comunicaciones, con repartidores de fibra óptica en la sala de servicios auxiliares.

Red de fibra óptica monomodo

A la entrada de las líneas de alta tensión llegarán los cables de fibra óptica monomodo OPGW que acompañan a las mismas.

En las entradas se instalarán las correspondientes cajas de empalme para permitir la transición del cable OPGW a cable dieléctrico monomodo. Desde estas cajas se tenderán cables dieléctricos hasta el armario repartidor tipo rack de fibra óptica, donde se instalarán los correspondientes repartidores.

Red de telefonía

Para los servicios de telefonía y datos se instalará cableado estructurado mediante cables de categoría 5 o superior. Este cableado partirá de un armario que se ubicará en la sala de comunicaciones y llegará radialmente a donde sea necesario.

1.10 Red de tierras

Se define la puesta a tierra como la ligazón metálica directa entre uno o varios elementos de la subestación y uno o varios electrodos enterrados al suelo.

Se cumplen dos objetivos básicos: garantiza la seguridad de las personas y protege las instalaciones. Las funciones principales de esta parte de la instalación son:

- Forzar la derivación al terreno de las corrientes de cualquier naturaleza que se puedan originar, proporcionando un circuito de baja impedancia;
- Establecer un potencial de referencia permanente, evitando diferencias de potencial entre diferentes puntos por la circulación de dichas corrientes.

Las diferencias de potencial a controlar son las tensiones de paso y de contacto, definidas en el apartado de cálculos correspondiente. Como se comprueba en dicho apartado, las tensiones de paso y de contacto son inferiores a las admisibles según la norma IEC, y por tanto, el diseño es válido.

La puesta a diseñada protegerá tanto el interior de la subestación como el acceso a la misma y la acera que la rodea.

El electrodo está formado por conductores de cobre, protegidos para dotar a la instalación de puesta a tierra de una elevada resistencia a la corrosión. La solución adoptada contempla la instalación de una malla equipotencial enterrada. La justificación del diseño se especifica en el apartado de cálculos correspondiente.

Se pondrán a tierra los siguientes elementos:

- Los chasis y bastidores de los elementos de maniobra;
- Las envolventes de los conjuntos de armarios metálicos;
- Las puertas metálicas;
- Las pantallas de los cables;
- Las tuberías y conductos metálicos;
- Las carcasas de los motores y transformadores;
- Los elementos de derivación a tierra de los seccionadores de puesta a tierra;
- Las pantallas de separación de los circuitos primario y secundario de los transformadores de medida y protección.

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

Características de la red de tierras:

Primero explicaremos como hemos calculado los datos necesarios para la red de tierra y definiremos las características de los elementos de la instalación.

Datos de partida

Los datos generales de la red son los siguientes:

Frecuencia nominal	50 Hz
Temperatura ambiente	25°C
Tiempo de despeje de falta	0.9s

Datos del terreno

Capa superficial	Tipo de material	Hormigón
	Espesor de la capa superficial	0.2 m
	Resistividad	3000 $\Omega \cdot m$
Primer suelo	Tipo de terreno	Arena arcillosa
	Grosor	1 m
	Resistividad	60 $\Omega \cdot m$
Segundo suelo	Tipo de terreno	Calizas blandas
	Grosor	100
	Resistividad	350 $\Omega \cdot m$

Datos generales de las líneas

Niveles de tensión	220 kV
Nivel en el que se calcula la falta	220 kV
Corriente de cortocircuito (Icc)	25 kA

Datos geométricos de la subestación

En el cálculo se considerarán las dimensiones de la planta ampliadas en 1 metro para abarcar toda la zona comprendida por la subestación y los accesos a la misma.

Lado mayor de la malla	34 m
Lado menor de la malla	29 m
Profundidad de la rejilla (h)	1 m

Tensiones de paso y de contacto

De acuerdo con las normas IEC, se define la tensión de paso como la diferencia de potencial entre los puntos de la superficie del terreno, separados por una distancia de un paso (1 m) en la dirección del gradiente de potencial máximo. De forma similar, se define la tensión de contacto como la

diferencia de potencial entre la estructura metálica puesta tierra y el punto de la superficie del terreno a una distancia de 1 m en la dirección del gradiente de potencial máximo.

En el cálculo de la puesta tierra es fundamental conocer la tensión a la que se vería sometida una persona si estuviese en la instalación en el momento de producirse una falta a tierra. La persona constituye un divisor de potencial entre todas las resistencias intervinientes en el circuito de forma que el sujeto no queda sometido a la totalidad de la tensión de paso o contacto existente en la instalación sino a una fracción de la misma, que constituye la denominada tensión de paso o contacto aplicada.

La tensión de paso aplicada es la fracción de la intensidad de la tensión de paso que resulta directamente aplicable a los pies de un hombre, estimándose la resistencia del cuerpo humano en 1000 ohmios.

Por otra parte, la tensión de contacto aplicada es la tensión que resulta directamente aplicable: el cuerpo humano, estimando nuevamente la resistencia del cuerpo humano en 1000 ohmios.

Las tensiones de paso y de contacto aplicadas establecen un límite máximo de tensión, que en todos los casos se debe garantizar que supere los niveles máximos de tensión de paso y de contacto calculados empleando las relaciones que se detallan en el apartado siguiente.

Metodología de cálculo de la red de tierras

El diseño de la red de tierras de la instalación presenta dos grados de libertad. El primero es el lado de la cuadrícula de la malla, y el segundo, el número de picas. El objetivo del cálculo es minimizar la longitud total de los conductores y picas a emplear, con vistas a obtener el diseño más económico y eficiente.

Teniendo en cuenta los criterios anteriores, se comienza un proceso iterativo, que parte de un lado de cuadrícula de malla razonable, sin considerar la existencia de picas, y se calculan las tensiones de paso y de contacto. Si se exceden las tensiones de paso y de contacto admisibles, se introducen picas. Si esta medida es ineficaz, se comienza el proceso de nuevo, reduciendo el lado de cuadrícula de malla.

Fórmulas empleadas en el cálculo:

Las tensiones de paso y de contacto deben ser comparadas con las tensiones de paso y de contacto admisibles, respectivamente, para justificar la validez de la instalación de puesta a tierra.

La tensión de paso máxima admisible será:

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

La tensión máxima de contacto admisible vendrá dada por:

$$V_c = \frac{K}{t^n} \left(1 + \frac{1.5\rho_s}{1000}\right)$$

Dado que el tiempo de despeje de la falta es inferior a 0.9 segundos, los valores de los parámetros K y n en las expresiones serán los siguientes:

$$K = 72 \text{ y } n = 1$$

La sección mínima de los conductores de cobre, atendiendo a la corriente de cortocircuito, se calcula como:

$$S_{min} = \frac{I_{cc}(A)}{160 \frac{A}{mm^2}} (mm^2)$$

A partir de este resultado se obtiene la sección mínima de cobre, y se escoge la siguiente sección normalizada (S)

El diámetro del conductor de la sección normalizada se obtiene de la siguiente expresión:

$$d = 2 \sqrt{\frac{S}{\pi}}$$

Como paso previo al cálculo de las tensiones aplicadas de la instalación, debe hallarse la densidad lineal de corriente (i):

$$i = \frac{I_{cc}(A)}{L + L'} \left(\frac{A}{m} \right)$$

Donde L, representa la longitud total de conductores en metros, y L', la longitud total de las picas, en metros.

Considerando, que la malla está enterrada en el primer suelo, las fórmulas empleadas para calcular las tensiones de paso y de contacto serán, respectivamente:

$$V_{p_1} = 0.366\rho_1 \cdot i \cdot \log \frac{\left(\frac{D}{2}\right)^2 + h^2}{h^2} (V)$$

$$V_{c_1} = 0.366\rho_1 \cdot i \cdot \log \left(\frac{\left(\frac{D}{2}\right)^2 + h^2}{16d \cdot h \cdot D} \right) (V)$$

La resistencia de puesta a tierra total se obtiene como la suma de resistencias de los conductores de cobre, de las picas y la conductancia equivalente a un anillo que cubre la misma superficie que el área cubierta por la malla.

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

El radio r es el radio del círculo de igual superficie que el área cubierta por la malla.

$$r = \sqrt{\frac{\text{Área}}{\pi}}$$

Resultados:

Realizando el proceso descrito en el apartado “Metodología de cálculo de la red de tierras”, se obtienen los resultados que se detallan en esta sección.

Símbolo	Descripción	Resultado
S	Sección normalizada de los conductores de cobre	240 mm ²
D	Lado de la cuadrícula de la malla.	1.5 m
N	Número de picas	0
L	Longitud total de conductores	1695 m
Rpat	Resistencia de puesta a tierra de la instalación	0.80 Ω

Las tensiones de paso y de contacto de la instalación se reflejan en la siguiente tabla. Se comprueba que los valores calculados con la red de tierras diseñada no sobrepasan las tensiones admisibles.

Tipo de tensión	Aplicada (V)	Admisible (V)
Tensión de paso	63	22800
Tensión de contacto	509	660

No obstante, se medirán de forma práctica los valores de las tensiones de paso y contacto, una vez construida la subestación, para asegurarse de que no existe peligro en ningún punto de la instalación.

Se muestran a continuación los parámetros de la instalación:

Conductores	Material de los conductores	Cobre
	Sección	240 mm ²
	Longitud total	1695 m
Longitud del lado de la cuadrícula		1.5 m
Profundidad de la malla		1 m
Resistencia de puesta a tierra		0.80 Ω

1.11 Obra Civil

Movimiento de tierras

La explanación de la plataforma de la subestación se realizará a cota única, con amplitud suficiente para la implantación del edificio. Incluye asimismo la preparación del camino de acceso a la subestación.

El movimiento de tierras estará condicionado, entre otros, por las características del terreno y recomendaciones incluidas en el estudio geotécnico que ha de realizarse previamente al inicio del proyecto constructivo. En función del mismo, y del adecuado estudio de la evacuación de aguas de la plataforma, y mediante la aplicación de una optimización económica, se concretarán las cotas de la plataforma.

El movimiento de tierras se llevará a cabo de acuerdo al Pliego de Condiciones Técnicas.

A la terminación de la plataforma final se hará el estudio de la resistividad del terreno.

Drenajes

El agua de lluvia caída sobre las cubiertas del edificio será conducida por las bajantes de los canalones hacia la red de drenaje.

Accesos

Desde la Avenida Pablo Iglesias se ejecutará un acceso hasta la subestación. Se construirá un camino de acceso de 8 metros de ancho, sobre terreno explanado con una capa superficial de zahorra artificial compactada de 25 cm de espesor, con una capa de rodadura y otra de asfalto de 5 cm de espesor cada una, con traza apropiada para acceso de los transportes que llegarán a la subestación. Por tanto los radios de giro y las pendientes estarán limitados. Dicho camino de acceso dispondrá de cunetas, pasa cunetas, caños y demás obras que requiera su perfecta conservación.

Edificio de la subestación

Descripción general

Se construirá un edificio de una planta, de dimensiones exteriores de 50.00 x 35.00 m y formado por dos zonas diferenciadas (ver plano de planta):

- Sala de equipos GIS de 220 kV, sala de celdas de media tensión de 45 y sala de celdas de 15 kV, donde se ubicarán además de los equipos blindados, los bastidores integrados para control y protección de las posiciones.
- Zona de servicios, formada por la sala de servicios auxiliares de 38.0 m², sala para el grupo electrógeno de 30.3 m², sala de transformadores de servicios auxiliares de 13.8 m². Albergará los equipos de comunicaciones, unidad central y monitores del sistema de control digital, equipos cargador-batería, transformadores de servicios auxiliares, cuadros de servicios auxiliares de c.c. y c.a. y centralitas de alarmas de los sistemas de seguridad y antiintrusismo.

Características constructivas

Se ejecutará el edificio mediante estructura de hormigón armado. Los pilares correspondientes al local donde van a ir dispuestos los futuros equipos GIS serán prefabricados y de hormigón armado. Asimismo, dispondrán de una ménsula de apoyo para una viga carril de puente grúa de la capacidad necesaria para la instalación y mantenimiento de dichos equipos. El diseño del edificio será el adecuado para que la estructura y el cerramiento dispongan de una resistencia al fuego RF-120.

El cerramiento será autoportante de hormigón armado prefabricado con aislamiento térmico tipo sándwich. Estará formado por tres láminas, unidas entre sí por medio de bielas de acero inoxidable:

- parte portante, de 12 cm de espesor;
- parte intermedia, de 3 cm de espesor, que hace de capa aislante formada por poliestireno expandido;
- parte flotante, de 5 cm de hormigón armado.

Se realizarán un mínimo de dos conexiones soldadas panel – cimentación o panel – cubierta para dar continuidad eléctrica y crear una jaula de Faraday.

Los angulares, las placas y la tornillería estarán embebidas en el hormigón, y cumplirán los requisitos de durabilidad de recubrimientos mínimos y tratamiento contra la oxidación, de manera que no estarán a la vista una vez finalizado el montaje del edificio.

El sellado y las juntas de unión de los paneles asegurarán la estanqueidad completa del edificio. Se colocarán juntas tipo burlete tanto en los laterales como en la parte superior o inferior para recibir la cubierta y la losa, respectivamente. El sellado exterior de los paneles se realizará por medio de un sellador monocomponente de polímero curado a temperatura ambiente en contacto con la humedad.

La cubierta será plana estará formada por panel sándwich compuesto de chapa interior de acero galvanizado de 0.6 mm, chapa exterior de acero prelacada con núcleo de espuma de en perfil comercial tipo Delfos, montado sobre correas de hormigón pretensado mediante fijaciones mecánicas

Los paramentos interiores tendrán los espesores de acabado necesarios para que su resistencia al fuego sea de 120 minutos (R-120), para evitar una rápida propagación del fuego entre salas cercanas.

Características particulares de las salas

En la sala GIS se ubicarán las bahías GIS y sus respectivos armarios de control y protección, las celdas de media tensión y el material de seguridad correspondiente.

Para el apoyo de las bahías GIS se dejarán embebidas en la solera las placas de anclaje necesarias. Se taparán con chapas metálicas los pasos de cables y huecos para las futuras celdas, y se colocarán rodapiés galvanizados para evitar la caída de objetos a través de los huecos de paso de cables.

En la sala GIS, en los nichos de los transformadores y en la sala de servicios auxiliares se dispondrán canales de sección rectangular para el paso y distribución de cables eléctricos, que irán posteriormente tapados con paneles de tramex registrables.

La sala de servicios auxiliares tendrá falso suelo, con capacidad portante de 2500 kg/m². El paso de los cables de unas dependencias a otras se realizará mediante tubos. La solera del local que albergará el grupo electrógeno irá independizada del resto para evitar que se transmitan las vibraciones,

además este local estará convenientemente aislado e insonorizado. Existirá asimismo un sistema para recogida de fluidos en caso de fugas.

Para la climatización del edificio se instalará un equipo de aire acondicionado solo frío de 3000 W en la sala de servicios auxiliares y radiadores eléctricos con termostato para calefacción en todas las dependencias.

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

En la sala de servicios auxiliares se instalará un extractor para ventilación. También se instalará un sistema de ventilación forzada controlado por termostato en la sala GIS.

Cerramiento

Se realizará un cerramiento perimetral de toda la subestación con valla metálica de acero galvanizado reforzado de 2 metros de altura, con postes metálicos, embebidos sobre un murete corrido de hormigón de 0.5 m de altura.

Se dispondrán las siguientes puertas:

- Puerta de acceso de peatones de 1 m de anchura, con cerradura eléctrica, para apertura desde el edificio.
- Puerta de acceso de vehículos de 6 m de anchura, doble hoja.

Los bombines de todas las llaves de acceso, tanto exterior como interior, deberán ser del tipo y con los niveles de jerarquización que se indicarán desde la Demarcación, para que una vez terminada, entre a formar parte del conjunto de amaestramiento de llaves de la misma.

Para la ampliación

No habría que hacer cambios en la estructura externa del edificio, simplemente, será necesario quitar la chapa que bloquea la puesta de los transformadores, pero este trabajo es apenas insignificante, por ese motivo, consideraremos prácticamente nula la obra civil, solo en última instancia, se utilizará el puente grúa para montar las celdas pertinentes a los 15 kV.

1.12 Estructura metálica

En el interior del edificio soterrado se instalará la estructura metálica necesaria para los soportes de sujeción de los cables de potencia del GIS hasta las bornas del transformador de potencia y herrajes de los bastidores de las celdas de 15 kV.

En el exterior se instalará la estructura necesaria para soportar los terminales de enlace de las fases de 220 kV con la llegada de líneas aéreas, así como los soportes de los pararrayos correspondientes de 220 kV, transformador de servicios auxiliares, batería de condensadores, terminales para cables de 15 kV y reactancia de puesta a tierra del transformador.

1.13 Medidas correctoras

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.

Aspectos ambientales

En este aspecto, al ser un edificio, pocos problemas tendremos, ya que no es un valle ni una zona montañosa. No está situada en una cuenca hidrográfica. El clima es el perteneciente al de la ciudad de Madrid, y el que se genere dentro de la propia sala.

Al ser una ampliación, no existen cambios en el relieve, ni degradación del suelo.

Los vertidos no son especialmente contaminantes del suelo o del medio hídrico. El riesgo de erosión es nulo, y no se elimina suelo fértil.

La actividad proyectada no es potencialmente contaminadora, la contaminación se vincula a los gases y partículas que emiten los vehículos y maquinaria a motor (generador, etc...) es totalmente compatible.

No hay cambios en la vegetación ni en la fauna.

En la fase de construcción, los movimientos de tierra, el tránsito de maquinaria y en general las operaciones vinculadas a la obra de construcción e instalación de la subestación, son fuente potencial de molestias. Como es de carácter temporal estas molestias generadas, vemos que si es compatible.

Protección contra incendios

El sistema de protección contra incendios se ajustará a las exigencias de la ITC- 14 del RAT, teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:

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

Detección de incendios

La instalación de detección está formada por los siguientes equipos:

- Una (1) central de detección de incendios algorítmica con el número de bucles necesarios, a situar en el interior de un armario metálico en la sala de control y comunicación e interconectada a puesto de control por sistema centralizado con interfaz de comunicaciones

con marcador telefónico vía GSM o con red Ethernet vía TCP/IP a central corporativa de la Propiedad.

- Sirenas de interior en la sala GIS y sala de servicios auxiliares (una en cada sala).
- Detectores ópticos de humo, con LEDs de alarma que se activan de tal manera que permiten la visión del detector desde cualquier ángulo, con sistema magnético de prueba. Se instalarán en la sala de control y en las salas GIS.
- Detectores termo-velocimétricos con doble circuito de detección, disparo a 90°C y sistema magnético de prueba. Se instalarán en los cubículos de los transformadores.
- Detectores de llama por barrera de infrarrojos en la sala GIS.
- Pulsadores manuales de alarma. Deben permitir provocar voluntariamente y transmitir una señal a la central de detección de incendio, de tal forma que sea fácilmente identificable la zona en que se ha activado el pulsador.

Extinción de incendios

Los transformadores de potencia son los elementos con mayor riesgo de incendio en toda la instalación, debido a su contenido de aceite.

Para los cubículos de transformadores se instalarán elementos fijos de extinción automática de incendios (también con sistemas redundantes). En el resto de la subestación se colocarán elementos móviles o fijos de extinción.

Los sistemas de extinción de incendios que se proyectan en el interior de la subestación se pueden dividir en:

- Sistemas de extinción automática
 - o Agua nebulizada;
 - o Espuma de Media Expansión
- Sistemas de extinción manual.

Para la ampliación, todas estas medidas preventivas ya están incluidas.

Mantenimiento

Las GIS requieren un mantenimiento mínimo debido a su envoltura hermética, sumado a que el gas SF₆ es un gas inerte sin envejecimiento y que además no ataca a los materiales con los cuales está en contacto y tampoco se altera por ellos.

Las pérdidas anuales de SF₆ se garantizan como menores al 1 % por módulo. Estas pérdidas pueden ser compensadas con cargas adicionales que se realizan con la Subestación en servicio. Los órganos de maniobra -interruptores, seccionadores, palancas externas- deben recibir un mantenimiento similar al de los equipos convencionales instalados en una Subestación AIS.

Cada usuario, según sus costumbres, determina la forma y el momento para hacer el mantenimiento, pero es común considerar que en condiciones normales solo debe procederse a “verificaciones de rutina”. Resulta importante destacar que las celdas requieren mínimo mantenimiento y que ésta es una de las ventajas que presentan frente a las AIS. Por lo tanto, las prácticas de mantenimiento que se aplican a las AIS no son de aplicación en las GIS.

Para las verificaciones de rutina existen diversos equipos e instrumentos, además de los que forman parte intrínseca de las celdas como son los indicadores de densidad/presión. Entre los equipos más comunes se citan los siguientes:

- Medidor de humedad y punto de rocío del gas SF₆.
- Medidor de aire en el gas SF₆. o Medidor de productos de descomposición del gas SF₆.
- Detector de fuga de gas SF₆.
- Equipo de recarga y evacuación de gas SF₆

También es importante disponerse en depósito garrafas de gas SF₆ para eventuales reposiciones. Su almacenamiento no significa ningún problema especial, pero siempre se debe tener presentes las reglas de higiene y seguridad industrial de aplicación en el sitio de la instalación, fundamentalmente en lo que hace a la ventilación del local.

1.14 Seguridad y Salud

Para llevar a cabo el proyecto, será necesario basarse en unas normas de Seguridad y Salud sacadas del RD 614/2001 del BOE.

1. Se tiene en cuenta el riesgo eléctrico, originado por la energía eléctrica, tales como:
 - Choque eléctrico por contacto con elementos de tensión (contacto eléctrico directo=
 - Quemaduras por choque eléctrico
 - Caídas o golpes originados por la electricidad
2. Lugar de trabajo
3. Instalación eléctrica: conjunto de materiales y equipos de un lugar de trabajo
4. Procedimiento de trabajo: secuencia de operaciones a desarrollar para llevar a cabo un determinado trabajo.
5. Alta y baja tensión. Tensiones de seguridad
6. Trabajos sin tensión
7. Zona de peligro o zona de trabajos en tensión
8. Trabajo en tensión
9. Maniobra: intervención concebida para cambiar el estado eléctrico de una instalación eléctrica
10. Mediciones, ensayos y verificaciones: actividades para comprobar el cumplimiento de las especificaciones técnicas y de seguridad
11. Zona de proximidad: espacio delimitado alrededor de la zona de peligro, desde la que el trabajador puede invadir accidentalmente
12. Trabajo en proximidad
13. Trabajador autorizado: es el trabajador autorizado que ha sido autorizado para realizar determinados trabajos
14. Trabajador cualificado: aquel que tiene los conocimientos pertinentes
15. Jefe de trabajo: persona designada por el empresario para asumir todas las responsabilidades.

Las operaciones y maniobras para dejar sin tensión una instalación, antes de iniciar el “trabajo sin tensión” y la reposición de la tensión, al finalizarlo, las realizarán trabajadores autorizados que, en el caso de instalaciones de alta tensión, deberán ser trabajadores cualificados.

Para la supresión de la tensión:

1. Desconectar
2. Prevenir cualquier posible realimentación
3. Verificar la ausencia de tensión
4. Poner a tierra y en cortocircuito
5. Proteger frente a elementos próximos en tensión, en su caso, y establecer una señalización de seguridad para delimitar la zona de trabajo.

Hasta que no se hayan completado las cinco etapas no podrá autorizarse el inicio del trabajo sin tensión y se considerará en tensión la parte de la instalación afectada. Sin embargo, para establecer la señalización de seguridad indicada en la quinta etapa podrá considerarse que la instalación está sin

tensión si se han completado las cuatro etapas anteriores y no puede invadirse zonas de peligros de elementos en tensión.

1.15 Campos electromagnéticos

Durante la fase de funcionamiento, en la subestación transformadora se generan campos eléctricos y magnéticos como consecuencia del paso de la corriente.

Las líneas eléctricas y la mayor parte de los elementos eléctricos denominados “de potencia” (máquinas y aparatos electrodomésticos) funcionan con una frecuencia de 50 Hz y por lo tanto no generan una onda o un campo electromagnético (aquel en que los vectores I y E están coordinados y que habitualmente se denomina CEM) sino un campo eléctrico (en adelante CE) debido a la tensión eléctrica o potencial en su superficie y un campo magnético (en adelante CM) debido a la corriente que transportan. Por este motivo, los campos que se localizan alrededor de estas instalaciones (líneas eléctricas) actúan por separado, su intensidad decrece muy rápidamente al aumentar la distancia a la fuente que los genera y no constituyen una “radiación” puesto que no irradian energía.

Los niveles de campo eléctrico y magnético generados por una línea de alta tensión dependen fundamentalmente de la tensión y la intensidad de corriente que transporta, así como de otros factores como el número y disposición geométrica de los conductores y su distancia al suelo, etc. La investigación sobre sus posibles efectos está fundamentalmente centrada en los campos magnéticos, ya que los eléctricos se apantallan muy fácilmente por edificios, mobiliario e incluso vegetación u otros elementos.

En el caso de España hay que señalar que, con fecha de mayo de 2001, el ministerio de Sanidad (Subdirección de Sanidad ambiental y Salud Laboral), editó la monografía “Campos electromagnéticos y salud pública” en la que se resume el trabajo realizado durante dos años por un panel de expertos independientes, y donde se afirma que la Recomendación Europea es suficiente para garantizar la protección sanitaria de los ciudadanos y recomienda seguir aplicando el principio de Precaución y fomentando el control sanitario y la vigilancia epidemiológica. El documento íntegro legitima la aplicación de la Recomendación Europea en tanto no se disponga de un Decreto específico.

En estudios efectuados en los que se han calculado valores de campo magnético para líneas aéreas a 220 kV se obtienen valores máximos de $15\mu\text{T}$, valores inferiores a un sexto de los valores de referencia de la Recomendación 1999/519/CE. Puede ser significativo o no.

La instalación estará asegurada para compatibilidad electromagnética, considerando que los equipos de control y protecciones serán digitales, basados en microprocesadores (μP), cuyas características son:

- La rigidez dieléctrica del equipo será de 2 kV, 50 Hz, 1 minuto, según la norma CEI 255-5 y el nivel de impulso de 5 kV, $1,2/50\ \mu\text{s}$, 0.5 J, según la norma CEI 255-5.
- El nivel de protección frente a interferencias de A.F será el correspondiente a clase III, según norma CEI 255-22-1, (2.5 kV en modo común y 1kV en modo diferencial).
- Frente a descargas electrostáticas el equipo será de clase III, según norma CEI-255-22-2, (8kV).
- El nivel de inmunidad del equipo frente a radiointerferencias será el correspondiente a clase III, según norma CEI 255-22-3.
- El equipo será de clase III, según norma CEI-255-22-4, frente a transitorios rápidos, (4 kV en la fuente de alimentación y 2 kV en el resto de circuitos).

1.16 Planificación

Teniendo en cuenta los plazos de entrega de los suministradores y las necesidades de servicio, se puede estimar que esta obra se llevará a cabo en un proceso de un mes. Siendo solo dos semanas necesarias para el montaje y la puesta en marcha de la ampliación de la subestación.

1.17 Presupuesto

Capítulo	Descripción	Precio
	Material y equipamiento eléctrico de 15 kV	938217
	Montaje de maquinaria y equipamiento eléctrico de 15 kV	29327
	Varios	5617,19
	Ejecución material de la obra	548321
	TOTAL	1521482,19

2. *PLANOS*

2.1 Plano del emplazamiento

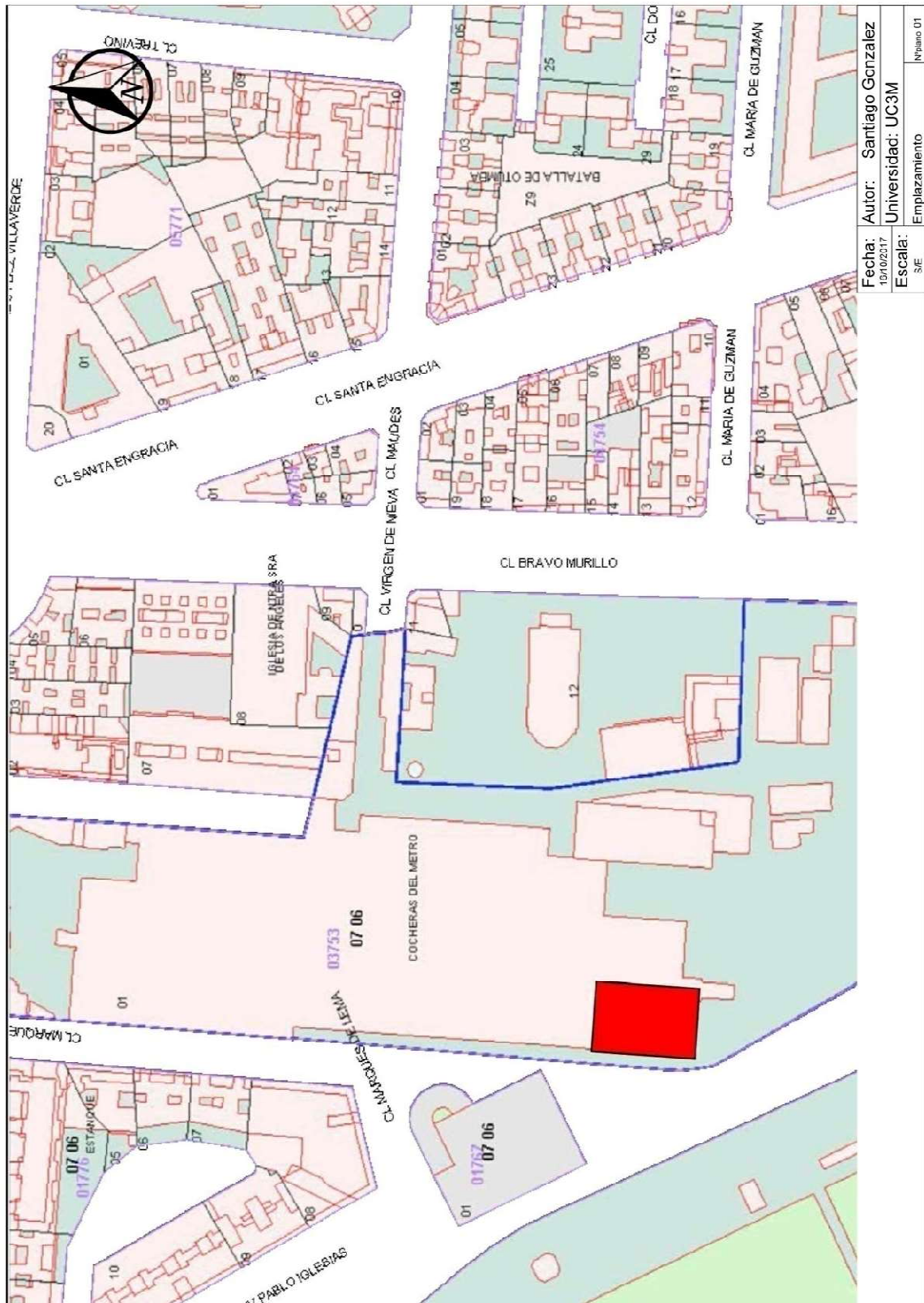
2.2 Diagrama unifilar de la ampliación 45/15 kV

2.3 Planta de la subestación

2.3.1 Leyenda de la planta de la subestación

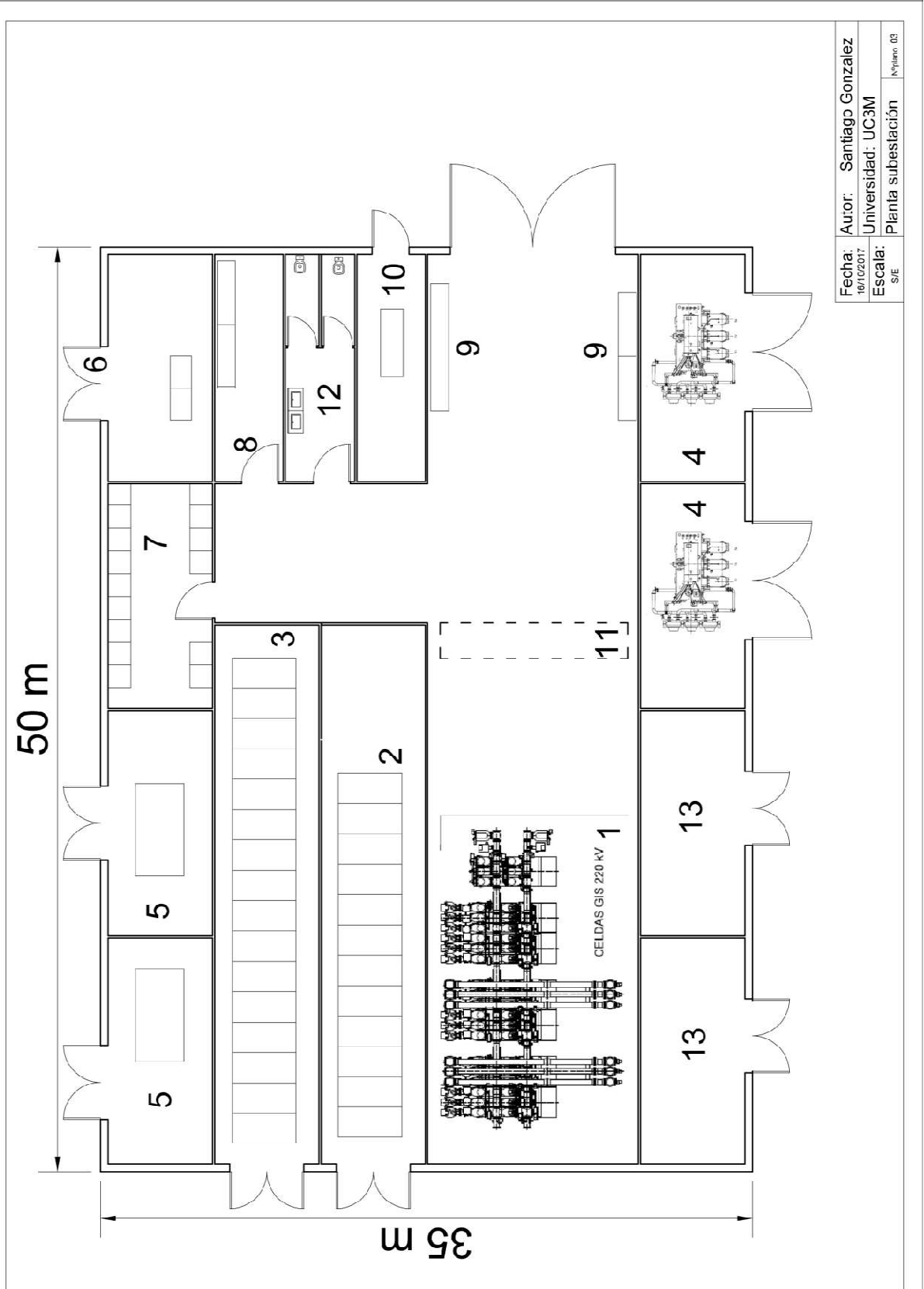
2.4 Diagrama de los servicios auxiliares

2.1 Emplazamiento



2.3 Planta de la subestación

Planta de la subestación



2.3.1 Leyenda:

1	Sala de Celdas Gis 220 kV
2	Sala de celdas de 45 kV
3	Sala de celdas de 15 kV
4	Sala de transformadores de 220/45 kV
5	Sala de transformadores de 45/15 kV
6	Sala de transformadores auxiliares
7	Sala de servicios auxiliares
8	Sala de baterías
9	Armarios de control y protección
10	Grupo electrógeno
11	Puente grúa
12	Aseos

3. PLIEGO DE CONDICIONES

3.1 Generalidades

Objetivo del Pliego

Este apartado contiene fundamentalmente una descripción general del contenido del proyecto, sus características principales, los aspectos legales y administrativos a tener en cuenta, listado de planos que aparezcan en el proyecto

Normativa

Los equipos de alta tensión y sus distintos componentes, deberán ser diseñados, fabricados y ensayados de acuerdo con las normas que se indican a continuación y que les sean aplicables.

- Norma ANSI / IEE C.372.1979: números funcionales de dispositivos de sistemas eléctricos.

Además, en la medida que corresponda a las características específicas del aislamiento de gas, también serán de aplicación:

- UNE-EN 62271-203:2005: aparata bajo envolvente metálica con aislamiento gaseoso para tensiones asignadas iguales o superiores a 52 kV.
- UNE- EN 60694:1998: estipulaciones comunes para las normas de aparata de alta tensión.
- UNE 20324: grados de protección proporcionados por las envolventes (código IP).
- MIE – RAT ITC 18: instalaciones bajo envolvente metálica de 72.5 kV o superiores, aisladas en hexafluoruro de azufre.
- UNE-EN 61259:1998 (CEI 1259): aparata bajo envolvente metálica con aislamiento gaseoso para tensiones asignadas iguales o superiores a 72.5 kV.

Requisitos para la conmutación de corrientes de juegos de barras en vacío por seccionadores.

- UNE-EN 50089:1996: particiones de resina moldeada para aparata de alta tensión bajo envolvente metálica en atmósfera de gas.
- UNE 21852:1989; 2M / 1996: envolventes de aleación de aluminio fundido para aparata de alta tensión bajo presión de gas.
- UNE-EN 60376: especificaciones para hexafluoruro de azufre de calidad técnica para uso en equipos eléctricos.
- UNE-EN 50102: grados de protección proporcionados por las envolventes materiales eléctricos contra impactos mecánicos externos.
- IEC 60859: *cable connection for gas-insulated metal-enclosed switchgear for rated voltages of 72.5 kV and above.*
- IEC 62271-209: conexiones de cables para aparata bajo envolvente metálica con aislamiento gaseoso para tensiones asignadas iguales o superiores a 52 kV. Cables de aceite fluido y de aislamiento extruido. Terminales de cable de aceite fluido y de tipo seco.

Los diversos componentes contenidos en la envolvente en sí misma estarán sujetos a las normas UNE particulares que les afecten.

Entre la normalización de la Propiedad a considerar en el diseño de los equipos se encuentran las siguientes especificaciones:

- procedimiento de pintura para cuadros y paneles;
- procedimiento de conexionado de cuadros y paneles;
- bornes de paso y seccionables para conductores de cobre de B.T.;
- cables de fuerza, control y alumbrado;
- procedimiento de embalaje, marcado y envío para equipos y materiales.

Planificación

El proyecto tendrá una duración de 30 días.

Presupuesto

Capítulo	Descripción	Precio
	Material y equipamiento eléctrico de 15 kV	938217
	Montaje de maquinaria y equipamiento eléctrico de 15 kV	29327
	Varios	5617,19
	Ejecución material de la obra	548321
	TOTAL	1521482,19

Condiciones técnicas de las celdas GIS

Características constructivas

El diseño de las celdas se ha realizado de forma tal que las operaciones normales de explotación, de control y de mantenimiento puedan efectuarse sin riesgo para las personas.

El equipo blindado en SF6 está compartimentado adecuadamente para evitar que un arco interno en uno de los compartimentos pueda extenderse a los demás. El mismo razonamiento se aplica para una eventual fuga de gas, que solo afectará al compartimento en cuestión y no a los demás.

Cada compartimento dispone de elementos de llenado y vaciado que serán accesibles y fácilmente practicables, así como de un cierre de vigilancia de presión del gas.

Todos los materiales de construcción y características idénticas, susceptibles de sustitución, deberán ser intercambiables.

La solución requerida busca que el mayor grado posible de montaje, cableado y pruebas sea realizado en fábrica. En la instalación, las fronteras del suministro serán:

- en Alta Tensión, el conexionado a bornes de las celdas;
- en Baja Tensión, el armario de centralización de celda;
- en la implantación, los pernos de anclaje al suelo.

Por tanto, el fabricante será responsable de suministrar los soportes estructurales, así como la totalidad del cableado entre celdas y entre éstas y el armario de centralización. El fabricante deberá proponer a la aprobación de la Propiedad su solución para la ejecución de dicho cableado, que en cualquier caso cumplirá:

- las especificaciones técnicas de la Propiedad sobre conexionado de cables, señalización, etc;
- disposición física y tendido mediante los elementos necesarios, bandejas, etc. que permitan disposiciones ordenadas de cables sin que se dificulten los procesos de mantenimiento de las celdas, sustitución de compartimentos y módulos incluyendo la envolvente, y la accesibilidad del personal a los elementos que la requieran.

El tendido del cableado de interconexión entre el cuadro de control de la celda y el bastidor de control y protecciones se efectuará de la forma más independiente posible entre celdas. Esto es, la opción preferente es que el tendido entre celda y bastidor se realice por bandejas o canales dedicados por posición y con las longitudes mínimas de tendido. Si este criterio entra en conflicto con la movilidad de las celdas o parte de éstas, en los procesos de montaje o en mantenimiento (procesos de sustitución), el suministrador deberá informar a la Propiedad de sus requerimientos.

Cuando exista un cruce del tubo GIS (fluoducto) por una pared del edificio, el fabricante informará de las dimensiones de la apertura requerida y suministrará los elementos necesarios que garanticen su cierre y estanqueidad, tanto para las salidas existentes a la puesta en servicio de las celdas como para salidas futuras de reserva.

Características constructivas de los módulos

Las celdas se ejecutarán con material 100% de fabricación serie. El plazo garantizado suministro de módulos, submódulos y cualquier otro repuesto, compatibles en dimensiones y resto de características con los ahora ofertados será de 20 años.

El color exterior de las celdas y el de los armarios de control será de la tonalidad RAL 9002, con brillo seda mate y acabado mate.

Será posible cambiar los polos el interruptor manteniendo la tensión en ambas barras. También existe la posibilidad de cambio de la celda completa sin perder servicio en un tiempo inferior a seis horas.

El conexionado de señalización, medidas y control se realizará por conectores.

Transformadores de tensión

Según las normas de la Propiedad, se requerirá, para previsión de su posible uso en casos excepcionales, una verificación y marcado en origen del los transformadores de tensión que garantice la bondad de las medidas que proporciona para cumplimiento de la legislación vigente respecto de la medida oficial en los puntos frontera con la red de transporte, y la consiguiente aprobación del modelo por el organismo administrativo competente en cada caso.

Transformadores de intensidad

Según las normas de la Propiedad, se requerirá, para previsión de su posible uso en casos excepcionales, una verificación y marcado en origen de los transformadores de intensidad que garantice la bondad de las medidas que proporciona para cumplimiento de la legislación vigente respecto a la medida oficial en los puntos frontera con la red de transporte y la consiguiente aprobación del modelo por el organismo administrativo competente en cada caso.

Calentamiento

El calentamiento de los elementos o materiales que forman parte de la aparamenta bajo envolvente metálica aislada en SF6 no deberá exceder los límites prescritos en las normas UNE EN 60694, 62271-203.

El calentamiento de puntos de la envolvente, accesibles al operario en el curso normal de sus trabajos no superará los 30°C.

Envolvente

La envolvente será metálica (aleación ligera de aluminio), amagnética, y deberá presentar una rigidez mecánica tal que asegure el perfecto funcionamiento de todas las partes móviles situadas en su interior. La envolvente deberá soportar el vacío en el proceso de llenado de gas.

Todas las superficies exteriores de la envolvente deberán estar protegidas contra los agentes externos de forma que se garantice una eficaz protección anticorrosiva.

Toda la tornillería, los resortes y elementos auxiliares serán de materiales no oxidables, de acuerdo con lo indicado en las normas UNE 37507 y UNE-EN ISO 1461.

Los elementos metálicos en contacto entre sí deberán ser de tal naturaleza que no se produzca corrosión debida al par galvánico que pueda aparecer en presencia de humedad.

Los diferentes compartimentos de alta tensión que tengan que soportar la presión de gas estarán acordes con lo indicado en las normas UNE EN 60694, 62271-203.

Defectos internos

Ante la posibilidad de que se produzca un cortocircuito en el interior de la envolvente del gas, que conduzca a la destrucción del compartimento de la celda, se adoptarán las condiciones constructivas necesarias para garantizar la seguridad de las personas que puedan encontrarse en su proximidad. Se deberá cumplir lo indicado en la norma UNE EN 60517, 62271-203.

La oferta deberá describir las disposiciones y medidas adoptadas para prevenir los arcos debidos a los defectos internos y para limitar su duración y consecuencias.

Los efectos del arco interno deben quedar limitados al compartimento en cuestión. Una vez separado y aislado el compartimento, deberá ser posible restablecer el servicio del resto de la instalación.

Compartimentación

Cada una de las celdas de la subestación estará dividida en módulos con encapsulado monofásico para los diferentes elementos de maniobra o medida de la subestación (interruptor, seccionadores, transformadores de medida, etc), admitiéndose el encapsulado trifásico para los conductos. A su vez, cada celda estará dividida en compartimentos estancos, conformados por uno o varios de estos módulos.

Cada compartimento dispondrá de válvulas para el vaciado y carga del gas.

La compartimentación no deberá restringir las posibilidades de mantenimiento.

No se admitirá que exista una interconexión a través de tubos que conecten los compartimentos unipolares entre sí; se requerirá un manodensostato por compartimento, uno por fase. La estanqueidad de los compartimentos estará garantizada. En cualquier caso, la fuga anual admisible de la aparatenta bajo envolvente metálica, de forma conjunta y por compartimento, será inferior al 0.5%. La denominación de cada uno de los compartimentos de la celda deberá ser la que se indica en las especificaciones de la Propiedad.

La compartimentación indicada en estos diagramas es de carácter general, otras soluciones se podrán considerar igualmente válidas. Además, se tendrán en cuenta los siguientes criterios de obligado cumplimiento:

- la compartimentación deberá permitir las actividades de mantenimiento y sustitución;
- en caso de celda de salida con fluoducto, se requerirá que los compartimentos del seccionador de salida y el fluoducto sean diferentes.

Control de densidad

El control de densidad del gas en cada compartimento será realizado mediante densímetros compensados por temperatura, con contactos eléctricos para dos niveles de baja presión: alarma y

disparo, que serán accesibles para realizar la lógica de alarmas y disparos de los elementos que corresponda en bastidores de suministro de la propiedad.

Los elementos de control de densidad de gas estarán dotados de indicación visual y numérica.

En el caso de compartimento del interruptor de potencia, deberá garantizarse la posibilidad de apertura del interruptor con su poder de corte nominal para el nivel de disparo.

Se instalarán además, en cada compartimento estanco, dispositivos de descarga (discos de ruptura) para limitar el aumento de presión en caso de defecto interno, de forma que se asegure la protección del personal ante esta situación, según la norma UNE-EN 60517, 62271-203.

Los dispositivos de descarga estarán situados, diseñados y orientados de tal forma que la proyección de los citados gases no pueda incidir sobre el personal ni dañar los cables de alta tensión u otra instalación.

Dilatación

El equipo blindado de SF₆ en su conjunto dispondrá de los elementos necesarios para absorber las dilataciones que puedan producirse en el mismo.

Puesta a tierra

Todos los elementos constitutivos de la envolvente deberán estar conectados a tierra mediante pletinas o cable de cobre o aluminio previstos para la corriente admisible asignada de corta duración.

Grados de protección

El grado de protección de las envolventes de los cuadros y cajas será:

- En el interior: mínimo IP52.
- En el exterior: mínimo IP55

El grado de protección de los circuitos y elementos en el interior de las envolventes será mínimo IP20.

Armarios

El armario de control local de la celda, suministrado por el fabricante, será preferentemente fabricado y probado en España por suministradores homologados por la Propiedad, estando previsto su montaje independiente de la celda, que deberá venir dotada de los elementos de anclaje necesarios. Solo con una aprobación previa y específica por parte de la Propiedad se admitiría que la fabricación y pruebas de este cuadro se realizaran fuera de España. Estos armarios se conectarán a los elementos de la celda mediante conductor acabado en conectores, mientras que equiparán regleteros de bornes para su interconexión con los bastidores de control y protecciones suministrados por la Propiedad. La Propiedad definirá los circuitos que por necesidades de mantenimiento deberán pasar por regleteros intermedios entre los conectores y elementos del armario.

Los armarios deberán cumplir, además de las normas reconocidas internacionalmente, la normativa de la Propiedad en cuanto a calidades de los materiales y en cuanto a ejecución, componentes e identificación de los mismos; por ello, previa la aceptación del suministro de armarios con especificación propia del suministrador, ésta deberá ser sometida a la aprobación de la Propiedad.

Las celdas estarán dotadas de los enclavamientos entre interruptor de potencia, seccionadores de barras y seccionadores de puesta a tierra, necesarios para garantizar la seguridad del personal y del propio material, imposibilitando falsas maniobras, tanto si son efectuadas con accionamiento eléctrico o mecánico.

Opcionalmente podrán incorporar un autómata programable, para mando local y tratamiento de alarmas.

Cableado e interconexión de armarios

El cableado interno de los armarios de control de las celdas deberá cumplir con la normativa de la Propiedad “Procedimiento para el conexionado de”, por lo que, alternativamente, y en el caso de suministro de armarios con especificación propia del suministrador, ésta deberá ser sometida a aprobación específica previa de la Propiedad.

Preferentemente se centralizará en la posición de acoplamiento el control de la propia posición, de medida de barras y de los seccionadores de puesta a tierra de barras.

Diseño para el mantenimiento

La forma constructiva de los equipos deberá permitir específicamente que todas las operaciones de mantenimiento, sustitución de componentes, etc., puedan llevarse a cabo manteniendo la tensión en al menos una barra.

La sustitución completa de una celda y la ampliación de la subestación se deberán poder realizar manteniendo en todo momento en servicio al menos una de las barras y sin afectar en modo alguno al servicio de celdas adyacentes.

La sustitución del módulo del interruptor (incluyendo la envolvente) se deberán poder realizar manteniendo en todo momento el servicio en las dos barras y sin afectar en modo alguno el servicio de las celdas adyacentes.

El suministrador deberá informar a la Propiedad en detalle de todos los procesos de sustitución de celdas completas, compartimentos o cualquier otro elemento (cámara activa de interruptor, etc.). Esta información contendrá cuantos aspectos constructivos, útiles y procedimientos sean requeridos, Se valorará la facilidad de realización de cada proceso.

Asimismo, informará de los tiempos en los que se pueden llevar a cabo todas las diferentes sustituciones que se pueden efectuar en la celda.

Se definen a continuación los tiempos máximos de sustitución de algunos elementos notables. Se indica el tiempo que corresponde a la sustitución de un elemento, desde su desmontaje a su montaje, sin incluir el tiempo de actuación sobre el gas; se evalúa desde que las cámaras tienen las presiones de SF₆ adecuadas para realizar el desmontaje hasta que se efectúa el montaje, sin considerar el tiempo de reposición de gas, y considerados todos los elementos, personal y medios preparados:

- sustitución de una celda completa: 3 jornadas laborables;
- sustitución de un interruptor, incluyendo envolvente: 2 jornadas laborables;
- sustitución de la cámara activa del interruptor: 2 jornadas laborables;

En caso de ser inviable la reparación de la celda o sustitución por una nueva in situ, se requerirá un módulo ciego de continuidad de barras que restablezca la configuración de la subestación.

El sistema constructivo de la celda permitirá que el desmontaje del módulo de interruptor, incluyendo envolvente, no implique el desmontaje físico de ningún otro módulo de la celda, así como el cuadro de centralización local de mando.

Específicamente se requerirá del fabricante el asegurar los trabajos de sustitución de compartimentos con la menor incidencia posible para el servicio y total seguridad del personal, por lo que para ello deberá de diseñarlo, dentro de la normativa vigente, con los elementos que considere necesarios (cámaras de presión intermedia entre módulos, etc.).

Se instalará de forma permanente al menos en el accionamiento principal del interruptor un transductor óptico para permitir en servicio el registro de sus curvas de desplazamiento y que puedan suministrar, a partir de canales adecuados, información sobre el estado interno de sus diversos órganos, con objeto de realizar el diagnóstico de los mismos (registro de corriente de bobinas por inserción de conectores, contacto auxiliar – imagen del instante de cierre – apertura, etc.). Además se proporcionará fácil acceso para el conexionado de equipos de registro por mantenimiento del estado de apertura y cierre de contactos principales de interruptores (se exige posibilidad de interrupción de al menos una de las puestas a tierra próximas al interruptor), curvas de desplazamiento y tiempos de operación.

Con la finalidad antes indicada, se instalará de forma permanente en el accionamiento principal del interruptor un transductor óptico para permitir en servicio el registro de sus curvas de desplazamiento.

Se enumerarán todas las revisiones necesarias para el buen funcionamiento del equipo, así como su periodicidad.

De forma opcional, el fabricante indicará los medios disponibles para la realización de una monitorización de forma continua de los parámetros necesarios para el adecuado funcionamiento de los equipos suministrados

Asimismo el fabricante indicará detalladamente todos los medios de protección pasiva o activa con que cuentan los módulos (filtros, depósitos especiales para partículas, etc.) de cara a la protección del personal encargado de realizar las labores de mantenimiento y sustitución de los módulos.

Para poder realizar un correcto control del SF₆ el suministrador deberá indicar en la documentación entregada la masa de gas de cada compartimento.

Accesibilidad

El diseño y construcción de la subestación GIS permite el acceso para tareas de mantenimiento los siguientes elementos:

- todos los elementos susceptibles de bloqueo mecánico;
- manodensostatos;
- mandos de los seccionadores;
- mandos del interruptor;
- tierras seccionables;
- caja de bornes de secundarios del transformador de intensidad;
- caja de bornes de secundarios del transformador de tensión;

- válvula de llenado y vaciado de gas SF6 de todos los compartimentos;
- cuadros de control local de la celda;
- dispositivos o ventanas de visualización de comprobación de estado de los seccionadores.

Será suministro del fabricante todos los elementos que proceda necesarios para garantizar la accesibilidad: pasarelas, plataformas, escaleras, o cualesquiera otros que proceda para cada solución.

En caso de instalación de pasarelas, estas deberán ser:

- desmontables parcialmente por tramos, manejables por un máximo de dos personas;
- seguras a niveles físico y eléctrico;
- basadas en un suministro industrial;
- compatibles con los requerimientos de mantenibilidad exigidos.

Todas las subestaciones, cualesquiera que sean sus características (sismicidad, celdas con conexionada bornes por lado contrario en directo, etc.) deberán estar diseñadas bajo los requerimientos de accesibilidad.

Características de operación

El mando de los elementos efectuará a cinco niveles diferentes:

- nivel 4: telecontrol;
- nivel 3: mando local desde el centro de control de la subestación;
- nivel 2: mando local a nivel de posición, desde las MULC en bastidores de protección de cada posición;
- nivel 1: mando local a nivel de posición desde el cuadro de centralización local de mando de cada posición;
- nivel 0: mando manual desde cada equipo.

Esta disposición implica que todo el cableado proveniente de la aparamenta estará conexionado el interior del compartimento de baja tensión o armario de mando local correspondiente mediante conectores, en el que además existirá un conjunto de bornes a partir de los cuales se conectarán exteriormente los cables hasta los equipos de protección, servicios auxiliares y telecontrol.

El fabricante deberá prever la lógica de enclavamientos en los diferentes elementos. Esta lógica de enclavamientos será eléctrica. Además todos los seccionadores de puesta tierra se dotarán de enclavamientos mecánicos (candado).

Las adaptaciones necesarias del equipo para realizar los procesos de mando, protección, control local y telecontrol, así como criterios de denominación de esquemas de identificación de elementos, señales y alarmas entre ellos, serán objeto de acuerdo entre la Propiedad y el constructor.

Se indicarán, entre otros, los sistemas de protección contra errores de maniobra, la protección contra contactos accidentales, etc.

Marcas

Cada celda llevará, en lugar bien visible y fijo (no desmontable para evitar errores en la instalación), una placa de características en la que sindicarán, con letra indeleble y fácilmente legible, el nombre o marca del fabricante, el año de fabricación, y el número de serie o designación que le sea aplicable.

Deberá llevar en lugar bien visible, y con el tamaño adecuado, el esquema eléctrico de las funciones que contiene el módulo, realizado en disposición física orientativa de su emplazamiento y con su

identificación en esquemas y documentación identificación acorde con normalización de identificación la Propiedad).

Todas las placas estarán realizadas en materiales existentes y las inscripciones serán indelebles estarán redactadas al menos en idioma español.

Montaje y puesta en servicio

Los requisitos relativos el montaje, incluidos en el alcance de los suministros que se requieran comprenderán los aspectos siguientes:

- descripción de los elementos separados a montar por posición;
- el suministrador presentará un programa de actividades, plazos y recursos para la ejecución del montaje que ser aprobado por la Propiedad previamente al inicio del montaje;
- el suministrador se compromete a presentar a aprobación de la Propiedad un programa de pruebas, protocolos y procedimientos completos incluyendo orden de actuaciones, equipos utilizar, lista de operaciones y entornos de valores admisibles sin los que no será aceptado el inicio de las pruebas, que en todo caso efectuará bajo su responsabilidad y con presencia de personal de la Propiedad;
- asimismo, el suministrador será responsable del montaje completo de las celdas con todos sus accesorios hasta el cuadro de control de suministro; como alternativa, y en un futuro, se prevé que el suministrador tan sólo lleve a cabo las labores de supervisión de montaje, puesta en servicio y pruebas en campo;
- el suministrador supervisará el montaje completo de los interfaces con las salidas en cable y aprobará, junto con los suministradores dicho cable y terminal, la conexión realizada;
- la Propiedad designará a un coordinador para los trabajos de montaje en campo;
- asimismo, el suministrador designará un coordinador como interlocutor válido en campo;
- el suministrador presentará relación de medios materiales y humanos que se van a emplear; en caso de contratación del montaje, la Propiedad facilitará gratuitamente agua y energía eléctrica para uso del suministrador;
- el suministrador supervisará los trabajos de acondicionamiento de la instalación para el montaje de las celdas; el suministro incluirá los elementos necesarios para el montaje, fijación y su colocación;
- el suministrador proveerá de los tipos de alta tensión que sean necesarios para la prueba en campo de las celdas suministradas; en su oferta valorará asimismo el coste del transporte hasta y desde la instalación;
- el suministrador deberá realizar las interconexiones de los sistemas de mando, medida, protección, control local y telecontrol que se precisen entre celdas;
- la Propiedad exigirá el cumplimiento de las normas de seguridad vigentes, en concreto, será de obligado cumplimiento el plan de seguridad para trabajos elaborado específicamente para la instalación de referencia, conforme a lo dispuesto en la legislación vigente aplicable y del que será una copia del montaje; el suministrador será responsable de la seguridad de las personas y de la instalación.
- el montaje se considerará finalizado cuando, a juicio del suministrador y de la Propiedad, se hayan cumplido todos los requisitos de montaje y se hayan ejecutado por el suministrador los ensayos correspondientes, en campo, y con los medios necesarios.
- una vez finalizado el montaje, el suministrador deberá retirar de la instalación todas las botellas de gas SF₆.

Pruebas y ensayos

Los ensayos serán atestiguados por los representantes de la Propiedad y del suministrador, a menos que el primero renuncie explícitamente y por escrito, a estar presente en los mismos y sin que esta condición exima al suministrador de su responsabilidad de cumplir plenamente con esta especificación.

El suministrador deberá avisar a la Propiedad por escrito, cuatro semanas antes de la fecha de comienzo de los ensayos.

La Propiedad se reserva el derecho de efectuar por sí misma o a través de subcontratación, auditorías de calidad en las diferentes etapas de fabricación de los módulos.

Ensayos de tipo

Deberán efectuarse sobre un conjunto completo, unipolar o tripolar de cada tipo de celda.

Los ensayos de tipo se realizarán de acuerdo con lo indicado en la Norma UNE-EN 60517, y comprenderán, como mínimo:

- ensayos de nivel de aislamiento, incluyendo medida de descargas parciales y ensayos a frecuencia industrial en los circuitos auxiliares;
- ensayos de calentamiento y medida de la resistencia del circuito principal;
- ensayo de corriente de corta duración y valor de cresta admisibles;
- verificación de los poderes de cierre y corte;
- ensayos de funcionamiento mecánico;
- verificación del grado de protección;
- verificación de la resistencia mecánica de la envolvente.

Será suficiente la presentación de un certificado acreditativo de haberse realizado en otro conjunto del mismo tipo, en el que conste una descripción de las características del equipo.

Ensayos en fábrica

Adicionalmente a lo expuesto en el apartado anterior para los ensayos de mantenimiento, el resto de los ensayos en fábrica se realizarán de acuerdo con lo indicado en la UNE – EN 60517:1998 y comprenderán como mínimo:

- ensayo de tensión soportada a frecuencia industrial del circuito principal;
- ensayos dieléctricos de los circuitos auxiliares del mando;
- medida de descargas parciales;
- ensayo de presión de las envolventes;
- ensayo de detección de fugas de gas;
- ensayo de funcionamiento mecánico;
- ensayo de los dispositivos auxiliares;
- verificación de la exactitud del cableado.

Ensayo de mantenimiento

Una vez finalizados el resto de ensayos, el fabricante deberá efectuar en fábrica los siguientes ensayos, que se definen como ensayos de mantenimiento, y que por no encontrarse dentro de la normalización existente, deberán llevarse a cabo según procedimiento a acordar entre el suministrador y la Propiedad, que deberá ser posteriormente elaborado por el suministrador.

Se definen como ensayos de mantenimiento los realizados para los equipos suministrados y obtenidos en plataforma, en condiciones similares de montaje y con el mismo:

- número de personas;
- conjunto de herramientas y elementos de manutención;
- procedimientos;
- equipos de registro y ensayo que se podrán utilizar en campo para su repetición, una vez se encuentre el equipo en servicio en la instalación.

Estos ensayos deberán repetirse en campo una vez finalizado el montaje, con los equipos del mismo tipo a los empleados en fábrica. Los datos obtenidos se compararán con los de fábrica y servirán como referencia para el mantenimiento predictivo durante la vida de las celdas.

Los registros magnéticos de la totalidad de los ensayos de mantenimiento realizados serán suministrados a la Propiedad en soporte informático, con el correspondiente software para su tratamiento y licencia de utilización, de ser necesaria, si este fuera diferente al habitualmente empleado por la Propiedad.

Ensayo de tipo de mantenimiento

Se llevará a cabo para cada serie de fabricación:

- resistencia de contacto de cada uno de los compartimentos e interconexiones entre estos;
- resistencia de la celda completa;
- tiempos de actuación de los seccionadores;
- registros de corriente y tensión de actuadores de interruptores y seccionadores.

Ensayos individuales de mantenimiento

Se realizarán ensayos de los interruptores con equipo analizador portátil, y registros en soporte informático por cada interruptor, de cómo mínimo las funciones siguientes:

- resistencia de los contactos principales;
- tiempos de apertura y cierre de los diferentes ciclos de maniobra;
- velocidades de apertura y cierre de contactos principales;
- carrera de los contactos principales, penetración y sobrerrecorrido;
- resistencia y consumo de bobinas de apertura y cierre;
- tiempos de actuación de bobina de apertura, cierre y simultaneidad de operación entre contactos principales y auxiliares.

Ensayos de obra

Los ensayos se realizarán de acuerdo con lo indicado en la norma UNE – EN 60517:1998.

El procedimiento de ensayos en obra será:

- exhaustivo: comprenderá todas y cada una de las comprobaciones a realizar;
- detallado: en formato check-list, con entornos de valores admisibles.

Además, será elaborado y sometido a aprobación de la Propiedad, comprendiendo como mínimo:

- ensayos de alta tensión de los circuitos principales;
- ensayos individuales de mantenimiento;
- medida de la resistencia del circuito principal;
- controles y verificaciones;
- medida de la humedad;
- ensayo de detección de fugas de gas;
- ensayos de funcionamiento mecánico;
- ensayo de los dispositivos auxiliares;
- verificación de la exactitud del cableado
 - o completo para el efectuado en campo;
 - o muestreo del cableado por conectores ya probados en fábrica.

Listado de actuaciones en la revisión anual

Mantenimiento predictivo

Se realizará por medio de termografía de infrarrojos.

Mantenimiento preventivo

Seccionadores

- Mandos
 - o Comprobar estado de muelles y amortiguación.
 - o Comprobar motor y finales de carrera.
 - o Comprobar puesta a tierra del mando.
 - o Hacer medida de aislamiento contra tierra y entre cables.
 - o Comprobar contactos auxiliares.
 - o Actuación de mandos. Revisar accionamiento manual y motorizado.
 - o Comprobar contactores y bobinas de actuación.
 - o Comprobar señalizaciones.
 - o Comprobar fugas de SF₆ en juntas dinámicas.
- Transmisiones
 - o Limpiar y engrasar reenvíos.
 - o Revisar articulaciones.

Conexiones

Comprobar apriete conexiones de entrada y salida de A.T

- General
 - Comprobar unidades atornilladas
 - Pruebas funcionales
 - Funcionamiento de apertura y cierre.
 - Comprobar alineación verticalidad y ajuste.
 - Comprobar ángulo de apertura.
 - Revisar bloqueos mecánicos y enclavamientos.
 - Comprobar presión de contacto.
 - Medición de la resistencia de aislamiento.
 - Medición de la resistencia de contacto.
- Puesta a tierra
 - Comprobar contacto separación.
 - Comprobar trenza de conexión a tierra.
 - Comprobar elemento de compensación mecánica.
 - Comprobar articulaciones.
 - Comprobar enclavamiento eléctrico.
 - Comprobar presión de contacto.
 - Comprobar bloqueo y enclavamientos mecánicos.
 - Verificar funcionamiento.

Interruptores

- Mando resorte
 - Comprobar regletas de bornes y cableado.
 - Comprobar indicación mecánica de posición.
 - Comprobar enclavamientos mecánicos.
 - Comprobar enclavamientos eléctricos.
 - Comprobar relés y contactos auxiliares.
 - Revisión limpieza y engrase de mecanismos.
 - Comprobar bobinas de maniobra.
 - Engrase de gatillos y sistema de retención.
 - Comprobar deslizamiento de volante en mm.
 - Amortiguador del mando (niveles y pérdidas).
 - Nivel de aceite en caja de engranaje.
 - Comprobar tornillos jaula de resorte.
 - Comprobar resortes de enganche.
 - Comprobar contactores y bobinas de maniobra.
 - Contactos finales de carrera parada de motor.
 - Comprobar bloques o mecanismo de enganche y desenganche.
 - Comprobar amortiguadores.
 - Comprobar articulaciones.
 - Comprobar fugas de SF6 en juntas dinámicas.
 - Comprobar estado mecánico de las cámaras.
 - Comprobar válvulas.
 - Comprobar pasatapas y juntas.
 - Comprobar puesta a tierra.

- Conexiones
 - o Comprobar uniones atornilladas.
 - o Comprobar par de apriete de conexiones de entrada y salida y entre las cámaras.
- General
 - o Pintar cabecillas y bases. Estado general de pintura.
 - o Corregir oxidaciones y pintar cuando proceda.
 - o Limpiar aisladores y revisar su estado.
 - o Comprobar zonas de pegado de porcelanas.
 - o Comprobar presión de SF₆.
- Pruebas funcionales
 - o Medición de resistencia de los contactos.
 - o Medición de sincronismo entre fases. Diagrama recorrido, sincronismo, penetración.
 - o Medición de tiempos de maniobra. Diagrama velocidad de conexión/desconexión.
 - o Medición de resistencia de aislamiento.
 - o Presión de alarma baja presión
 - o Verificar accionamiento manual y eléctrico.
 - o Anotar número de maniobras.
 - o Comprobar resistencia de caldeo y termostato.

Transformadores de medida

- Conexiones
 - o Comprobar apriete conexiones de entrada y salida.
 - o Revisar puentes cambio relación. Anotar relación.
 - o Comprobar relación de transformación.
- General
 - o Comprobar puesta a tierra.
 - o Comprobar fijación de soporte..
 - o Comprobar pasatapas y juntas.
 - o Comprobar estanqueidad. Detectar fugas.
 - o Comprobar oxidaciones. Corregir y pintar cuando proceda.
 - o Limpiar porcelanas. Revisar su estado.
 - o Comprobar zonas de pegado de porcelanas.
 - o Comprobar estado de bornas, juntas y anclajes.
 - o Comprobar acoplamiento cuerpos (conexión eléctrica).
 - o Comprobar interruptores magnetotérmicos.
 - o Comprobar circuito amperímetro / voltímetro.
- Cajas bornes secundario
 - o Comprobar conexiones secundarias.
 - o Comprobar estanqueidad.
- Pruebas funcionales
 - o Comprobar polaridades.
 - o Resistencia de aislamiento primario/secundario.
 - o Resistencia de aislamiento primario/tierra.
 - o Resistencia de aislamiento secundario/tierra.
 - o Medida de valores de red en bornas de cuadro.
 - o Medida de valores de red en sala de celdas.

Sistemas de protección y control

- Comprobar puesta a tierra.
- Comprobar oxidaciones. Corregir y pintar cuando proceda.
- Realizar prueba de lámparas.
- Comprobar apriete de conexionado.
- Comprobar señalización en sinóptico y telemando.
- Comprobación de todos los dispositivos y elementos de los sistemas.
- Relés de protección.
- Prueba y regulación de los relés mediante inyección de intensidades y tensiones.
- Tensión máxima.
- Tensión mínima.
- Tensión homopolar.
- Tensión diferencial.
- Diferencial de línea.
- Sobreintensidad.
- Comprobación del tarado de los relés y anotar valores.
- Comprobación de contactos, muelles, etc. con limpieza y lubricación.
- Pruebas de disparo por Buchholz y temperatura.
- Comprobar regletas de bornes y conexionados.
- Verificación de los dispositivos de señalización, cableados, disparos a distancia.

Batería de C.C.

- Comprobar bancada.
- Limpieza de cuadros y vasos.
- Comprobar nivel de electrolito.
- Comprobar densidad del electrolito.
- Realizar prueba de capacidad
- Comprobar conexiones
- Medir consumo y respuesta a la puesta en servicio de todos los circuitos
- Comprobar funcionamiento del rectificador y demás componentes electrónicos
- Comprobar tensión de entrada al rectificador
- Comprobar tensión de salida al rectificador
- Comprobar tensión de salida de baterías
- Comprobar alarmas
- Comprobar equipo de detección de tierra

Embarrados

- Comprobar estado de las estructuras metálicas
- Comprobar puesta a tierra de soportes
- Corregir oxidaciones y pintar cuando proceda
- Comprobación de sujeciones mecánicas, apriete de tornillos
- Situación de piezas de unión, empalmes y terminales
- Medida del aislamiento de embarrados entre fases y tierra
- Medida del aislamiento de embarrados entre fase y fase

Redes de M.T.

- Comprobar estado de los conductores y cajas terminales.
- Comprobar oxidaciones y pintar cuando proceda.
- Comprobar estado de conexiones a tierras de los soportes.
- Comprobar apriete de conexiones.
- Comprobar estado de la cubierta del cable.
- Comprobar y limpiar botellas terminales.
- Comprobar puesta a tierra de pantallas.
- Comprobar curvatura de los cables.
- Medición de aislamientos entre fase y fase.
- Medición de aislamientos entre fases y tierra.

Seguridad frente a personas

- Sistemas de tierra.
- Medida de las resistencias de puesta a tierra de todos elementos.
- Indicación de los valores obtenidos en las tomas de tierra.
- Comprobación de la continuidad de los sistemas de tierras.
- Estado de conexiones y conductores de unión de tomas de tierra.
- Medida de tensión de paso.
- Medida de tensión de contacto.
- Elementos de seguridad y emergencia.
- Comprobación de estado de detección y extinción de incendios.
- Comprobación de estado de elementos de accionamiento y rescate.
- Estado de las señales indicativas preceptivas.
- Comprobación de alumbrado de emergencia y normal.
- Peligrosidad de la instalación y locales de ubicación.
- Comprobación de defensas protectoras, cerramientos y puertas.
- Indicación de humedades y filtraciones de agua.
- Estado de muros, paramentos y otros.

3.2. Relación de equipos, Características Principales.

3.2.1. Transformadores de potencia

Transformador de potencia de relación 220/45 kV

Potencia asignada en servicio continuo	Arrollamiento A.T		60 MVA
	B.T		60 MVA
	TERCIARIO		≥20 MVA
Potencia asignada del transformador según refrigeración	Tiempo a plena potencia sin refrigeración		ODAF
	Potencia en servicio continuo con la refrigeración al 50%		20 MVA
Tensión asignada en vacío	Arrollamiento A.T		230±10x3,45
	B.T		46 kV
	TERCIARIO		<15 kV
Utilización prevista para el terciario			Compensación
Grupo de conexión			YNn0(d11)
Tensiones de cortocircuito a 75°C	Secuencia directa, inversa		11,6%
	Secuencia homopolar (terciario abierto)		5.5%/3.5%
	Secuencia homopolar (terciario cerrado)		5.5%/3.5%
Pérdidas	Pérdidas en vacío al 100% de la tensión nominal		43 kW
	Pérdidas debidas a la carga (potencia asignada, a 75°C)	Toma 1	232 kW
		Toma 11	240 kW
		Toma 21	285 kW
	Sobreexcitación admisible permanente a plena carga		115%
Inducción máxima del núcleo al 100% de la tensión nominal			1.77 T
Corriente de vacío al 100% de la tensión nominal			0.2%
	Contenido en tercer armónico (sobre corriente total)		42%
Masas	Núcleo y arrollamientos		40.4 Tm
	Aceite		23.3 Tm
	Transformador completo		87,7 Tm
	Desencubado		46.1 Tm

Dimensiones (sin aero-refrigeradores)	Largo total	9500 mm
	Ancho total	4900 mm
	Alto total	7600 mm
	Alto para desencubado	12300 mm

Arrollamiento de AT	Sobretensión tipo maniobra (60s, 50 Hz)	460 kV
	Sobretensión tipo maniobra (valor cresta)	850 kV
	Sobretensión inducida de larga duración (fase-tierra)	240 kV
	Sobretensión tipo rayo (valor cresta)	1050 kV
Arrollamiento de MT	Sobretensión tipo maniobra (60s, 50 Hz)	50 kV
	Sobretensión tipo maniobra (valor cresta)	125 kV
Neutro de AT	Sobretensión tipo maniobra (60s, 50 Hz)	50 kV
	Sobretensión tipo maniobra (valor cresta)	325 kV
Arrollamiento terciario	Sobretensión tipo maniobra (60s, 50 Hz)	50 kV
	Sobretensión tipo maniobra (valor cresta)	125 kV

Transformador de potencia de relación 45/15 kV

Potencia asignada en servicio continuo	Arrollamiento A.T		15 MVA
	B.T		15 MVA
	TERCIARIO		<5 MVA
Potencia asignada del transformador según refrigeración	Tiempo a plena potencia sin refrigeración		ODAF
	Potencia en servicio continuo con la refrigeración al 50%		8 MVA
Tensión asignada en vacío	Arrollamiento A.T		45±10x0,63
	B.T		16 kV
	TERCIARIO		10 kV
Utilización prevista para el terciario			Compensación
Grupo de conexión			YNyn0(d11)
Tensiones de cortocircuito a 75°C	Secuencia directa, inversa		11,6%
	Secuencia homopolar (terciario abierto)		5.5%/3.5%
	Secuencia homopolar (terciario cerrado)		5.5%/3.5%
Pérdidas	Pérdidas en vacío al 100% de la tensión nominal		8.5 kW
	Pérdidas debidas a la carga (potencia asignada, a 75°C)	Toma 1	86 kW
		Toma 11	88 kW
		Toma 21	90.5 kW
	Sobreexcitación admisible permanente a plena carga		115%
Inducción máxima del núcleo al 100% de la tensión nominal			1.77 T
Corriente de vacío al 100% de la tensión nominal			0.27%
	Contenido en tercer armónico (sobre corriente total)		54%
Masas	Núcleo y arrollamientos		11.9 Tm
	Aceite		4.6 Tm
	Transformador completo		23.5 Tm
	Desencubado		12.9 Tm
Dimensiones (sin aero-refrigeradores)	Largo total		6100 mm
	Ancho total		3250 mm
	Alto total		5050 mm
	Alto para desencubado		5520 mm

Arrollamiento de AT	Sobretensión tipo maniobra (60s, 50 Hz)	460 kV
	So Sobretensión tipo maniobra (valor cresta)	850 kV
	Sobretensión inducida de larga duración (fase-tierra)	240 kV
	Sobretensión tipo rayo (valor cresta)	1050 kV
Arrollamiento de MT	Sobretensión tipo maniobra (60s, 50 Hz)	50 kV
	Sobretensión tipo maniobra (valor cresta)	125 kV
Neutro de AT	Sobretensión tipo maniobra (60s, 50 Hz)	50 kV
	Sobretensión tipo maniobra (valor cresta)	325 kV
Arrollamiento terciario	Sobretensión tipo maniobra (60s, 50 Hz)	50 kV
	Sobretensión tipo maniobra (valor cresta)	125

3.2.2 Cableado

Cables de 15 kV

Tipo de cable		RHZ1-2OL(S)Al
Número de conductores por fase		2
conductor		Aluminio semirrígido, clase 2
	Sección	240 mm ²
Aislamiento		XLPE
	Diámetro	30.2 mm
Pantalla		Corona de hilos de cobre
Cubierta exterior		Poliolefina termoplástica
	Diámetro	39.4 mm
Tensión		12/20 kV
Peso específico		1840kg/km
Radio de curvatura mínimo		595 mm
Corriente nominal de cada conductor		345 A
Temperatura máxima del conductor		90°C

Cables de 45 kV

Tipo de cable		AL RHZ1-OL H16
Número de conductores por fase		1
Conductor		Aluminio semirrígido clase 2
	Sección	300 mm ²
Aislamiento		XLPE
	Diámetro	33.8 mm
Pantalla		Corona de hilos de cobre
Cubierta exterior		Poliolefina termoplástica
	Diámetro	42.6 mm
Tensión		26/45 kV
Peso específico		2025 kg/km
Radio de curvatura mínimo		640 mm
Corriente nominal de cada conductor		385 A
Temperatura máxima del conductor		90°C

Cables de 220 kV

Tipo de cable		RHZ1-RA + 2OL (S) Al H250
Número de conductores por fase		1
Conductor		Aluminio semirrígido, clase 2
	Sección	300 mm ²
Aislamiento		XLPE
	Diámetro	88.7 mm
Pantalla		Corona de hilos de cobre
Cubierta exterior		Poliolefina termoplástica
	Diámetro	103 mm
Tensión		127/220 kV
Peso específico		17800 kg/km
Radio de curvatura mínimo		2060 mm
Corriente nominal de cada conductor		600 A
Temperatura máxima del conductor		90°C

3.2.3 Servicios auxiliares

Transformador de servicios auxiliares

Potencia nominal	400 kVA
Frecuencia nominal	50 Hz
Relación de transformación nominal	15/0.4 kV
Nivel de aislamiento	19 kV
Tomas	+/- 5 %
Grupo vectorial	Dyn11
Pérdidas en vacío	750 W
Pérdidas en carga	5500 W
Tensión de cortocircuito nominal	6%
Máxima temperatura de funcionamiento	40°
Largo	1360 mm
Ancho	810 mm
Alto	1600 mm
Peso total	1580 kg

Grupo electrógeno

Tipo de motor	TAD1344GE
Frecuencia	50 Hz
Tensión	400/230 V
Potencia aparente máxima ESP	440 KVA
Potencia máxima EXP	352 kWe
Intensidad sonora a 7 m	68 dB
Largo	4480 mm
Ancho	1410 mm
Alto	2430 mm
Peso	4080 kg

Batería de 125 V.c.c

Modelo de la batería		SBM 112
Capacidad		112 Ah
Elementos	Número de elementos	94
	Largo de cada elemento	195 mm
	Ancho de cada elemento	94 mm
	Altura de cada elemento	406 mm
	Peso de cada elemento	6.26 kg
	Electrolito por elemento	0.45 kg

Cargador- rectificador de la batería de 125 V.c.c

Tensión nominal de entrada	400 V + 10% - 15% Trifásica
Frecuencia de entrada	50±5% Hz
Tensión de rizado con baterías	±1.5%
Estabilidad de tensión de carga	±1%
Temperatura de funcionamiento	0-45°C
Limitación de corriente del cargador	100%
Corriente del cargador	35 ^a
Alto	1050 mm
Ancho	550 mm
Fondo	600 mm
Grado de protección	IP20
Ventilación	Convección natural

3.2.4 Aparamenta

Nivel de 220 kV

Interruptores

Intensidad nominal		4000 A
Poder de corte en cortocircuito		50 kA
Poder de cierre en cortocircuito		135 kA
Intensidad nominal de corte capacitivo	Línea	125 A
	Condensadores	400 A
	Cables	250 A
Factores de primer polo		1.3
Tipo de accionamiento		Resorte
Tiempo de apertura nominal		< 20 ms
Tiempo de ruptura nominal		< 40 ms
Tiempo de cierre nominal		< 55 ms
Tiempo de reenganche		< 300 ms
Secuencia de maniobra nominal		O-0.3s-CO-3 min-CO
Reenganche		Monofásico
Número de bobinas	Cierre	1
	Disparo	2
Número de contactos auxiliares	Para mando	6 NA + 6 NC
	Para control	2 NA + 2 NC

Seleccionadores de aislamiento y de puesta a tierra

Tensión nominal	245 kV
Intensidad nominal	4000 A
Intensidad de cortocircuito (1s)	50 kA
Poder de corte de corriente capacitiva	250 mA
Tiempo de cierre/ apertura	< 3s
Número de contactos auxiliares	6 NA + 6 NC

Seccionadores de puesta a tierra rápidos

Poder de cierre en cortocircuito		50 kA
Corrientes inductivas	Tensión	15 kV
	Corriente	160 A
Corrientes capacitivas	Tensión	15 kV
	Corriente	10 A
Tiempo de funcionamiento del motor		< 6s

Transformadores de tensión

Relación de transformación nominal			220:√3/0:110√3 kV
Características de precisión	Primer secundario (medida)	Potencia de precisión	20 VA
		Clase de precisión	0.2
	Segundo secundario (protección)	Potencia de precisión	30 VA
		Clase de precisión	2P
	Tercer secundario (protección)	Potencia de precisión	30 VA
		Clase de precisión	2P
Potencia máxima simultánea dentro de las clases de precisión			≥ 70 VA
Potencia térmica nominal			1000 VA
Factor de tensión nominal			1.9 / 8h
Número de arrollamientos secundarios			1 ó 2
Tensión de ensayo a frecuencia industrial			460 kV
Tensión de ensayo a onda de choque tipo rayo			1050 kV
Tensión de ensayo a frecuencia industrial			3 kV

Transformadores de intensidad

Intensidad nominal primaria		2000-1000 A
Intensidades nominales secundarias		5-5-5-5 A
Frecuencia nominal		50 Hz
Tensión máxima de la red		245 kV
Tensión de prueba con onda de choque 1.2 / 50 μ s		1050 kV cresta
Tensión de ensayo a frecuencia industrial		3 kV
Tensión soportada entre espiras de un arrollamiento		\geq 4.5 kV cresta
Intensidad límite dinámica para todas las relaciones		125 kA
Intensidad límite térmica durante 1s para todas las relaciones		50 kA
Intensidad límite térmica nominal		1.2 I _n
Arrollamiento secundario I (medida)	Potencia de precisión	10 VA
	Clase de precisión	0.2s
	Factor de seguridad	< 5
Arrollamiento secundario II (protección)	Potencia de precisión	30 VA
	Clase de precisión	5P20
Arrollamiento secundario III (protección)	Potencia de precisión	30 VA
	Clase de precisión	5P20
Arrollamiento secundario IV (protección)	Potencia de precisión	30 VA
	Clase de precisión	5P20
Factor de sobretensión permanente		1

Nivel de 45 kV

Celda de 45 kV

Tensión asignada		52 kV
Frecuencia asignada		50 Hz
Corriente asignada	Barras e interconexión de celdas	1250 A
	En derivación	1250 A
Corriente admisible asignada de corta duración	Con t_k 1 s	31.5
	Valor de cresta	82 kA
Nivel de aislamiento asignado	Tensión soportada asignada a frecuencia industrial	95 kV
	Tensión soportada asignada a impulso tipo rayo	250 kV
Clasificación de arco interno		ALF [R] 25 kA 1s
Grado de protección		IP3X
Categoría de pérdida de continuidad de servicio		LSC2
Clase de compartimentación		PM

Interruptores

Capacidad de corte	Cortocircuito (asimetría)	25 kA
	Componente continua	>45%
	Intensidad de cables en vacío	31.5 A
	Batería de condensadores	400 A
	Endurancia eléctrica	E2
Secuencia de la reenganche		O-0.3s-CO-15s-CO
Endurancia mecánica		M2 (10000 maniobras)
Intensidad asignada		630/1250 A
Intensidad de corta duración		25 kA – 1/3 s

Seccionadores y seccionadores de puesta a tierra

Seccionador de línea	Endurancia mecánica	M0 (1000 maniobras)
Seccionador de puesta a tierra	Capacidad de cierre	80 kA
	Endurancia eléctrica	E0
Intensidad asignada		2000 A
Intensidad de corta duración		31,5 kA

Transformadores de tensión

Tensión nominal (Un)		46 kV
Factor de tensión en permanencia		1.2 Un
Factor nominal de tensión Un /8 h		1.9
Tensión en el secundario		110/√3 V
Función de medida	Potencia de precisión	50 VA
	Clase de precisión	C1 0.5
Función de protección	Potencia de precisión	50 VA
	Clase de precisión	5P

Transformadores de intensidad

Nivel de aislamiento		0.72 kV
Tensión alterna nominal soportable		3 kV/1 min
Frecuencia nominal		50 Hz
Intensidad térmica permanente		1.2 In
Clase de aislamiento		E
Relación de transformación		400 – 800/5-5 A
Potencia de precisión		20 VA
Función de protección	Clase	5P20
Función de medida	Clase de precisión	C1 0.5

Embarrado

Frecuencia		50 Hz
Tensión nominal		45 kV
Intensidad nominal de embarrado	Embarrado general	1250 A
	Derivaciones	1250 A
Intensidad nominal de corte de cortocircuito		25 kA

3.4 Nivel de 15 kV

Celdas de 15 kV

Tensión asignada		24 kV
Frecuencia asignada		50 Hz
Corriente asignada	Barras e interconexión de celdas	1250 A
	En derivación	1250 A
Corriente admisible asignada de corta duración	Con t_k 1 s	25 kA
	Valor de cresta	65 kA
Nivel de aislamiento asignado	Tensión soportada asignada a frecuencia industrial	50 kV
	Tensión soportada asignada a impulso tipo rayo	125 kV
Clasificación de arco interno		ALF [R] 25 kA 1s
Grado de protección		IP3X
Categoría de pérdida de continuidad de servicio		LSC2
Clase de compartimentación		PM

3.4.1 Interruptor

Capacidad de corte	Cortocircuito (asimetría)	25 kA
	Componente continua	>45%
	Intensidad de cables en vacío	31.5 A
	Batería de condensadores	400 A
	Endurancia eléctrica	E2
Secuencia de la reenganche		O-0.3s-CO-15s-CO
Endurancia mecánica		M2 (10000 maniobras)
Intensidad asignada		630/1250 A
Intensidad de corta duración		25 kA – 1/3 s

3.4.2. Transformadores de intensidad

Nivel de aislamiento		0.72 kV
Tensión alterna nominal soportable		3 kV/1 min
Frecuencia nominal		50 Hz
Intensidad térmica permanente		1.2 In
Clase de aislamiento		E
Relación de transformación		300 – 1200/5 A
Potencia de precisión		30 VA
Función de protección	Clase	5P20
Función de medida	Clase de precisión	C1 0.5

3.4.3 Transformadores de tensión

Tensión nominal (Un)		20 kV
Factor de tensión en permanencia		1.2 Un
Factor nominal de tensión Un /8 h		1.9
Tensión en el secundario		110/√3 V
Función de medida	Potencia de precisión	20 VA
	Clase de precisión	Cl 0.5
Función de protección	Potencia de precisión	30 VA
	Clase de precisión	5P

3.4.4 Seccionadores y seccionadores de puesta a tierra

Seccionador de línea	Endurancia mecánica	M0 (1000 maniobras)
Seccionador de puesta a tierra	Capacidad de cierre	80 kA
	Endurancia eléctrica	E0
Intensidad asignada		2000 A
Intensidad de corta duración		25 kA

Embarrado

Frecuencia		50 Hz
Tensión nominal		24 kV
Intensidad nominal de embarrado	Embarrado general	1250 A
	Derivaciones	1250 A
Intensidad nominal de corte de cortocircuito		25 kA

4. *Presupuestos*

4.1. Presupuestos parciales

4.1.1 Capítulo I: Maquinaria y equipamiento eléctrico

Celdas GIS (220 kV)

Celda de línea

- Celda blindada en SF6 220 kV, marca ABB, modelo ELK 14 300, de 50 kA
- Interruptor 4000A, 50 kA mando unipolar, marca ABB.
- 4TI 400-200/5-5-5-5A, ABB.
- 3TT inductivos 220: $\sqrt{3}$ kV / 110: $\sqrt{3}$ V / 110: $\sqrt{3}$ V / 110: $\sqrt{3}$ V marca ABB.
- Incluidos seccionadores, cuchillas de puesta a tierra y armario de control local p.p de protecciones numéricas: 21, 27, 50-51/51N, 52S, 81, 87L.
- Incluye 3 terminales, 127/220 kV para cable seco sección 2000 mm².
- Incluso transporte y almacenamiento.

Celda de transformador

- Celda blindada en SF6 220 kV, marca ABB, modelo ELK 14 300, de 50 kA.
- Interruptor 4000A, 50 kA mando unipolar, marca ABB.
- 4TI 2000-1000/5-5-5-5A, ABB.
- 3TT inductivos 220: $\sqrt{3}$ kV / 110: $\sqrt{3}$ V / 110: $\sqrt{3}$ V / 110: $\sqrt{3}$ V marca ABB.
- Incluidos seccionadores, cuchillas de puesta a tierra y armario de control local p.p a protecciones: 21, 27, 50-51/51N, 52S, 81, 87L.
- Incluye 3 terminales, 127/220 kV para cable seco sección 300 mm².
- Incluso transporte y almacenamiento.

Celda de acoplamiento y medida de tensión en barras

- Celda blindada en SF6 220 kV, marca ABB, modelo ELK 14 300, de 50 kA.
- Interruptor 4000A, 50 kA mando unipolar, marca ABB.
- 4TI 2000-1000/5-5-5-5A, SIEMENS Incluidos seccionadores, cuchillas de puesta a tierra y armario de control local y p.p. de protecciones numéricas: 87B, 59, 81m/81M.
- 6TT inductivos 132: $\sqrt{3}$ kV / 110: $\sqrt{3}$ V / 110: $\sqrt{3}$ V / 110: $\sqrt{3}$ V, 3TT para cada barra.
- Incluso cuchillas de puesta a tierra.
- Incluso transporte y almacenamiento.

Celdas de 45 kV

Celda de línea

- Celda blindada en SF6 45 kV, marca ABB, modelo ELK, de 50 kA
- 1 Interruptor automático tripolar, 1.000 A y 31,5 kA, de corte en vacío con accionamiento por resortes cargados a motor
- 3 Transformadores de intensidad de relación 400-800/5-5 A, y potencias y clases de precisión 20 VA cl 0,5 y 15 VA cl 5P20
- Incluidos seccionadores, cuchillas de puesta a tierra y armario de control local p.p a protecciones: 21, 27, 50-51/51N, 52S, 81, 87L.
- 1 Transformador de tensión inductivo en fase T de relación 46.000: $\sqrt{3}$ /110: $\sqrt{3}$ -110: $\sqrt{3}$, y potencias y clases de precisión 50 VA cl 0,5 y 50 VA cl 3P
- 3 Terminales enchufables cable aislado-SF6 para conexión de cable unipolar de aislamiento seco 26/45 kV, de conductor y sección Al 630 mm²
- Incluye transporte y almacenamiento

Celda de transformador

- Celda blindada en SF6 45 kV, marca ABB, modelo ELK, de 31,5 kA
- 1 Interruptor automático tripolar, 2.000 A para transformadores de 120 MVA o de 1.000 A para transformadores hasta 60 MVA y 31,5 kA, de corte en vacío con accionamiento por resortes cargados a motor
- 3 Transformadores de intensidad de relación 200-400-800/5-5-5 A para casos de transformador de potencia hasta 60MVA, ó 400-800-1600/5-5-5 A para transformadores de 120MVA y potencias y clases de precisión 20 VA cl 0,5 y 15 VA cl 5P20 y 15 VA cl 5P20 respectivamente en ambos casos.
- Incluidos seccionadores, cuchillas de puesta a tierra y armario de control local p.p a protecciones: 21, 27, 50-51/51N, 52S, 81, 87L.
- 3 Terminales enchufables cable aislado-SF6 para conexión de cable unipolar de aislamiento seco 26/45 kV, de conductor y sección Cu 400 mm²
- Incluye transporte y almacenamiento

Celda de acoplamiento y medida de tensión en barras

- Celda blindada en SF6 45 kV, marca ABB, modelo ELK, de 31,5 kA.
- Interruptor 4000A, 50 kA mando unipolar, marca ABB.
- 4TI 2000-1000/5-5-5-5A, SIEMENS Incluidos seccionadores, cuchillas de puesta a tierra y armario de control local y p.p. de protecciones numéricas: 87B, 59, 81m/81M.
- 6TT inductivos 46: $\sqrt{3}$ kV / 110: $\sqrt{3}$ V / 110: $\sqrt{3}$ V / 110 $\sqrt{3}$ V, 3TT para cada barra.
- Incluso cuchillas de puesta a tierra.
- Incluso transporte y almacenamiento.

Celdas de 15 kV

Celda de línea

- Celda blindada en SF6 15 kV, marca ORMAZABAL, modelo CPG.1 de 2000A, 25 kA. Corriente nominal embarrado: 2000A Corriente nominal derivación: 630A
- Interruptor de vacío 630A, 25 kA marca ORMAZABAL.
- 3TI 150/5-5A, ORMAZABAL 1 toroidal 50/1A ARTECHE. Incluye seccionadores y cuchillas de puesta a tierra, y 3 terminales.
- Se instalarán relés numéricos en el interior de las celdas de MT de la marca ORMAZABAL. Dichas protecciones se instalarán en la propia celda.
- Protecciones numéricas: 50, 51/51N. Incluso transporte y almacenamiento.

Celda de transformador

- Celda blindada en SF6 15 kV, marca ORMAZABAL, modelo CPG.1 de 2000A, 25 kA. Corriente nominal embarrado: 2000A Corriente nominal derivación: 1250A
- Interruptor de vacío 1250A, 25 kA marca ORMAZABAL.
- 3TI 150/5-5-5-5A, ORMAZABAL. Incluso seccionadores y cuchillas de puesta a tierra y 6 terminales.
- Se instalarán relés numéricos en el interior de las celdas de MT de la marca ORMAZABAL. Dichas protecciones se instalarán en la propia celda.
- Protecciones numéricas: 50, 51/51N. Incluso transporte y almacenamiento.

Celda de servicios auxiliares

- Celda blindada en SF6 15 kV, marca ORMAZABAL, modelo CPG.1 de 2000A, 25 kA. Corriente nominal embarrado: 2000A Corriente nominal derivación: 630A
- Interruptor de vacío 630A, 25kA marca ORMAZABAL.
- 3TI 150/5A, ORMAZABAL 1 Toroidal 50/1A ARTECHE. Incluso seccionadores y cuchillas de puesta a tierra, y 3 terminales.
- Protecciones numéricas: 50, 51/51N. Incluso transporte y almacenamiento.

Celda acoplamiento longitudinal

- Celda blindada en SF6 15 kV, marca ORMAZABAL, modelo CPG.1 de 2000A, 25 kA. Corriente nominal embarrado: 2000A. Interruptor de vacío 2000A, 25kA marca ORMAZABAL.
- Incluso seccionadores y cuchillas de puesta a tierra.
- Incluso transporte y almacenamiento.

Celda de acoplamiento transversal

- Celda blindada en SF6 20kV, marca ORMAZABAL, modelo CPG.1 de 2000A, 25 KA. Corriente nominal embarrado: 2000A Interruptor de vacío 2000A, 25kA marca
- ORMAZABAL. 6TT inductivos 22: $\sqrt{3}$ kV/110: $\sqrt{3}$ V/110: $\sqrt{3}$ V /110:3 V marca ORMAZABAL, 3TT para cada barra.
- Incluso seccionadores y cuchillas de puesta a tierra.
- Incluso transporte y almacenamiento.

Transformadores 220/45

- Transformador de potencia de servicio continuo, marca PAUWELS. Relación de transformación 230 \pm 10x3.45/ 46 kV. Potencia aparente nominal: 60 MVA
- Refrigeración: ODAF (incluye aero-refrigerantes con sus respectivas bombas de aceite y válvulas). Frecuencia 50Hz. Grupo de conexión: YNyn0 (d11). Tensión de cortocircuito: 11.6%. Con regulación en carga (primario). Arrollamiento de cobre sobre un único núcleo de tres columnas. Bornes enchufables en AT y en MT. Protecciones propias: indicador de nivel;
- relé Buchholz;
- relé Buchholz Jansen;
- termómetro, termostato, sonda PT100.
- Se incluyen asimismo las siguientes protecciones numéricas: 49, 50-51/50N- 51N, 86, 87T.
- Incluso transporte y almacenamiento.

Transformadores 45/15

- Transformador de potencia de servicio continuo, marca PAUWELS. Relación de transformación 45 \pm 10x3.45/ 16 kV. Potencia aparente nominal: 15 MVA
- Refrigeración: ODAF (incluye aero-refrigerantes con sus respectivas bombas de aceite y válvulas). Frecuencia 50Hz. Grupo de conexión: YNyn0 (d11). Tensión de cortocircuito: 11.6%. Con regulación en carga (primario). Arrollamiento de cobre sobre un único núcleo de tres columnas. Bornes enchufables en AT y en MT. Protecciones propias: indicador de nivel;
- relé Buchholz;
- relé Buchholz Jansen;
- termómetro, termostato, sonda PT100.
- Se incluyen asimismo las siguientes protecciones numéricas: 49, 50-51/50N- 51N, 86, 87T.
- Incluso transporte y almacenamiento.

Conductores

Nivel de 15 kV

Modelo HERSATENE FOC del fabricante GENERAL CABLE. Tensión de aislamiento 12/20 kV. Cables no propagadores de la llama, baja acidez y corrosividad de los gases emitidos y baja opacidad de los humos emitidos durante la combustión.

Cubierta resistente a la abrasión y al desgarro. Aislamiento de polietileno reticulado (XLPE).

Conductores de 45 kV

Conductores de 220 kV

Modelo SILEC del fabricante GENERAL CABLE. Tensión de aislamiento 127/220 kV.
Cables no propagadores de la llama, baja acidez y corrosividad de los gases emitidos y baja opacidad de los humos emitidos durante la combustión. Cubierta resistente a la abrasión y al desgarramiento.
Aislamiento de polietileno reticulado (XLPE).

Servicios auxiliares

Cuadro general de servicios auxiliares de C.A. (400/230 V)

- 3 interruptores automáticos de 3x600A, 10 kA;
- 3 TI de medida 400/5 A;
- 2 contadores digitales de potencia activa;
- 2 amperímetros digitales;
- 2 voltímetros digitales;
- 2 relés de mínima tensión.

Cuadro general de servicios auxiliares de C.C (125 V.c.c)

- 3 interruptores automáticos de 3x80A, 10 kA;
- 2 relés de mínima tensión;
- 3 interruptores magnetotérmicos de 3x40A, 10 kA;
- 7 interruptores magnetotérmicos de 7x32A, 10 kA;
- 1 interruptor magnetotérmico de 1x16A, 10 kA;
- 1 interruptores magnetotérmico de 1x10A, 10 kA;
- 1 interruptor magnetotérmico de 1x6A, 10 kA.

Cuadro general de servicios auxiliares de C.C (48 V.c.c)

- 2 interruptores automáticos de 2x63A, 10 kA;
- 2 Relés de mínima tensión;
- 2 interruptores magnetotérmicos de 2x32A, 10 kA;
- 2 interruptores magnetotérmicos de 2x25A, 10 kA;
- 2 interruptores magnetotérmicos de 2x20A, 10 kA;
- 6 interruptores magnetotérmicos de 2x16A, 10 kA;
- 1 interruptor magnetotérmico de 2x6A, 10 kA ;
- 1 interruptor magnetotérmico de 2x2A, 20 kA.

Cuadro de fuerza y climatización

- 2 interruptores automáticos de 2x63A, 10 kA;
- 2 relés de mínima tensión;
- 2 interruptores magnetotérmicos de 2x40A, 10 kA;
- 3 interruptores magnetotérmicos de 3x32A, 10 kA;
- 2 interruptores magnetotérmicos de 2x16A, 10 kA;
- 4 interruptores magnetotérmicos de 4x10A, 10 kA.

Cuadro de alumbrado

- 2 interruptores automáticos de 2x63A, 10 kA;
- 2 relés de mínima tensión;
- 2 interruptores magnetotérmicos de 2x25A, 10 kA;
- 1 interruptor magnetotérmico de 1x10A, 10 kA.

Cuadro de la unidad de control de servicios auxiliares

Cuadro de la unidad de control de servicios auxiliares para controlar la alimentación bajo mínima tensión. Recibirá señales del cuadro general de servicios auxiliares de corriente alterna y de corriente continua y será capaz de conmutar automáticamente los interruptores de dichos cuadros de forma que la alimentación sea continua. En caso contrario aislará el cuadro de los transformadores de servicios auxiliares y encenderá el grupo electrógeno.

Acumuladores Ni-Cd 125 V.c.c + rectificador

94 vasos de Ni-Cd, 112 Ah, de la marca SAFT para el sistema de 125 Vcc. Incluye cargador y rectificador de 125Vcc, 100 A. Incluye bastidor metálico, instalación y pruebas.

Acumuladores Ni-Cd 48 Vcc + rectificador

40 vasos de Ni-Cd, 52Ah, de la marca SAFT para el sistema de 48Vcc. Incluye cargador y rectificador de 48Vcc, 80A. Incluye bastidor metálico, instalación y pruebas.

Grupo electrógeno 400 kVA

Grupo electrógeno 400 kVA, 400/230V, 50Hz, modelo V440C2 del fabricante SDMO. Motor marca VOLVO, modelo TAD1344GE, carburante: Diesel. Generador modelo LEROY SOMER, 400 kVA, 1500 rpm.

Cableado de servicios auxiliares de subestación

Cableado de servicios auxiliares de subestación completo, que incluye: conexión de celda SF6-S.A, transformador de servicios auxiliares, armario de distribución y protección en B.T. de servicios auxiliares, servicios auxiliares de BT, C.A. y C.C.

Comprende el suministro y tendido de los conductores de sección apropiada necesarios, desde los bornes de conexión de los aparatos hasta los armarios de control y otra aparamenta relacionada, su marcado, conexionado con sus terminales, y la realización de esquemas de cableado y planos de conexión. Pruebas hasta su correcto funcionamiento. Incluye desplazamientos, pequeño material, herramientas, maquinaria, medios auxiliares.

Posición	Unidad constructiva	Ud.	Medición	P.Unit (€)	Precio (€)
1.1	Celdas 220 kV				
1.1.1	Celda de línea	-	4	464650.00	1858600
1.1.2	Celda de transformador	-	2	512640.00	1025280
1.1.3	Celda de acoplamiento y medida de tensión en barras	-	1	423640.00	423640
1.2	Celdas de 45 kV				
1.2.1	Celda de línea	-	4	212376.00	849504
1.2.2	Celda de transformador	-	2	248735.00	497470
1.2.3	Celda de acoplamiento y medida de tensión en barras	-	2	199324.00	398648
1.3	Celdas de 15 kV				
1.3.1	Celda de línea	-	4	40768.00	163072
1.3.2	Celda de transformador	-	2	51398.00	102796
1.3.3	Celda de servicios auxiliares	-	2	35327.00	70654
1.3.4	Celda acoplamiento longitudinal	-	2	79461.00	158922
1.3.5	Celda acoplamiento transversal	-	2	38973.00	77946
1.4	Transformadores				
1.4.1	Transformador de 220/45	-	2	500.000.00	1000000
1.4.2	Transformador de 45/15	-	2	180.000.00	360000
1.4.3	Transformador de servicios auxiliares	-	2	27430.00	54860
1.5	Conductores				
1.5.1	Cable de 220 kV	M	100	42.32	4232
1.5.2	Cable de 45 kV	M	50	42.32	2116
1.5.3	Cable de 15 kV	M	50	96.54	4827
1.6	Servicios auxiliares				
1.6.1	Cuadro general de servicios auxiliares de C.A	-	1	10500.00	10500
1.6.2	Cuadro general de Servicios auxiliares de C.C	-	1	5800.00	5800
1.6.3	Cuadro general de servicios auxiliares de C.C	-	1	5500.00	5500
1.6.4	Cuadro de fuerza y climatización	-	1	4300.00	4300
1.6.5	Cuadro de alumbrado	-	1	3600.00	3600
1.6.6	Cuadro de la unidad de control de servicios auxiliares	-	1	3297.00	3297
1.6.7	Acumuladores NI-Cd	-	2	9350.00	18700
1.6.8	Acumuladores Ni-Cd	-	2	5271.00	10542
1.6.9	Grupo electrógeno 400 kva	-	1	36053.00	36053
1.6.10	Cableado de servicios auxiliares de subestación	-	1	6750.43	6750

Como mi proyecto consiste únicamente en la ampliación, sólo haré la suma de las partes correspondientes a dicha ampliación, es decir, la parte de 15 kV.

TOTAL: 938217

4.1.2 Capítulo II: Montaje de maquinaria y equipamiento eléctrico

Celdas GIS 220 KV

Incluye el transporte, descarga mediante plumas, cableado de medida y protección hasta sala de control. Incluye instalación, ensayos en campo y puesta en marcha de las celdas de 220 kV.

Celdas 45 kV

Incluye transporte, descarga mediante plumas, cableado de medida y protección hasta sala de control. Incluye instalación, ensayos en campo y puesta en marcha de las celdas de 45 kV. Se incluye la instalación de los transformadores de servicios auxiliares.

Celdas 15 kV

Incluye transporte, descarga mediante plumas, cableado de medida y protección hasta sala de control. Incluye instalación, ensayos en campo y puesta en marcha de las celdas de 15 kV. Se incluye la instalación de los transformadores de servicios auxiliares.

Transformadores de potencia

Incluye transporte, descarga mediante plumas, cableado de medida y protección hasta sala de control. Incluye instalación, y ensayos en campo.

Posición	Unidad constructiva	Ud	Medición	P.Unit (€)	Precio (€)
2.1	Celdas 220				
2.1.1	Montaje celdas 220 y puesta en marcha		1	85500.00	85500
2.2	Celdas de 45				
2.2.1	Montaje de celdas de 45 kV y puesta en servicio		1	63419.00	63419
2.3	Celdas de 15 kV				
2.3.1	Montaje celdas de 15 kV y puesta en marcha		1	20327.00	20327
2.4	Transformador de potencia 220/45				
2.4.1	Montaje y puesta en servicio transformador de potencia		2	6500.00	13000
2.5	Transformador de potencia 45/15				
2.5.1	Montaje y puesta en servicio transformador de potencia		2	4500.00	9000

Como mi proyecto consiste únicamente en la ampliación, sólo haré la suma de las partes correspondientes a dicha ampliación, es decir, la parte de 15 kV.

TOTAL: 29327

Varios:

Posición	Unidad constructiva	Ud.	Medición	P.Unit (€)	Precio (€)
3.1	Botiquín de urgencia	-	3	65	195
3.2	Cinta balizamiento bicolor	m	536	0,73	391,28
3.3	Cono de balizamiento		25	7,50	187,5
3.4	Cartel PVC para obligación, prohibición o advertencia		25	0,59	14,75
3.5	Señal triangular		2	27,42	54,84
3.6	Señal circular		2	32,80	65,6
3.7	Malla galvanizada simple torsión		240	9,01	2162,4
3.8	Barandilla guardacuerpos y tubos		142	6,76	959,92
3.9	Casco de seguridad		25	6,32	158
3.10	Casco de seguridad dieléctrico		15	17,37	260,55
3.11	Pantalla de mano soldador		5	7,94	39,7
3.12	Gafas contra impacto		5	3,56	17,8
3.13	Juego tapones anti-ruído silicona		20	0,38	7,6
3.14	Par de guantes de látex anti-corte		50	0,59	29,5
3.15	Par de guantes uso general serraje		75	1,70	127,5
3.16	Par guantes soldador		10	8,50	85
3.17	Par guantes aislantes 5000V		5	34,97	174,85
3.18	Par guantes aislantes 10000V		5	11,50	57,5
3.19	Par de botas de agua de seguridad		15	27,30	409,5
3.20	Par de botas de agua forradas		8	12,50	100
3.21	Par de botas de seguridad		20	5,92	118,4
	TOTAL				5617,19

4.1.3 Capítulo III: Ejecución material de la obra

Ingeniería básica

Se incluyen en esta partida los costes asociados a la elaboración del proyecto por parte del ingeniero.

Ingeniería de detalle

Esquemas Obra Civil, Electromecánica, de principios desarrollados, esquema de cableado con regleteros, cálculo del ajuste de las protecciones y tarado de relés, etc.

Dirección facultativa

El técnico competente designado por el promotor, encargado de la dirección y del control de la ejecución de la obra a lo largo de la misma obra.

Estudio geotécnico

Realización del estudio geotécnico del solar de la subestación. Incluye calicatas (dureza del terreno) y sondeos (a diferentes niveles).

Control de calidad

Se incluyen todos los ensayos e inspecciones técnicas de la aparamenta eléctrica y la respectiva a la obra civil.

Posición	Unidad constructiva	Ud	Medición	P.Unit (€)	Precio (€)
4.1	Ingeniería básica		1	190439.00	190439
4.2	Ingeniería de detalle		1	95678.00	95678
4.3	Dirección facultativa		1	196784.00	196784
4.4	Control de calidad		1	65420.00	65420
	TOTAL				548321

4.2 Presupuesto general

Capítulo	Descripción	Precio
	Material y equipamiento eléctrico	938217
	Montaje de maquinaria y equipamiento eléctrico	29327
	Varios	5617,19
	Ejecución material de la obra	548321
	TOTAL	1521482,19

ANEXO

ANEXO DE SEGURIDAD Y SALUD

Datos del proyecto y del estudio de seguridad y salud

Denominación del Proyecto: ESTUDIO TÉCNICO-ECONÓMICO DE UNA SUBESTACIÓN TIPO GIS PARA CONECTAR UNA INDUSTRIA A TRAVÉS DE UNA LÍNEA DE 15 KV.

La redacción de este Estudio de Seguridad y Salud recae sobre D. SANTIAGO GONZÁLEZ MARTÍN-FORERO

Datos de la obra

La obra se ejecutará previsiblemente en 14 días, cabiendo la posibilidad de que se alargue por posibles imprevisto.

Se considera una punta máxima de 12 trabajadores, con una media de 6 trabajadores en obra.

Emplazamiento

El proyecto se va a desarrollar en la Comunidad Autónoma de Madrid, en pleno núcleo urbanístico, Madrid, siendo una obra enclavada en núcleo urbano.

Climatología

La climatología corresponde a la ciudad de Madrid, y más concretamente la del interior del edificio, al ser una tipo subestación tipo GIS de interior, son prácticamente las mismas durante todo el año.

Suministro de energía eléctrica

La acometida a las obras será por cuenta de la Propiedad, proporcionando un punto de enganche en el lugar del emplazamiento de las mismas.

Vertido de aguas residuales

Se conectarán a la red de alcantarillado existente en las inmediaciones de la ubicación de las obras. Caso de no existir red de alcantarillado, se dispondrá de una fosa séptica provisional, con capacidad adecuada, desde el principio de las obras a la cual se conducirán las aguas sucias de los servicios higiénicos.

Los trabajos que se han de tener en cuenta en este estudio son los relacionados con la ampliación de la subestación.

Trabajo de Pintura

Riesgos asociados a esta actividad:

- Caídas al mismo nivel
- Caídas a distinto nivel
- Caída de objetos en manipulación
- Golpes por objetos o herramientas
- Proyección de fragmentos o partículas
- Exposición a sustancias nocivas
- Incendios

Medidas de prevención a aplicar:

- Se tendrá siempre en cuenta que las pinturas pueden llevar compuestos molestos, tóxicos o inflamables.
- Cuando se pinte en el interior de espacios cerrados se dispondrá de una renovación del aire de los mismos, a la frecuencia que se determine con anterioridad al comienzo de los trabajos.
- Cuando se pinte a pistola se usarán gafas panorámicas estancas y antiempañantes y respiradores con filtro para gases orgánicos y prefiltro mecánico.
- Se prohibirá pintar y pulverizar en sitios donde pueden aparecer llamas, chispas o zonas muy calientes, sin disminuir previamente la carga de fuego existente en la zona.
- Se prohibirá fumar o comer en las estancias en las que se pinte con pinturas que contengan disolventes orgánicos o pigmentos tóxicos. Asimismo, será obligatorio lavarse bien con abundante agua y jabón antes de comer y fumar.
- Se prohibirá el uso de aire comprimido para la limpieza de ropas y de la piel.
- Se prohibirá el uso de oxígeno u otro gas para pulverizar líquidos inflamables y especialmente pintura.

Identificación de sustancias peligrosas

- Un punto clave para una actuación preventiva ante las sustancias químicas radica en que toda persona que pueda verse expuesta a la acción peligrosa de éstas, tenga la información precisa que le permita conocer su peligrosidad y las precauciones a seguir en su manejo.
- Dos son las formas fundamentales que facilitan disponer de dicha información: el correcto etiquetado de los envases contenedores de sustancias peligrosas y las fichas informativas de los productos.
- La **etiqueta** de una sustancia peligrosa debe contener la siguiente información:
 - Nombre de la sustancia y su concentración
 - Nombre de quien fabrique, envase, comercialice e importe la sustancia y la dirección
 - Pictograma normalizado de indicación de peligro
 - Riesgos específicos de la sustancia (Frases R)
 - Consejos de prudencia (Frases S)

- Los pictogramas que deberán de figurar serán los siguientes :

PICTOGRAMAS E INDICACIONES DE PELIGRO		
E 	F 	F+ 
O 	T 	T+ 
C 	Xn 	Xi 

- E: explosivo
- O: comburente
- C: corrosivo
- F: fácilmente inflamable
- T: tóxico
- Xn: nocivo
- F+: extremadamente inflamable
- T+: muy tóxico
- Xi: irritante

- Las fichas informativas de productos constituyen un sistema complementario al etiquetado, muy útil para los usuarios profesionales, que les permite tomar medidas para una correcta prevención del riesgo en el lugar de trabajo. Se trata generalmente de fichas técnicas que en función de su destino recogerán los diferentes aspectos preventivos y/o de emergencia a tener en cuenta.
- La información que deberán contener las fichas es la siguiente:
 - Composición/Información sobre los componentes
 - Identificación de peligros
 - Primeros auxilios
 - Medidas de lucha contra incendios
 - Medidas a tomar en caso de vertido accidental
 - Manipulación y almacenamiento
 - Controles de exposición / Protección personal
 - Propiedades físicas y químicas
 - Estabilidad y reactividad
 - Información toxicológica
 - Informaciones ecológicas
 - Consideraciones sobre la eliminación
 - Información relativa al transporte

Equipos de protección individual a utilizar:

- Casco de seguridad contra choques e impactos
- Gafas panorámicas estancas y antiempañantes
- Equipos filtrantes de partículas
- Guantes contra las agresiones químicas
- Botas de seguridad con puntera, plantilla reforzada en acero y suela antideslizante
- Ropa de protección contra agresiones químicas
- Ropa de trapajo para el mal tiempo

Acabados

Los trabajos que comprenden esta fase de obra son aquellos relacionados con trabajos de carpintería, cerrajería, vidriería, solados, alicatados y revestimientos

Riesgos de esta actividad:

- Caídas al mismo nivel
- Caídas a distinto nivel
- Caída de objetos en manipulación
- Caída de objetos desprendidos
- Pisadas sobre objetos
- Golpes/Cortes por objetos o herramientas
- Proyección de fragmentos o partículas
- Sobreesfuerzos
- Contactos eléctricos

Medidas de prevención a aplicar:

- Se comprobará el estado de los medios auxiliares empleados en los trabajos al comienzo de cada jornada.
 - Los vidrios de grandes dimensiones se montarán con ayuda de ventosas.
- En las operaciones de almacenamiento, transporte y colocación, los vidrios se mantendrán en posición vertical.
- La colocación y montaje de los vidrios se realizará desde la parte interior de las estructuras de los edificios.
- Los fragmentos de vidrio o recortes realizados se retirarán inmediatamente de las inmediaciones del lugar de trabajo, así como de las zonas de paso.
- Los tajos estarán convenientemente iluminados. De no ser así se instalarán fuentes de luz adicionales, con rejilla de protección y una tensión de alimentación de 24 voltios.
- Las operaciones de carga, descarga y traslado, ya sea manual, como mecánicamente, se realizarán siguiendo las recomendaciones de los procedimientos de seguridad específicos que les sean de aplicación.
- Los medios auxiliares serán instalados siguiendo las recomendaciones de los procedimientos de seguridad específicos que les sean de aplicación.
- Se pondrá especial atención a la utilización de las herramientas cortantes. No obstante, se seguirán las recomendaciones de los procedimientos de seguridad específicos que les sean de aplicación.

- El lugar de trabajo se mantendrá limpio y señalizado, lo mismo que el destinado al corte de cristales, cerámica, etc y el lugar de almacenamiento de materiales.
- Cuando se vaya a proceder a la colocación de peldaños o rodapiés en las escaleras, se acotarán los pisos inferiores de las zonas donde se esté trabajando, para evitar que circule nadie por lugares con riesgo de caída de objetos.
- Las herramientas de corte se encontrarán en perfecto estado de mantenimiento.
- Las máquinas herramientas siguiendo las recomendaciones de los procedimientos de seguridad específicos que les sean de aplicación.

Equipos de protección individual a utilizar

- Casco de seguridad contra choques e impactos
- Gafas de protección contra ambientes pulvígenos
- Gafas contra la proyección de fragmento o partículas
- Guantes de trabajo
- Guantes contra las agresiones de pinchazos o cortes para los cristaleros
- Guantes de goma contra las agresiones del cemento para los soladores
- Botas de seguridad con puntera, plantilla reforzada en acero y suela antideslizante
- Ropa de trapajo para el mal tiempo
- Bolsa portaherramientas para el material

Montaje

Montaje y/o desmontaje de los componentes mecánicos y eléctricos

- Estructura metálica soporte
- Transformador de potencia
- Transformadores de tensión e intensidad
- Interruptores
- Seccionadores
- Bandejas y canalizaciones de cables
- Tubos de embarrado y conexiones
- Baterías de condensadores

Montaje y/o desmontaje de los componentes de control

- Armarios de control
- Relés y protecciones
- Relés de protecciones
- Equipos de comunicaciones
- Equipos de control integrado
- Remotas de control

Cableados de interconexión

- Tendido y conexionado

Montaje y/o desmontaje de instalaciones complementarias

- Transformador de potencia
- Equipos rectificadores de baterías
- Cuadros de distribución

Montaje y/o desmontaje de instalaciones complementarias

- Alumbrado
- Protección contra incendios
- Climatización del edificio de control

Ensayos y pruebas finales

Descripción de trabajos

Manipulación Manual de cargas

Se entenderá por manipulación manual de cargas cualquier operación de transporte o sujeción de una carga por parte de uno o varios trabajadores, así como el levantamiento, colocación, empuje, tracción o desplazamiento, que por sus características o condiciones ergonómicas inadecuadas entrañe riesgos, particularmente dorsolumbares, para los trabajadores.

Riesgos asociados a esta actividad

- Caídas al mismo nivel
- Caídas a distinto nivel
- Caída de objetos en manipulación
- Pisadas sobre objetos
- Choque contra objetos inmóviles
- Golpes por objetos o herramientas
- Sobreesfuerzos

Medidas de prevención a aplicar

- Para levantar una carga hay que aproximarse a ella. El centro de gravedad del operario deberá estar lo más próximo que sea posible y por encima del centro de gravedad de la carga.
- El equilibrio imprescindible para levantar una carga correctamente, sólo se consigue si los pies están bien situados:
 - Enmarcando la carga
 - Ligeramente separados
 - Ligeramente adelantado uno respecto del otro.
- Técnica segura del levantamiento:
 - Situar el peso cerca del cuerpo.
 - Mantener la espalda plana.
 - No doblar la espalda mientras levanta la carga.

- Usar los músculos más fuertes, como son los de los brazos, piernas y muslos.
- Coger mal un objeto para levantarlo provoca una contracción involuntaria de los músculos de todo el cuerpo. Para sentir mejor un objeto al cogerlo, lo correcto es hacerlo con la palma de la mano y la base de los dedos. Para cumplir este principio y tratándose de objetos pesados, se puede, antes de cogerlos, prepararlos sobre calzos para facilitar la tarea de meter las manos y situarlas correctamente.
- Las cargas deberán levantarse manteniendo la columna vertebral recta y alineada.
- Para mantener la espalda recta se deberán “meter” ligeramente los riñones y bajar ligeramente la cabeza.
- El arquear la espalda entraña riesgo de lesión en la columna, aunque la carga no sea demasiado pesada.
- La torsión del tronco, sobre todo si se realiza mientras se levanta la carga, puede igualmente producir lesiones.
- En este caso, es preciso descomponer el movimiento en dos tiempos: primero levantar la carga y luego girar todo el cuerpo moviendo los pies a base de pequeños desplazamientos. O bien, antes de elevar la carga, orientarse correctamente en la dirección de marcha que luego tomaremos, para no tener que girar el cuerpo.
- Se utilizarán los músculos de las piernas para dar el primer impulso a la carga que vamos a levantar. Para ello flexionaremos las piernas, doblando las rodillas, sin llegar a sentarnos en los talones, pues entonces resulta difícil levantarse (el muslo y la pantorrilla deben formar un ángulo de más de 90°)
- Los músculos de las piernas deberán utilizarse también para empujar un vehículo, un objeto, etc.
- En la medida de lo posible, los brazos deberán trabajar a tracción simple, es decir, estirados. Los brazos deberán mantener suspendida la carga, pero no elevarla.
- La carga se llevará de forma que no impida ver lo que tenemos delante de nosotros y que estorbe lo menos posible al andar de forma natural.
- En el caso de levantamiento de un bidón o una caja, se conservará un pie separado hacia atrás, con el fin de poderse retirar rápidamente en caso de que la carga bascule.
- Para transportar una carga, ésta deberá mantenerse pegada al cuerpo, sujetándola con los brazos extendidos, no flexionados.
- Este proceder evitará la fatiga inútil que resulta de contraer los músculos del brazo, que obliga a los bíceps a realizar un esfuerzo de quince veces el peso que se levanta.
- La utilización del peso de nuestro propio cuerpo para realizar tareas de manutención manual permitirá reducir considerablemente el esfuerzo a realizar con las piernas y brazos.
- El peso del cuerpo puede ser utilizado:
 - Empujando para desplazar un móvil (carretilla por ejemplo), con los brazos extendidos y bloqueados para que nuestro peso se transmita íntegro al móvil.
 - Tirando de una caja o un bidón que se desea tumbar, para desequilibrarlo.
 - Resistiendo para frenar el descenso de una carga, sirviéndonos de nuestro cuerpo como contrapeso.
- En todas estas operaciones deberá ponerse cuidado en mantener la espalda recta.
- Para levantar una caja grande del suelo, el empuje deberá aplicarse perpendicularmente a la diagonal mayor, para que la caja pivote sobre su arista.
- Si el ángulo formado por la dirección de empuje y la diagonal es mayor de 90°, lo que conseguimos hacer será deslizar a la caja hacia adelante, pero nunca levantarla.

- Para depositar en un plano inferior algún objeto que se encuentre en un plano superior, se aprovechará su peso y nos limitaremos a frenar su caída.
- Para levantar una carga que luego va a ser depositada sobre el hombro, deberán encadenarse las operaciones, sin pararse, para aprovechar el impulso que hemos dado a la carga para despegarla del suelo.
- Las operaciones de manutención en las que intervengan varias personas deberán excluir la improvisación, ya que una falsa maniobra de uno de los portadores puede lesionar a varios.
- Deberá designarse un jefe de equipo que dirigirá el trabajo y que deberá atender a:
 - La evaluación del peso de la carga a levantar para determinar el número de portadores precisos, el sentido del desplazamiento, el recorrido a cubrir y las dificultades que puedan surgir.
 - La determinación de las fases y movimientos de que se compondrá la maniobra.
 - La explicación a los portadores de los detalles de la operación (ademanos a realizar, posición de los pies, posición de las manos, agarre, hombro a cargar, cómo pasar bajo la carga, etc.)
 - La situación de los portadores en la posición de trabajo correcta, reparto de la carga entre las personas según su talla (los más bajos delante en el sentido de la marcha).
- El transporte se deberá efectuar:
 - Estando el portador de detrás ligeramente desplazado con respecto al de delante, para facilitar la visibilidad de aquél.
 - A contrapié, (con el paso desfasado), para evitar las sacudidas de la carga.
 - Asegurando el mando de la maniobra; será una sola persona (el jefe de la operación), quién dé las órdenes preparatorias, de elevación y transporte.
- Se mantendrán libres de obstáculos y paquetes los espacios en los que se realiza la toma de cargas.
- Los recorridos, una vez cogida la carga, serán lo más cortos posibles.
- Nunca deberán tomarse las cajas o paquetes estando en situación inestable o desequilibrada.
- Será conveniente preparar la carga antes de cogerla.
- Se aspirará en el momento de iniciar el esfuerzo.
- El suelo se mantendrá limpio para evitar el riesgo de caídas al mismo nivel.
- Si los paquetes o cargas pesan más de 50 Kg., aproximadamente, la operación de movimiento manual se realizará por dos operarios.
- En cada hora de trabajo deberá tomarse algún descanso o pausa.

Equipos de protección personal a utilizar

Los equipos de protección a utilizar serán:

- Casco de seguridad contra choques e impactos
- Guantes de trabajo
- Cinturón de banda ancha de cuero para las vértebras dorsolumbares
- Botas de seguridad con puntera reforzada en acero y suela antideslizante
- Ropa de trabajo para el mal tiempo

Izado de cargas

Riesgos asociados a esta actividad

- Caída de objetos en manipulación
- Golpes/Cortes por objetos y herramientas
- Atrapamientos por o entre objetos
- Sobreesfuerzos

Medidas de prevención a aplicar

- Los accesorios de elevación resistirán los esfuerzos a que estén sometidos durante el funcionamiento y, si procede, cuando no funcionen, en las condiciones de instalación y explotación previstas por el fabricante y en todas las configuraciones correspondientes, teniendo en cuenta, en su caso, los efectos producidos por los factores atmosféricos y los esfuerzos a que los sometan las personas. Este requisito deberá cumplirse igualmente durante el transporte, montaje y desmontaje.
- Los accesorios de elevación se diseñarán y fabricarán de forma que se eviten los fallos debidos a la fatiga o al desgaste, habida cuenta de la utilización prevista.
- Los materiales empleados deberán elegirse teniendo en cuenta las condiciones ambientales de trabajo que el fabricante haya previsto, especialmente en lo que respecta a la corrosión, abrasión, choques, sensibilidad al frío y envejecimiento.
- El diseño y fabricación de los accesorios serán tales que puedan soportar sin deformación permanente o defecto visible las sobrecargas debidas a las pruebas estáticas.

Transporte de material

Riesgos asociados a esta actividad:

- Caídas al mismo nivel
- Caídas a distinto nivel
- Caída de objetos en manipulación
- Choque contra objetos móviles/inmóviles
- Atrapamiento por vuelco de máquinas o vehículos
- Contactos eléctricos
- Exposición a ambientes pulvígenos
- Atropellos o golpes con vehículos

Medios de prevención a aplicar

- El vehículo de transporte sólo será utilizado por personal capacitado.
- No se transportarán pasajeros fuera de la cabina.
- Se subirá y bajará del vehículo de transporte de forma frontal.
- El conductor se limpiará el barro adherido al calzado, antes de subir al vehículo de transporte, para que no resbalen los pies sobre los pedales.
- Los caminos de circulación interna de la obra se cuidarán en previsión de barrizales excesivos que mermen la seguridad de la circulación.

- La caja será bajada inmediatamente después de efectuada la descarga y antes de emprender la marcha.
- En todo momento se respetarán las normas marcadas en el código de circulación vial, así como la señalización de la obra.
- Si tuviera que parar en rampa, el vehículo quedará frenado y calzado con topes.
- La velocidad de circulación estará en consonancia con la carga transportada, la visibilidad y las condiciones del terreno.
- Durante las operaciones de carga, el conductor permanecerá, o bien dentro de la cabina, o bien alejado del radio de acción de la máquina que efectúe la misma.
- Cualquier operación de revisión con la caja levantada se hará impidiendo su descenso mediante enclavamiento.
- Las maniobras dentro del recinto de la obra se harán sin brusquedades, anunciando con antelación las mismas y auxiliándose del personal de obra.

Equipos de protección individual a utilizar

- Casco de seguridad (cuando abandonen la cabina)
- Mascarilla de protección contra ambientes pulvígenos
- Gafas de protección contra ambiente pulvígenos
- Guantes de trabajo
- Cinturón de banda ancha de cuero para las vértebras dorsolumbares
- Botas de seguridad con puntera reforzada en acero y suela antideslizante
- Ropa de trabajo para el mal tiempo

Trabajo de soldadura autógena

Riesgos asociados a esta actividad:

- Caídas al mismo nivel
- Caídas a distinto nivel
- Proyección de fragmentos o partículas
- Contactos térmicos
- Exposición a radiaciones

Medidas de prevención a aplicar

- Se revisará periódicamente el estado de las mangueras, eliminando las que se encuentren agrietadas exteriormente.
- Las mangueras para conducción del acetileno serán de distinto color que las utilizadas para la conducción del oxígeno.
- Las conexiones de manguera tendrán rosca y fileteado diferentes de modo que sea imposible confundirlas y cambiarlas.
- Se deberá comprobar si las boquillas para la soldadura o el corte se hallan en buenas condiciones.
- Los sopletes deberán tener boquillas apropiadas y en buen estado. Si hay que limpiarlas se usará una aguja de latón para no deformarlas.
- Se ajustarán bien las conexiones, con llave si es necesario, antes de utilizar el gas.
- Antes de utilizar el equipo de soldadura o corte autógenos, habrá que asegurarse de que todas las conexiones de las botellas, reguladores y mangueras están bien hechas.

- Se comprobará si todos los materiales inflamables están alejados o protegerlos de las chispas por medio de pantallas, lonas ignífugas.
- Se colocarán extintores de polvo o anhídrido carbónico en las zonas donde se realicen trabajos de soldadura o corte.
- En los lugares de paso se deberán proteger las mangueras para evitar su deterioro.
- Antes de abrir las válvulas de las botellas de oxígeno y acetileno, se deberá comprobar que están cerradas las válvulas del manorreductor.
- Colocarse a un lado del regulador cuando se abran las válvulas de las botellas.
- Antes de encender el soplete se deberá dejar salir el aire o gas que puedan tener las mangueras, abriendo para ello el soplete.
- Para encender la boquilla se deberá emplear un encendedor de fricción, no con cerillas que darían lugar a quemaduras en las manos.
- Para encender un soplete, las presiones deberán estar cuidadosamente reguladas:
 - Abrir ligeramente la espita del oxígeno.
 - Abrir mucho la espita del acetileno.
 - Encender la llama, que presentará un ancho excesivo de acetileno.
 - Regularla la llama hasta obtener un dardo correcto.
- Se deberá emplear la presión de gas correcta para el trabajo a efectuar. La utilización de una presión incorrecta puede ser causa de un mal funcionamiento de la boquilla y de un retroceso de la llama o explosiones que puede deteriorar el interior de la manguera.
- Los manómetros deberán encontrarse en buenas condiciones de uso. Si se comprueba rotura, deterioro o que la lectura no ofrece fiabilidad, deberán ser sustituidos de inmediato.
- No se usarán botellas de combustible teniendo la boca de salida más baja que el fondo. Por el contrario, se pondrán verticales con la boca hacia arriba y sujetas con collarines que garanticen su posición, evitando su caída.
- Se utilizarán ropas que protejan contra las chispas y metal fundido. Se llevará el cuello cerrado, bolsillos abotonados, mangas metidas dentro de las manoplas o guantes, cabeza cubierto por medio de pantallas inactínicas, calzado de seguridad, polainas y mandil protector. El ayudante deberá ir también protegido, al menos con careta inactínica.
- Cuando se efectúen trabajos en lugares elevados, el soldador utilizará el cinturón de seguridad a partir de los 2 metros de altura, y además tomará precauciones para que las chispas o metal caliente no caigan sobre personas ni sobre materiales inflamables.
- Se prohíbe introducir las botellas de oxígeno y acetileno en el recipiente que se está soldando.
- Cuando se efectúen trabajos de soldadura o corte en espacios reducidos, hay que procurar tener una buena ventilación.
- Deberá existir una distancia mínima de 1,5 metros entre el punto de soldadura y los materiales combustibles.
- Está prohibido soldar a menos de 6 metros de distancia de líquidos inflamables y sustancias explosivas.
- No se podrá calentar, cortar ni soldar recipientes que hayan contenido sustancias inflamables, explosivas o productos que por reacción con el metal del contenedor o recipiente, genere un compuesto inflamable o explosivo, sin la previa eliminación del residuo.
- En el caso de incendiarse una manguera de acetileno, no se deberá intentar extinguir el fuego doblando y oprimiendo la manguera. Se cerrará la llave de la botella.
- Al terminar el trabajo hay que cerrar primero la válvula del soplete, después de los manorreductores y por último la de las botellas.
- Los sopletes no se golpearán ni se colgarán de los manorreductores, de modo que puedan golpearse con las botellas.

Equipos de protección individual a utilizar

- Guantes o manoplas para soldadura
- Manguitos para soldadura
- Pantallas para soldadura
- Polainas de soldador
- Chalecos, chaquetas y mandiles de cuero para soldadura
- Calzado de seguridad con puntera reforzada en acero

Trabajos de soldadura eléctrica

Riesgos asociados a esta actividad:

- Caídas al mismo nivel
- Caídas a distinto nivel
- Contactos eléctricos indirectos
- Proyección de fragmentos o partículas
- Contactos térmicos
- Exposición a radiaciones

Medidas de prevención a aplicar:

- Las masas de cada aparato estarán dotadas de puesta a tierra.
- La superficie de los portaelectrodos a mano y los bornes de conexión para circuitos de alimentación de aparatos de soldadura, deberán estar cuidadosamente dimensionados y aislados.
- Los cables de conductores se revisarán frecuentemente y se mantendrán en buenas condiciones.
- La pinza portaelectrodos se mantendrá siempre en buen estado y cerca de donde se esté soldando.
- Los cables deteriorados o averiados deberán repararse cuidadosamente. Todos los puntos de empalme de los cables de soldadura deberán estar perfectamente aislados.
- Los cables de conexión a la red y los de soldadura deberán enrollarse antes de realizar cualquier transporte.
- En lugares húmedos el operario se deberá aislar trabajando sobre una base de madera seca.
- Se deberán de colocar extintores en las zonas donde se realicen trabajos de soldadura eléctrica.
- Las radiaciones producidas en trabajos de soldadura eléctrica afectan no solo a los ojos, sino a cualquier parte del cuerpo expuesta. Por ello, el soldador deberá utilizar pantalla facial, manoplas, polainas y mandil, como mínimo. Para la protección de otros trabajadores próximos se utilizarán cortinas o paramentos ignífugos.
- Los ayudantes de los soldadores también deberán usar gafas o pantallas inactivas.
- Se dispondrán adecuadamente los cables de modo que no representen un riesgo para el personal o puedan sufrir daños mecánicos.
- La zona de trabajo estará convenientemente delimitada y en su interior todo el personal deberá utilizar los equipos de protección personal necesarios.

- El cable de tierra deberá conectarse lo más cercano posible a la pieza donde se efectúa la soldadura, sin que pueda conectarse a otro equipo o instalación existente, así como tampoco a través del acero de refuerzo de las estructuras de hormigón armado.
- Tantas veces como se interrumpa por algún tiempo la operación de soldar, se cortará el suministro de energía eléctrica a la máquina. Al terminar el trabajo debe quedar totalmente desconectada y retirada de su sitio.
- Las conexiones con la máquina deberán tener las protecciones necesarias y, como mínimo, fusibles automáticos y relé diferencial de sensibilidad media (300 mA), con una buena toma de tierra.
- La alimentación eléctrica al grupo de soldadura se realizará a través de un cuadro provisto de interruptor diferencial adecuado al voltaje de suministro, si no se cumplen los requisitos del apartado anterior.
- Los generadores de combustión interna (diesel) deberán pararse cuando no se estén utilizando, así como cuando se requiera repostar combustible.
- Se dispondrá de un extintor de polvo químico junto al grupo diesel.
- Los electrodos usados se dispondrán en un recipiente, evitando que queden esparcidos por el suelo.
- Antes de realizar cambios de intensidad deberá desconectarse el equipo.
- No introducir jamás el portaelectrodos en agua para enfriarlo, puede causar un accidente eléctrico.
- No se dejará la pinza y su electrodo directamente apoyados en el suelo, sino en un soporte aislante.

Trabajos próximos a elementos en tensión

Riesgos asociados a esta actividad

- Caídas al mismo nivel
- Caídas a distinto nivel
- Contactos eléctricos directos
- Contactos eléctricos indirectos
- Electrocuaciones
- Incendios

Medidas de prevención a aplicar

- Se define como trabajador autorizado aquel el trabajador que ha sido autorizado por el empresario para realizar determinados trabajos con riesgo eléctrico, en base a su capacidad para hacerlos de forma correcta.
- Se define trabajador cualificado como el trabajador autorizado que posee conocimientos especializados en materia de instalaciones eléctricas, debido a su formación acreditada, profesional o universitaria, o a su experiencia certificada de dos o más años.
- Todo trabajo en las proximidades de líneas eléctricas o elementos en tensión será ordenado y dirigido por el jefe del trabajo (que será un trabajador cualificado), el cual será el responsable de que se cumplan las distancias de seguridad, y podrán ser realizados por trabajadores autorizados.
- Cuando se utilicen grúas o aparatos elevadores, se respetarán las distancias mínimas de seguridad, para evitar no sólo el contacto sino también la excesiva cercanía a líneas con tensión (según criterios del R.D. 614/2001, Anexo V, Trabajos en Proximidad). El personal que no opere estos equipos, permanecerá alejado de ellos.

- En trabajos en líneas, se colocarán tantos equipos de puesta a tierra y en cortocircuito como posibles fuentes de tensión confluyan en el lugar de trabajo, siendo estos equipos de Puesta a Tierra de características adecuadas a la tensión de la línea, según criterios del R.D. 614/2001.
- Es obligatorio el uso de equipos de protección adecuados al riesgo de cada trabajo, tales como: banquetas o alfombrillas aislantes, pértigas, guantes, casco, pantalla facial, herramienta aislada, así como cualquier otro elemento de protección, tanto individual como colectivo, homologado.
- Cuando en la proximidad de los trabajos haya partes activas, se aislarán convenientemente mediante vainas, capuchones, mantas aisladas, etc... en todos los conductores, incluido el neutro.

Trabajos en tensión

Riesgos asociados a esta actividad:

- Caídas al mismo nivel
- Caídas a distinto nivel
- Caída de objetos en manipulación
- Contactos eléctricos
- Incendios

Medidas de prevención a aplicar

- Se seguirán en todo momento las especificaciones descritas en el R.D. 614/2001 sobre Disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- Para estos trabajos se deberán haber desarrollado procedimientos específicos, los operarios deberán tener una formación adecuada y tanto el material de seguridad, como el equipo de trabajo y las herramientas a utilizar serán las adecuadas.
- La zona de trabajo debe estar claramente definida y delimitada.
- Todas aquellas partes de una instalación eléctrica sobre la que vayan a realizarse trabajos, deberán disponer de un espacio adecuado de trabajo, de medios de acceso de iluminación.
- Cuando sea necesario, el acceso a la zona de trabajo debe ser delimitado claramente en el interior de las instalaciones.
- Se deben tomar medidas de prevención adecuada para evitar accidentes a personas por otras fuentes de peligro tales como sistemas mecánicos o en presión o caídas.
- No se deben colocar objetos que puedan dificultar el acceso ni materiales inflamables, junto o en los caminos de acceso, las vías de emergencia a o desde equipos eléctricos de corte y control, así como tampoco en las zonas desde donde estos equipos hayan de ser operados.
- Los materiales inflamables deben mantenerse alejados de fuentes de arco eléctrico.
- Si es necesario, durante la realización de cualquier trabajo u operación, se colocará una señalización adecuada para llamar la atención sobre los riesgos más significativos.
- Los procedimientos de trabajos en tensión solo se llevarán a cabo una vez suprimidos los riesgos de incendio o explosión.
- Se debe asegurar que el trabajador se encuentra en una posición estable, para permitirle tener las dos manos libres.
- Los operarios utilizarán equipos de protección individual apropiados y no llevarán objetos metálicos, tales como anillos, relojes, cadenas, pulseras, etc.

- Los trabajos en lugares donde la comunicación sea difícil, por su orografía, confinamiento u otras circunstancias, deberán realizarse estando presentes, al menos, dos trabajadores con formación en materia de primeros auxilios.
- Es obligatorio el uso de equipos de protección adecuados al riesgo de cada trabajo, tales como: banquetas o alfombrillas aislantes, pértigas, guantes, casco, pantalla facial, herramienta aislada, así como cualquier otro elemento de protección, tanto individual como colectivo, homologado.
- Para el trabajo en tensión se adoptarán medidas de protección para prevenir la descarga eléctrica y el cortocircuito. Se tendrán en cuenta todos los diferentes potenciales presentes en el entorno de la zona de trabajo.
- Dependiendo del tipo de trabajo, el personal que lo realice debe estar formado y además especialmente entrenado.
- Deberán especificarse las características, la utilización, el almacenamiento, la conservación, el transporte e inspecciones de las herramientas, los equipos y materiales utilizados en los trabajos en tensión.
- Las herramientas, equipos y materiales estarán claramente identificados.
- Para los trabajos en el interior de edificios, las condiciones atmosféricas no se han de tener en cuenta a menos que exista riesgo de sobretensiones que provengan de instalaciones exteriores y siempre que la visibilidad en la zona de trabajo sea adecuada.
- Otros parámetros, tales como la altitud y la contaminación, particularmente en alta tensión, se deben considerar si reducen la calidad de aislamiento de las herramientas y equipos.
- Cuando las condiciones ambientales requieran la paralización del trabajo, el personal debe dejar la instalación y los dispositivos aislantes y aislados en posición segura. Los operarios deben también retirarse de la zona de trabajo de forma segura.

Equipos de protección individual a utilizar

- Casco de seguridad contra arco eléctrico
- Botas de seguridad con puntera reforzada y suela aislante y antideslizante
- Guantes de trabajo
- Guantes dieléctricos para baja tensión
- Guantes dieléctricos para alta tensión
- Gafas de protección o pantalla de protección facial contra arco eléctrico
- Arnés de seguridad
- Ropa de trabajo para el mal tiempo

Maquinaria a emplear:

Grúa

Riesgos asociados a esta actividad

- Caídas al mismo nivel
- Caídas a distinto nivel
- Caída de objetos en manipulación
- Choque contra objetos móviles/inmóviles
- Atrapamiento por vuelco de máquinas o vehículos
- Atropellos o golpes con vehículos
- Contactos eléctricos

Medidas preventivas a aplicar

- Todos los trabajos se deberán ajustar a las características de la grúa: carga máxima, longitud de pluma, carga en punta contrapeso. A tal fin, deberá existir un cartel suficientemente visible con las cargas máximas permitidas.
- El gancho de izado deberá disponer de limitador de ascenso, y dispondrá de pestillo de seguridad en perfecto estado.
- La armadura de la grúa deberá estar conectada a tierra.
- En caso de elevación de palets, se hará disponiendo de dos eslingas por debajo de la plataforma de madera. Nunca se utilizará el fleje del palet para colocar en él el gancho de la grúa.
- Está prohibido totalmente el transporte de personas en la grúa, así como arrastrar cargas, tirar de ellas en sesgo y arrancar las que estén enclavadas.
- El servicio de la grúa necesita además del maquinista, otros operarios que se encargan de enganchar y realizar las señales pertinentes para asegurar su transporte en condiciones de seguridad. Estos últimos son el enganchador y el señalista, siendo frecuentemente ambos la misma persona. Las condiciones que deben cumplir estos operarios y su misión son los siguientes:
 - MAQUINISTA: no podrá padecer defectos de sus capacidades audiovisuales, así como ningún defecto fisiológico que afecte al funcionamiento de la máquina a su cargo. Además, poseerá de una formación suficiente para realizar las tareas específicas a su puesto de trabajo. asimismo, debe ser consciente de su responsabilidad, evitando sobrevolar la carga donde haya personas, manejando los mandos con movimientos suaves y vigilando constantemente la carga, dando señales de aviso en caso de observar anomalías. Antes de empezar la jornada diaria de trabajo, el maquinista verificará los siguientes puntos:
 - Comprobar el funcionamiento de los frenos.
 - Comprobar las partes sujetas al desgaste, como zapatas de freno, cojinetes y superficies de fricción de rodillos.
 - Comprobar el funcionamiento de limitadores y contactores.
 - Comprobar los topes, gancho y trinquetes.
 - Comprobar los lastres y contrapesos.
 - Comprobar la tensión de los cables cuando este arriestrada.
 - Una vez por semana, deberá hacer las siguientes revisiones:

- Comprobar el estado de los cables y atender a su mantenimiento, debiendo ser repuestos en cuanto se observe un hilo roto.
 - Comprobar los niveles de aceite en las cajas reductoras y el engrase de todos sus elementos especialmente los de giro.
 - Comprobar el estado de las eslingas, ondillas y aparejos de elevación general.
- ENGANCHADOR: es el operario que hace el enganchado de la carga, se encargará de:
- Comprobar el estado de las eslingas, ganchos y cadenas.
 - Cuidará que el amarre de las cargas sea correcto, observando que están bien repartidas y equilibradas.
 - Impedirá el acceso de personas al radio de acción de la grúa.
 - En caso de transporte de cargas lineales, tales como vigas y tablones, se utilizarán cuerdas para guiarlas en su traslado.
- SEÑALISTA: cuando las cargas a transportar estén fuera del alcance de la vista del maquinista, existirán una o varias personas que, mediante un código de señales de maniobra, hagan las señales pertinentes para que las operaciones se hagan con la debida seguridad. Esta persona deberá cumplir las siguientes normas:
- Dirigirá la elevación y transporte de las cargas, evitando que tropiecen con obstáculos.
 - Se colocará de modo que pueda ver en todo momento la carga, y al mismo tiempo, que el gruista pueda verle a él y advertir sus señales.
 - Impedirá que se encuentren personas en la vertical de la carga en todo su recorrido.
 - Detendrá la operación cuando observe alguna anomalía.

Equipos de protección individual a utilizar

- Casco de seguridad contra choques e impactos (cuando se abandone la cabina)
- Botas de seguridad con puntera reforzada y suela antideslizante
- Guantes de trabajo
- Gafas de protección contra ambientes pulvígenos (si la cabina no es hermética)
- Mascarilla de protección contra ambientes pulvígenos (si la cabina no es hermética)
- Cinturón de banda ancha de cuero para las vértebras dorsolumbares
- Ropa de protección para el mal tiempo

Máquinas herramientas y herramientas manuales

Riesgos asociados a esta actividad

- Golpes/Cortes por objetos y herramientas
- Proyección de fragmentos o partículas
- Atrapamientos por o entre objetos
- Exposición a ruido
- Exposición a ambientes pulvígenos

Medidas de prevención a aplicar

- En los equipos de oxiacorte, se recomienda trabajar con la presión aconsejada por el fabricante del equipo.
- En los intervalos de no utilización, dirigir la llama del soplete al espacio libre o hacia superficies que no puedan quemarse.
- Cuando se trabaje en locales cerrados, se deberá disponer de la adecuada ventilación.
- En los equipos que desprenden llama, su entorno estará libre de obstáculos.
- Las máquinas-herramientas accionadas por energía térmica, o motores de combustión, sólo pueden emplearse al aire libre o en locales perfectamente ventilados, al objeto de evitar la concentración de monóxido de carbono.
- Se deberá mantener siempre en buen estado las herramientas de combustión, limpiando periódicamente los calibres, conductos de combustión, boquillas y dispositivos de ignición o disparo, etc.
- El llenado del depósito de carburante deberá hacerse con el motor parado para evitar el riesgo de inflamación espontánea de los vapores de la gasolina.
- Dado el elevado nivel de ruido que producen los motores de explosión, es conveniente la utilización de protección auditiva cuando se manejen este tipo de máquinas.
- Para las máquinas-herramientas neumáticas, antes de la acometida deberá realizarse indefectiblemente:
 - La purga de las condiciones de aire.
 - La verificación del estado de los tubos flexibles y de los manguitos de empalme.
 - El examen de la situación de los tubos flexibles (que no existan bucles, codos, o dobleces que obstaculicen el paso del aire).
- Las mangueras de aire comprimido se deben situar de forma que no se tropiece con ellas ni puedan ser dañadas por vehículos.
- Los gatillos de funcionamiento de las herramientas portátiles accionadas por aire comprimido deben estar colocados de manera que reduzcan al mínimo la posibilidad de hacer funcionar accidentalmente la máquina.
- Las herramientas deben estar acopladas a las mangueras por medio de resortes, pinzas de seguridad o de otros dispositivos que impidan que dichas herramientas salten.
- No se debe usar la manguera de aire comprimido para limpiar el polvo de las ropas o para quitar las virutas.
- Al usar herramientas neumáticas siempre debe cerrarse la llave de aire de las mismas antes de abrir la de la manguera.
- Nunca debe doblarse la manguera para cortar el aire cuando se cambie la herramienta.
- Verificar las fugas de aire que puedan producirse por las juntas, acoplamientos defectuosos o roturas de mangueras o tubos.
- Aún cuando no trabaje la máquina neumática, no deja de tener peligro si está conectada a la manguera de aire.
- No debe apoyarse con todo el peso del cuerpo sobre la herramienta neumática, ya que puede deslizarse y caer contra la superficie que se está trabajando.
- Las condiciones a tener en cuenta después de la utilización serán:
 - Cerrar la válvula de alimentación del circuito de aire.
 - Abrir la llave de admisión de aire de la máquina, de forma que se purgue el circuito.
 - Desconectar la máquina.

- Para las máquinas-herramientas hidráulicas, se fijará mediante una pequeña cadena el extremo de la manguera para impedir su descompresión brusca.
- Se emplazará adecuadamente la herramienta sobre la superficie nivelada y estable.
- Su entorno estará libre de obstáculos.
- Se utilizarán guantes de trabajo y gafas de seguridad para protegerse de las quemaduras por sobrepresión del circuito hidráulico y de las partículas que se puedan proyectar.
- Para las máquinas-herramientas eléctricas, se comprobará periódicamente el estado de las protecciones, tales como cable de tierra no seccionado, fusibles, disyuntor, transformadores de seguridad, interruptor magnetotérmico de alta sensibilidad, doble aislamiento, etc.
- No se utilizará nunca herramienta portátil desprovista de enchufe y se revisarán periódicamente este extremo.
- No se arrastrarán los cables eléctricos de las herramientas portátiles, ni se dejarán tirados por el suelo. Se deberán revisar y rechazar los que tengan su aislamiento deteriorado.
- Se deberá comprobar que las aberturas de ventilación de las máquinas estén perfectamente despejadas.
- La desconexión nunca se hará mediante un tirón brusco.
- A pesar de la apariencia sencilla, todo operario que maneje estas herramientas debe estar adiestrado en su uso.
- Se desconectará la herramienta para cambiar de útil y se comprobará que está parada.
- No se utilizarán prendas holgadas que favorezcan los atrapamientos.
- No se inclinarán las herramientas para ensanchar los agujeros o abrir luces.
- Los resguardos de la sierra portátil deberán estar siempre colocados.
- Si se trabaja en locales húmedos, se adoptarán las medidas necesarias, guantes aislantes, taburetes de madera, transformador de seguridad, etc.
- Se usarán gafas panorámicas de seguridad, en las tareas de corte, taladro, desbaste, etc. con herramientas eléctricas portátiles.
- En todos los trabajos en altura, es necesario el cinturón de seguridad.
- Los operarios expuestos al polvo utilizarán mascarillas equipadas con filtro de partículas.

Instalaciones de higiene y bienestar

En la obra anterior, cumplió el siguiente requisito:

Se dispondrá de un local, con dos salas, para aseos y vestuarios. En ellos, en aras de la conservación y limpieza, los suelos y paredes serán continuos, lisos e impermeables y con materiales que permitan el lavado con líquidos desinfectantes o antisépticos, con la frecuencia necesaria.

Todos los elementos, tales como grifos, desagües, alcachofas de duchas, etc, estarán en perfecto estado de funcionamiento y los bancos y taquillas aptos para su utilización.

Todos los locales estarán dotados de luz, calefacción y suficiente ventilación.

Por tanto, para la ampliación no será necesario fabricar más aseos.

Medicina preventiva y asistencial

Reconocimientos médicos

Todos los trabajadores pasarán como mínimo un reconocimiento médico con carácter anual. El personal eventual antes de su entrada en la obra habrá pasado un reconocimiento médico.

Asimismo, cuando los trabajadores vayan a realizar tareas que entrañen riesgos especiales (por ejemplo trabajos en altura) deberán pasar un reconocimiento médico específico que les habilite para realizar dichas tareas.

El resultado de estos reconocimientos está clasificado acorde a los dos siguientes grupos:

- Apto para todo tipo de trabajo.
- Apto con ciertas limitaciones.

Asistencia accidentados

Centros asistenciales en caso de accidente

- Para atención del personal en caso de accidente se contratarán los servicios asistenciales adecuados.
- Se dispondrá en la obra, en sitio bien visible, una lista con los teléfonos y direcciones de los centros asignados.

Botiquín de primeros auxilios

- Se dispondrá en obra, en el vestuario o en la oficina, un botiquín que estará a cargo de una persona capacitada designada por la empresa, con medios necesarios para efectuar las curas de urgencia en caso de accidente.
- Contendrá, de forma orientativa: Agua oxigenada; alcohol de 96 grados, tintura de yodo; “mercurocromo” o “cristalmina”, amoníaco; gasa estéril; algodón hidrófilo estéril; esparadrapo antialérgico; torniquetes antihemorrágicos; bolsa para agua o hielo; guantes esterilizados; termómetro clínico; apósitos autoadhesivos; antiespasmódicos; analgésicos; tónicos cardiacos de urgencia y jeringuillas desechables.
- El material empleado se repondrá inmediatamente, y al menos una vez al mes, se hará revisión general de botiquín, desechando aquellos elementos que estén en mal estado o caducados. La ubicación del botiquín debe estar suficientemente señalizada.

(Santamaría, 2012)

Conclusión y Líneas Futuras

El crecimiento de las ciudades, de los núcleos urbanos y de la población, nos lleva a nuevas líneas de investigación y al aprovechamiento de los recursos de los que ya disponemos. Por este motivo, subestaciones inmersas dentro de la propia ciudad, hacen posible que podamos seguir generando, transportando y distribuyendo la energía eléctrica.

Las subestaciones de tipo GIS, aisladas en hexafluoruro de azufre, suponen un gran importante avance para que esto sea factible, y han tenido una gran relevancia en estos últimos 50 años, desde que en 1966 se instala en Plessis-Gassot, Francia, un prototipo experimental de 245 kV. La facilidad de construcción, su tamaño considerablemente reducido en comparación con las de tipo AIS, y su ahorro a largo plazo, constituyen una gran ventaja frente a la inversión inicial que supone este tipo de subestaciones, ya sea por el suelo, que en las ciudades es más caro, o por el hecho de estar aisladas en un gas, la obra civil, etc...

Partiendo de esta idea inicial, el hecho de que cada vez que se construya una subestación tipo GIS, se tenga en cuenta una posible ampliación, abarata los costes y fundamentalmente el tiempo, para instalar nuevas posiciones para futuras industrias, comercios, o domicilios. En el caso de mi proyecto, este ha sido el principal motivo por el cual el tiempo de la ejecución se ha visto reducido a dos semanas y se han abaratado tantos costes, porque ya se había previsto para un futuro una posible ampliación.

Para futuros proyectos, a raíz de la ampliación de la nueva posición de dicha subestación, sería factible hacer el estudio correspondiente de las líneas soterradas que transportan dicha energía cuya tensión es de 15 kV a la industria pertinente por la cual se ha ampliado la subestación.

Otro posible proyecto sería el estudio de una nueva ampliación de la misma subestación con una posición de menor tensión o la inversión económica que se precisa para realizar ese proyecto sale favorable frente a construir una nueva subestación en un lugar próximo a la misma.

Bibliografía

- Agencia Estatal. (1 de diciembre de 2000). *Boletín Oficial del Estado*. Recuperado el 20 de septiembre de 2017, de Boletín Oficial del Estado.
- Agencia Estatal. (8 de junio de 2001). *Boletín Oficial del Estado*. Recuperado el 20 de septiembre de 2017, de Boletín Oficial del Estado.
- Agencia Estatal. (15 de febrero de 2008). *Boletín Oficial del Estado*. Recuperado el 20 de septiembre de 2017, de Boletín Oficial del Estado.
- Agencia Estatal. (9 de mayo de 2014). *Boletín Oficial del Estado*. Recuperado el 9 de septiembre de 2017, de Boletín Oficial del Estado: <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2014-6084>
- Carretero, I. P. (2007). *Modelado y comparativa técnico-económica de subestaciones*. Madrid.
- Díaz, M. L. (2015). *Diseño de una subestación transformadora*. madrid.
- iberdrola. (2010). *Estudio de impacto ambiental de la subestación transformadora 220/20 KV playa Tavernes*. Valencia.
- Juan Pablo Fernández, E. I. (2015). *Especificaciones Particulares para Instalaciones de conexión. Subestaciones conectadas a Redes de Alta tensión con Un > 20 kV*.
- Mª Ángeles Moreno López. (2013). *Sistemas eléctricos*. Madrid.
- Santamaría, P. J. (2012). *Proyecto de ejecución de la nueva subestación transformadora tipo GIS 200/20 kV*. La Rioja: Universidad de La Rioja.
- Sector Electricidad. (18 de diciembre de 2015). *sectorelectricidad*. Recuperado el 20 de septiembre de 2017, de sectorelectricidad: <http://www.sectorelectricidad.com/11758/partes-de-una-subestacion-electrica-visual-lateral/>
- Unefazza. (22 de junio de 2013). *sistemasdepotencia*. Recuperado el 20 de septiembre de 2017, de sistemasdepotencia: <http://sistemasdepotenciaunefazza.blogspot.com.es/2013/06/unidad-2-representacion-de-sistemas-de.html>
- UNESA. (2001). *unesa*. Recuperado el 20 de septiembre de 2017, de unesa: www.unesa.es