



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA

Grado en Ingeniería Electromecánica

DISEÑO DE SUBESTACIÓN BLINDADA

132/15 kV, 90 MVA

(NUEVO PUERTO DE A CORUÑA)

Autor: Javier Cortizas Arnoso

Director: Gerardo Fernández Magester

Madrid

Junio 2016

Agradecimientos

*A mi director Gerardo, por toda la ayuda prestada
durante la elaboración de este proyecto.*

A mis padres y hermana, por estar siempre conmigo.

AUTORIZACIÓN PARA LA DIGITALIZACIÓN, DEPÓSITO Y DIVULGACIÓN EN RED DE PROYECTOS FIN DE GRADO, FIN DE MÁSTER, TESINAS O MEMORIAS DE BACHILLERATO

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

El autor D. Javier Cortizas Arnoso

DECLARA ser el titular de los derechos de propiedad intelectual de la obra: Diseño de Subestación Blindada 132/15 kV 90 MVA (Nuevo puerto de A Coruña), que ésta es una obra original, y que ostenta la condición de autor en el sentido que otorga la Ley de Propiedad Intelectual.

2º. Objeto y fines de la cesión.

Con el fin de dar la máxima difusión a la obra citada a través del Repositorio institucional de la Universidad, el autor **CEDE** a la Universidad Pontificia Comillas, de forma gratuita y no exclusiva, por el máximo plazo legal y con ámbito universal, los derechos de digitalización, de archivo, de reproducción, de distribución y de comunicación pública, incluido el derecho de puesta a disposición electrónica, tal y como se describen en la Ley de Propiedad Intelectual. El derecho de transformación se cede a los únicos efectos de lo dispuesto en la letra a) del apartado siguiente.

3º. Condiciones de la cesión y acceso

Sin perjuicio de la titularidad de la obra, que sigue correspondiendo a su autor, la cesión de derechos contemplada en esta licencia habilita para:

- a) Transformarla con el fin de adaptarla a cualquier tecnología que permita incorporarla a internet y hacerla accesible; incorporar metadatos para realizar el registro de la obra e incorporar “marcas de agua” o cualquier otro sistema de seguridad o de protección.
- b) Reproducirla en un soporte digital para su incorporación a una base de datos electrónica, incluyendo el derecho de reproducir y almacenar la obra en servidores, a los efectos de garantizar su seguridad, conservación y preservar el formato.
- c) Comunicarla, por defecto, a través de un archivo institucional abierto, accesible de modo libre y gratuito a través de internet.
- d) Cualquier otra forma de acceso (restringido, embargado, cerrado) deberá solicitarse expresamente y obedecer a causas justificadas.
- e) Asignar por defecto a estos trabajos una licencia Creative Commons.
- f) Asignar por defecto a estos trabajos un HANDLE (URL *persistente*).

4º. Derechos del autor.

El autor, en tanto que titular de una obra tiene derecho a:

- a) Que la Universidad identifique claramente su nombre como autor de la misma
- b) Comunicar y dar publicidad a la obra en la versión que ceda y en otras posteriores a través de cualquier medio.
- c) Solicitar la retirada de la obra del repositorio por causa justificada.
- d) Recibir notificación fehaciente de cualquier reclamación que puedan formular terceras personas en relación con la obra y, en particular, de reclamaciones relativas a los derechos de propiedad intelectual sobre ella.

5º. Deberes del autor.

El autor se compromete a:

- a) Garantizar que el compromiso que adquiere mediante el presente escrito no infringe ningún derecho de terceros, ya sean de propiedad industrial, intelectual o cualquier otro.
- b) Garantizar que el contenido de las obras no atenta contra los derechos al honor, a la intimidad y a la imagen de terceros.
- c) Asumir toda reclamación o responsabilidad, incluyendo las indemnizaciones por daños, que pudieran ejercitarse contra la Universidad por terceros que vieran infringidos sus derechos e intereses a causa de la cesión.

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

6º. Fines y funcionamiento del Repositorio Institucional.

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

- La Universidad informará a los usuarios del archivo sobre los usos permitidos, y no garantiza ni asume responsabilidad alguna por otras formas en que los usuarios hagan un uso posterior de las obras no conforme con la legislación vigente. El uso posterior, más allá de la copia privada, requerirá que se cite la fuente y se reconozca la autoría, que no se obtenga beneficio comercial, y que no se realicen obras derivadas.
- La Universidad no revisará el contenido de las obras, que en todo caso permanecerá bajo la responsabilidad exclusiva del autor y no estará obligada a ejercitar acciones legales en nombre del autor en el supuesto de infracciones a derechos de propiedad intelectual derivados del depósito y archivo de las obras. El autor renuncia a cualquier reclamación frente a la Universidad por las formas no ajustadas a la legislación vigente en que los usuarios hagan uso de las obras.
- La Universidad adoptará las medidas necesarias para la preservación de la obra en un futuro.
- La Universidad se reserva la facultad de retirar la obra, previa notificación al autor, en supuestos suficientemente justificados, o en caso de reclamaciones de terceros.

Madrid, a 16 de junio de 2016

ACEPTA

Fdo

A handwritten signature in black ink, consisting of a large, stylized 'A' or 'H' shape with a horizontal line crossing through it, followed by a series of loops and a final horizontal stroke.

Declaro, bajo mi responsabilidad, que el Proyecto presentado con el título

Diseño de Subestación Blindada 132/15 kV

en la ETS de Ingeniería - ICAI de la Universidad Pontificia Comillas en el

curso académico 2015-2016 es de mi autoría, original e inédito y

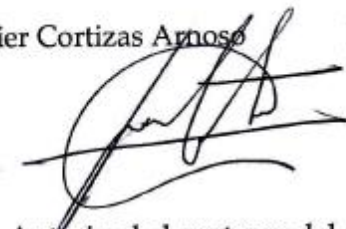
no ha sido presentado con anterioridad a otros efectos. El Proyecto no es plagio

de otro, ni total ni parcialmente y la información que ha sido tomada

de otros documentos está debidamente referenciada.

Fdo.: Javier Cortizas Arnosó

Fecha: 16/ 06/ 2016



Autorizada la entrega del proyecto

EL DIRECTOR DEL PROYECTO

Fdo.: Gerardo Fernández Magester

Fecha: 16/ 06/ 2016



Vº Bº del Coordinador de Proyectos



Fdo.: Fernando de Cuadra García

Fecha: 16/ 06/ 2016

DISEÑO DE SUBESTACIÓN BLINDADA 132/15 kV, 90 MVA

(NUEVO PUERTO DE A CORUÑA)

Autor: Javier Cortizas Arnoso

Director: Gerardo Fernández Magester

Entidad colaboradora: Universidad Pontificia de Comillas, ICAI

RESUMEN

El proyecto de este documento nace de la necesidad de abastecer de energía eléctrica el nuevo puerto exterior de la ciudad de A Coruña. Esta ambiciosa construcción pretende sustituir al actual puerto urbano, ya que principalmente la falta de espacio para operar los buques resulta muy problemática. El diseño de la subestación, por ello, lo que pretenderá es abastecer como se ha dicho de energía el nuevo puerto para alimentar grúas y demás maquinaria de suministro de crudo a la refinería de la ciudad y repartirla en media tensión (15 kV) con ocho líneas. A ella llegarán además dos líneas en alta tensión (132 kV) y estará dotada de dos transformadores de potencia, uno para su uso como principal y el otro quedando como reserva.

Los objetivos del proyecto incluyen el propio reparto de la energía eléctrica, el proporcionar un servicio de calidad y continuo, con una máxima fiabilidad de operación y de larga duración. También se pretenderá perseguir la viabilidad económica de la subestación así como la reducción de posibles costes, para que de este modo sea lo más rentable posible.

Por otro lado, la tecnología que se utilizará será GIS, ya que es una construcción en el propio puerto exterior y se pretende que ocupe un mínimo espacio para destinar el sobrante a otros usos de maquinaria o almacenamiento, por ejemplo. Este tipo de tecnología confiere una fiabilidad extraordinaria a la

instalación. Las disposiciones serán en alta tensión simple barra, al existir únicamente cuatro posiciones (dos de transformador y dos de líneas) no se necesita algo más complejo que resultaría más caro a su vez, por lo que esta disposición es la más apropiada. En cambio, para media tensión se utilizará una disposición de simple barra partida, con acoplamiento, para conferir una mayor facilidad de mantenimiento ya que en este caso sí se tienen más posiciones, catorce en total.

El documento del proyecto comenzará por la memoria descriptiva, en la que, como su propio nombre indica, se describirán con detalle los diferentes elementos de los que estará dotada la subestación, como pueden ser las celdas tanto de alta como de media tensión, los transformadores, etc. Toda esta apartamentación será la adecuada dados los datos facilitados por la red eléctrica de alimentación.

Las celdas de alta y media tensión serán del fabricante ABB, puesto que ofrece una mayor facilidad de operación, y al ser un conjunto de celdas de diferente tensión ofrece un mejor precio que comprándolas a fabricantes por separado, por tanto reduciendo costes. El interruptor en el caso de alta tensión será de accionamiento hidromecánico, estando las celdas en encapsulado trifásico, mientras que en el caso de media tensión el encapsulado es monofásico y el interruptor es de vacío.

En el caso de los transformadores, como se ha mencionado, se emplearán dos de iguales características, ambos de 45 MVA, siendo el motivo que uno de ellos queda relegado únicamente a reserva, es decir, la subestación estará dotada de un 100% de potencia de reserva, por lo que en caso de falla del transformador principal, no se tendrán problemas a la hora de continuar el servicio con las mismas características. Los dos serán del fabricante EFACEC, elección justificada por el precio de la máquina, de refrigeración ONAN y con cambiador de tomas

en alta tensión. El servicio es de intemperie y los terminales serán en alta tensión convencionales de porcelana y en media enchufables.

La memoria incluirá también la parte correspondiente a los servicios auxiliares de la subestación, con un transformador de 50 kVA, los dos racks de baterías y rectificadores-cargadores para caso de falta de alimentación garantizar la actuación de protecciones y comunicaciones, entre otros, los cuadros generales de corriente alterna y continua y por último los cuadros de comunicaciones. Las partes restantes de la memoria corresponden a la descripción de la red de tierras de la subestación, los cables aislados que se usarán para la conexión de transformadores y la obra civil de la misma.

El proyecto a su vez está dotado de los planos que definen la subestación, entre los que se incluyen emplazamiento y situación, planta, alzados, red de tierras, canalizaciones para la instalación de cables subterráneos y unifilares.

El apartado de cálculos consta de tres partes, la red de tierras, para garantizar la seguridad de las personas con las tensiones de paso y contacto, el cálculo de la sección de cables para los transformadores de potencia y de servicios auxiliares según ITC-LAT 06 del RD 223/2008, y el cálculo de las baterías necesarias atendiendo a los consumos de la carga de muelles en alta tensión y media tensión y las comunicaciones que deben ser ininterrumpidas.

Finalmente, los dos últimos capítulos del proyecto se corresponden con un presupuesto del coste total, dividido por capítulos, y el pliego de condiciones para las celdas GIS, transformadores y la ejecución de trabajos de la subestación.

ABSTRACT

The project of this document is originated from the need to provide electrical power to the new exterior port of A Coruña. This ambitious construction pretends to replace the actual port, located in the urban core, mainly because the lack of space to properly operate the ships is problematic. The design of the substation, therefore, what pretends is to supply as said energy to the new port, in order to operate cranes and other machinery that is in charge of supplying oil to the refinery and spread this energy in medium voltage (15 kV) with eight lines. Moreover, two lines at high voltage (132 kV) will arrive to the substation and it will be equipped with two power transformers, one for use as primary and the other being a reserve.

The objectives include the distribution of electricity itself, providing a quality and continuous service, with a high reliability and long lasting. Also the project pretends to pursue the economic viability of the substation as well as reducing costs, to make it as reliable as possible.

On the other hand, the technology used will be GIS, as it is a construction in the port and it is intended to occupy minimal space to allocate the surplus to other uses, such as machinery or storage. This kind of technology gives the substation a remarkable reliability. The dispositions will be for high voltage single bar, as there are only four positions (two transformers and two lines) it does not need something more complex as it would be more expensive in turn, so this disposition is the most appropriate. In medium voltage single bar with sectionalisation will be used instead. This election confers the substation a greater ease of maintenance since in this case it will have more positions, fourteen in total.

The document will begin by the describing report, in which, as its name suggests, the elements that will be quipped in the substation will be described

and specified, for example the cells both high and medium voltage, transformers or the grounding network. All this switchgear will be adequate given the data provided.

The high and medium voltage cells will be manufactured by ABB, since it offers greater ease of operation and as being a set of cells it also offers a better prize than buying them separately, thus reducing costs. The switch in the case of high voltage has hydromechanical drive, being the cells encapsulated in phase, while in the case of medium voltage the encapsulated is monophasic and the switch is a vacuum type.

In the case of the transformers, as mentioned, the substation will be provided with two of them with the same specifications. Both transformers are 45 MVA and the main reason of provide two of them is that one of them is relegated only to reserve, i.e. the substation will be equipped with a 100% power reserve, so that in case of failure of the primary transformer there will be no problems providing and continuing service with the same characteristics. Both of them will be manufactured by EFACEC, choice justified by the prize of the machine offered, ONAN cooling and high voltage tap changer. The service is outdoor and the terminals are in high voltage made of porcelain and in medium to plug.

The report will also include the share of auxiliary services with a transformer of 50 kVA, two racks of batteries and chargers-rectifiers in order to ensure the performance of protections and communications in case of failure supply, the distribution panels in AC and DC and finally the communication panels. The remaining parts of the describing report correspond with the description of the grounding network, the cables to be used and the civil engineering.

The document in turn is equipped with the planes defining the substation, including location and situation, floor planes, elevations, grounding network, pipes for the underground and single lines planes.

The chapter of calculations consists of three parts, the grounding network to ensure the safety of people, the part corresponding to the calculations for the section of the cables for power transformers and auxiliary services according to the ITC-LAT 06 RD 223/2008 and last calculating the batteries necessities attending the consumptions of the protections and communications that must be uninterrupted.

Finally, the last two chapters of the project correspond to a budget of the total cost divided by chapters and the specifications for the GIS cells and the execution of works when building the substation.

ÍNDICE DEL PROYECTO

Documento nº1	MEMORIA DESCRIPTIVA
Documento nº2	CÁLCULOS
Documento nº3	PLANOS
Documento nº4	PLIEGO DE CONDICIONES
Documento nº5	PRESUPUESTO
Documento nº6	BIBLIOGRAFÍA

MEMORIA DESCRIPTIVA

Índice

1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Diseño de la subestación	2
1.2. Objetivos y motivación	3
1.3. Conceptos básicos.....	4
1.4. Estado de la técnica. Introducción a las subestaciones eléctricas	4
1.5. Disposiciones básicas	5
1.6. Clasificación según forma de construcción	11
1.7. Justificación de elección GIS	13
2. CARACTERÍSTICAS DE LA RED ELÉCTRICA.....	15
2.1. Red 132 kV.....	15
2.2. Alta tensión 132 kV	15
2.3. Media tensión 15 kV.....	15
3. CELDAS GIS 132 KV.....	16
3.1. Descripción general.....	16
3.2. Características generales	17
3.3. Descripción de la aparamenta	18
3.3.1. Interruptor de potencia.....	18
3.3.2. Seccionador y seccionador de puesta a tierra combinado	21
3.3.3. Seccionador y seccionador de puesta a tierra rápido	22
3.3.4. Transformador de tensión.....	23
3.3.5. Transformador de intensidad	24
3.3.6. Terminal de cables.....	26
3.3.7. Armarios de control	27
3.4. Protecciones.....	27
3.5. Tipos de celdas.....	28
4. TRANSFORMADORES DE POTENCIA	30
4.1. Características del transformador	31
4.2. Arrollamientos	33
4.3. Núcleo magnético.....	33
4.4. Aceite.....	34
4.4.1. Características del aceite.....	35
4.5. Depósito de expansión	35

4.6.	Cuba	36
4.7.	Ruedas y elementos de elevación.....	37
4.8.	Válvulas	38
4.9.	Tornillería y juntas	38
4.10.	Bornas.....	38
4.10.1.	Características de las bornas de alta	39
4.10.2.	Características de las bornas de baja	40
4.11.	Cambiador de tomas.....	41
4.12.	Buchholz, termómetro y relés de imagen térmica	43
4.13.	Cables	44
4.14.	Refrigeración	45
4.15.	Armarios	45
4.16.	Placas de Características.....	46
4.17.	Pintura.....	46
5.	CELDAS GIS 24 KV.....	48
5.1.	Descripción general.....	48
5.2.	Características generales	49
5.3.	Compartimentos.....	50
5.3.1.	Compartimento de interruptor de vacío	50
5.3.2.	Compartimento de embarrado y seccionadores	51
5.4.	Descripción de la aparamenta	51
5.4.1.	Interruptor de vacío	51
5.4.2.	Seccionador de tres posiciones	52
5.4.3.	Transformador de tensión.....	53
5.4.4.	Transformador de intensidad	54
5.4.5.	Embarrado.....	55
5.4.6.	Control y protección	56
5.5.	Protecciones.....	57
5.6.	Tipos de celdas.....	57
6.	RED DE TIERRAS	59
7.	CABLES AISLADOS	62
7.1.	Cables de 132 kV para transformador de potencia.....	62
7.2.	Cables de 15 kV para transformador de potencia.....	63

7.3.	Cables de 15 kV para transformador de servicios auxiliares	64
8.	SERVICIOS AUXILIARES.....	66
8.1.	Transformador de servicios auxiliares	66
8.2.	Servicios auxiliares de corriente alterna.....	69
8.2.1.	Cuadro general de corriente alterna	69
8.3.	Alumbrado	70
8.4.	Servicios auxiliares de corriente continua	71
8.4.1.	Cuadro general de corriente continua	71
8.4.2.	Sistema de 125 Vdc.....	72
8.4.3.	Sistema 48 Vdc	72
8.4.4.	Bateria 125 Vdc	72
8.4.5.	Cargador-rectificador de la batería	74
9.	OBRA CIVIL.....	75
9.1.	Movimiento de tierras	75
9.2.	Drenajes	75
9.3.	Accesos.....	75
9.4.	Edificio de la subestación.....	76
9.4.1.	Descripción general.....	76
9.4.2.	Características constructivas.....	76
9.4.3.	Características de las salas	77
9.4.4.	Cerramiento.....	78

1. INTRODUCCIÓN

La continua demanda de estacionamiento y servicios portuarios por parte de los cargueros y de los buques petroleros transportistas de crudo han derivado en el acuerdo para la construcción de un puerto exterior para la ciudad de A Coruña. Los problemas asociados con el poco espacio del puerto urbano de la ciudad y de su poca posibilidad de operación se resolverán con esta construcción. El objetivo principal del proyecto que se describirá en este documento es el de la construcción de la subestación blindada GIS que servirá para abastecer toda la potencia requerida para la operación de grúas de carga para los cargueros y los servicios portuarios asociados con el transporte de crudo hasta la refinería de A Coruña.

El emplazamiento del proyecto será el de Punta Langosteira, en el municipio de Arteixo, A Coruña. En la imagen inferior se puede apreciar la planta del puerto exterior y la localización de la subestación:



Ilustración 1. Planta del puerto exterior en Punta Langosteira, A Coruña

Ampliando la zona en rojo de la ilustración 1 se puede situar el terreno que ocupará la subestación de forma aproximada, ya que las dimensiones reales se especificarán en el apartado correspondiente a los planos:



Ilustración 2. Ampliación del puerto y espacio aproximado de la subestación

1.1. Diseño de la subestación

La parte del diseño físico será una parte de gran peso en el proyecto, se deberán escoger todos los equipos y aparataje necesarios para el correcto funcionamiento, que sean adecuados para las especificaciones de la subestación y de la red y que además persigan todos los objetivos de los que se hablará a continuación. La distribución de los mismos en la subestación es crucial, lo que se pretende con una subestación tipo GIS es reducir el espacio y proporcionar prestaciones de calidad. Dicho todo esto, el diseño del edificio final de la subestación será el mostrado en la ilustración 3:

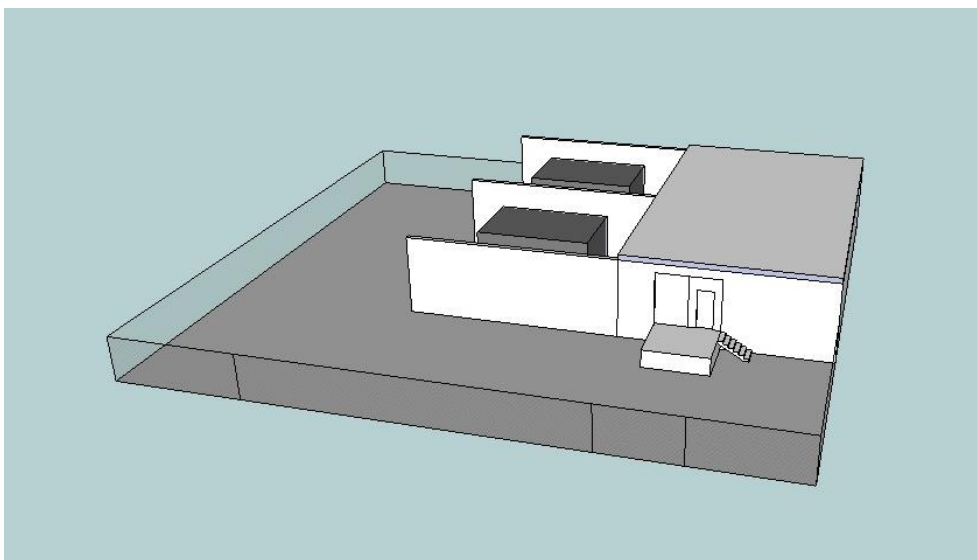


Ilustración 3. Aspecto físico de la subestación proyectada

Se puede observar el edificio donde estarán las celdas y los servicios auxiliares con unas escaleras de acceso y una rampa integrada para descargar las celdas. Estará rodeada de una valla con dos entradas, una para camiones y personal y otra para camiones de descarga de transformadores, que no son otros que los cubos representados en negro, rodeados de muros para la no propagación de incendio.

Como se ha mencionado antes todas las partes que la constituyen en detalle y todas las dimensiones se hallan en el capítulo correspondiente a los planos.

1.2. Objetivos y motivación

El objetivo primordial del proyecto es el de abastecer de energía el puerto exterior y así satisfacer su demanda, mediante el diseño de una subestación transformadora a la que llegan 2 líneas de 132 kV desde la subestación del polígono industrial de Sabón, Arteixo. La tensión de salida será de 15 kV y la disposición, que será explicada con más detalle en los siguientes apartados, será simple barra para alta tensión y simple barra partida para media tensión. La subestación estará dotada de dos transformadores de 45 MVA cada uno de ellos, uno destinado a ser el principal y otro quedando como reserva. Esta configuración conferirá una mayor fiabilidad al sistema, siendo éste otro de los objetivos. El diseño se realizará de forma que el servicio sea lo más continuo y seguro posible.

Se perseguirá también la viabilidad económica de la instalación. El proyecto deberá poder ser ejecutado en su totalidad y debe tener un presupuesto razonable. Reducir los costes de la subestación es un aspecto importante en este sentido también, así que se tratará de que sea rentable lo antes posible y ofrezca un servicio a largo plazo de calidad.

1.3. Conceptos básicos

Lo primero que se debe saber acerca de una subestación es en qué consiste. Una subestación es un sistema constituido por elementos eléctricos, que forman parte de las redes de alta tensión, con la misión de enlazar diferentes líneas en el mismo nivel de tensión, así como también transformar la tensión de unos niveles a otros, tanto reduciendo como elevando este nivel.

En el sistema eléctrico actual, son elementos de suma importancia y no cabe pensar en la no existencia de éstas. Para entender los elementos que se describirán posteriormente es necesario tener unos conceptos básicos sobre ellos, los más importantes se pueden resumir en la siguiente lista:

- Seccionador. Separación física de las partes en tensión.
- Interruptor. Protección contra defectos de la red, maniobras.
- Transformador de intensidad. Protección y medida.
- Transformador de tensión. Protección y medida.
- Autoválvulas. Protección contra descargas.

En los siguientes apartados se explicarán los principales tipos y disposiciones de las subestaciones, para afianzar los conocimientos básicos que se deben tener para la comprensión del proyecto.

1.4. Estado de la técnica. Introducción a las subestaciones eléctricas

La primera subestación eléctrica surge aproximadamente hace unos 100 años, lo cual ya da a entender que es una tecnología relativamente experimentada en cuanto a este contexto. Cuando ABB construyó la primera, nunca se podría haber adivinado la evolución asombrosa que tendría debido a la importancia que tienen para el sistema eléctrico, son elementos esenciales y absolutamente necesarios actualmente y no cabe la idea de pensar en un sistema sin su presencia,

ya sea bien una subestación de transformación, de maniobra o de rectificación, entre otras. En la época de aquella primera subestación los interruptores presentaban un gran tamaño y complicación, eran elementos que requerían mucho mantenimiento y supervisión. El ser este tipo de aparataje clave en una subestación, gran parte del siglo XX se centró en su desarrollo y con ello, por tanto, el de las subestaciones. Estos avances innovadores acabaron por ejemplo en el surgimiento en 1960 de las subestaciones GIS, cruciales hoy en día, y de las que se describirán con mucha atención ya que este proyecto trata del diseño de una de este tipo. Las innovaciones posteriores han dado lugar a los sistemas actuales de control numérico y protección, provistos de numerosas funciones y tareas, que se comunican con otros sistemas por medio de tecnología digital. Actualmente las compañías eléctricas no tienen necesidad de contratar personal que esté de forma permanente en la subestación, pudiendo operar con ella en remoto.

1.5. Disposiciones básicas

El término disposición de una subestación está referido a la forma en la que están conectados a ella sus elementos. En la elección del tipo más adecuado de subestación para una aplicación determinada, influyen muchos factores como pueden ser el nivel de tensión, la capacidad de carga o las consideraciones ambientales, por ejemplo. Es esencial el análisis cuidadoso de los diferentes esquemas de conexión, especialmente en el nivel de muy alta tensión, de lo cual se pueden conseguir ahorros importantes mediante la elección del equipo. Al seleccionar la disposición del embarrado y de las conexiones de una subestación, hay que considerar diversos factores para satisfacer el sistema. Una subestación debe funcionar con regularidad, debe ser económica, segura y lo más sencilla posible. Debe estar concebida de modo que permita un alto nivel de continuidad en el servicio. Además, debe prever su futura ampliación y permitir un funcionamiento flexible, con costes iniciales y finales reducidos. Hay que

disponer los medios necesarios para hacer el mantenimiento de las líneas, interruptores y seccionadores sin interrupciones de servicio ni peligro para el personal.

Las disposiciones más comunes son las siguientes:

- Simple barra

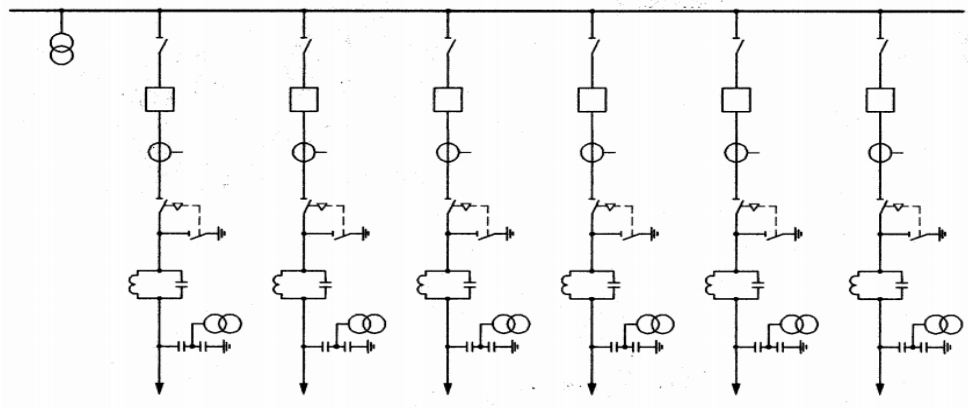


Ilustración 4. Esquema unifilar disposición simple barra

En esta disposición todos los circuitos están conectados a la misma barra. Se puede destacar su gran sencillez de explotación, la claridad física de la instalación y el coste reducido. Como inconveniente es también apropiado señalar que para realizar la revisión y el mantenimiento debe dejarse fuera de servicio la subestación. En muchas ocasiones se suele añadir en el embarrado un interruptor de acoplamiento, naciendo así una disposición que no es más que la simple variación de la simple barra, llamada de barra partida. Tiene la ventaja de que se puede dejar una parte en servicio separando las fuentes alimentadoras mientras se realizan labores de mantenimiento.

- Simple barra con by-pass

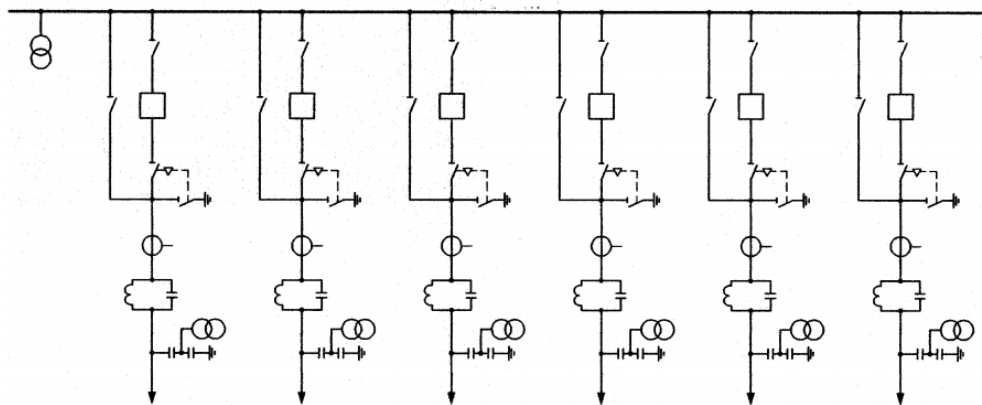


Ilustración 5. Esquema unifilar disposición simple barra con by-pass

Se instala en simple barra, en paralelo con cada módulo, un seccionador llamado de by-pass. Esto permite que, en el caso de tener que realizar trabajos en un interruptor, se puede dar servicio a la posición afectada a través del seccionador de by-pass. Mientras el servicio esté por by-pass la instalación queda sin protecciones, si ocurre una falta saltarán los interruptores de cabecera de las líneas.

- Simple barra con barra de transferencia

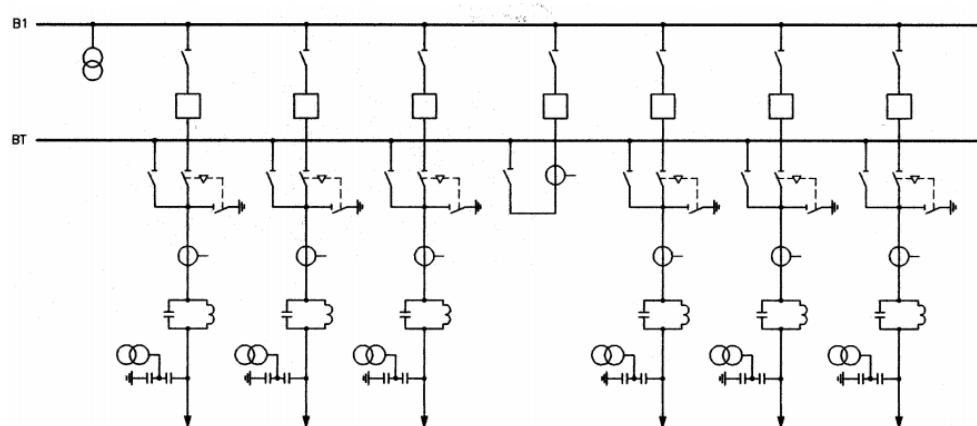


Ilustración 6. Esquema unifilar disposición simple barra con barra de transferencia

Consiste en añadir una barra de transferencia al esquema de barra única. Se añade un interruptor de enlace de barras para unir las barras principal y de transferencia. Si en alguna ocasión se pone fuera de servicio la barra principal por mantenimiento, no queda ningún interruptor de circuito para proteger los

circuitos de alimentación. El fallo de cualquier interruptor o el fallo de la barra principal puede dejar fuera de servicio a la subestación. Las maniobras con el sistema de barras principal y de transferencia pueden ocasionar errores del operador, daños y posible parada. Es una instalación de bajo coste y carece de los altos grados de seguridad de servicio y flexibilidad requeridos actualmente por el sistema eléctrico.

- Doble barra

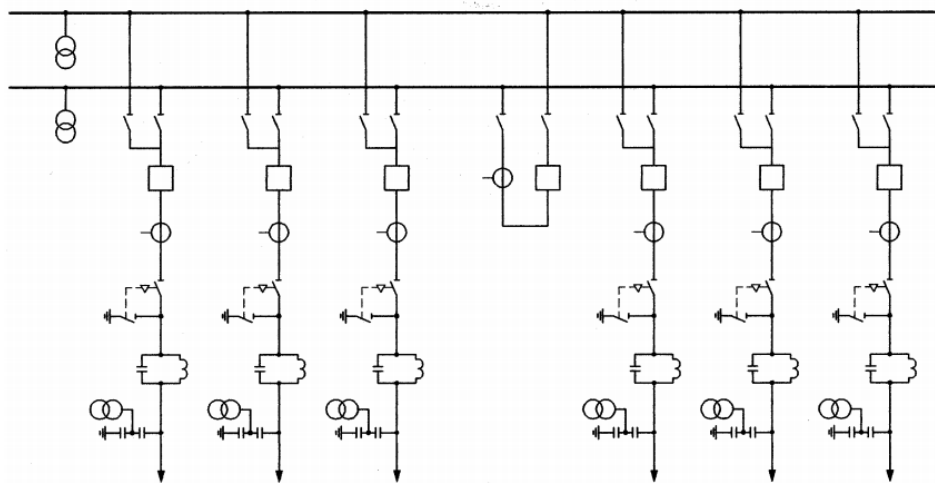


Ilustración 7. Esquema unifilar disposición doble barra

Este esquema emplea dos barras principales y cada circuito posee dos seccionadores de barras. Un interruptor de acoplamiento de barras conecta las dos barras y cuando está cerrado permite transferir un circuito de una barra a la otra manteniendo la tensión mediante el accionamiento de los seccionadores de barras. Todos los circuitos pueden trabajar con la barra principal o la mitad de los circuitos puede funcionar desde cualquier barra. Decir también que la seguridad de servicio del esquema doble barra un interruptor es baja y por ello esta disposición no se emplea normalmente en subestaciones importantes.

- Doble barra con by-pass

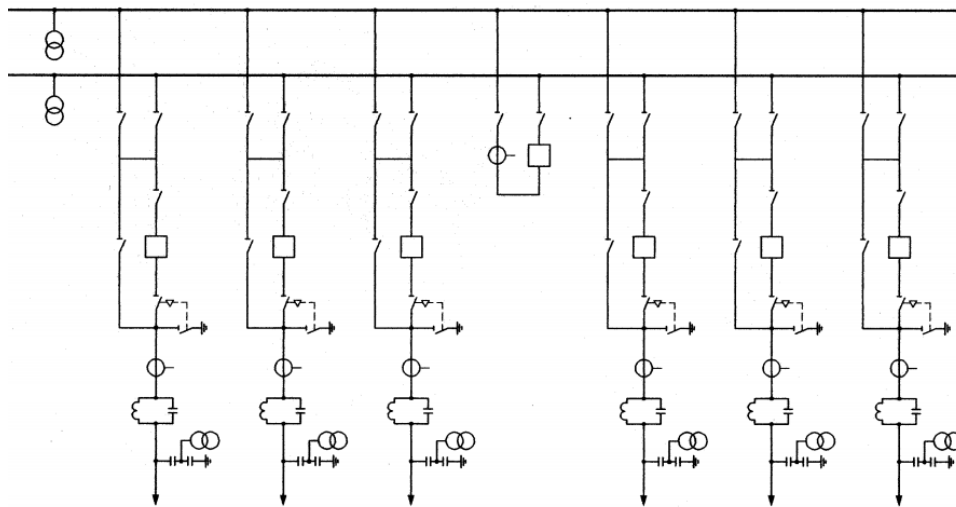


Ilustración 8. Esquema unifilar disposición doble barra con by-pass

Consta de un doble juego de barras con un by-pass en las posiciones de línea o de transformador, que puede alimentarse en cualquiera de las dos.

Presenta las ventajas apuntadas en los esquemas anteriores: reparto de cargas, flexibilidad en las maniobras; lo que permite asegurar el servicio. Por el contrario, su montaje es más costoso y complicado.

- Doble barra con barra de transferencia

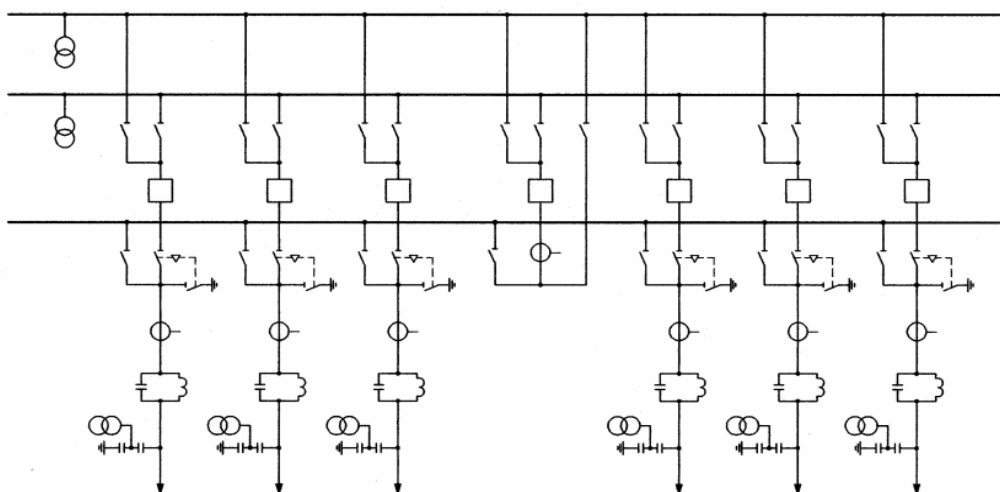


Ilustración 9. Esquema unifilar disposición doble barra con barra de transferencia

Este tipo de embarrado dispone de un doble juego de barras donde se conectan las líneas y transformadores, y los de by-pass lo hacen a otra barra

llamada de transferencia. El módulo de acoplamiento sirve para unir eléctricamente la barra de transferencia con cualquiera de las otras dos. El concepto es el mismo que en el de simple barra con barra de transferencia.

Este tipo de barras tiene las ventajas apuntadas en los tipos anteriores, pero presenta el inconveniente de que las maniobras son más complicadas.

- Interruptor y medio

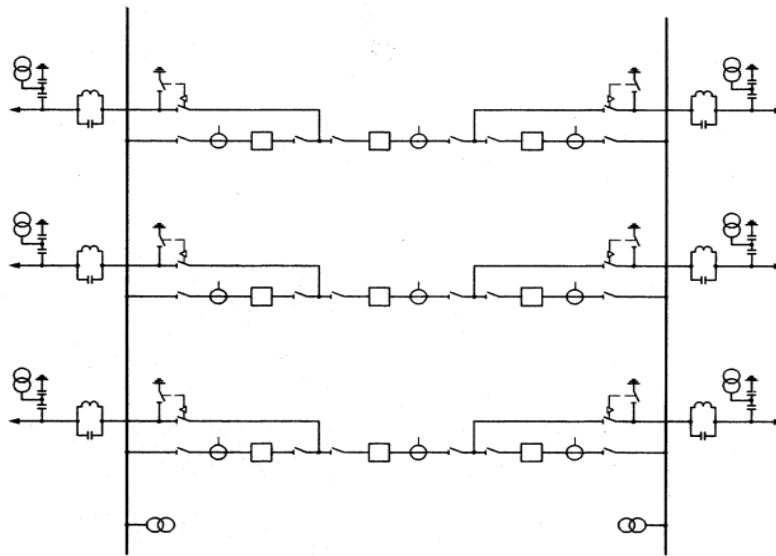


Ilustración 10. Esquema unifilar disposición interruptor y medio

Esta disposición es una de las más importantes y de las que más se utilizan también. Tiene tres interruptores en serie entre las barras principales. Dos circuitos están conectados entre los tres interruptores, de aquí el nombre de interruptor y medio. Si falla el interruptor de enlace quedará otro circuito fuera de servicio, pero no se producirá la pérdida adicional de un circuito si el disparo de una línea incluye el fallo de un interruptor de barra.

Cualquiera de las dos barras puede quedar fuera de servicio en cualquier momento sin interrumpir el servicio. Con los generadores colocados enfrente de los centros de consumo, se puede trabajar con ambas barras fuera de servicio.

1.6. Clasificación según forma de construcción

Las subestaciones se pueden clasificar de igual manera de acuerdo a la forma en la que estén construidas. Se describirán los tres principales tipos, pero centrándose en las aisladas en gas, objeto de este proyecto, y son las subestaciones AIS (Air Insulated Switchgear), HIS (Hybrid Integrated Switchgear) y GIS (Gas Insulated Switchgear).

- AIS (Air Insulated Switchgear)



Ilustración 11. Subestación tradicional de intemperie aislada en aire, tipo AIS

Las subestaciones aisladas en aire o de tipo AIS son las más tradicionales en cuanto a su forma constructiva. Apenas han notado cambios en su distribución a lo largo de los años y siguen siendo una opción muy rentable si el emplazamiento se encuentra alejado y poco visible hacia la población. Son las que ocupan más espacio de los tres tipos aquí descritos, pero también las que menos costes deben cubrir a corto plazo. En la actualidad los tipos HIS y GIS están desplazando cada vez más a las AIS en nuevos proyectos debido a sus ventajas, puesto que como se acaba de decir ocupan mucha superficie, requieren más mantenimiento y el impacto visual asociado y muy grande.

- HIS (Hybrid Insulated Switchgear)

Las HIS, son subestaciones aisladas en gas para interior y también para instalación en intemperie, ocupan menos de la mitad del espacio que requiere una subestación comparable aislada en aire. Gracias a la configuración HIS, el interruptor de potencia, los seccionadores, las cuchillas de tierra y los transformadores están dispuestos de modo compacto en envoltentes estancas de gas, lo que reduce notablemente el tamaño de la instalación. Esto permite afrontar las exigencias impuestas a la subestación sin necesidad de ampliar la superficie y espacio disponible existente.



Ilustración 12. Fotografía tomada de una subestación tipo HIS

- GIS (Gas Insulated Switchgear)

Este tipo de subestación es el más utilizado hoy en día para emplazamientos urbanos, que requieran mayor seguridad y fiabilidad, y en los que preservar el impacto visual resulta de vital importancia. El gas utilizado para proporcionar aislamiento es el hexafluoruro de azufre SF₆. Entre las ventajas que se pueden citar con respecto a los dos anteriores tipos se encuentran:

- Reducción de tamaño en un 70% aproximadamente
- Mínimo impacto ambiental
- Menor tasa de fallos, y en consecuencia aumento de la fiabilidad
- Aumento de la seguridad frente a intrusismo y vandalismo
- Escasa necesidad de mantenimiento
- Mayor vida útil

Por estas razones queda clara la justificación de su uso en ciudades y zonas urbanas donde el precio del suelo es muy caro y la necesidad de cuidar el impacto visual y ambiental es primordial. En la siguiente imagen se puede apreciar la estructura de una GIS típica:



Ilustración 13. Subestación tipo GIS aislada en SF₆

1.7. Justificación de elección GIS

En el caso del proyecto de esta subestación, como se ha mencionado, el tipo de subestación será GIS, conllevando todas sus ventajas, necesarias todas ellas pero destacando la del ahorro de espacio, puesto que el puerto tendrá unas dimensiones limitadas maximizando sus servicios.

La decisión de la configuración simple barra para alta tensión radica en su sencillez de operación y mantenimiento y gran fiabilidad, como se ha explicado anteriormente. No se necesitarán más que cuatro celdas en esta tensión, así que es la decisión más acertada. El caso de barra partida para media tensión se justifica con la instalación de ocho posiciones de línea más dos futuras, las dos de transformadores más el citado acoplamiento, que facilitará en gran medida la operación pudiendo operar con una mitad u otra en caso de falta.

2. CARACTERÍSTICAS DE LA RED ELÉCTRICA

2.1. Red 132 kV

Potencia de cortocircuito

$$S_{cc} = 2000 \text{ MVA}$$

Tensión corta duración

$$U = 275 \text{ kV}$$

Tensión tipo rayo

$$U = 650 \text{ kV}$$

2.2. Alta tensión 132 kV

Intensidad de cortocircuito

$$I_{cc} = 31,5 \text{ kA}$$

Intensidad nominal de las líneas

$$I_n = 1250 \text{ A}$$

Intensidad nominal de barras

$$I_n = 2500 \text{ A}$$

2.3. Media tensión 15 kV

Intensidad de cortocircuito

$$I_{cc} = 25 \text{ kA}$$

Intensidad nominal de líneas de salida de media tensión

$$I_n = 1250 \text{ A}$$

Intensidad nominal de barras

$$I_n = 2000 \text{ A}$$

3. CELDAS GIS 132 KV

3.1. Descripción general

Las celdas de alta tensión aisladas en gas SF₆ que se usarán serán las del tipo ELK-04, homologadas por la compañía Asea Brown Boveri (ABB).

La elección de este modelo, además de porque su diseño es el más apropiado para las características de la red de transporte, se debe a su alta eficiencia energética, a su requerimiento mínimo de espacio, a su alto nivel de seguridad y fiabilidad, a su alta calidad de servicio y a su adecuación para un ambiente salino.

La subestación ELK-04 se construirá combinando distintos módulos de equipos con un envolvente trifásico, lo que permite un fácil transporte y sencilla instalación.

El esquema final de las celdas de alta tensión será semejante al de la siguiente imagen, tomada del catálogo de ABB:

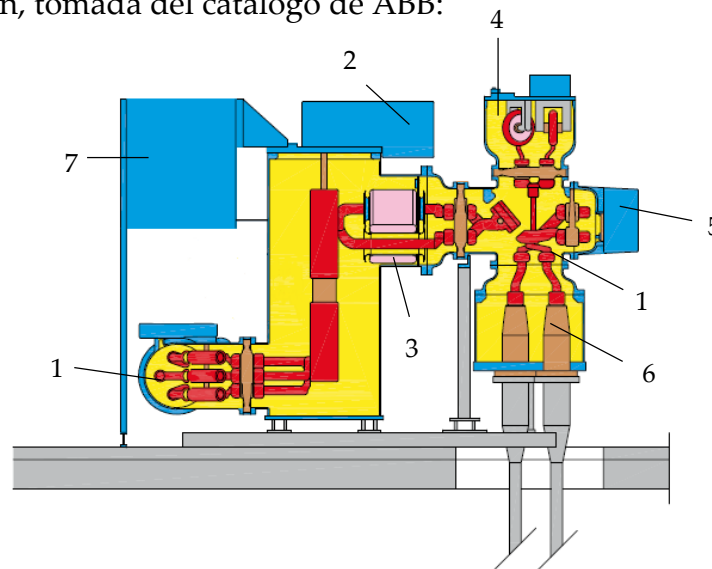


Ilustración 14. Sección de celda de ELK 04 en disposición simple barra

El color amarillo de la ilustración 14 se corresponde con las partes de las celdas que estarán conteniendo el gas SF₆, en rojo los elementos en tensión y en

azul los que, por el contrario, no están en tensión. La combinación de los módulos será descrita en los apartados siguientes, siendo éstos los siguientes, correspondiéndose con la imagen superior:

1. Seccionador de puesta a tierra y barra con seccionador combinados
2. Interruptor de potencia
3. Transformador de intensidad
4. Transformador de tensión
5. Seccionador de puesta a tierra rápido
6. Terminal de cables
7. Armario de control

3.2. Características generales

Las características asignadas a la aparamenta de alta tensión son las que se citan a continuación:

Tensión nominal	145 kV
Frecuencia nominal	50 Hz
Tensión de prueba a impulso de rayo	650 kV
Sobre distancia de seccionamiento	750 kV
Tensión de prueba a frecuencia industrial.....	275 kV
Sobre distancia de seccionamiento	315 kV
Corriente nominal.....	1250 A
Corriente nominal de embarrado.....	2500 A
Corriente de impulso	80 kA
Corriente de corta duración	31,5 kA
Presión mínima del gas de aislamiento a 20°C.....	520/600 kPa

Presión mínima del gas de extinción a 20°C	600/630 kPa
Temperatura ambiente mínima permitida	-30°C
Temperatura ambiente máxima permitida	40°C
Tipo de instalación	Interior
Dimensiones	1000 x 3600 x 2700 mm

3.3. Descripción de la aparamenta

3.3.1. Interruptor de potencia

El interruptor de potencia es el elemento más importante de cada celda GIS de la subestación. Para un suministro fiable de energía eléctrica es imprescindible su correcto funcionamiento. El interruptor de potencia que se empleará garantiza, mediante un accionamiento hidromecánico, la fiabilidad y seguridad requerida. Poseen una cámara de extinción basada en el principio de autosoplado con una cámara de interrupción por polo. Ésta se caracteriza por constar de una cámara de compresión y otra de calentamiento, radicando ahí la diferencia con una de soplado convencional. El gas es comprimido en la cámara de compresión durante la operación de apertura. Mediante un soplo de chorro de gas comprimido se extinguirá el arco provocado por interrupciones de corrientes de operación. La aparición del arco de cortocircuito, en cambio, provocará un aumento de presión y de temperatura en la cámara de calentamiento del interruptor. La presión adicional en esta cámara es suficiente para que se extinga el arco, no siendo necesario un trabajo de compresión de gas.

Mediante el accionamiento hidromecánico se consigue un menor desgaste mecánico del interruptor, lo cual conlleva como es lógico un menor mantenimiento y ahorro de costes. El almacenamiento de energía es por medio de un resorte de disco. A continuación se explicará el modo de funcionamiento y las fases de actuación del accionamiento hidromecánico del interruptor:

A. Posición abierta, resorte no tensado

La columna de resortes de disco permanece en su posición de reposo, sin almacenar energía. Mediante interruptores auxiliares de carga la tensión es controlada en todo momento. Igualmente, se supervisa la función del accionamiento por medio de la recarga ocasional de la bomba hidráulica.

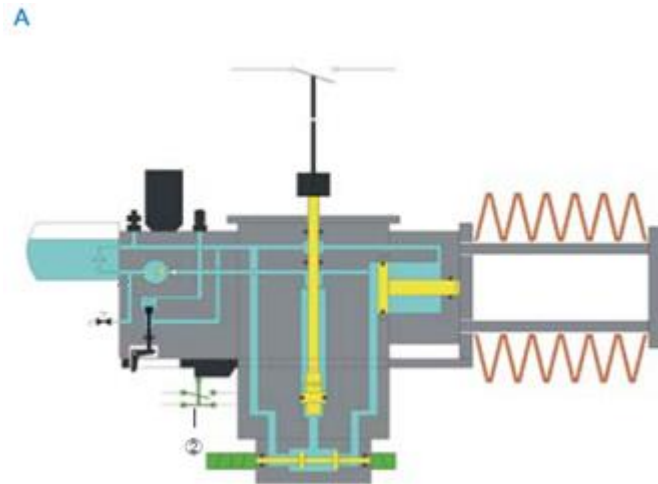


Ilustración 15. Estado de posición abierta con el resorte sin tensar

B. Posición abierta, resorte tensado

El pistón de operación (1) actúa de acuerdo al principio del pistón diferencial. Con la actuación del pistón de operación se garantiza una fuerza de detención, al igual que en el caso del pistón de conmutación (2) del módulo de control con las bobinas de cierre y apertura. Energizando la bomba hidráulica se consigue que se comprima el resorte de disco y dejando el volumen debajo del pistón de almacenamiento (3) como volumen de almacenamiento de aceite. Éste es el que actúa a su vez sobre el lado de la varilla del pistón y la válvula del pistón del módulo de control. En el momento en el que la compresión ha finalizado la alimentación del motor es interrumpida.

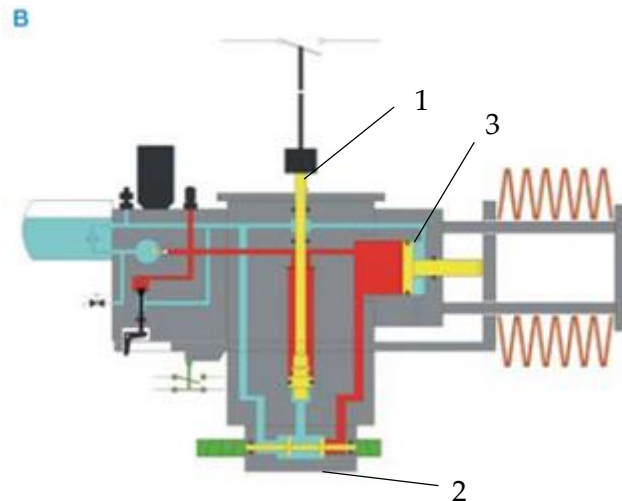


Ilustración 16. Estado de posición abierta con el resorte tensado

C. Posición cerrada, resorte tensado

Con la activación de la bobina de cierre el pistón de control cambia de posición al instante, derivando en el movimiento del pistón de operación a la posición de cierre también. La varilla del pistón volverá a su posición abierta cuando la bobina de apertura sea activada.

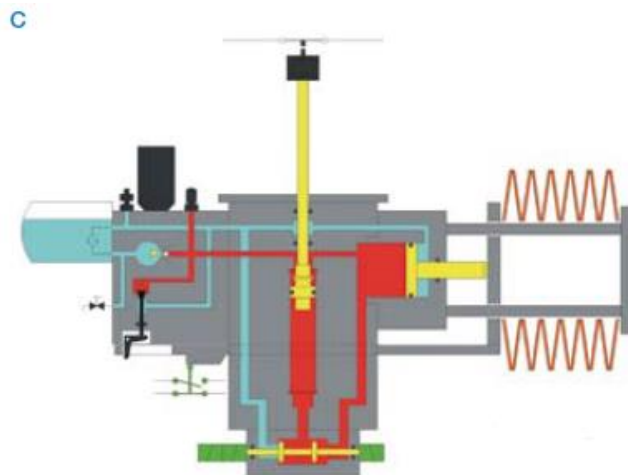


Ilustración 17. Estado de posición cerrada con el resorte tensado

3.3.2. Seccionador y seccionador de puesta a tierra combinado

La función del seccionador es la de aislar un tramo de cortocircuito. La maniobra será entonces en vacío, ya que los circuitos que aísla no tienen circulación de corriente. Al contrario que en una subestación tipo AIS, el seccionador no aislará de forma visible, aunque en el armario de control de la celda se podrá ver su situación instantánea. Cada celda estará dotada de dos seccionadores, uno a la entrada de barras y otro a la salida de la celda. La diferencia entre ellos radica en el número de bridas, pero la función que cumplen es exactamente la misma y su accionamiento y forma de maniobra también. El módulo es combinado ya que está dotado de un seccionador y de otro con la diferencia de estar puesto a tierra. Ello permite que el seccionador de la posición de barras seccione y ejecute la puesta a tierra segura del interruptor de potencia asociado. Esto último se puede aplicar perfectamente para el de salida, como se ha mencionado anteriormente. El seccionador combinado de salida permite, debido a su forma constructiva, la instalación en la parte superior del transformador de tensión, ahorrando así espacio, objetivo fundamental de las celdas GIS de alta tensión.

El accionamiento del seccionador garantiza operaciones seguras y confiables. Consta de una manivela para realizar la operación manualmente sin ser necesaria la apertura del accionamiento ni complicaciones. En la siguiente imagen se puede apreciar con detalle el esquema de la sección del seccionador de barras y de salida de líneas:

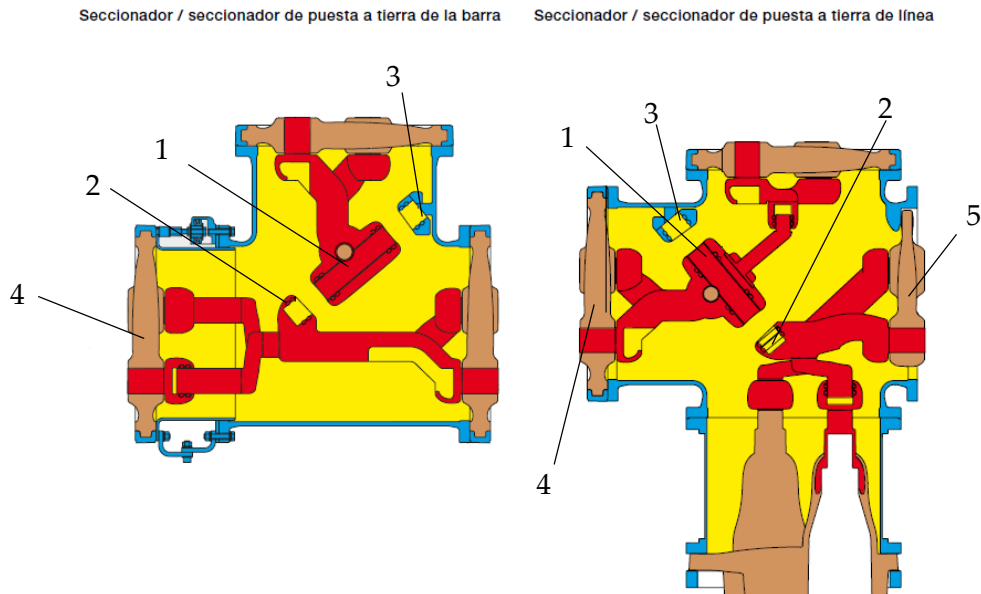


Ilustración 18. Detalle del interior de los seccionadores combinados

1. Seccionador de tres posiciones
2. Contacto del seccionador
3. Contacto del seccionador de puesta a tierra
4. Aislador de compartimentación
5. Aislador soporte

3.3.3. Seccionador y seccionador de puesta a tierra rápido

La principal diferencia entre un seccionador convencional como los que se acaban de describir es que el de tipo de puesta a tierra rápido puede operar, de forma segura, toda la corriente de cortocircuito, para el caso 31,5 kA. El método de accionamiento es por resorte, asegurando una operación de los tres contactos eficiente en poco tiempo. Al igual que en el seccionador convencional el módulo podrá ser operado de forma manual por medio de una manivela. En la imagen 18 se puede observar que la posición del seccionador de puesta a tierra rápido es en la parte trasera del módulo. Podría ser colocado en el lado de la barra igualmente pero se eligió de esta manera para el ahorro de espacio de la celda en la parte frontal, una mayor sencillez de operación y simplificación de esta parte.

3.3.4. Transformador de tensión

El transformador de tensión se encarga de recopilar información acerca de la tensión que hay para posteriormente ser utilizada tanto por las protecciones como por los trabajadores que requieran de esta información. El módulo de transformador de tensión será instalado como se ha mencionado en la parte superior del módulo de seccionador combinado de la posición de salida, utilizando así solamente espacio de altura y no de ancho o profundidad, lo cual es idóneo, ya que es uno de los elementos más aparatosos de la celda. Los transformadores de tensión que se utilizarán serán monofásicos con tres secundarios, de tipo inductivo y con aislamiento laminado en SF₆. Estarán dotados también de un dispositivo de desconexión y, como refuerzo de seguridad y operación, por un accionamiento manual.

Las características de los transformadores de tensión inductivos serán las siguientes:

Relación de transformación nominal132:√3/0.11:√3-0.11:√3-0.11:√3 kV

Potencias y clases de precisión

1º Secundario:

Potencia25 VA

PrecisiónCl. 0.2

2º Secundario:

Potencia25 VA

PrecisiónCl. 0.5-3P

3º Secundario:

Potencia100 VA

PrecisiónCl. 3P

Sobretensión admisible en permanencia	1,2 Un
Sobretensión admisible durante 30s	1,5 Un
Tensión de ensayo a frecuencia industrial	275 kV
Tensión de ensayo con onda de choque	650 kV

3.3.5. Transformador de intensidad

La misión del transformador de intensidad, al igual que en el caso del transformador de tensión, es la de realizar medidas de intensidad para ser utilizada posteriormente por las protecciones y displays de control que la requieran. Están integrados en las bridas de salida del interruptor de potencia. Son inductivos, toroidales y aislados en SF₆.

Se pueden distinguir dos tipos de transformadores de intensidad, dependiendo de la celda de la que formen parte: el primero pertenece a la posición de los transformadores de potencia y el segundo a la de líneas. Se debe tener en cuenta que el arrollamiento primero será destinado a medida y los dos restantes a protección.

Las características de los transformadores de intensidad se muestran a continuación:

Posición transformador de potencia

Intensidad nominal primaria	250 A
Intensidades nominales secundarias	5-5-5 A
Potencias y clases de precisión	

1º Arrollamiento:

Potencia	15 VA
Precisión	0.2S

2º Arrollamiento:

Potencia15 VA

Precisión 5P20

3º Arrollamiento:

Potencia15 VA

Precisión 5P20

Mayor valor admisible del factor de seguridad5

Intensidad límite dinámica..... 100 kA

Intensidad límite térmica durante 1s >40 kA

Intensidad límite térmica nominal 1,2 Un

Posición líneas

Intensidad nominal primaria 1250-2500 A

Intensidades nominales secundarias5-5-5 A

Potencias y clases de precisión

1º Arrollamiento:

Potencia10 VA

Precisión 0.2S

2º Arrollamiento:

Potencia50 VA

Precisión 5P20

3º Arrollamiento:

Potencia50 VA

Precisión 5P20

Mayor valor admisible del factor de seguridad5

Intensidad límite dinámica..... 100 kA

Intensidad límite térmica durante 1s >40 kA

Intensidad límite térmica nominal 1,2 Un

3.3.6. Terminal de cables

Los terminales de cables son los módulos de transición entre la celda aislada en el hexafluoruro de azufre dentro del blindaje con los otros elementos aislados por otro medio, como puede ser aire o líquido. El módulo permitirá la conexión de cables (XLPE) de tipo tripolar por medio de botellas terminales enchufables. En el caso de que en un futuro se valorase cambiar el tipo de cable no sería necesario cambiar igualmente este módulo, gracias a su compatibilidad. En la siguiente imagen se puede observar el aspecto que tendrá el terminal de cables, si bien en la subestación no serán visibles los cables, ya que irán dispuestos en canales por debajo del suelo, como se describirá más adelante.



Ilustración 19. Aspecto físico del terminal de cables de la ELK-04

3.3.7. Armarios de control

Los armarios de control cumplirán la función de incorporar todos los elementos auxiliares que garanticen el control de mando, enclavamientos, notificación de eventos mediante equipos de medida así como también albergar las protecciones, posteriormente descritas, que, como su nombre indica, protegerán los distintos elementos de la subestación, en este caso embarrado, transformadores y líneas. Los indicadores de posición de la aparamenta de corte estarán dispuestos según esquema unifilar. Los armarios irán empotrados en la celda, tal y como la imagen 14 refleja.

3.4. Protecciones

A continuación pasarán a explicarse las protecciones de las que serán dotados los citados armarios, con el código ANSI asociado correspondiente:

Posición líneas

Protección GE D60

- Protección de distancia (21P, 21G)

Protección AREVA MiCOM P127

- Protección de sobreintensidad (50P, 50N)
- Protección direccional de neutro (67N)

Posición transformadores de potencia

Protección GE Multilin 745

- Protección diferencial (87, 87TG)

Protección AREVA MiCOM P127

- Protección de cuba (50)
- Protección de sobreintensidad (50P, 50N)

Posición de barras

Protección ABB REB670

- Protección diferencial de barras (87B)
- Protección de fallo de interruptor (50BF)

Protección GE Multilin B30

- Protección caída de tensión (27P)

3.5. Tipos de celdas

Pasarán a describirse ahora los elementos que incorporarán cada una de las cuatro celdas que formarán la parte GIS de la subestación de 132 kV que se acaba de describir. Las distintas posiciones estarán por tanto formadas por:

Celda de línea (2x)

- Un tramo de barras con envolvente tripolar
- Dos seccionadores y de puesta a tierra combinados
- Un interruptor automático
- Un seccionador rápido de puesta a tierra
- Tres transformadores de tensión
- Tres transformadores de intensidad
- Un terminal de cables
- Un armario de control

Celda de transformador (2x)

- Un tramo de barras con envolvente tripolar
- Dos seccionadores y de puesta a tierra combinados
- Un interruptor automático
- Un seccionador rápido de puesta a tierra
- Tres transformadores de tensión
- Tres transformadores de intensidad
- Un terminal de cables
- Un armario de control

4. TRANSFORMADORES DE POTENCIA

En este capítulo se resumirán las características y especificaciones de los transformadores de la subestación. Los dos transformadores serán iguales, de modo que la descripción es la misma.

El modelo de transformador de potencia elegido es el de la potencia correspondiente a 45 MVA del fabricante EFACEC.

El transformador será trifásico, con arrollamientos sumergidos en aceite mineral, y diseñado para servicio exterior, si bien podrá emplearse en instalaciones de interior, por ejemplo en el caso de que se quiera hacer un cerramiento en un futuro.

El diseño eléctrico del transformador se realizará conforme a la norma UNE-EN 60076-3 y cumplirá con las tolerancias indicadas en la norma UNE-EN 60076-1, respecto a los parámetros de:

- Pérdidas totales
- Pérdidas parciales
- Relación de transformación
- Impedancia de cortocircuito (entre primario-secundario en tomas 1, 11 y 21).
- Corriente de vacío.

El transformador será diseñado ante cortocircuito externo según la norma UNE-EN 60076-5 garantizando, en cualquier caso la funcionalidad prevista, tanto a efectos dinámicos como térmicos durante los diferentes tipos de cortocircuito y duración para cada uno de los arrollamientos del transformador.

En el siguiente capítulo se explicarán las características de la máquina, si bien en los sucesivos sus partes y su correspondiente descripción.

4.1. Características del transformador

Potencia asignada en servicio continuo.....	45 MVA
Tensión asignada alta.....	132 kV
Tensión asignada baja	15 kV
Tensión máxima de servicio alta	145 kV
Tensión máxima de servicio baja.....	17,5 kV
Potencia de cortocircuito en red alta a tensión nominal	7200 MVA
Potencia de cortocircuito en red baja a tensión nominal	650 MVA
Disposición del neutro en red de alta	A tierra
Disposición del neutro en red de baja	A tierra
Grupo de conexión	YNyn0
Tensión de cortocircuito a 75°C (45 MVA, 136/15 kV)	11%
Tensión de cortocircuito homopolar a 75°C (45 MVA, 136/15 kV).....	5,1%
Aptitud ante cortocircuito	
Duración.....	2s
Factor de cresta.....	2,55
Conexión de neutros.....	Rígido a tierra
Intensión simétrica de cortocircuito (secundario).....	25 kA
Tensión asignada en vacío	
Arrollamiento AT.....	136 ± 10x1,632 kV

Arrollamiento BT	15 kV
Cambiador de tomas en carga	
Tipo de regulación	Flujo y potencia constantes
Sistema de regulación.....	Inversor
Punto de regulación.....	Borne de neutro AT
Tipo de refrigeración.....	ONAN
Temperatura ambiente máxima	40°C
Temperatura ambiente mínima	-25°C
Temperatura media máxima (24 horas)	35°C
Calentamiento medio en los arrollamientos	65°C
Calentamiento máximo en los arrollamientos, 100% carga.....	78°C
Calentamiento máximo en el aceite	60°C
Humedad relativa máxima	100 % (a 25°C)
Temperatura ambiente máxima	40°C
Pérdidas	
Pérdidas en vacío al 100% / 110% de Un	20 / 32 kW
Pérdidas por carga en las posiciones 1,11 y 21 (75 °C) ...	133 / 136 / 168 kW
Ruido	<75 dB
Dimensiones	
Largo.....	6300 mm
Ancho.....	4220 mm

Alto.....5500 mm

Masa total (con aceite)..... 58000 kg

4.2. Arrollamientos

Los arrollamientos serán de conductores de cobre electrolítico, exentos de impurezas, aislados con papel, y sin soldaduras. Los materiales empleados insolubles y químicamente inactivos en baño de aceite caliente. Las bobinas y el núcleo, completamente ensamblados, se secaron al vacío e inmediatamente después se impregnaron de aceite dieléctrico para asegurar así la eliminación de humedad y aire de los materiales aislantes y garantizar unas condiciones óptimas de éstos.

4.3. Núcleo magnético

El transformador trifásico de potencia será de núcleo de tres columnas. Su construcción reducirá al mínimo las corrientes parásitas. Se fabricará mediante chapas de acero al silicio de grano orientado, de bajas pérdidas por histéresis y alta permeabilidad magnética. Cada chapa deberá cubrirse de material aislante resistente al aceite caliente, estando exentas de impurezas y perfectamente aplanadas.

Las chapas magnéticas se montarán de manera que existan en el núcleo amplios conductos de enfriamiento para eliminar puntos calientes, y que se obtengan una distribución uniforme y simétrica del campo magnético.

Las columnas se prensarán fuertemente por medio de bloqueos y pernos pasantes aislados.

Las culatas, a su vez, se bloquearán por medio de perfiles de acero y sistemas de tirantes y pernos aislados.

El armazón que soporta el núcleo será una estructura reforzada que presente una resistencia mecánica adecuada y no deformaciones permanentes en ninguna de sus partes; será construido de tal manera que quede firmemente sujeto a la cuba en ocho puntos tanto en la parte superior como en la inferior.

La estructura de sujeción, al igual que las chapas, se realizará de modo que se reduzcan al mínimo las corrientes parásitas.

El transformador tendrá asas de izado para que pueda ser levantado el núcleo con los arrollamientos.

Un añadido al diseño es que se minimizan al máximo las vibraciones de la máquina una vez puesta en servicio bajo cualquier condición de operación.

La conexión a tierra del núcleo magnético, para evitar acumulaciones de cargas electrostáticas, será accesible desde el exterior mediante borna pasatapas. El sistema permitirá tanto la conexión equipotencial a la tapa del transformador, como la posibilidad de conexión externa a la red de tierras de la subestación, que será fácilmente retirable para hacer pruebas.

4.4. Aceite

El aceite mineral que se usará será REPSOL TENSION, siendo compatible también el del tipo ELECTRA B.

El aceite será de tipo parafínico o nafténico, y cumple los requisitos impuestos por la norma UNE-EN 60296. En su composición química no contiene sustancias inhibidoras, de acuerdo a lo establecido en la norma anterior.

La cantidad de aceite a suministrar contemplará el aceite necesario para el transformador, incluyendo cuba, depósito de expansión, equipo de refrigeración, aisladores pasantes más una reserva de aproximadamente un cinco por ciento del volumen neto de aceite.

El aceite será suministrado con el transformador y envasado separadamente en tambores de acero herméticamente cerrados.

4.4.1. Características del aceite

Las características del aceite Repsol Tensión Centauro son las siguientes:

Viscosidad cinemática a 40°C.....	9,6 cSt
Viscosidad cinemática a -30°C	950 cSt
Densidad a 20°C	0,871 g/mL
Punto de inflamación, mín	135°C
Punto de congelación, máx.....	-40°C
Rigidez dieléctrica, sin tratar, mín	30 kV
Factor de pérdidas dieléctricas a 90°C, máx	0,005
Tensión interfacial, mín	40 mN/m
Oxidación, barras.....	0,8% peso (máx)
Oxidación, factor de pérdidas dieléctricas a 90°C.....	0,5 (máx)
Oxidación, acidez total.....	1,2 mg KOH/g (máx)

4.5. Depósito de expansión

El depósito de expansión será libre con desecadores e irá preferentemente sujeto con ménsulas a la cuba del transformador, sobre tapa, con objeto de minimizar la superficie ocupada en planta. Estará preparado para pleno vacío.

La capacidad del depósito conservador será tal, que el nivel de aceite, en ningún caso, desciende por debajo del nivel de los flotadores del relé Buchholz, descrito posteriormente. De la misma forma, permitirá la sobrecarga establecida por la norma UNE 20110 sin derramar aceite a través del conservador.

El depósito tendrá dos secciones independientes y estancas entre sí, correspondientes a la cuba del transformador, cambiador de tomas en carga. Cada sección tendrá un tapón de llenado, una válvula de vaciado, una válvula de separación de la cuba y el depósito correspondiente, un indicador de nivel magnético con dos contactos de alarma (nivel 1) y dos contactos de alarma (nivel 2), ambos por mínimo nivel de aceite, así como un indicador de nivel óptico.

Cada recinto independiente en el depósito conservador, dispondrá de un desecador de aire con silicagel; uno para el depósito de la cuba, uno para las cajas adaptadoras de aceite, y otro para el depósito del cambiador de tomas. Todos ellos incorporarán mirilla de cristal alargada que permita ver todo su contenido.

4.6. Cuba

La cuba del transformador será construida con chapas de acero de bajo porcentaje de carbono, adecuado para soldarse y reforzada con perfiles de acero. La cuba formará un cuerpo único, al cual se atornillará la tapa. Las juntas de las chapas serán a prueba de aceite caliente. La cuba evitará la formación de depósitos de agua sobre la superficie externa, y posibilitará que las burbujas de gas y aire se dirijan hacia el relé Buchholz.

En el interior de la caja irán las guías para mantener el núcleo, con sus arrollamientos, en la justa dirección al ser introducido o extraído.

Entre el núcleo arrollado y el fondo de la caja, habrá espacio suficiente para recoger los sedimentos.

Todas las bridas, juntas, argollas de montaje, etc., y otras partes fijadas al tanque estarán también unidas por soldadura.

Se usarán válvulas de sobrepresión, garantizando la coordinación de actuación, de acuerdo al tarado de las mismas, tanto a presión como a gradiente de presión, y considerando tanto su número y ubicación. Las válvulas abrirán

ante cualquier sobrepresión interna mayor de su presión de tarado causada por perturbaciones internas y se volverán a cerrar después de haber actuado. La marca de las válvulas será del fabricante QUALITROL, con cuatro contactos de actuación, para señalización de alarma. Asimismo incorporará un sistema deflector con canalización de aceite hacia el foso del transformador en el caso de actuación de las válvulas de alivio de protección de la cuba.

La cuba vendrá preparada con un mínimo de dos terminales para la puesta a tierra, ubicados en dos extremos opuestos de la parte inferior de la misma, y preparados para conductor de cobre de sección de hasta 185 mm². La grapa suministrada permitirá asimismo la conexión de cable de tierra en forma de bucle.

4.7. Ruedas y elementos de elevación

El transformador llevará ruedas de transporte de acero forjado, 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 1.674 mm y 1.930 mm. Las ruedas tendrán dispositivo de bloqueo y los tandem serán pivotantes.

El transformador apoyará sobre la bancada de hormigón realizada en dos secciones transversales al transformador, simétricas respecto al centro de estos apoyos o ruedas.

La base de la cuba está construida de forma tal que el centro de gravedad del transformador, con aceite, no cae fuera de los elementos de sustentación de la cuba cuando el transformador se inclina 15° respecto al plano horizontal.

Se dispondrán ganchos de elevación del transformador completo, anillas de desencubado y arrastre. Igualmente se dispondrán soportes para apoyo de gatos hidráulicos.

4.8. Válvulas

El transformador dispondrá de las siguientes válvulas:

-Dos válvulas de filtrado en lados opuestos de la cuba y parte superior e inferior. Las válvulas de filtrado proporcionan un caudal mínimo de 12.000 l/hora y diámetro nominal DN80.

-Dos válvulas para toma de muestras de aceite con conexionado rápido, en altura media e inferior de la cuba.

-Una válvula para vaciado total en la parte inferior de la cuba, de diámetro nominal DN80.

Las válvulas serán de tipo bola.

Las válvulas de aislamiento de cuba y radiadores serán independientes y no estarán soldadas ni a la cuba. Llevarán indicación de abierto o cerrado.

4.9. Tornillería y juntas

Toda la tornillería será de acero inoxidable. Los tornillos del cierre de la tapa tendrán arandelas de presión en la parte inferior del mismo. Se empleará doble junta continua en tapa, registros, válvulas, etc...

El tipo de material que se utilizará en las juntas es neopreno.

4.10. Bornas

Las bornas serán convencionales y todos los aisladores pasatapas estancos a los gases y al aceite.

Las bornas pertenecientes al primario y secundario, para fase, serán idénticas entre sí respectivamente, independientemente de que en alguna de ellas vaya alojado un transformador de intensidad. Las del neutro, en cambio, son

diferentes. Esto conlleva la existencia de una borna distinta para cada tipo en caso de requerir repuestos, como es lógico.

El marcado de los bornes y tomas se realizará siguiendo las recomendaciones de la norma UNE 20158.

La tapa del transformador llevará placas de identificación de bornas con la siguiente notación:

- Terminales de primario:
1U, 1V, 1W, 1N
- Terminales de secundario:
2U, 2V, 2W, 2N

La ubicación de las bornas será tal que mirando desde el lado A.T., y de izquierda a derecha, se encuentren las bornas identificadas como 1U, 1V y 1W.

Para el devanado secundario, a su vez, 2W, 2V y 2U.

Se indican a continuación las características de las bornas convencionales del lado de alta del transformador:

4.10.1. Características de las bornas de alta

Fases alta tensión

Número de bornas y tensión más elevada	3 / 145 kV
Tipo de borna	Convencional
Fabricante y modelo	ABB/GOB 650
Material de la borna.....	Porcelana
Línea de fuga específica/Total.....	28,1 mm/kV / 4080 mm

Neutro de alta tensión

Número de bornas y tensión más elevada 1 / 52 kV

Tipo de borna Convencional

Fabricante y modelo ABB/GOB 250

Material de la borna..... Porcelana

Línea de fuga específica/Total.....28,8 mm/kV / 1500 mm

Como se puede observar son bornas convencionales tipo aceite-aire, estarán situadas sobre tapa, y diseñadas de forma que dichas bornas puedan sustituirse fácilmente por enchufables.

El aislador externo de las bornas (pasatapas) del transformador será de un sólo cuerpo.

Serán de tipo condensador, con toma de muestras de aceite, indicación de nivel de aceite observable desde el suelo y toma capacitiva de pruebas accesible. La toma capacitiva de pruebas en posición de servicio estará debidamente conectada a tierra, con sistema que asegure la seguridad del personal en todo momento.

Para el lado de baja, por otro lado, se utilizarán del tipo enchufable aceite-aceite, con las siguientes características:

4.10.2. Características de las bornas de baja

Fases baja tensión

Número de bornas y tensión más elevada 3 / 24 kV

Tipo de borna Enchufable

Fabricante y modelo Pfisterer 827660001

Cable de conexión..... Al 4x240 mm²

Neutro de baja tensión

Número de bornas y tensión más elevada 1 / 24 kV

Tipo de borna Enchufable

Fabricante y modelo Pfisterer 827110001

Los cables de potencia se acometerán desde el techo. El terminal del cable resistirá un esfuerzo mecánico estático de hasta 2 kN aplicado transversalmente en su punto de unión. Se considerarán esfuerzos y movimientos del transformador debidos a las variaciones de temperatura y a las vibraciones en servicio.

Los pasatapas hembras tipo Pfisterer se situarán sobre la tapa y dispondrán de toma capacitiva para pruebas.

4.11. Cambiador de tomas

El cambiador de tomas (regulador en carga) será de fabricación MR. Dispondrá de los enclavamientos adecuados para evitar operaciones falsas o intempestivas. En particular, que el pasar de uno a otro escalón adyacente, el conmutador se pare en posición intermedia y que una conmutación, una vez iniciada, no se concluya. Algo realmente peligroso y que se pretenderá evitar a toda costa. También como medida adicional de seguridad y maniobra, permitirá operación local manual mediante manivela, bloqueándose el motor en caso de inserción de esta.

La regulación en carga se realizará en A.T. (borne de neutro) y tendrá un total de 23 posiciones (tres centrales 11a, 11b y 11c)

La regulación se realizará a potencia y flujo constante en todas las tomas.

La posición 1 será la de mayor tensión y la 21 la de menor tensión, de forma que subir escalón corresponda a subir tensión en el secundario a igual tensión en el primario.

La posición del conmutador de tensión debe ser indicada localmente, y también a distancia. Se dispondrán para el usuario de dos coronas de contactos transmisores de posición libres de potencial.

Vendrá equipado con finales de carrera de señal de primera y última toma de regulación, y contacto libre de potencial para señalar inserción de manivela. Tendrá una toma de muestras de aceite a una altura de 1,60 m. También dispondrá de una boca de hombre para su inspección.

El relé de protección del cambiador de tomas será preferentemente tipo RS-2.001 (MR), dispondrá de dos contactos de disparo.

El compartimento del regulador irá provisto de válvula de alivio con cuatro contactos de actuación para señalización de alarma.

El aceite del compartimento del conmutador será independiente, y cambiable sin desencubar, manteniéndose separado del aceite de la cuba y de las cajas adaptadoras de aceite.

Cada conmutador de tomas ensamblado será capaz de soportar sin daño los esfuerzos producidos por la corriente de cortocircuito prevista cuando el transformador sea sometido a corrientes de cortocircuito según los requerimientos de la norma UNE-EN 60214.

El conmutador de tomas será diseñado para soportar las pruebas dieléctricas aplicadas al devanado al cual esté conectado.

Por último, el motor deberá ir protegido con interruptor magnetotérmico adecuado con contactos de alarma N/C debidamente conectados a bornas.

4.12. Buchholz, termómetro y relés de imagen térmica

Se suministrará un relé Buchholz para la cuba. Este relé es una protección propia del transformador y tiene la función de alarmar e incluso disparar cuando una avería produce gases en el aceite que ascienden hasta el depósito de expansión. En el transformador, existirá separación de las tuberías de los relés Buchholz hacia el conservador, acometiendo a cada recinto independiente del mismo. En la tubería de conexión se proveerá un tramo desmontable para montaje del relé Buchholz, provisto de válvulas a uno y otro lado.

El relé Buchholz será antisísmico y con un contacto de alarma y dos de disparo.

Estando el relé perfectamente nivelado, la tubería de unión dispondrá de una pendiente no menor de 8% para facilitar el flujo de gas hacia el depósito conservador, con los diámetros mínimos de acuerdo a la capacidad del transformador. La tubería partirá del punto más alto donde esté presente aceite. Entre la cuba y el relé Buchholz se dispondrá de un carrete elástico.

El transformador llevará toma de muestras de gases y aceite para cada relé Buchholz instalado, a altura de hombre y a través de vaso de cristal. Se instalarán dos válvulas que permitan el aislamiento del vaso de cristal para permitir que éste se pueda retirar fácilmente.

A la par, un termómetro de aceite de marca AKM de cuatro juegos de contactos, con funciones de alarma de nivel 1 y nivel 2 indicará la temperatura del aceite.

El transformador irá provisto también de un relé de imagen térmica de marca AKM y un trafo de intensidad tipo Bushing en la fase central de primario y secundario, de cuatro juegos de contactos, con funciones de alarma de nivel 1 y nivel 2 por temperatura de devanado.

Se suministrará una resistencia de platino PT-100 para indicación a distancia de la temperatura del aceite del trafo, mediante señal analógica (0-5 mA).

Las sondas de termómetros y relés de imagen térmica irán protegidas de la intemperie con una envolvente de chapa desmontable. Se dejarán una sonda de reserva para termómetro de aceite.

Los relés de imagen térmica y el termómetro se alojarán en un armario galvanizado en caliente y pintado con tapa de cristal y adosado a la cuba.

Este armario llevará termostato y resistencia de caldeo. Dispondrá asimismo de circuito monofásico protegido mediante interruptor magnetotérmico adecuado, contactos de alarma N/C debidamente conectados a bornas, para la alimentación eléctrica del equipo analizador de gases disueltos.

4.13. Cables

El cableado tanto interno como externo será apantallado longitudinalmente en cinta de cobre, con las siguientes características:

- No propagador de la llama
- No propagador del incendio
- Cero halógenos
- Baja emisión de humos opacos
- Reducida emisión de gases tóxicos
- Nula emisión de gases corrosivos

Para el cableado interno, la tensión de aislamiento será 750 V, y para el cableado externo 0,6/1 kV.

El recorrido exterior de los cables a través de la cuba del transformador se realizará con sujeción a varillas de acero y con grapas metálicas inoxidable, e irá protegido con envolvente metálica de aluminio tipo ANACONDA, siendo la

superficie de canalización lo suficientemente amplia para albergar un 25% de espacio de reserva.

Todos los cables estarán identificados con canutillos de plástico y tendrán una sección mínima de 2,5 mm².

4.14. Refrigeración

La refrigeración del transformador será de tipo ONAN, es decir, ambos por medio natural aire, y estará provisto de un juego apropiado de radiadores, independientes entre sí. Serán galvanizados en caliente y posteriormente pintados en el mismo color que el aplicado al transformador.

Cada uno de ellos dispondrá de válvulas de tipo bola dispuestas convenientemente, diseñadas de tal forma que pueda ponerse fuera de servicio el radiador asociado sin afectar las piezas del transformador.

Los radiadores se diseñarán de manera de permitir un fácil acceso a todos los tubos para inspeccionarlos y limpiarlos, con un mínimo de perturbaciones.

Asimismo, incorporarán dispositivos que permitan desmontarlos totalmente, junto con válvulas para purga de aire en caso necesario. Todos los radiadores estarán previstos para pleno vacío, disponiendo de válvulas de llenado y vaciado

4.15. Armarios

El armario de control de centralización de señales del transformador, termómetro e imágenes térmicas, y el armario de regulación se situarán, preferentemente, en el mismo lado del transformador.

Las dimensiones permitan fácilmente la accesibilidad y reparación de cualquier elemento del mismo. Irá provisto de toma de tierra directa y aislado de

la cuba mediante amortiguadores tipo silentblock. Llevará un 10% de bornas de reserva.

Este armario será de acero inoxidable pintado del mismo color que el transformador y radiadores y tendrá tomas de aireación en parte superior e inferior, rejilla anti-insectos y la puerta protegida con aislante antitérmico. Con las puertas cerradas, ofrecerá un grado de protección IP-55 y un grado de protección contra choques mecánicos IK-08 tendrá categoría de inflamabilidad FV. Dispondrá de sistema de retención para puerta abierta.

4.16. Placas de Características

El transformador estará equipado con las siguientes placas de características:

- Placa de características del transformador
- Placa de características del armario del cambiador de tomas, con esquema del mando
- Placa de características independiente indicando valores de capacidad y tangente de delta o factor de potencia de las bornas de tipo capacitivo A.T. y B.T

Cada accesorio del transformador llevará placas de identificación.

Las placas de características se ubicarán en un lugar de fácil accesibilidad para su lectura y se construirán de acero inoxidable.

4.17. Pintura

La pintura del transformador y accesorios, incluidos sistema de refrigeración y todos los armarios, se realizará según la Norma UNE 20.175, con acabado exterior gris medio.

El interior de la cuba y conservador se pintará en color blanco brillante B-119.

5. CELDAS GIS 24 KV

5.1. Descripción general

Las celdas de media tensión, de 17,5 kV (tensión nominal 24 kV), serán al igual que en las de alta, homologadas por el fabricante Asea Brown Boveri (ABB), modelo ZX 1.2, aisladas en gas SF₆ y diseñadas para distribución primaria. En la siguiente imagen se pueden apreciar los distintos elementos que forman la celda y su colocación en la misma:

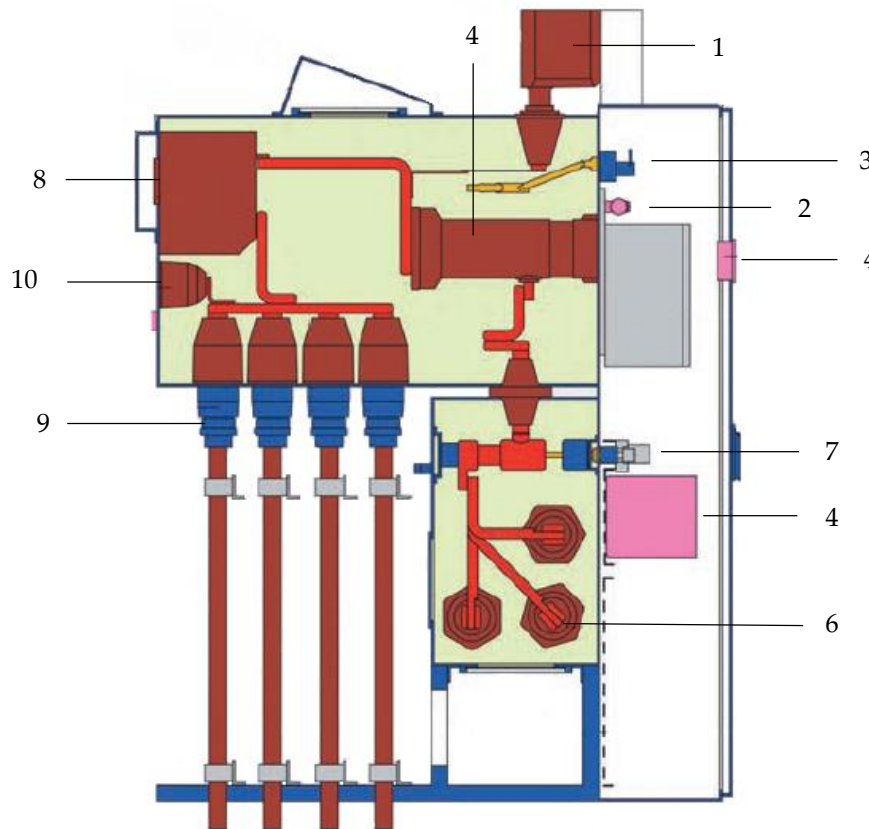


Ilustración 20. Sección de la celda ZX 1.2

Las celdas se diseñarán para una tensión nominal de 24 kV, aunque la correspondiente sería de 17,5 kV. El objetivo de hacer esto se resume en que ante una posible ampliación de tensión de la subestación (con el consecuente cambio de transformadores) no haga falta cambiar las celdas ZX 1.2 y se ahorren así

costes innecesarios. Los elementos marcados en la ilustración 20 se citan a continuación:

1. Transformador de tensión
2. Sensor de densidad de gas y válvula de llenado
3. Sensor de aislamiento para el transformador de tensión
4. Protección y unidad de control
5. Interruptor de vacío
6. Embarrado
7. Seccionador de tres posiciones
8. Transformador de intensidad
9. Terminal de cables
10. Enchufe de pruebas

5.2. Características generales

Las características asignadas a la aparamenta de media tensión son las siguientes:

Tensión nominal	24 kV
Tensión máxima de servicio.....	24 kV
Frecuencia nominal	50 Hz
Tensión de prueba	50 kV
Corriente nominal	
Posición de líneas y SA	1250 A
Posición de transformador y acoplamiento	2000 A
Corriente de pico	80 kA

Corriente asignada de corta duración (3s) 25 kA

Clasificación de arco interno IAC (IEC 62271- 200) 31,5 kA (1s)

Grado de protección IP 65

5.3. Compartimentos

A continuación se describen los distintos compartimentos de los que está formada la celda. Estos compartimentos pueden ser acomodados y cambiados de lugar perfectamente, adaptando la celda ZX 1.2 a las necesidades requeridas. Están compactados, minimizando el espacio que ocupan, sin verse menguado su rendimiento y eficiencia, que será sumamente elevada, con la consecuente máxima fiabilidad.

5.3.1. Compartimento de interruptor de vacío

El compartimento del interruptor de vacío es el corazón de la celda ZX 1.2. En él se encuentra, como es obvio, el interruptor de vacío de la celda, pero además se pueden encontrar elementos como son los transformadores de tensión, de intensidad o el enchufe de pruebas. El compartimento está situado encima del compartimento de embarrado, lo que supone una mejor operación con el interruptor de vacío. En el caso de querer ampliar, cambiar o actualizar alguno de los elementos que componen este compartimento el embarrado y seccionadores no suponen ninguna dificultad adicional. Los cables serán enchufables y se conectarán a este compartimento. Ello permite que el montaje sea fácil y rápido. Al igual que en el compartimento de embarrado y seccionadores se instalarán sensores con objeto de indicar alarma cuando las condiciones del gas SF₆ no sean las apropiadas, para garantizar el correcto estado de la celda y no poner en riesgo los elementos que la componen. En la parte superior de la celda se instalará una cámara de liberación de presión, en el caso de que hubiese una presión excesiva de gas SF₆.

5.3.2. Compartimento de embarrado y seccionadores

En este caso, el compartimento está destinado a albergar el embarrado para la configuración de la subestación en media tensión de simple barra y el seccionador de tres posiciones, que se describirá próximamente. Estará situado debajo del compartimento del interruptor de vacío, y al no tener la mayoría de elementos, no importa que su acceso para operación sea más difícil que en el caso del compartimento del interruptor de vacío ya que se podrá asumir que no tendrá ningún fallo que requiera mantenimiento ni tampoco se contemplará una futura ampliación de la configuración de la subestación.

5.4. Descripción de la aparamenta

Se procede a describir los elementos más importantes que forman la celda de 24 kV.

5.4.1. Interruptor de vacío

El interruptor de vacío tiene la misma función que en las celdas ELK-04 de alta tensión, aunque sea de un tipo de funcionamiento diferente, y es el de garantizar la seguridad y fiabilidad que necesita la subestación cortando la intensidad que puede aparecer en caso de falta. Para el funcionamiento del interruptor de vacío se dispone de mecanismos a resorte así como también de mecanismos de acumulación de energía. En este último el resorte de cierre se tensa mediante un sistema motorizado eléctrico, se engatilla después de haber finalizado el proceso y actúa como acumulador. En el momento en el que interruptor recibe la orden de apertura el arco eléctrico se extingue en la botella de vacío gracias a, como su nombre indica, el vacío que se crea en la cámara de separación. En este caso se utilizará el siguiente interruptor:

Modelo ABB VG4-S

Tensión nominal	24 kV
Corriente nominal.....	1250/2000 ^a
Corriente nominal de corte.....	25 kA
Ciclos de operación mecánica	30.000

La tecnología del interruptor de vacío es utilizada comúnmente en aplicaciones de media tensión, como es el caso, con resultados excelentes de funcionamiento. Requiere un mínimo mantenimiento y presenta una larga vida útil, persiguiendo con esto el objetivo de reducir costes a un servicio de calidad. En la imagen 21 se puede observar el aspecto de la botella de vacío del interruptor VG4-S:



Ilustración 21. Botella de vacío del interruptor VG4-S

5.4.2. Seccionador de tres posiciones

Como se ha indicado anteriormente el seccionador estará ubicado en el compartimento compartido de embarrado y seccionador, y las tres posiciones de las que estará dotado serán:

- Conexión
- Desconexión
- Puesta a tierra

Como es lógico, únicamente puede estar funcionando y cumpliendo su función en una posición, siendo seleccionada desde el display de control que se describirá posteriormente. En todo caso el seccionador podrá ser operado manualmente, sin necesidad de utilizar el mecanismo motorizado, por motivos de seguridad, como sucedía en la apartamentada de alta tensión.

Los seccionadores estarán dotados también de un enclavamiento electromecánico que garantiza los bloqueos de maniobra en las posiciones finales. Si se encuentra el seccionador en una posición intermedia el enclavamiento no tiene efecto, garantizando la seguridad de la operación. Se logra con el enclavamiento una correcta coordinación entre el seccionador y el equipo de corte, es decir, el interruptor de vacío.

5.4.3. Transformador de tensión

En este caso se dispondrán tres transformadores de tensión monofásicos de tipo enchufable y tendrán doble secundario, destinados a protección y a medida. Las características de los transformadores de tensión serán:

Relación de transformación nominal $15/\sqrt{3} : /0.11:\sqrt{3}-0.11:\sqrt{3}$ kV

Potencias y clases de precisión

1º Secundario:

Potencia 20 VA

Precisión Cl. 0.5

2º Secundario:

Potencia 30 VA

Precisión Cl. 3P

Sobretensión admisible en permanencia 1,2 Un

Sobretensión admisible durante 30s 1,9 Un

5.4.4. Transformador de intensidad

Los transformadores de intensidad que se utilizarán para media tensión serán de ejecución tipo bloque y accesibles desde la parte trasera de la celda. Tendrán dos secundarios (uno correspondiente a medida y el otro a protección, al igual que en el caso de los transformadores de tensión) y serán monofásicos. Se instalarán en el compartimento del interruptor de vacío y habrá dos tipos distintos, según la posición de la celda en la que irán acoplados. Por tanto, los dos tipos de transformadores de intensidad serán:

Posición transformador de potencia

Intensidad nominal primaria 2000 A

Intensidades nominales secundarias 5-5 A

Potencias y clases de precisión

1º Arrollamiento:

Potencia 15 VA

Precisión Cl. 0.5

2º Arrollamiento:

Potencia 20 VA

Precisión 5P20

Intensidad límite térmica nominal 1,2 Un

Nivel de aislamiento secundario 4 kV, 1 min

Clase de aislamiento térmica E

Posición líneas

Intensidad nominal primaria 1000-1250 A

Intensidades nominales secundarias 5-5 A

Potencias y clases de precisión

1º Arrollamiento:

Potencia15 VA

PrecisiónCl. 0.5

2º Arrollamiento:

Potencia20 VA

Precisión 5P20

Intensidad límite térmica nominal 1,2 Un

Nivel de aislamiento secundario 4 kV, 1 min

Clase de aislamiento térmica E

5.4.5. Embarrado

El embarrado, como se ha indicado, estará instalado en la parte inferior de la ZX 1.2, en su compartimento correspondiente y compartido con el seccionador de tres posiciones; la configuración llevará incorporado un acoplamiento entre barras con su correspondiente celda aislada. Su sección se puede observar en la imagen siguiente, donde se aprecia con claridad el acoplamiento:

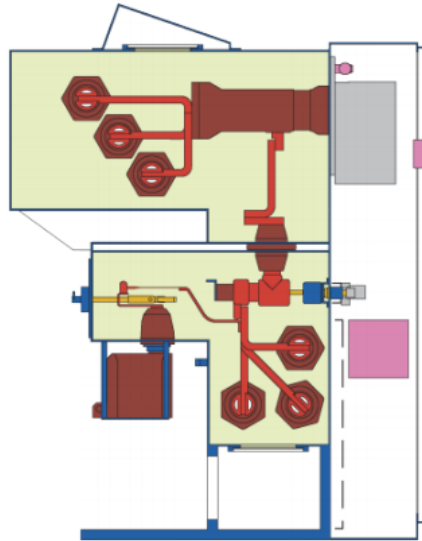


Ilustración 22. Forma constructiva de la celda de acoplamiento de barras

Tal y como se ha mencionado en la introducción del proyecto este acoplamiento permitirá mejorar la operación, manejo y fiabilidad de la subestación, siendo posible seguir operando parte del servicio en caso de avería.

5.4.6. Control y protección

La protección, medida, operación y control de las celdas ZX 1.2 se realizará desde el display incorporado en la propia celda. Este sistema se denomina *REF542 plus* y supondrá un manejo y control excepcional de la celda. En él se podrán verificar todas las medidas efectuadas por los transformadores de tensión e intensidad así como operar los seccionadores y demás elementos. Entre las distintas funciones que permite realizar, además de estas últimas, se encuentran:

- Conexión a servidores remotos mediante internet
- Monitorización del estado actual de la subestación
- Sincronización a tiempo real mediante GPS
- Servicio de alarma espontánea via e-mail o SMS

El sensor de aislamiento para el transformador de tensión, por su parte, cumple una función esencial para la protección de la celda, ya que con los transformadores de intensidad, detectan faltas internas de arco eléctrico y la

cortan rápidamente, en aproximadamente 100 ms. Se logra así alargar la vida útil de todos los elementos de la que la forman.

5.5. Protecciones

Dependiendo de la posición las protecciones que se instalarán serán:

Posición de línea (10x)

- Un relé instantáneo de corriente máxima 50
- Un relé de corriente máxima para corriente alterna 51
- Dos relés direccionales de sobreintensidad de neutro 67N

Posición de transformador de potencia (2x)

- Un relé instantáneo de corriente máxima 50
- Un relé de corriente máxima para corriente alterna 51
- Un relé de fallo de interruptor 50s/62

5.6. Tipos de celdas

Se explicarán a continuación los distintos tipos de celdas ZX 1.2 que se usarán en la configuración de media tensión de la subestación y sus respectivos componentes. Habrá tres tipos principales de celdas, las correspondientes a las posiciones de líneas, las de los transformadores de potencia, la del acoplamiento entre barras y por último la de servicios auxiliares. Se podrá contar, entonces, con:

Celda de línea (10x)

- Un tramo de barras con envolvente unipolar
- Un seccionador de tres posiciones
- Un interruptor de vacío

- Tres transformadores de tensión monofásicos
- Tres transformadores de intensidad monofásicos
- Un terminal de cables

Celda de acoplamiento (1x)

- Dos tramos de barras con envolvente unipolar
- Dos seccionadores de tres posiciones
- Un interruptor automático

Celda de transformador de potencia (2x)

- Un tramo de barras con envolvente unipolar
- Un seccionador de tres posiciones
- Un interruptor de vacío
- Tres transformadores de tensión monofásicos
- Tres transformadores de intensidad monofásicos
- Un terminal de cables

Celda de servicios auxiliares (1x)

- Un seccionador fusible

Siendo las dimensiones de las celdas las de la tabla siguiente:

	Acoplamiento y transformadores	Líneas	SA
Ancho (mm)	800	600	600
Largo (mm)	1800	1500	1500
Alto (mm)	2100	2100	2100

Tabla 1. Dimensiones de las celdas ZX 1.2

6. RED DE TIERRAS

La puesta a tierra de la subestación es clave a la hora de su diseño ya que su misión principal es la de proteger a las personas y también a los equipos. Se define como la ligazón metálica directa entre uno o varios elementos de la subestación y uno o varios electrodos enterrados en el suelo. Entre las funciones principales de la puesta a tierra se pueden destacar:

- 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

Los electrodos de puesta a tierra estarán formados por cobre en forma de picas y por conductores formando una malla, y presentarán una elevada resistencia a la corrosión. Las dimensiones de las picas y del mallado serán las siguientes:

Picas (8x)

Largo.....4000 mm

Diámetro.....14 mm

Mallado

Longitud..... 1653 m

Sección 95 mm²

Profundidad..... 1 m

Lado de la cuadrícula 1,5 m

Los empalmes y las uniones de los conductores de cobre del mallado se realizarán con métodos de unión tales que aseguren la permanencia de esta unión, sin experimentar calentamientos superiores a los de los conductores en cuanto al paso de la corriente y estarán protegidos contra la corrosión galvánica.

Tal y como se resume en el correspondiente apartado de cálculos de la red de tierra, las tensiones a controlar para determinar el correcto diseño de la puesta a tierra son las de contacto y de paso. La tensión de contacto hace referencia a la diferencia de potencial entre una estructura metálica puesta a tierra y un punto de la superficie del terreno a una distancia de un metro en la dirección del gradiente de potencial máximo, mientras que la de paso a la diferencia de potencial entre dos puntos de la superficie del terreno separados un metro en la misma dirección que la anterior. Como se comprueba en el dicho capítulo, la solución tomada para que las tensiones estén por debajo de las máximas admisibles y, por tanto, garantizando el cumplimiento de la normas convenientes, es la de poner ocho picas además de la malla de cobre. Los resultados obtenidos de las tensiones de paso y de contacto que habrá en la subestación dependiendo de los terrenos que la constituyen, comparadas con sus valores máximos admisibles se pueden observar en la siguiente tabla:

	Hormigón	Asfalto	Grava
U_c (V)	1675,07	2171,82	1867,90
U'_c (V)	1590,05	1590,05	1590,05
U_p (V)	57702,66	77572,85	65416,08
U'_p (V)	2893,01	2893,01	2893,01

Tabla 2. Comprobación de cumplimiento de tensiones de paso y contacto en malla con picas

La puesta a tierra de la subestación contemplará el cubrimiento del perímetro de la misma de grava, con resistividad más elevada que la del terreno natural, para conseguir una puesta a tierra eficiente en el perímetro que se

menciona. Es una solución viable y más económica que otras estudiadas, como puede ser la de aumentar el número de picas.

Por motivos de protección se pondrán a tierra las partes metálicas de la instalación que no estén en tensión normalmente pero que puedan estarlo a consecuencias de averías, accidentes sobretensiones o descargas, y son:

- Los chasis y bastidores de aparatos de maniobra
- Los envolventes de los conjuntos de armarios metálicos
- Las puertas metálicas de los locales
- Las vallas y cercas metálicas
- Las columnas, soportes, pórticos, etc.
- Las estructuras y armaduras metálicas de los edificios que contengan las instalaciones de alta tensión
- Las tuberías y conductos metálicos
- Las carcasas de transformadores
- Los elementos de derivación a tierra de los seccionadores de puesta a tierra
- Pantalla de separación de los circuitos primario y secundario de los transformadores de medida y protección
- Los neutros de los transformadores

7. CABLES AISLADOS

En este capítulo pasan a describirse los distintos tipos de cables aislados para las diferentes tensiones de la subestación. Se detallarán las especificaciones de los que constituyen las conexiones para los transformadores de potencia, que serán del mismo tipo, a las respectivas celdas.

7.1. Cables de 132 kV para transformador de potencia

Para el nivel de tensión de 132 kV se utilizarán los cables del fabricante General Cable del tipo RHZ1-RA+2OL (S) Al H120. Los cables cumplirán las normas UNE-EN 60754, libre de halógenos con baja acidez y corrosividad de los gases, IEC 60754 y la UNE-EN 60332-1-2, con el fin de no ser propagador de la llama. La cubierta del cable será resistente a la abrasión y al desgarró, con una mayor facilidad de deslizamiento. Tendrá también obturación a la penetración de agua tanto en la pantalla como en el conductor. Es compatible con los terminales que se han descrito en el capítulo de las celdas de alta tensión ELK-04, garantizando un servicio de alta calidad. A continuación pasarán a nombrarse las características del cable:

Tipo.....RHZ1-RA+2OL (S) Al H120

Tensión nominal 76/132 kV

Conductor Aluminio semirrígido clase 2

Conductores por fase1

Aislamiento.....XLPE

Pantalla.....Corona de hilos de cobre

Cubierta exterior Poliolefina termoplástica libre de halógenos

Sección..... 630 mm²

Intensidad máxima admisible (25°C)	560 A
Diámetro exterior.....	87,7 mm
Diámetro de aislamiento.....	67,3 mm
Peso por conductor.....	8435 kg/km
Reactancia a 50 Hz.....	0,127 Ω /km
Capacidad	0,198 μ F/km

7.2. Cables de 15 kV para transformador de potencia

Se emplearán los cables del tipo VOLTALENE de la marca Prysmian, satisfaciendo en su totalidad la Norma IEC 60502. Los conductores de los cables están constituidos por cuerdas redondas compactas de aluminio. El conductor irá recubierto de una capa semiconductora, cuya función es doble:

- Impedir la ionización del aire que, en otro caso, se encontraría entre el conductor metálico y el material aislante (efecto corona).
- Mejorar la distribución del campo eléctrico en la superficie del conductor.

El aislamiento de los cables a su vez estará constituido por polietileno químicamente reticulado, material termoestable que tiene una correcta rigidez dieléctrica y una excelente resistencia de aislamiento. Presenta también una excelente estabilidad térmica, lo que le capacita para admitir en régimen permanente temperaturas de trabajo en el conductor de hasta 90 °C, y de cortocircuito de 250 °C. Es estable al envejecimiento, tiene una elevada resistencia a los agentes químicos y tenacidad mecánica y eléctrica. El polietileno que se empleará satisfará la norma IEC 60502.

La pantalla, constituida por una envolvente metálica de hilos de cobre, se aplicará sobre la capa semiconductora externa. La capa semiconductora externa estará formada por una mezcla extrusionada y reticulada de características

químicas semejantes a la del aislamiento, pero esta vez con una baja resistencia eléctrica.

Los cables serán no propagadores de llama y con las siguientes características:

Tipo	AL VOLTALENE
Tensión nominal	8,7/15 kV
Conductor	Aluminio semirrígido clase 2
Conductores por fase	4
Aislamiento.....	XLPE
Pantalla.....	Corona de hilos de cobre
Sección.....	240 mm ²
Intensidad máxima admisible (25°C)	455 A
Diámetro exterior.....	39,4 mm
Diámetro de aislamiento.....	28,3 mm
Peso por conductor.....	1615 kg/km
Resistencia a 50 Hz	0,168 Ω /km
Reactancia a 50 Hz	0,101 Ω /km
Capacidad	0,375 μ F/km

7.3. Cables de 15 kV para transformador de servicios auxiliares

Se emplearán los cables del tipo VOLTALENE de la marca Prysmian, de construcción y ventajas de uso exactamente iguales a las descritas en el apartado anterior para el transformador de potencia en 15 kV. Los cables en este caso poseerán las siguientes características:

Tipo..... AL VOLTALENE

Tensión nominal 8,7/15 kV

Conductor Aluminio semirrígido clase 2

Conductores por fase1

Aislamiento.....XLPE

Pantalla.....Corona de hilos de cobre

Sección..... 95 mm²

Intensidad máxima admisible (25°C) 255 A

Diámetro exterior.....27,3 mm

Diámetro de aislamiento.....21,2 mm

Peso por conductor..... 975 kg/km

Resistencia a 50 Hz 0,430 Ω/km

Reactancia a 50 Hz..... 0,115 Ω/km

Capacidad0,258 μF/km

8. SERVICIOS AUXILIARES

Los servicios auxiliares de la subestación se encargarán de suministrar energía a elementos críticos de ella en caso de existir una falta en la red. Serán los responsables de garantizar un suministro a las protecciones de los equipos y del control, además de otras funciones como pueden ser también el alumbrado de la subestación y el caldeo de las celdas, por ejemplo. Son los encargados de dar continuidad al servicio de la subestación y de ellos depende que se garantice la protección que se acaba de mencionar.

Se alimentarán dos tipos de sistemas, los de corriente alterna y los de continua. Como parte de los de corriente alterna se puede mencionar alumbrado, ventilación y calefacción, equipos rectificadores para las baterías, los equipos de fuerza o los circuitos de control. En cuanto a los de continua se puede hablar de los motores de carga de los muelles y bobinas de los interruptores, las comunicaciones o el alumbrado de emergencia.

La alimentación de los servicios auxiliares de corriente alterna se efectuará desde el transformador que se describirá seguidamente, y, en el caso de los de corriente continua desde las baterías de 125 V.

8.1. Transformador de servicios auxiliares

El transformador que se utilizará en este caso es el de la marca Schneider Electric. Pertenece a la gama EcoDesign de la marca y estará dotado de dieléctrico líquido obtenido a partir de aceite de semillas, minimizando los riesgos de daño ecológico y contra la salud. Este dieléctrico amplía la vida útil de la máquina entre 5 y 8 veces, debido a su mayor capacidad de absorción de la humedad, prolongando la vida de los aislantes. El éster vegetal se podrá reutilizar como biodiesel o ser mezclado con fuel-oil y usarse como combustible una vez el transformador no cumpla más su función.

El transformador estará dotado de:

- Tres bornes MT según norma UNE-EN 50180
- Cuatro bornes BT según norma UNE-EN 50386
- Dos cáncamos de elevación y desencubado
- Placa de características
- Dispositivo de llenado de acuerdo a UNE-EN 50216-4
- Dispositivo de vaciado y toma de muestras en la parte inferior de la cuba
- Cuatro ruedas bidireccionales orientables a 90°, atornilladas sobre dos perfiles en el fondo de la cuba
- Dos tomas de puesta a tierra, situadas en la parte inferior, con tornillo M10, resistente a la corrosión
- Una funda para alojar un termómetro

Siendo las características las mostradas a continuación:

Potencia asignada en servicio continuo..... 50 kVA

Tensión primaria asignada..... 15 kV

Tensión secundaria asignada.....420 V

Pérdidas

Por carga a 75 °C1100 W

En vacío90 W

Tensión de cortocircuito 4%

Grupo de conexiónDyn11

Caída de tensión a plena carga

Cos $\varphi=1$ 2,26%

Cos $\varphi=0,8$ 3,77%

Rendimiento

Carga 100%

$\cos \varphi=1$ 97,62%

$\cos \varphi=0,8$ 97,03%

Carga 75%

$\cos \varphi=1$ 98,11%

$\cos \varphi=0,8$ 97,64%

Carga 50%

$\cos \varphi=1$ 98,54%

$\cos \varphi=0,8$ 97,64%

Carga 25%

$\cos \varphi=1$ 98,73%

$\cos \varphi=0,8$ 98,41%

Ruido 39 dB

Peso 590 kg

Las dimensiones del transformador pueden apreciarse en la siguiente tabla, de acuerdo con los esquemas de la ilustración 24:

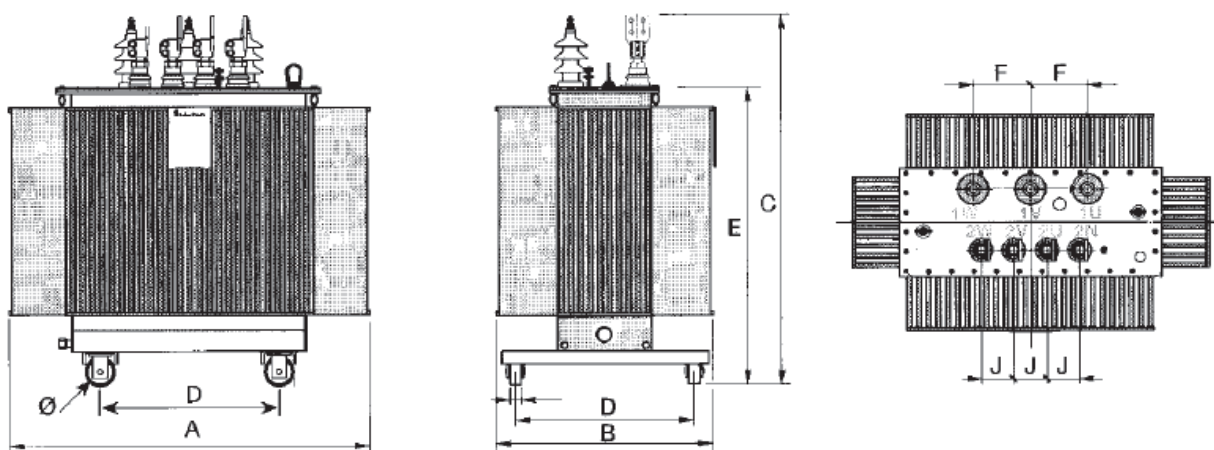


Ilustración 24. Esquema del transformador de servicios auxiliares

	A	B	C	D	E	F	J	Ø	Ancho de llanta
mm	970	630	1370	520	940	375	80	125	40

Tabla 3. Dimensiones del transformador de servicios auxiliares

8.2. Servicios auxiliares de corriente alterna

8.2.1. Cuadro general de corriente alterna

La configuración del cuadro para alimentar las cargas de los servicios auxiliares que se han comentado es la de simple barra, al tener un transformador únicamente no se valora el uso de otra configuración porque estos servicios no la requieren tampoco. Llevará incorporadas las tres barras de fase y una adicional de neutro. Se utilizará el modelo XL³ 4000 del fabricante Legrand. Los cuadros de distribución pertenecientes a los equipos de fuerza, climatización y al alumbrado serán alimentados desde este cuadro general, cuyo aspecto físico se muestra en la ilustración 25:



Ilustración 25. Cuadro general de servicios auxiliares Legrand XL³ 4000

Las dimensiones del mismo se resumen en la siguiente tabla:

	Anchura	Altura	Profundidad
mm	1450	1800	725

Tabla 4. Dimensiones Cuadro general de SA

Las puertas del armario estarán constituidas de vidrio para una fácil visibilidad de los distintos equipos conectados y el grado de protección será IP-55 e IK-08 para garantizar una operación segura del cuadro y evitar incidentes indeseables.

8.3. Alumbrado

Habrà dos tipos de iluminación en el proyecto siendo uno de ellos la iluminación exterior de la subestación y el otro la iluminación interior del edificio.

- Alumbrado interior

En el caso de alumbrado interior de la subestación se utilizarán luminarias fluorescentes. Cada luminaria estará compuesta por dos tubos de 30 W con bombillas del tipo T8 y 30 W del tipo estancas. Se dotará el edificio también de un alumbrado de emergencia para caso de falta de alimentación de la red, alimentados por corriente continua de baterías y situados en las zonas de tránsito y en las salidas. Las lámparas para este caso serán de 60 W.

- Alumbrado exterior

Se utilizarán proyectores específicos para alumbrado exterior, dotados de fotocélula para su encendido. Éstos proyectarán la luz hacia el suelo y enfocarán tanto el edificio como las zonas de transformadores y entrada a la subestación. La potencia de los mismos será de 100 W y se instalarán unidades que podrán ser alimentadas desde la corriente continua de baterías para caso de emergencia.

8.4. Servicios auxiliares de corriente continua

8.4.1. Cuadro general de corriente continua

El cuadro general de corriente continua cumplirá exactamente la misma función que el de corriente alterna solo que servirá para los equipos de corriente continua de los que se ha hablado con anterioridad, es decir, los equipos encargados de la carga de los muelles y del accionamiento de los interruptores, alumbrado de emergencia, protecciones de los equipos, etc. Este cuadro tendrá una tensión nominal de 125 V, siendo a su vez la asignada para el aislamiento de 250 V. La configuración del cuadro en este caso será de simple barra partida, con acoplamiento longitudinal. Cada una de las semibarras recibirá una acometida desde los rectificadores-baterías de 125 V y se repartirán las salidas para alimentar a los distintos consumos previstos en la subestación. Las dos acometidas y el enlace entre ambos embarrados estarán equipados con

interruptores automáticos motorizados, que permitirán realizar la conmutación automática de fuente de alimentación o acoplamiento de barras en caso necesario. La conmutación automática de estos interruptores será realizada por la unidad de control de los servicios auxiliares, que se alojará en el frente del cuadro principal de servicios auxiliares de corriente alterna. En el cuadro se instalará un conmutador entre manual y automático, para que sea posible anular la conmutación automática de los interruptores y poder operarlos de forma manual. Para este cuadro el grado de protección será IP-41 y el de protección mecánica a los choques IK-08.

8.4.2. Sistema de 125 Vdc

Pertenecen a este grupo los mencionados correspondientes a corriente continua de fuerza de carga de muelles y bobinas, así como control y protecciones. Se alimentarán desde las baterías descritas a continuación y estarán distribuidos desde el cuadro general de corriente continua del apartado anterior.

8.4.3. Sistema 48 Vdc

El sistema de 48 V de continua estará formado por todos los equipos que hacen referencia a las comunicaciones de la subestación. Al igual que en el caso del sistema de 125 V estarán alimentados mediante batería, pero en este caso, la tensión de ésta será de 48 V. Llevarán incorporado su propio cuadro, más sencillo y de menor dimensión.

8.4.4. Batería 125 Vdc

La batería de 125 V constituye el equipo de alimentación a los servicios de corriente continua en caso de una falta del sistema de alimentación de alterna. De ella depende el correcto funcionamiento de la carga de muelles y las protecciones de la aparamenta de la subestación. Este sistema de alimentación consta de:

- Equipo rectificador-cargador

- Batería de acumuladores (Plomo ácido)

La batería de la subestación que se empleará será de plomo ácido del tipo VRLA de gel (electrolito gelificado), siendo el fabricante encargado de su construcción SBS Storage Battery Systems. El hecho de haberse escogido una batería del tipo VRLA de gel se justifica por el hecho del bajo coste que tienen estas baterías. En la subestación no se valora un servicio por parte de las líneas continuamente interrumpido, por tanto tampoco se busca una batería con unas prestaciones extraordinarias como sería una de Níquel-Cadmio. Se persigue con esta decisión el objetivo del proyecto de la reducción de costes. Además el tipo VRLA de gel fabricado por SBS no necesita mantenimiento de reposición de agua destilada ni produce humos corrosivos, lo que es realmente beneficioso porque no se necesita una habitación especial dedicada únicamente a las baterías.

Serán instaladas en un rack de las siguientes características y dimensiones:

Modelo	VRLA GEL-200
Tensión nominal de las baterías (por vaso)	2 V
Tensión de carga (por vaso)	2,35 V
Ratio de Ah (8h) a $U_{descarga} 1,75 V/celda$	200 Ah
Resistencia interna	0,66 mΩ
Tipo de terminal.....	M8
Anchura.....	2160 mm
Altura.....	1070 mm
Profundidad	430 mm
Peso	144,7 kg

Se necesitarán 2 racks de baterías de 125 V para el correcto funcionamiento de los servicios auxiliares de la subestación.

8.4.5. Cargador-rectificador de la batería

El cargador-rectificador de la batería también es de SBS, modelo AT-10. Este modelo es un cargador de baterías monofásico ampliamente utilizado tanto en subestaciones como centrales o sistemas UPS. Como se puede teorizar será necesaria la instalación de 2 cargadores para los 2 racks de baterías. El aspecto del equipo puede apreciarse en la imagen mostrada a continuación:



Ilustración 26. Cargador-rectificador de las baterías

Siendo las especificaciones físicas del equipo:

Altura.....679 mm

Anchura.....416 mm

Profundidad406 mm

Peso 219 kg

9. OBRA CIVIL

9.1. Movimiento de tierras

La explanación de la plataforma de la subestación se realizará a cota única, con amplitud suficiente para la construcción 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.

9.2. Drenajes

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

9.3. Accesos

Desde la carretera anexa a la subestación se dispondrá un acceso 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.

9.4. Edificio de la subestación

9.4.1. Descripción general

Se construirá un edificio de una planta, de dimensiones exteriores de 22.50x11.00 m y formado por dos zonas diferenciadas (ver plano de planta):

- Sala de equipos GIS de 132 kV y celdas de media tensión de 24 kV, de 16.60x11.00 m de dimensiones interiores.
- Zona de servicios, formada por la sala de servicios auxiliares de 5.90x11.00 m, que albergará los equipos de comunicaciones, transformador de SA, 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, así como la sala del despacho del edificio.

9.4.2. Características constructivas

Se ejecutará el edificio mediante estructura de hormigón armado. El diseño del edificio será el adecuado para que la estructura y el cerramiento disponga 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 y 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.

9.4.3. Características de las salas

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

Para el apoyo de las celdas 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.

Las dos salas que constituyen el edificio tendrán falso suelo, con capacidad portante de 2500 kg/m².

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

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 para la sala de servicios auxiliares.

9.4.4. Cerramiento

Se realizará un cerramiento perimetral de toda la subestación con valla metálica de acero galvanizado reforzado de 6,4 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.
- Dos puertas de acceso de vehículos de 6 y 8 m de anchura, simple 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.

CÁLCULOS

Índice

1. CÁLCULO DE TENSIONES DE PASO Y DE CONTACTO PARA LA SUBESTACIÓN	1
2. CÁLCULO DE CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO.....	7
2.1. Cortocircuito en barras de 132 kV	9
2.2. Cortocircuito en barras de 15 kV	9
2.3. Cortocircuito en barras de servicios auxiliares	10
2.4. Cálculo de secciones de conductores.....	10
2.4.1. Conductores de 132 kV	11
2.4.2. Conductores de 15 kV para transformador de potencia.....	11
2.4.3. Conductores de 15 kV para transformador de SA.....	12
3. CÁLCULO DE BATERÍA.....	14
3.1. Cálculo de corriente de entrada al rectificador	17

1. CÁLCULO DE TENSIONES DE PASO Y DE CONTACTO

PARA LA SUBESTACIÓN

Partiendo de los datos siguientes:

$t_a = 0,4 \text{ s}$; tiempo de actuación de las protecciones

$h = 1 \text{ m}$; profundidad de la malla de puesta a tierra

$S_{cc} = 2000 \text{ MVA}$; potencia de cortocircuito de la red

$\rho = 200 \Omega \cdot \text{m}$; resistividad natural del terreno

$\rho_h^* = 3000 \Omega \cdot \text{m}$; resistividad de la capa superficial de hormigón de 15 cm

$\rho_a^* = 5000 \Omega \cdot \text{m}$; resistividad de la capa superficial de asfalto de 10 cm

$\rho_g^* = 4000 \Omega \cdot \text{m}$; resistividad de la capa superficial de grava de 10 cm

$d = 11 \text{ mm}$; diámetro del conductor de cobre

$D = 1,5 \text{ m}$; distancia media entre conductores

Y de las dimensiones de la malla de puesta a tierra:

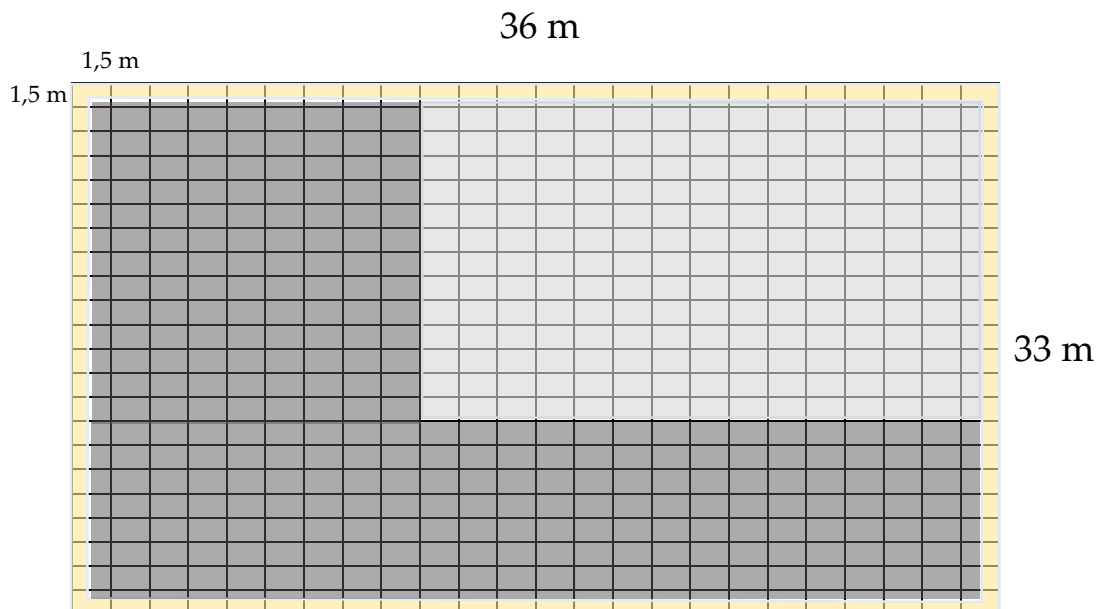


Ilustración 1. Esquema de la malla de cobre y diferentes terrenos de la subestación

Se puede apreciar en la imagen superior la malla del conductor de puesta a tierra de la subestación y con diferentes tonalidades los diferentes terrenos de la misma, en donde en amarillo puede apreciarse la capa de grava, en gris el

hormigón del edificio y en negro el asfalto. Este esquema es a modo ilustrativo y se refleja con más detalle en la sección correspondiente a los planos del proyecto.

Se comienzan los cálculos de comprobación de validez del diseño.

El primer paso es, con el dato relevante al tiempo de actuación de las protecciones, hallar las tensiones de paso y de contacto aplicadas máximas admisibles para la subestación, por tanto:

$$t_a = 0,5 \text{ s} \rightarrow \begin{cases} U_{ca} = 310 \text{ V} \\ U_{pa} = 10 \cdot U_{ca} = 3100 \text{ V} \end{cases}$$

Siendo:

U_{ca} : tensión de contacto aplicada máxima admisible

U_{pa} : tensión de paso aplicada máxima admisible

Una vez conseguido esto, se proceden a calcular las resistividades aparentes de los terrenos, en este caso los citados hormigón, asfalto y grava, con los correspondientes coeficientes reductores:

$$C_s = 1 - 0,106 \cdot \left(\frac{1 - \frac{\rho}{\rho^*}}{2 \cdot h_s + 0,106} \right)$$

$$\rho_{aparente} = C_s \cdot \rho_x^*$$

Siendo:

C_s : coeficiente reductor

h_s : espesor de la capa superficial

ρ_x^* : resistividad del terreno x

Obteniéndose los resultados resumidos en la siguiente tabla:

	Hormigón	Asfalto	Grava
$\rho_{aparente} (\Omega \cdot m)$	2268,96	3337,25	2683,66

Tabla 1. Resistividad aparente de los terrenos

De estos resultados se hallan las tensiones de paso y de contacto máximas admisibles, que no podrán ser superadas para garantizar la correcta puesta a tierra:

$$U_c = U_{ca} \cdot \left(1 + \frac{1000 + 1,5 \cdot \rho_{aparente}}{1.000} \right)$$

$$U_p = U_{pa} \cdot \left(1 + \frac{4000 + 6 \cdot \rho_{aparente}}{1000} \right)$$

Obteniéndose entonces:

	Hormigón	Asfalto	Grava
U_c (V)	1675,07	2171,82	1867,90
U_p (V)	57702,66	77572,85	65416,08

Tabla 2. Tensiones de paso y de contacto máximas admisibles

Seguidamente, se calcula la resistencia de puesta a tierra del electrodo:

$$R = \rho \cdot \left[\frac{1}{L} + \frac{1}{\sqrt{20 \cdot A}} \cdot \left(1 + \frac{1}{1 + h \cdot \sqrt{\frac{20}{A}}} \right) \right] = 2,57 \, \Omega$$

En donde:

$L = 1653 \, m$; longitud total del cable enterrado y picas

$A = 1188 \, m^2$; superficie cubierta por la malla de tierra

A partir de este punto se procede al cálculo propio de las tensiones de contacto y de paso de la subestación, no sin antes obteniendo distintos parámetros explicados a continuación:

Número de conductores en paralelo:

$$n = \frac{2 \cdot L_c}{L_p} \cdot \sqrt{\frac{L_p}{4 \cdot \sqrt{A}}} = 23,97$$

Siendo:

$L_c = 1653 \, m$; longitud total del cable enterrado

$L_p = 138 \, m$; longitud perimetral

Factor K_h :

$$K_h = \sqrt{1 + h} = 1,41$$

Factor K_{ii} :

$$K_{ii} = \frac{1}{(2 \cdot n)^{2/n}} = 0,72$$

Factor geométrico de espaciado de conductores para tensión de contacto:

$$K_m = \frac{1}{2 \cdot \pi} \cdot \left[\ln \left(\frac{D^2}{16 \cdot h \cdot d} + \frac{(D + 2 \cdot h)^2}{8 \cdot D \cdot d} - \frac{h}{4 \cdot d} \right) + \frac{K_{ii}}{K_h} \cdot \ln \left(\frac{8}{\pi \cdot (2 \cdot n - 1)} \right) \right] = 0,46$$

Factor geométrico de espaciado de conductores para tensión de paso:

$$K_s = \frac{1}{\pi} \cdot \left[\frac{1}{2 \cdot h} + \frac{1}{D + h} + \frac{1}{D} \cdot (1 - 0,5^{n-2}) \right] = 0,50$$

Factor de corrección por efecto de mayor densidad de corriente en los extremos de la malla:

$$K_i = 0,644 + 0,148 \cdot n = 4,19$$

Longitud efectiva de la red de conductores enterrados para tensión de contacto:

$$L_m = L_c = 1653 \text{ m}$$

Longitud efectiva de la red de conductores enterrados para tensión de paso:

$$L_s = 0,75 \cdot L_c = 1239,75 \text{ m}$$

Con todos los factores obtenidos, se procede a calcular la tensión de paso y de contacto de la subestación, y comprobar que el diseño es válido, pero primero calculado la intensidad de cortocircuito a partir de la potencia S_{cc} :

$$I_g = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} \cdot U} = \frac{2000 \text{ MVA}}{\sqrt{3} \cdot 132 \text{ kV}} = 8747,73 \text{ A}$$

Por último, las citadas tensiones de paso y contacto:

$$U'_c = \frac{\rho \cdot K_m \cdot K_i \cdot I_g}{L_m} = 2039,97 \text{ V}$$

$$U'_p = \frac{\rho \cdot K_s \cdot K_i \cdot I_g}{L_s} = 2956,48 \text{ V}$$

Como se puede observar en la siguiente tabla, el diseño de la puesta a tierra no es válido para las tensiones de contacto en hormigón y grava:

	Hormigón	Asfalto	Grava
$U_c \text{ (V)}$	1675,07	2171,82	1867,90
$U'_c \text{ (V)}$	2039,97	2039,97	2039,97
$U_p \text{ (V)}$	57702,66	77572,85	65416,08
$U'_p \text{ (V)}$	2956,48	2956,48	2956,48

Tabla 3. Comprobación de cumplimiento de tensiones de paso y contacto en malla sin picas

Como solución se opta por utilizar picas. Con esto, se reducirá la tensión de paso y contacto en la subestación para que sean menores que las máximas admisibles. El número de picas a usar será el de 8 picas de 4 metros y 14 mm de diámetro cada una.

La resistencia de puesta a tierra en este caso será:

$$R = \rho \cdot \left[\frac{1}{L} + \frac{1}{\sqrt{20 \cdot A}} \cdot \left(1 + \frac{1}{1 + h \cdot \sqrt{\frac{20}{A}}} \right) \right] = 2,56 \Omega$$

En donde L en este caso:

$$L = 1685 \text{ m ; longitud total del cable enterrado y las picas}$$

De entre los factores para el cálculo de las tensiones de paso y contacto, cambian K_{ii} , K_m , L_m y L_s siendo ahora:

$$K_{ii} = 1$$

$$K_m = \frac{1}{2 \cdot \pi} \cdot \left[\ln \left(\frac{D^2}{16 \cdot h \cdot d} + \frac{(D + 2 \cdot h)^2}{8 \cdot D \cdot d} - \frac{h}{4 \cdot d} \right) + \frac{K_{ii}}{K_h} \cdot \ln \left(\frac{8}{\pi \cdot (2 \cdot n - 1)} \right) \right] = 0,37$$

$$L_s = 0,75 \cdot L_c + 0,85 \cdot 8 \cdot L_r = 1266,95 \text{ m}$$

$$L_m = L_c + \left(1,55 + 1,22 \cdot \frac{L_r}{\sqrt{L_y^2 + L_x^2}} \right) \cdot 8 \cdot L_r = 1705,80$$

Donde:

$L_r = 4 \text{ m}$; longitud de las picas

$L_x = 36 \text{ m}$; longitud de la malla de tierra eje x

$L_r = 33 \text{ m}$; longitud de la malla de tierra eje y

Por último:

$$U'_c = \frac{\rho \cdot K_m \cdot K_i \cdot I_g}{L_m} = 1590,05 \text{ V}$$

$$U'_p = \frac{\rho \cdot K_s \cdot K_i \cdot I_g}{L_s} = 2893,01 \text{ V}$$

Se comprueba que se satisfacen en este caso las condiciones máximas admisibles:

	Hormigón	Asfalto	Grava
$U_c \text{ (V)}$	1675,07	2171,82	1867,90
$U'_c \text{ (V)}$	1590,05	1590,05	1590,05
$U_p \text{ (V)}$	57702,66	77572,85	65416,08
$U'_p \text{ (V)}$	2893,01	2893,01	2893,01

Tabla 4. Comprobación de cumplimiento de tensiones de paso y contacto en malla con picas

La distribución de la nueva puesta a tierra se muestra en el consiguiente capítulo de planos del proyecto.

2. CÁLCULO DE CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO

En este apartado del capítulo se procederán a calcular los distintos valores de la corriente de cortocircuito de la subestación, distinguiéndose:

- Corriente de cortocircuito en barras de 132 kV
- Corriente de cortocircuito en barras de 15 kV
- Corriente de cortocircuito en servicios auxiliares

El fin de la obtención de estos valores es el de dimensionar los cables por el método de corriente de cortocircuito, para que aguanten así los incrementos de temperatura que ésta pueda ocasionar.

En el siguiente esquema se pueden visualizar los distintos cortocircuitos que se acaban de nombrar, para cada nivel de tensión y para la explotación habitual de la subestación:

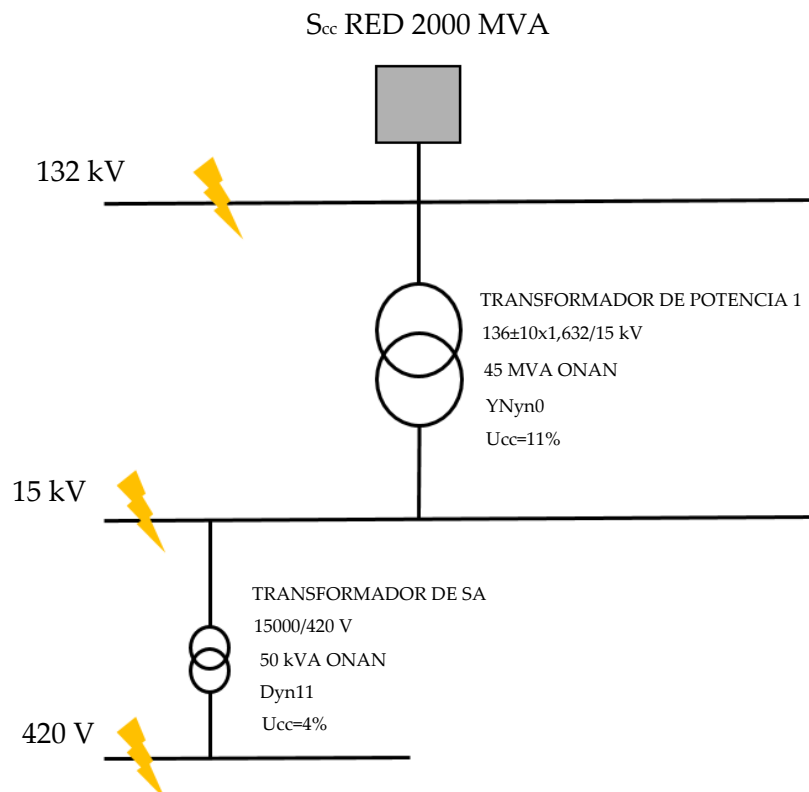


Ilustración 2. Explotación habitual de la subestación y cortocircuitos a calcular

Las corrientes máximas admisibles para cada nivel de tensión serán, coincidiendo con las nominales:

132 kV

Transformador de potencia

$$I_{132\text{ kV}} = 196,82\text{ A}$$

15 kV

Transformador de potencia

$$I_{15\text{ kV}} = 1732,05\text{ A}$$

Transformador de SA

$$I_{15\text{ kV}} = 1,92\text{ A}$$

420 V

Transformador de SA

$$I_{420\text{ V}} = 68,73\text{ A}$$

Que se muestran resumidas en la siguiente tabla:

	Transformador de potencia	Transformador de SA
132 kV	196,82 A	-
15 kV	1732,05 A	1,92 A
420 V	-	68,73 A

Tabla 5. Intensidades máximas admisibles para cada nivel de tensión

2.1. Cortocircuito en barras de 132 kV

La intensidad de cortocircuito, calculada a partir de la potencia de cortocircuito de la red, en este caso será:

$$I_{cc} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} \cdot U} = \frac{2000 \cdot 10^6}{\sqrt{3} \cdot 132 \cdot 10^3} = 8747,73 \text{ A}$$

2.2. Cortocircuito en barras de 15 kV

En este caso se tendrán que tener en cuenta las impedancias de la red y del transformador, para ello y con el objetivo de hallar la corriente se toman las siguientes bases, correspondientes a las del transformador:

	AT	MT
S_B	45 MVA	45 MVA
U_B	132 kV	15 kV
I_B	196,82 A	1732,05 A
Z_B	387,2 Ω	5 Ω

Tabla 6. Bases para el cálculo de corrientes de cortocircuito

Se obtienen ahora las impedancias de red y transformador:

$$Z_{red} = \frac{U_{MT}^2}{S_{cc}} = \frac{15 \cdot 10^3}{2000 \cdot 10^6} = 0,1125 \Omega$$

$$z_{red} = \frac{Z_{red}}{Z_{B \text{ MT}}} = \frac{0,1125}{5} = 0,0225 \text{ pu}$$

$$z_{cc} = U_{cc} = 0,11 \text{ pu}$$

Por tanto, la corriente de cortocircuito en 15 kV será:

$$i_{cc} = \frac{u_{MT}}{z_{red} + z_{cc}} = \frac{1}{0,0225 + 0,11} = 7,547 \text{ pu}$$

$$I_{cc} = i_{cc} \cdot I_B = 7,547 \cdot 1732,05 = 13071,78 \text{ A}$$

2.3. Cortocircuito en barras de servicios auxiliares

Para obtener la corriente de cortocircuito en barras de servicios auxiliares se tendrán en cuenta para los cálculos las siguientes bases:

	SA
S_B	45 MVA
U_B	420 V
I_B	61858,96 A
Z_B	$3,92 \cdot 10^{-3} \Omega$

Tabla 7. Bases para el cálculo de cortocircuito en 420 V

La impedancia de la red y transformador en pu seguirá siendo la misma:

$$z_{red} = 0,0225 \text{ pu}$$

$$z_{cc} = 0,11 \text{ pu}$$

Hay que tener en cuenta ahora la impedancia del transformador de SA, pero se debe convertir antes a las bases adecuadas escogidas:

$$z_{cc \text{ SA}} = 0,04 \text{ pu}$$

$$Z_{cc \text{ SA}} = z_{cc \text{ SA}} \cdot \frac{U_{SA}^2}{S_{SA}} = 0,04 \cdot \frac{420^2}{50 \cdot 10^3} = 0,1411 \Omega$$

$$z_{SA} = \frac{Z_{cc \text{ SA}}}{Z_B} = \frac{0,1411}{3,92 \cdot 10^{-3}} = 35,99 \Omega$$

Finalmente:

$$i_{cc} = \frac{u_{SA}}{z_{red} + z_{cc} + z_{SA}} = \frac{1}{0,0225 + 0,11 + 35,99} = 0,0277 \text{ pu}$$

$$I_{cc} = i_{cc} \cdot I_B = 0,0277 \cdot 61858,96 = 1713,49 \text{ A}$$

2.4. Cálculo de secciones de conductores

Se elegirán secciones normalizadas de los conductores en función de los cálculos de intensidad de cortocircuito y de intensidad máxima admisible de los mismos. No es necesario comprobar el diseño de la sección por caída de tensión

ya que la longitud de los cables para este proyecto no es relevante para el dimensionamiento. Tampoco lo es el uso de factores de corrección por motivos semejantes.

2.4.1. Conductores de 132 kV

Al no dar información el RD 223/2008 sobre el dimensionamiento de los cables por intensidad máxima admisible (únicamente para tensiones hasta 18/30 kV) se toma como referencia para su dimensionamiento la normalización de Endesa para cables de 132 kV, con una sección de 630 mm², con una intensidad máxima admisible a 25 °C de 560 A, superior a la nominal que se ha mostrado en la tabla 5. Se comprueba que para esta sección y para una temperatura final de cortocircuito de 250 °C la sección soporta la intensidad de cortocircuito mencionada en barras de 132 kV:

$$I_{cc} = \sqrt{\frac{K^2 \cdot S^2 \cdot \ln\left(\frac{\beta + \theta_f}{\beta + \theta_i}\right)}{t_{cc}}} = \frac{94,48 \cdot 630}{\sqrt{0,4}} = 94,11 \text{ kA}$$

Donde:

$$t_{cc} = 0,4 \text{ s ; tiempo de despeje de la falta}$$

$$K = 148 \text{ ; constante en función del material del conductor}$$

$$\beta = 228^\circ\text{C ; inversa del coeficiente de variación de la resistencia a } 0^\circ\text{C}$$

$$\theta_f = 250^\circ\text{C ; temperatura final de cortocircuito}$$

$$\theta_i = 90^\circ\text{C ; temperatura inicial}$$

2.4.2. Conductores de 15 kV para transformador de potencia

Se dimensiona la sección de los cables de 15 kV por los dos métodos comentados, por intensidad máxima admisible según la tabla 13 perteneciente a la ITC-LAT 06 del RD 223/2008, para cables de aluminio, y mediante la intensidad máxima admisible de cortocircuito para XLPE, la cual puede encontrarse en la

misma ITC del RD en la tabla 26. Siendo por tanto la máxima admisible a soportar:

$$I = 1732,05 \text{ A}$$

Se toma la decisión de incorporar 4 ternas de cables con una sección de 240 mm², y un valor de corriente máxima admisible según ITC-LAT 06 de:

$$I = 455 \text{ A}$$

Se comprueba que la sección soporta la intensidad de cortocircuito previamente calculada para el nivel de tensión de 15 kV:

$$I_{cc} = \frac{K \cdot S}{\sqrt{t}} = \frac{94 \cdot 240}{\sqrt{0,4}} = 35,67 \text{ kA}$$

Siendo:

$$K = 94 \frac{\text{A}}{\text{mm}^2} ; \text{densidad máxima admisible de corriente de cortocircuito}$$

La sección del cable queda determinada por la intensidad máxima admisible en servicio permanente y no por la de cortocircuito, aguantado perfectamente la falta la sección escogida de 240 mm².

2.4.3. Conductores de 15 kV para transformador de SA

El procedimiento de elección será el mismo que para el transformador de potencia, comenzando por la intensidad máxima permanente y comprobando posteriormente que la sección es válida en caso de cortocircuito. En este caso la máxima admisible será:

$$I_{15 \text{ kV}} = 1,92 \text{ A}$$

La sección resultante sería de 25 mm², pero al comprobar la intensidad de cortocircuito:

$$I_{cc} = \frac{K \cdot S}{\sqrt{t}} = \frac{94 \cdot 25}{\sqrt{0,4}} = 3,72 \text{ kA}$$

Se ve que la sección resultante es insuficiente y por tanto la condición que determinará la sección de los mismos será la intensidad de cortocircuito. Como solución se opta por la instalación de 1 terna de cables de una sección de 95 mm², y se comprueba que:

$$I_{cc} = \frac{K \cdot S}{\sqrt{t}} = \frac{94 \cdot 95}{\sqrt{0,4}} = 14,12 \text{ kA}$$

Es menor que la obtenida previamente y el dimensionado de los cables se puede considerar ya correcto.

3. CÁLCULO DE BATERÍA

Se calculará ahora la batería necesaria en la subestación dados los consumos de los servicios auxiliares de corriente continua, mostrados en la seguida tabla:

	15 kV	132 kV
Consumo de motores para carga de muelles (W)	200	660
Consumo de las protecciones y control (W)	25	50
Consumo de comunicaciones en la subestación (W)	200	

Tabla 8. Consumos en la subestación para dimensionar la batería

Se obtiene la intensidad pico y permanente que debe dar la batería, calculando primero la potencia total de todas las celdas y comunicaciones:

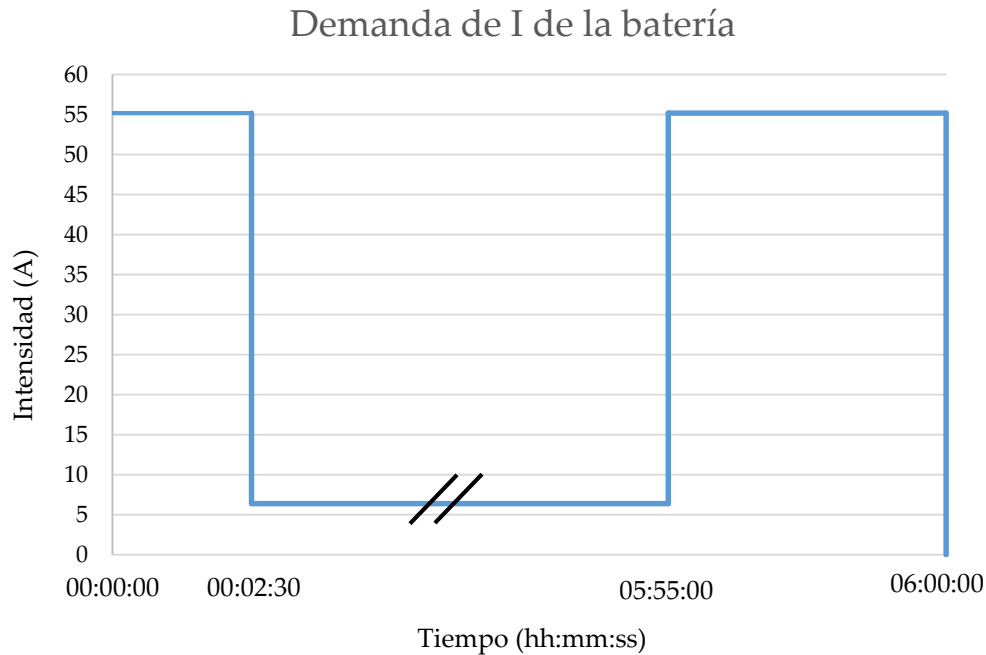
$$P_{tot-pico} = (200 + 25) \cdot 14 + (660 + 50) \cdot 5 + 200 = 6900 \text{ W}$$

$$I_{pico} = \frac{P_{tot-pico}}{U} = \frac{6900}{125} = 55,2 \text{ A}$$

$$P_{tot-permanente} = (25) \cdot 14 + (50) \cdot 5 + 200 = 800 \text{ W}$$

$$I_{permanente} = \frac{P_{tot-permanente}}{U} = \frac{800}{125} = 6,4 \text{ A}$$

La curva de demanda de intensidad de estos consumos en función del tiempo también es dada y es:



Gráfica 3. Demanda de intensidad de las baterías de SA

Se distinguen como se puede apreciar en la gráfica 1 dos etapas de la demanda de intensidad de SA. En primera instancia y durante 2 minutos 30 segundos se precisa de la intensidad pico debido a la carga de muelles y pistones, control y protecciones y comunicaciones de la subestación. Al acabar estos dos minutos y medio se pasa a la etapa de intensidad permanente en la que los interruptores vuelven a estar listos y lo único que se debe alimentar son las protecciones, control y comunicaciones, durante 5 horas 52 minutos y 30 segundos. Por último se vuelve a necesitar la potencia pico debido a posibles reenganches de interruptores una vez se ha restablecido la alimentación de la subestación. Esta última etapa dura 5 minutos aproximadamente, después de los cuales la batería dejará de poder alimentar los SA.

Una vez conocida la curva de demanda de intensidad se procede a obtener los valores de Ah que determinarán el dimensionado de la batería, teniendo en cuenta los siguientes parámetros de la subestación:

$$T = 25\text{ }^{\circ}\text{C}; \text{temperatura del interior de la subestación}$$

$$\text{Tolerancia de tensión máxima} = 20\%$$

Tolerancia de tensión mínima = 10,5%

$$U_{max} = 150 \text{ V}$$

$$U_{carga-baterías \text{ VRLA}} = 2,35 \text{ V}$$

Por tanto,

$$U_{max} = 150 \text{ V}$$

$$U_{min} = 111,88 \text{ V}$$

El número de celdas será:

$$n^{\circ} \text{ celdas} = \frac{U_{max}}{U_{carga-baterías}} = \frac{150}{2,35} = 63,83 \text{ celdas}$$

La tensión correspondiente por celda:

$$V/celda = \frac{U_{min}}{n^{\circ} \text{ celdas}} = \frac{111,88}{63,83} = 1,75 \frac{\text{V}}{\text{celda}}$$

Se deben hallar igualmente los Ah de la curva de demanda de intensidad, que no es más que el área cubierta por la curva:

$$55,2 \cdot \left(7 \text{ min} \cdot \frac{1 \text{ h}}{60 \text{ min}} + 30 \text{ s} \cdot \frac{1 \text{ h}}{3600 \text{ s}} \right) + 6,4 \cdot \left(5 \text{ h} + 52 \text{ min} \cdot \frac{1 \text{ h}}{60 \text{ min}} + 30 \text{ s} \cdot \frac{1 \text{ h}}{3600 \text{ s}} \right) = 44,5 \text{ Ah}$$

Con lo que,

$$\frac{44,5 \text{ Ah}}{6 \text{ h}} = 7,42 \text{ A}$$

Son los amperios que deberá suministrar durante 6 horas de funcionamiento la batería elegida, aguantando el pico de 55,2 A cuando se requiera potencia máxima.

Recurriendo al catálogo correspondiente de SBS se comprueba que:

Performance Data													
Constant Current Discharge in Amperes to 1.75 V/cell at 77° F													
Part No.	5 min	15 min	30 min	1 hr	2 hr	3 hr	5 hr	6 hr	8 hr	10 hr	24 hr	48 hr	100 hr
GEL-200	290.4	246.0	171.0	114.0	70.8	52.5	36.5	32.1	25.0	21.3	9.8	5.1	2.7
GEL-250	374.0	315.0	231.0	150.0	92.7	68.7	47.2	41.4	32.5	27.5	12.7	6.3	3.3
GEL-300	435.6	369.0	256.5	171.0	106.2	78.7	54.7	48.1	38.0	31.9	14.7	7.6	4.0
GEL-400	580.8	492.0	342.0	228.0	141.5	105.0	72.9	64.1	50.0	42.6	19.6	10.1	5.3
GEL-500	726.0	615.0	427.0	285.0	176.9	131.2	91.2	80.2	63.0	53.2	24.4	12.6	6.7
GEL-600	871.2	738.0	512.9	342.0	212.3	157.5	109.4	96.2	75.0	63.8	29.3	15.2	8.0
GEL-800	967.7	821.1	612.1	441.0	291.9	215.3	146.7	126.9	100.0	83.2	38.7	20.6	11.2
GEL-1000	1210	1026	765.1	551.2	364.9	369.2	182.5	157.8	125.0	103.5	48.1	25.7	14.0
GEL-1200	1450	1231	917.2	660.8	437.8	323.0	220.1	190.7	150.0	125.1	58.1	31.0	16.9
GEL-1500	1815	1540	1148	826.8	547.3	403.7	272.4	235.5	188.0	154.5	71.7	38.3	20.8
GEL-2000	2419	2053	1530	1103	729.7	538.3	363.2	314.1	250.0	205.9	95.7	51.0	27.8

Ilustración 3. Catálogo de baterías para 1,75 V/celda y 25 °C

La batería GEL-200 es la más apropiada para el diseño, aguantando sin problemas el pico de intensidad durante el corto período de tiempo de siete minutos y medio.

3.1. Cálculo de corriente de entrada al rectificador

Para el caso del rectificador de la batería solamente se debe obtener la corriente que suministrará a la batería para su carga. La corriente de carga máxima de un cargador-rectificador se fija en $0,1 \cdot C_{10}$, con lo cual:

$$I_{carga} = 55,2 + 0,1 \cdot 200 = 75,2 \text{ A}$$

La elección es por tanto la del cargador-rectificador AT-10, que se explicará en el correspondiente capítulo de Servicios Auxiliares de la memoria descriptiva.

PLANOS

Índice

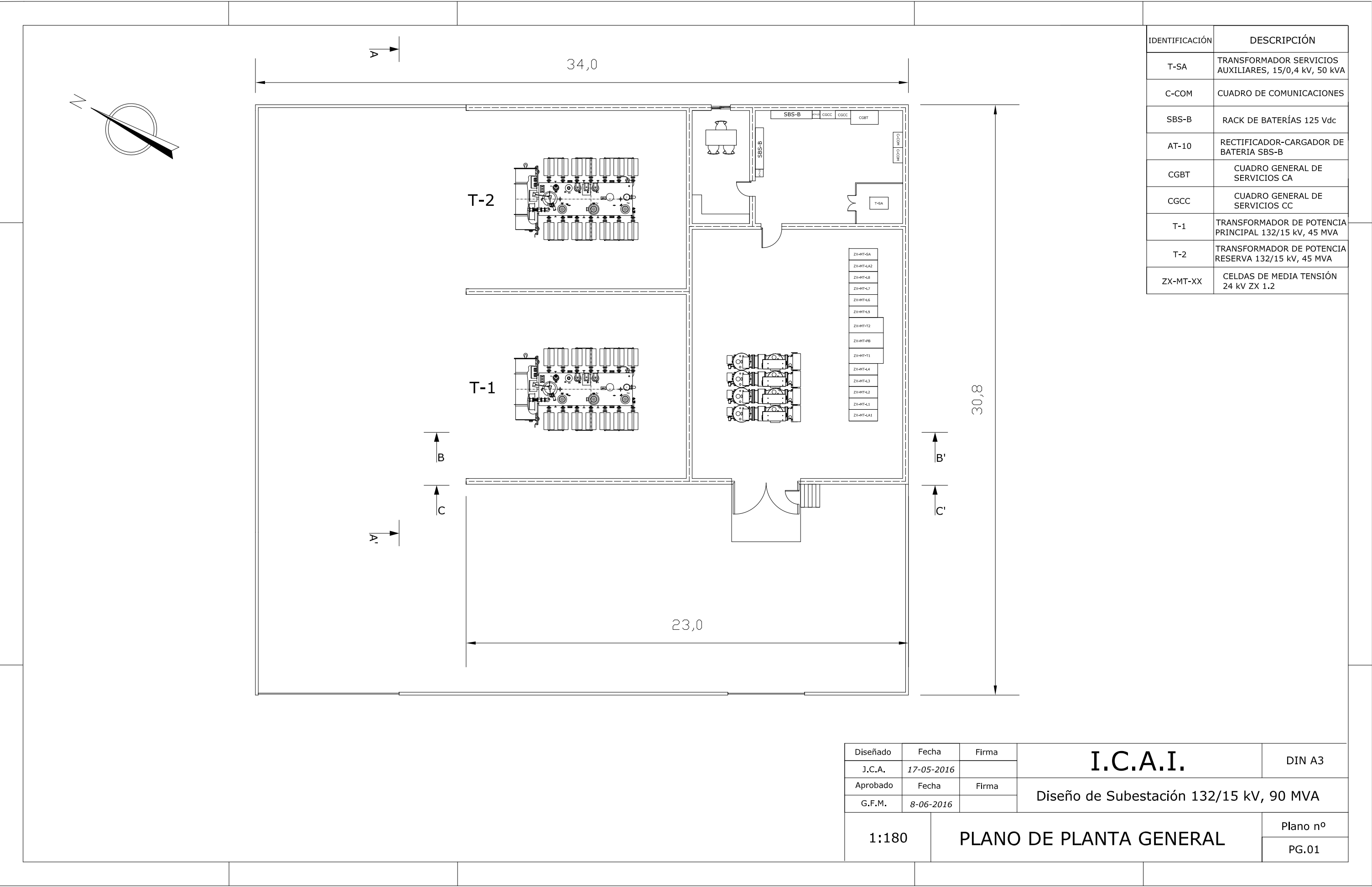
Situación.....	ST.01
Emplazamiento	EM.01
Planta general.....	PG.01
Sección A-A' de planta general.....	PG.02
Sección B-B' de planta general.....	PG.03
Sección C-C' de planta general	PG.04
Canalizaciones.....	CG.01
Red de tierras.....	RT.01
Compartimentación de 132 kV	CA.01
Unifilar general	UF.01
Unifilar de servicios auxiliares	UF.02
Protección y medida.....	PM.01

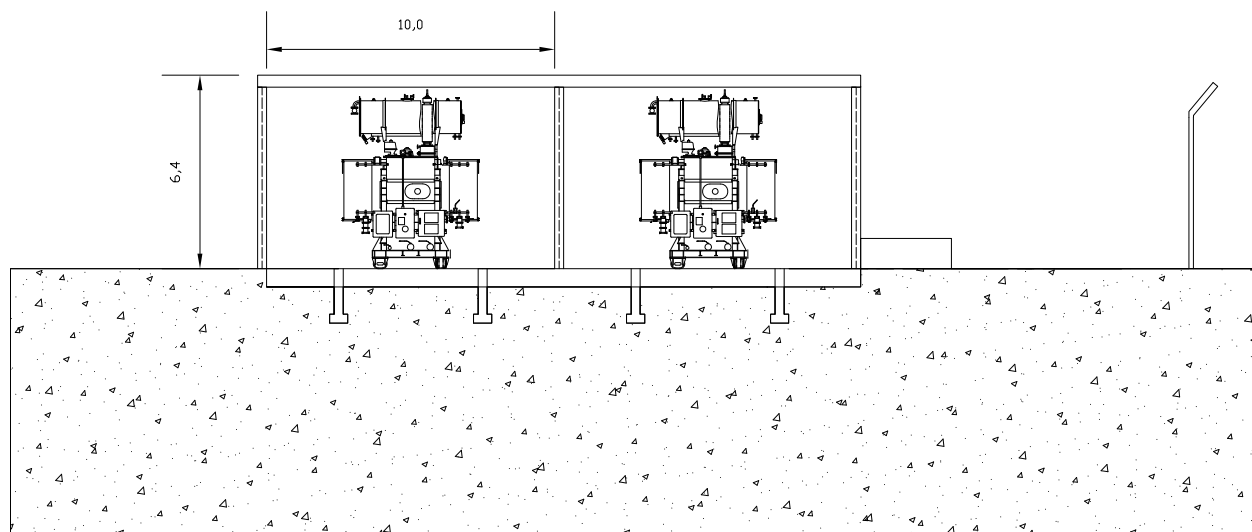


Diseñado	Fecha	Firma	I.C.A.I.	DIN A3
J.C.A.	19-05-2016			
Aprobado	Fecha	Firma	Diseño de Subestación 132/15 kV, 90 MVA	
G.F.M.	8-06-2016			
1:6200	SITUACIÓN			Plano nº
				ST.01

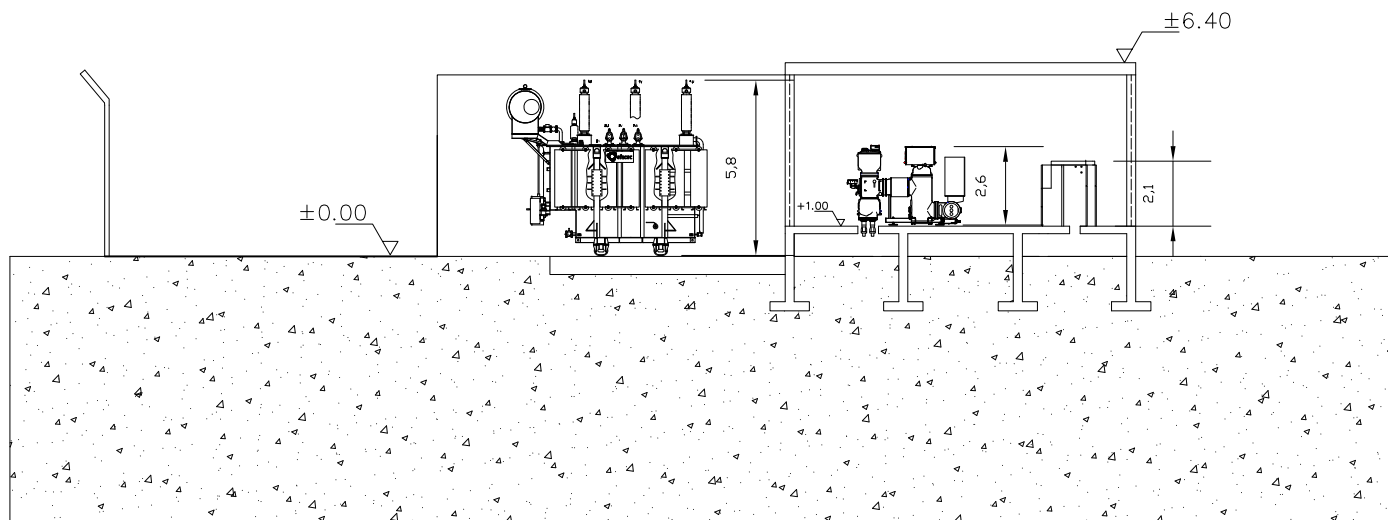


Diseñado	Fecha	Firma	I.C.A.I.	DIN A3
J.C.A.	18-05-2016			
Aprobado	Fecha	Firma	Diseño de Subestación 132/15 kV, 90 MVA	
G.F.M.	8-06-2016			
1:770	EMPLAZAMIENTO			Plano nº
				EM.01

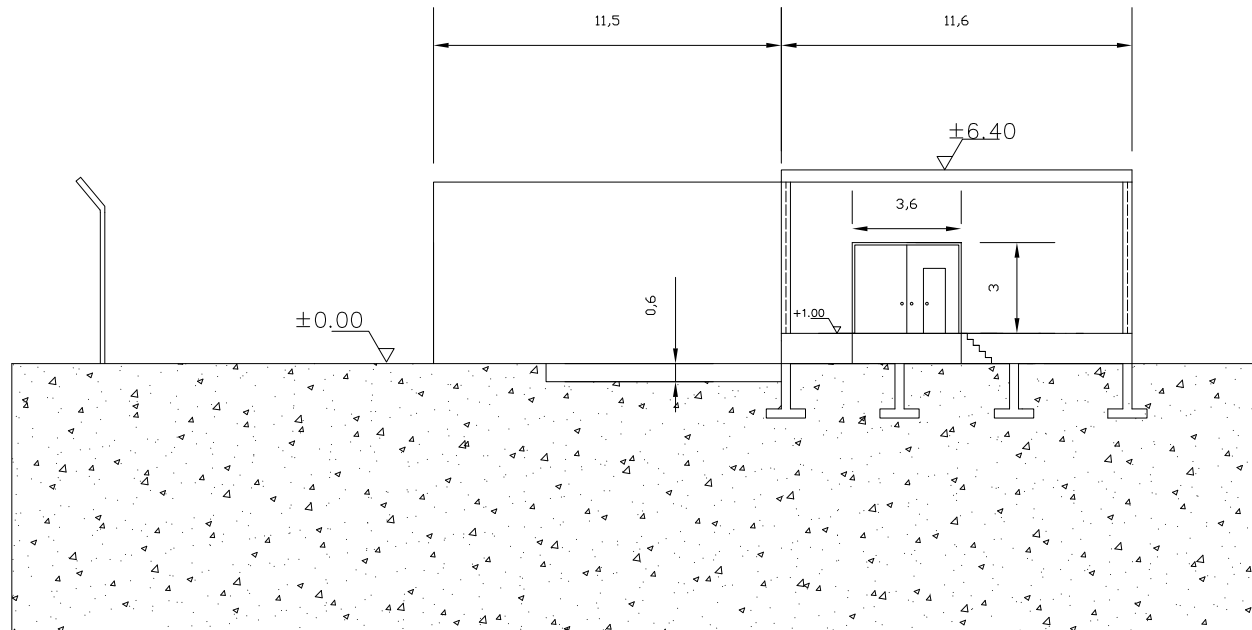




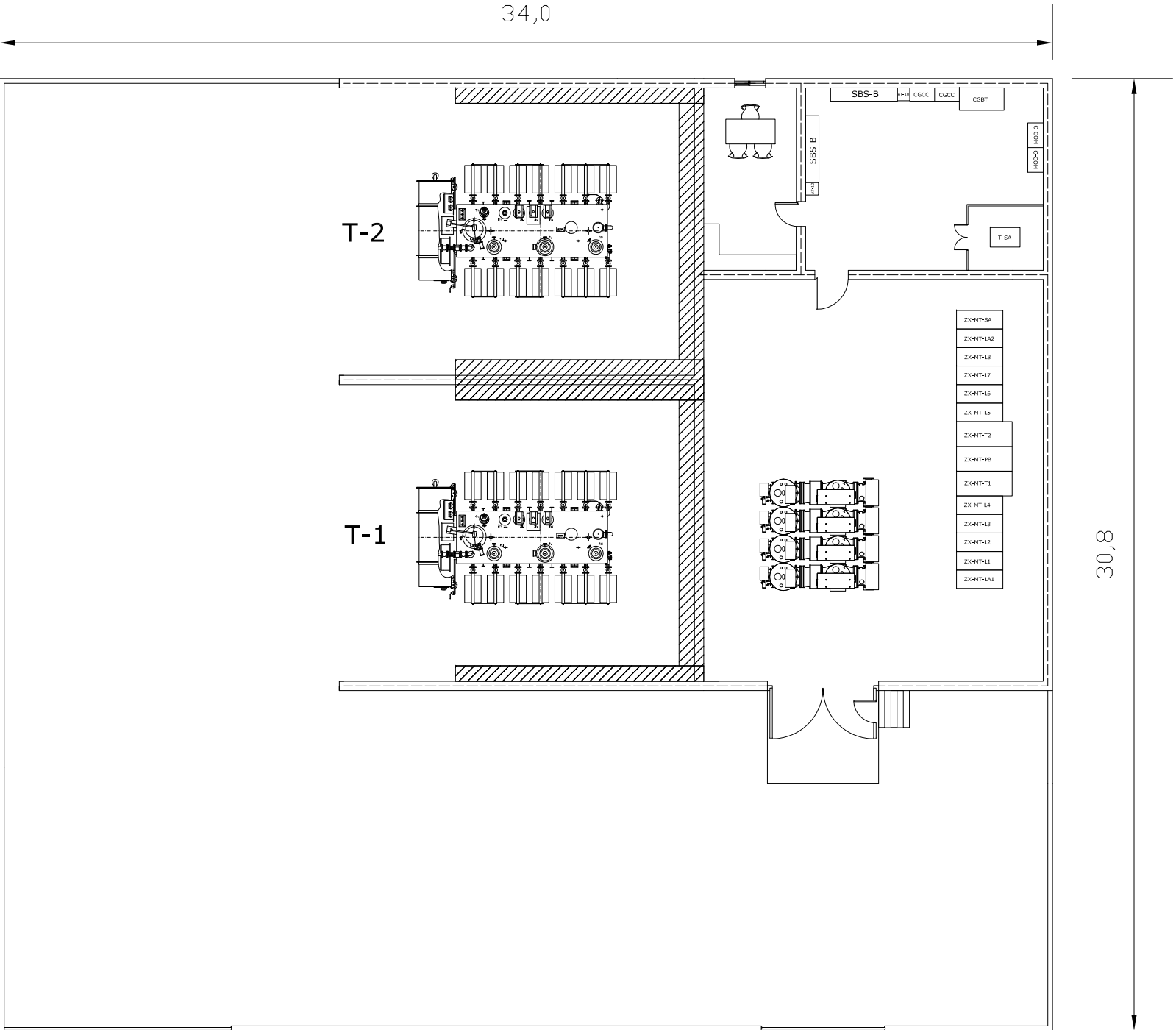
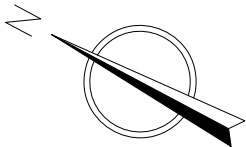
Diseñado	Fecha	Firma	I.C.A.I.	DIN A4
J.C.A.	20-05-2016			
Aprobado	Fecha	Firma	Diseño de Subestación 132/15 kV, 90 MVA	
G.F.M.	8-06-2016			
1:260	ALZADO A-A' DE PLANTA GENERAL			Plano nº
				PG.02



Diseñado	Fecha	Firma	I.C.A.I.	DIN A4
J.C.A.	17-05-2016			
Aprobado	Fecha	Firma	Diseño de Subestación 132/15 kV, 90 MVA	
G.F.M.	8-06-2016			
1:260	ALZADO B-B' DE PLANTA GENERAL			Plano nº
				PG.03

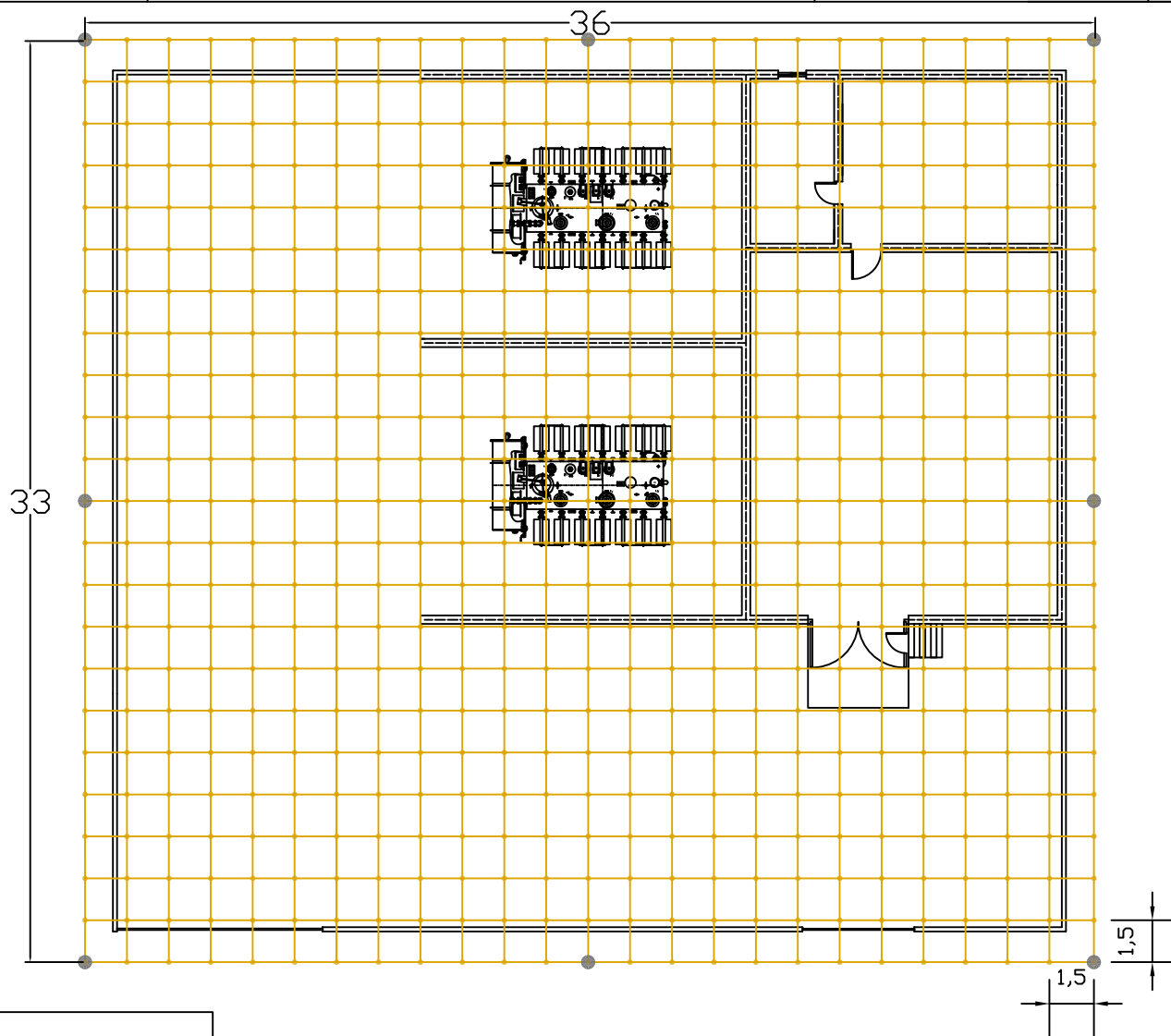


Diseñado	Fecha	Firma	I.C.A.I.	DIN A4
J.C.A.	20-05-2016			
Aprobado	Fecha	Firma	Diseño de Subestación 132/15 kV, 90 MVA	
G.F.M.	8-06-2016			
1:260	ALZADO C-C' DE PLANTA GENERAL			Plano nº
				PG.04



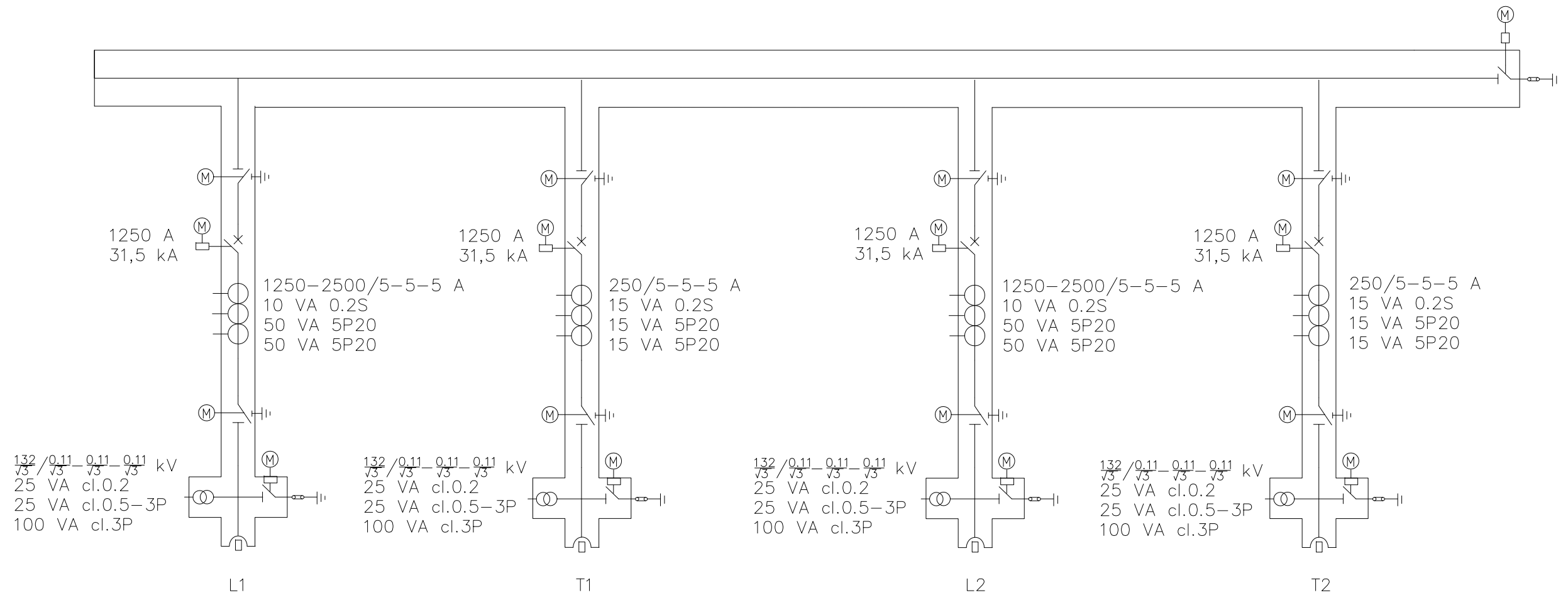
IDENTIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN
T-SA	TRANSFORMADOR SERVICIOS AUXILIARES, 15/0,4 kV, 50 kVA
C-COM	CUADRO DE COMUNICACIONES
SBS-B	RACK DE BATERÍAS 125 Vdc
AT-10	RECTIFICADOR-CARGADOR DE BATERIA SBS-B
CGBT	CUADRO GENERAL DE SERVICIOS CA
CGCC	CUADRO GENERAL DE SERVICIOS CC
T-1	TRANSFORMADOR DE POTENCIA PRINCIPAL 132/15 kV, 45 MVA
T-2	TRANSFORMADOR DE POTENCIA RESERVA 132/15 kV, 45 MVA
ZX-MT-XX	CELDA DE MEDIA TENSIÓN 24 kV ZX 1.2

Diseñado	Fecha	Firma	I.C.A.I.	DIN A3
J.C.A.	18-05-2016			
Aprobado	Fecha	Firma	Diseño de Subestación 132/15 kV, 90 MVA	
G.F.M.	8-06-2016			
1:180	PLANO DE CANALIZACIONES			Plano nº
				CG.01

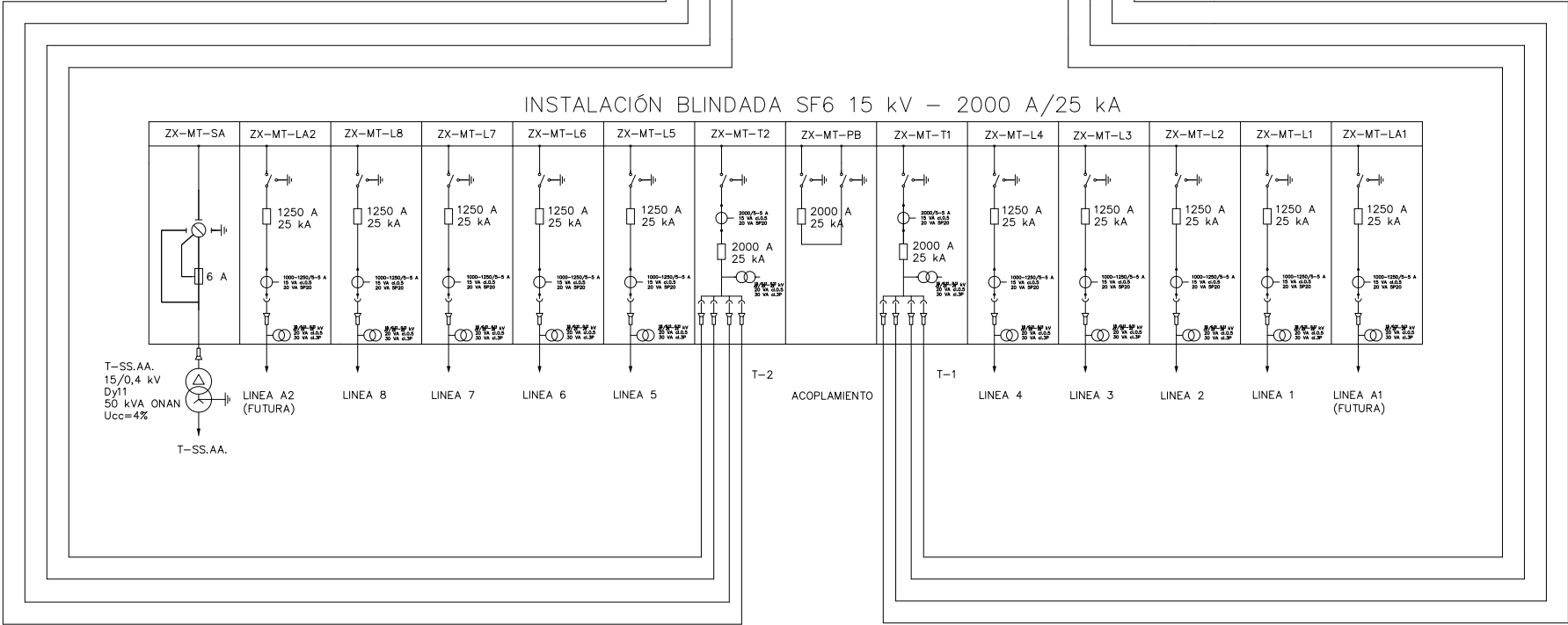
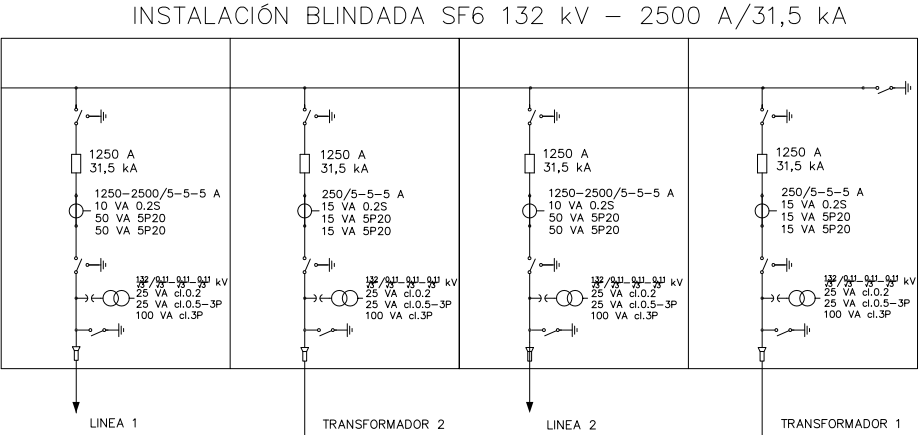


SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	CABLE Cu DE 95 mm2 DESNUDO ENTERRADO A 1 M DE PROFUNDIDAD
	SOLDADURA ALUMINOTÉRMICA EN T PARA CABLE Cu
	SOLDADURA ALUMINOTÉRMICA EN CRUZ PARA CABLE Cu
	PICA DE COBRE DE 4 m DE LONGITUD Y 14 mm2 DE DIAMÉTRO

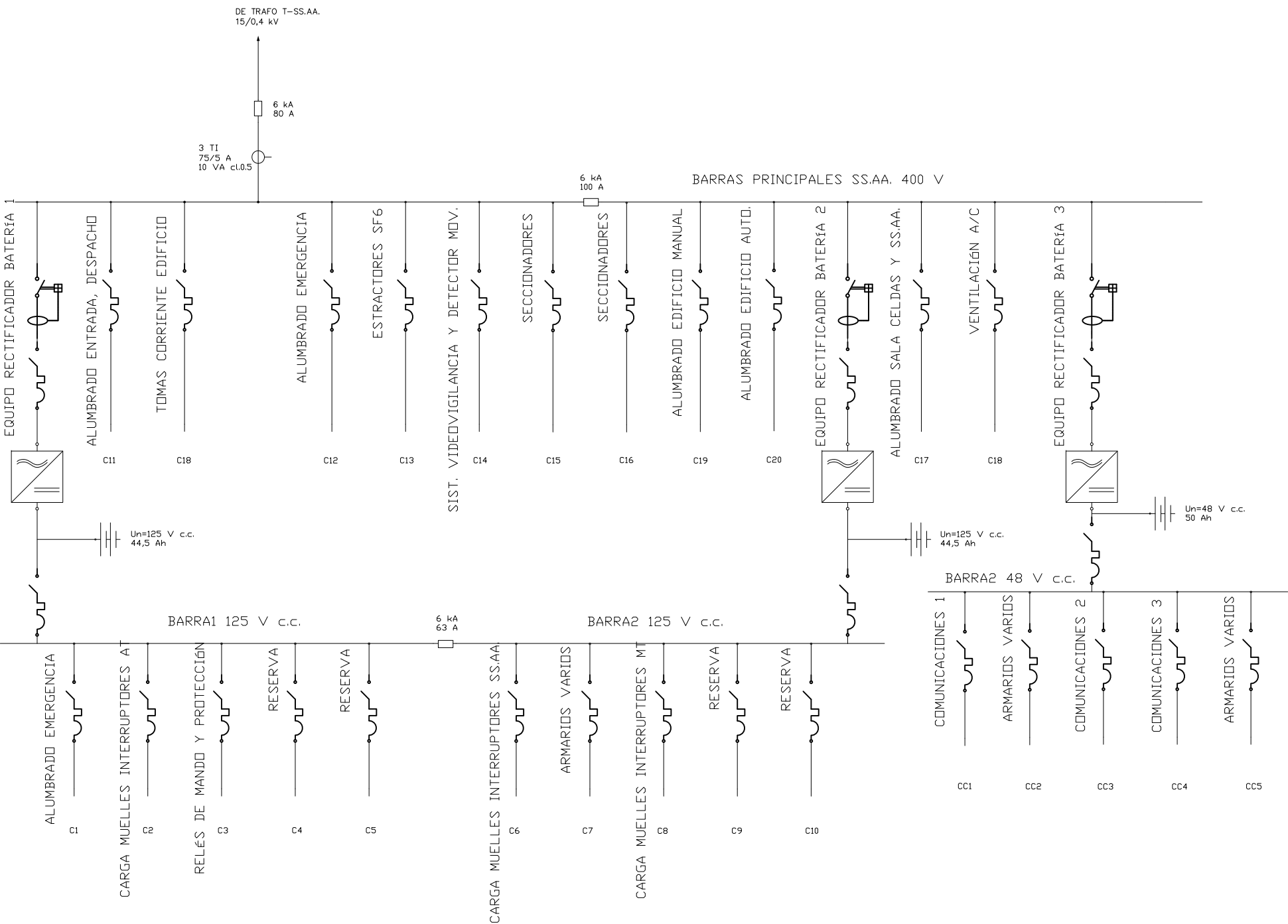
Diseñado	Fecha	Firma	I.C.A.I.	DIN A3
J.C.A.	18-05-2016			
Aprobado	Fecha	Firma		
G.F.M.	8-06-2016		Diseño de Subestación 132/15 kV, 90 MVA	
1:180		RED DE TIERRAS		Plano nº
				RT.01



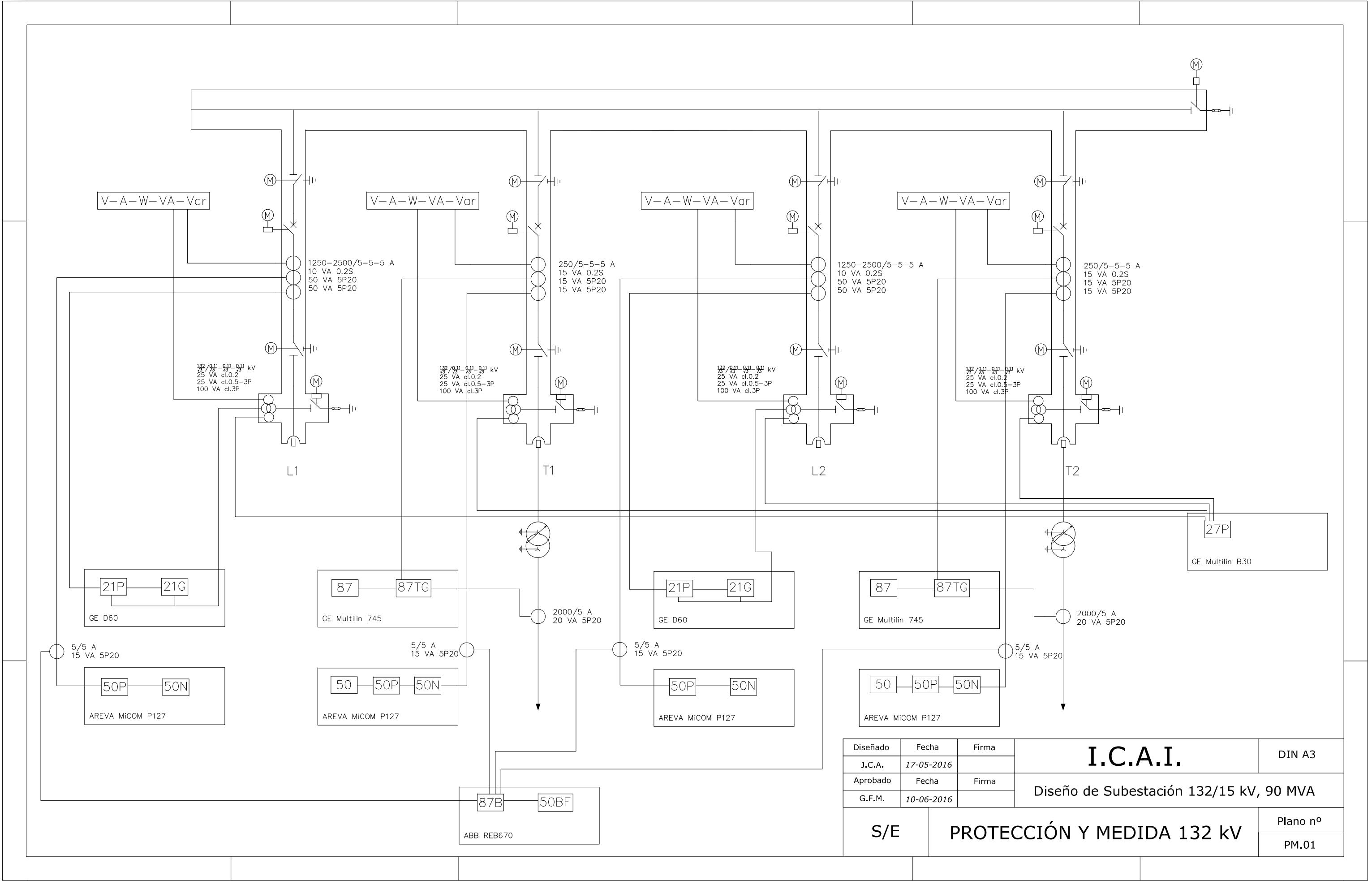
Diseñado	Fecha	Firma	I.C.A.I.	DIN A3
J.C.A.	17-05-2016			
Aprobado	Fecha	Firma	Diseño de Subestación 132/15 kV, 90 MVA	
G.F.M.	7-06-2016			
S/E	COMPARTIMENTACIÓN 132 kV			Plano nº
				CA.01



Diseñado	Fecha	Firma	I.C.A.I.	DIN A3
J.C.A.	18-05-2016			
Aprobado	Fecha	Firma	Diseño de Subestación 132/15 kV, 90 MVA	
G.F.M.	9-06-2016			
S/E	UNIFILAR GENERAL			Plano nº
				UF.01



Diseñado	Fecha	Firma	I.C.A.I.	DIN A3
J.C.A.	19-05-2016			
Aprobado	Fecha	Firma	Diseño de Subestación 132/15 kV, 90 MVA	
G.F.M.	9-06-2016			
S/E	UNIFILAR DE SERVICIOS AUXILIARES			Plano nº
				UF.02



PLIEGO DE CONDICIONES

Índice

1. OBJETO.....	1
1.1. Abreviaturas y símbolos.....	1
1.2. Disposiciones generales.....	2
1.3. Códigos y normas.....	2
2. CONDICIONES TÉCNICAS DE LOS MATERIALES.....	4
2.1. Libro de incidencias	4
2.2. Marcas de fabricación	9
2.3. Cementos utilizables	9
2.4. Arenas y gravas	10
2.4.1. Árido fino para hormigones	10
2.4.2. Árido fino para morteros	10
2.4.3. Árido grueso	11
2.5. Aguas	12
2.6. Aceros para armar	12
2.7. Aceros laminados	12
2.8. Hormigones.....	13
2.9. Canalizaciones	15
2.10. Materiales prefabricados	16
2.11. Viales	17
2.12. Cerrajería	17
3. CONDICIONES TÉCNICAS DE EJECUCIÓN DE TRABAJOS	18
3.1. General.....	18
3.2. Ingeniería.....	18
3.3. Movimiento de tierras	20
3.4. Cimentaciones.....	20
3.5. Armaduras de hormigón.....	21
3.6. Encofrados.....	21
3.7. Ensayos y puesta en servicio	21
3.8. Cableado en MT.....	21
3.9. Interconexión de los cuadros de control	22
3.10. Conexionado de los cuadros de control	22
3.11. Rotulaciones	23

4.	CONDICIONES TÉCNICAS DE LAS CELDAS GIS	24
4.1.	Características constructivas.....	24
4.2.	Características constructivas de los módulos.....	25
4.3.	Transformadores de intensidad	26
4.4.	Transformadores de tensión	26
4.5.	Calentamiento.....	26
4.6.	Envolvente.....	27
4.7.	Defectos internos	27
4.8.	Compartimentación	28
4.9.	Control de densidad	29
4.10.	Dilatación.....	29
4.11.	Puesta a tierra.....	30
4.12.	Grado de protección.....	30
4.13.	Armarios	30
4.13.1.	Cableado e interconexión de armarios	31
4.14.	Diseño para el mantenimiento.....	31
4.15.	Accesibilidad.....	33
4.16.	Características de operación	34
4.17.	Marcas.....	35
4.18.	Montaje y puesta en servicio.....	36
4.19.	Pruebas y ensayos	38
4.19.1.	Ensayos de tipo.....	38
4.19.2.	Ensayos en fábrica	39
4.19.3.	Ensayos de mantenimiento	39
4.19.4.	Ensayo de tipo de mantenimiento	40
4.19.5.	Ensayos individuales de mantenimiento	40
4.19.6.	Ensayos en obra	41
4.20.	Listado de actuaciones para la revisión anual.....	42
4.20.1.	Mantenimiento predictivo.....	42
4.20.2.	Mantenimiento preventivo	42
4.20.3.	Normativa aplicable.....	50
4.21.	Información a entregar por el suministrador	52
4.21.1.	Documentación previa al inicio de la fabricación.....	52

4.21.2.	Documentación de ensayos a presentar	53
4.21.3.	Documentación a presentar una vez realizado el montaje	53
4.22.	Condiciones de transporte, embalaje y mantenimiento.....	54
4.22.1.	Almacenamiento.....	54
4.22.2.	Transporte	54
4.23.	Registros de calidad	54
4.23.1.	Plan de calidad.....	54
4.24.	Desviaciones.....	55
4.25.	Acceso a instalaciones y documentación en inspecciones.....	56
4.26.	Autorización de expedición	56
4.27.	Recepción en destino.....	57
4.28.	Documentación del informe de calidad	57
4.29.	Garantías.....	58
4.30.	Plazos	58
4.31.	Otros requisitos.....	59
4.31.1.	Formación.....	59
4.31.2.	Asistencia técnica postventa	59
4.31.3.	Alcance de los servicios	59
4.31.4.	Definición de las actividades a realizar por el proveedor	60
4.32.	Materiales y medios	62
4.33.	Prestaciones.....	63
5.	CONDICIONES TÉCNICAS DE LOS TRANSFORMADORES DE POTENCIA	64
5.1.	Aceite.....	64
5.2.	Placas de características.....	64
5.3.	Pintura.....	65
5.4.	Transporte	65
5.4.1.	Registrador de impactos.....	65
5.5.	Aseguramiento de la calidad	66
5.5.1.	Revisión del diseño constructivo	67
5.6.	Inspecciones del sistema de calidad del suministrador.....	70
5.6.1.	Departamento de calidad	70
5.6.2.	Proveedores y subcontratistas	71
5.6.3.	Proceso productivo	71

5.6.4.	Formación del personal	71
5.6.5.	Inspecciones y ensayos	71
5.6.6.	Disconformidades y acciones correctoras	72
5.6.7.	Producto terminado	72
5.6.8.	Embalaje, almacenaje y expedición.....	72
5.6.9.	Manual de calidad	72
5.6.10.	Inspecciones de fabricación.....	72
5.7.	Ensayos de recepción en fábrica.....	75
5.7.1.	Medida de resistencia de aislamiento con Megger.....	76
5.7.2.	Medida de resistencia de los arrollamientos	76
5.7.3.	Medida de la relación de transformación	76
5.7.4.	Ensayo de capacidad y tg delta de los arrollamientos	76
5.7.5.	Ensayo de capacidad y tg delta de todos los bornes con toma capacitiva	77
5.7.6.	Ensayo de pérdidas e intensidad de vacío.....	77
5.7.7.	Ensayo de pérdidas en carga y tensión de cortocircuito.....	78
5.7.8.	Ensayo de impedancia de secuencia homopolar	78
5.7.9.	Ensayo de impulso tipo maniobra a todos los arrollamientos con una tensión mayor o igual a 145 kV	78
5.7.10.	Ensayo de impulso tipo rayo a todos los bornes de fase y de neutro	79
5.7.11.	Ensayo de tensión inducida con CA de corta duración (CACD) a todos los arrollamientos	79
5.7.12.	Ensayo de calentamiento.....	79
5.7.13.	Ensayo de ruido.....	79
5.7.14.	Medida de pérdidas en vacío.....	80
5.7.15.	Ensayo de respuesta en frecuencia (FRA).....	80
5.7.16.	Ensayos de sobrepresión (1 bar), vacío y estanqueidad en la cuba.....	81
5.7.17.	Ensayos de los accesorios del transformador	81
5.7.18.	Ensayos del regulador de tensión bajo carga	81
5.7.19.	Ensayos sobre los bornes.....	82
5.8.	Procedimientos tras la finalización de ensayos.....	83
5.9.	Ensayos especiales. Ensayo de cortocircuito	86
5.10.	Ensayos de recepción en campo.....	89
5.10.1.	Medida de relación de transformación	89
5.10.2.	Ensayo de capacidad y tg delta de los bornes de 72,5 kV o superiores....	90

5.10.3.	Ensayo de excitación reducida	90
5.10.4.	Ensayo de reactancia de fuga.....	90
5.10.5.	Ensayo de respuesta en frecuencia	91
5.10.6.	Ensayo de resistencia dinámica de conmutación.....	91
5.10.7.	Condiciones de realización de los ensayos	91
5.10.8.	Ensayos sobre el aceite mineral	91
5.11.	Expedición, transporte, montaje en campo y pruebas de puesta en servicio 92	
5.11.1.	Autorización de expedición	92
5.11.2.	Transporte y recepción en destino	93
5.11.3.	Montaje en campo y pruebas de puesta en servicio	94
5.12.	Lista de repuestos.....	95
5.13.	Normas.....	96
5.14.	Documentación.....	96
5.14.1.	Documentación a presentar una vez formalizado el contrato	96
5.14.2.	Documentación de transporte	101
6.	CONTROL DE CALIDAD	103
6.1.	Control de materiales.....	103
6.2.	Inspecciones y ensayos de fabricación y montaje	104
6.3.	Pruebas de suministro	105
7.	SIMULTANEIDAD Y COORDINACIÓN ENTRE SUMINISTRADORES	106
7.1.	Plan básico de tiempos	106
8.	SEÑALIZACIÓN Y BALIZAMIENTO.....	107
8.1.	Introducción.....	107
8.2.	Barrera de seguridad.....	107

1. OBJETO

El objeto del presente Pliego de condiciones es establecer los requisitos a los que se debe ajustar la ejecución de las obras del proyecto, así como las condiciones técnicas y control de calidad que han de cumplir los materiales utilizados en el mismo.

Las condiciones técnicas y operaciones a realizar que se indican, no tienen carácter limitativo, teniendo que efectuar además de las indicadas, todas las necesarias para la ejecución correcta del trabajo.

1.1. Abreviaturas y símbolos

CPC:	Condiciones Particulares de Contratación.
PGCT:	Pliego General de Condiciones Técnicas de Obra Civil.
IEC:	International Electrotechnical Commission.
UNE:	Una Norma Española.
MOPT:	Ministerio de Fomento.
NLT:	Normas de ensayo del Laboratorio del Transporte y mecánica del suelo.
MAT:	Muy Alta Tensión.
AT:	Alta Tensión.
MT:	Media tensión.
BT:	Baja tensión.
ET:	Especificación /es Técnica/s.
EHE:	Instrucción de Hormigón Estructural
BOE:	Boletín Oficial del Estado.
PG3:	Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes.

Tabla 1. Abreviaturas y símbolos más comunes del pliego de condiciones

1.2. Disposiciones generales

Todas las obras del proyecto se ejecutarán garantizando el cumplimiento de la legislación y reglamentación medioambiental aplicable.

1.3. Códigos y normas

Todas las obras del proyecto, además de lo prescrito en el presente Pliego de Condiciones se ejecutarán cumpliendo las normas y recomendaciones en su última edición ó revisión que les sean de aplicación y estén vigentes en el momento del inicio de las mismas.

Entre ellas se tendrán en cuenta las siguientes:

- Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de Seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23 (RD 337/2014)
- Reglamento Electrotécnico para BT. (RD 842/2002)
- Reglamento de Verificaciones Eléctricas y Regularidad en el suministro de Energía
- Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09 (RD 223/2008)
- Normas “UNE”, “IEC” y aplicables
- Instrucciones de carreteras (Secciones de firme 6.1 IC, 6.2 IC y secciones aplicables)
- Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de carreteras y Puentes (PG-3), con sus correspondientes revisiones y actualizaciones, tanto en el BOE como en el propio documento

- Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para la recepción de cementos (RC-08)
- EHE
- Instrucciones Técnicas del fabricante, aplicables a los equipos y componentes a instalar y correspondientes a almacenamiento, manipulación, montaje, ensayos y puesta en servicio
- NLT
- Norma DB-SE-A “Estructuras de acero laminado en edificación”

2. CONDICIONES TÉCNICAS DE LOS MATERIALES

El proyectista o quién lleve a cabo la realización del proyecto estará obligado a informar a los proveedores sobre las calidades que se exigen para los distintos materiales, siendo de ayuda que esto se realice previamente al empleo de los mismos, sea solicitado informe sobre ellos a la Dirección Facultativa y al Organismo encargado del Control de Calidad.

El proveedor quedará como responsable de que los materiales empleados cumplan con las condiciones exigidas, sin haberse visto afectadas estas condiciones por diversos factores, con respecto al nivel de control de calidad para aceptación de los mismos que se establece en el apartado de Especificaciones de Control de Calidad.

Aquellos materiales que no cumplan con las condiciones exigidas, deberán ser sustituidos, sea cual fuese la fase en que se encontrase la ejecución de la obra, corriendo el suministrador con todos los gastos que ello ocasionase.

En el supuesto de que por circunstancias diversas tal sustitución resultase inconveniente, a juicio de la Dirección Facultativa, se actuará sobre la devaluación económica del material en cuestión, con el criterio que marque la Dirección Facultativa y sin que el Suministrador pueda plantear reclamación alguna.

2.1. Libro de incidencias

Se hará constar en el libro de incidencias todos aquellos hechos que considere oportunos la Dirección de Obra, y con carácter diario, los siguientes:

- Las condiciones atmosféricas y la temperatura máxima y mínima ambiente.
- Relación de los trabajos realizados.
- Realización de los ensayos realizados con los resultados obtenidos.
- Cualquier circunstancia que pueda influir en la calidad y ritmo de la obra.

Serán de aplicación para la ejecución de estas obras, además del “Pliego General de Condiciones Económicas y Legales” de la Propiedad, que forma parte de la presente documentación, las siguientes especificaciones:

R.C.-97	Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para la recepción de cementos.
EHE	Instrucción de Hormigón Estructural
EHPRE-72	Instrucción para la fabricación y suministro de hormigón preparado
R.P.H	Recomendaciones prácticas para una buena protección del hormigón I.R.T.
EP-93	Instrucción para el proyecto y la ejecución de obras hormigón pretensado
V.A.P.-70	Instrucción para la fabricación de viguetas autorresistentes de hormigón pretensado
I.F.F.	Norma 6.1.I.C. sobre firmes flexibles
U.N.E	Normas UNE
N.T.E.	Normas Tecnológicas de la Edificación
P.C.E	Pliego de Condiciones de edificaciones, del Centro Experimental de Arquitectura
NCSE/94	Norma simorresistente

P.R.Y.	Pliego general de condiciones para la recepción de yesos y escayolas en las obras de construcción
NBE-AE-88	Acciones en la edificación
NBE-EA-95	Estructuras de acero en edificación
M.V.-201/1972	Estructura de ladrillo. Muros resistentes de fábrica de ladrillo. Decreto 1324/1972 de 20 de Abril (B.O.E. 1972-05-21)
E.T.P	"Normas de Pinturas" del Instituto Nacional de Técnicas Aeroespaciales Esteban Terradas
P.C.T.A.	Pliego de Condiciones Técnicas de la Dirección General de Arquitectura según el Reglamento de la Ley de Contratos del Estado. Año 1960
N.C.B.T	Normas complementarias para la aplicación del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión. Orden del Ministerio de Industria de 31 de Octubre de 1973 (B.O.E. 1973-12-27, 28, 29 y 31)
A.I.E	Regulación de medida de aislamiento de las instalaciones eléctricas. Resolución de la Dirección General de Energía (B.O.E. 1974-05-07).
T.F.C	Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para las tuberías de Abastecimiento de Aguas Normas de la Compañía Suministradora de Agua

N.E.L.F	Normas de ensayo del Laboratorio de Transporte y Mecánica del Suelo del Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas
M.E.L.C.	Métodos de Ensayo del Laboratorio Central de Ensayos de Materiales
C.E.I.	Normas de la Comisión Electrónica Internacional
REBT	Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-BT 01 a 51. (RD 842/2002)
NBE-CPI-82	Ordenanza Primera de Prevención de Incendios, Marzo de 1976
R.H.S.	Reglamento de Seguridad e Higiene en el trabajo, Orden de 20 de Mayo de 1952 y modificaciones posteriores Reglamento de actividades molestas, insalubres, nocivas y peligrosas y las instrucciones de orden 15/3/63 Protección del medio ambiente urbano. Orden 26/4/85

	Desarrollo de la Ley de Protección del ambiente atmosférico Decreto 8333/75
OTC	Ordenanza de trabajo para la industria de la construcción, Orden de 28 de Agosto de 1970 y modificaciones posteriores del Ministerio de Trabajo
OSH	Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Orden de 9 de Marzo de 1971 y modificaciones posteriores del Ministerio de Trabajo
R.D. 1627/1997	Real Decreto 1627/1997 sobre la obligatoriedad de inclusión de un Estudio de Seguridad e Higiene en el trabajo en los proyectos de edificación y obras públicas
ANSI-C29.2	Ensayo de aisladores de material cerámico o de vidrio
ACI-208-58	Ensayos de la adherencia del hormigón a las piezas de acero galvanizado
ITCRGS	Instrucciones Técnicas complementarias de Reglamento sobre condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales, Subestaciones y Centros de Transformación (Orden de 6 de Julio de 1984)

N.E.L.F.	Normas de Ensayo del Laboratorio y Mecánica del Suelo del Centro de Estudio y Experimentación de Obras Públicas
	Normas Urbanísticas aplicables en la Comunidad Autónoma de Galicia.

Las normas relacionadas completan las prescripciones del presente Pliego en lo referente a aquellos materiales y unidades de obra no mencionados expresamente en él.

2.2. Marcas de fabricación

Todas las piezas llevarán identificación indeleble con los datos siguientes:

- Nombre del fabricante
- Tipo de pieza
- Material
- Nº de fabricación
- Fecha de fabricación

El contratista está obligado a la plena observancia de las anteriores Instrucciones, Pliegos y/o Normas, así como de las que, según criterio del Director de Obra, tengan aplicación en los trabajos a realizar o que hayan sido publicados en el Boletín Oficial del Estado.

2.3. Cementos utilizables

Los tipos de cemento a utilizar en las clases de hormigón definidas en este Pliego serán los definidos según Normas UNE. Debiendo cumplir la vigente instrucción para la Recepción de Cementos y la Instrucción EHE.

2.4. Arenas y gravas

En el desarrollo y ejecución de la obra se emplearán dos tipos de arenas en función de la finalidad y características del mortero y su composición.

Se define como árido fino para morteros y hormigones como el material granular que pasa por el tamiz de 5 mm. de luz (tamiz 5, UNE 7050). Su granulometría será continua y deberá estar comprendida en el huso granulométrico siguiente:

2.4.1. Árido fino para hormigones

Luz del tamiz (mm)	Cernido ponderal acumulado (%)
10	100
5	95-100
2,5	80-100
1,25	50-85
0,63	25-60
0,32	10-30
0,16	2-10
0,08	0-5

Tabla 2. Árido fino para hormigones

En caso de dosificaciones cuyo contenido en cemento sea superior a 250/300 kg/m³, los porcentajes de cernido por los tamices 0,320 y 0,160 pueden reducirse a 5 y 0, respectivamente.

2.4.2. Árido fino para morteros

Luz del tamiz (mm)	Cernido ponderal acumulado (%)
5	100
2,5	95-100
0,16	25 máx.
0,08	10 máx.

Tabla 3. Árido fino para morteros

2.4.3. Árido grueso

Se define como árido grueso para hormigones la fracción de árido mineral de la que queda retenida en el tamiz de 5 mm. de luz (UNE 7050) un mínimo del setenta (70%) por ciento en peso.

Los áridos gruesos podrán ser rodados o de machaqueo, debiendo en ambos casos estar constituidos por partículas limpias, sólidas, resistentes y duraderas, de constitución uniforme y estar exentos de suciedad, arcilla, materia orgánica u otras materias perjudiciales, tanto en forma libre como envolviendo a los áridos.

Los áridos gruesos deberán cumplir las siguientes limitaciones granulométricas.

Tamaño I. Dimensión máxima 37,5 mm:

Luz del tamiz (mm)	Cernido ponderal acumulado (%)
50	100
40	95-100
20	35-70
10	10-30
5	0-5

Tabla 4 Árido grueso para dimensión máxima de 37,5 mm

Tamaño II. Dimensión máxima 19 mm:

Luz del tamiz (mm)	Cernido ponderal acumulado (%)
25	100
20	90-100
10	20-55
5	0-10
2,5	0-5

Tabla 5. Árido grueso para dimensión máxima de 19 mm

Cumplirán con las condiciones que se exigen en la Instrucción EHE.

Tanto las arenas como la grava empleada en la confección de hormigones para la ejecución de estructuras deberán cumplir las condiciones que se exigen en la instrucción EHE.

2.5. Aguas

El agua que se utilice para el amasado y curado de morteros y hormigones deberá cumplir las prescripciones de la EHE.

2.6. Aceros para armar

El acero para las armaduras de piezas de hormigón será corrugado de primera calidad, fibroso, sin grietas ni pajas, flexibles en frío y en modo alguno agrio o quebradizo.

Tendrán que llevar el sello de conformidad de CIETSID. Y sus características y métodos de ensayo vendrán definidas por la norma UNE-36088. Tanto las barras y alambres como las piezas férricas, no presentarán en ningún punto de su sección estricciones superiores al 2,5%.

Aquellos que sean empleados en elementos estructurales de hormigón armado deberán cumplir las condiciones que se exigen en la Instrucción EHE.

2.7. Aceros laminados

Los perfiles laminados y todas sus piezas auxiliares de empalme o acoplamiento, se ajustarán a las prescripciones contenidas en las normas MV-102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, así como la EM-62 y UNE-14035.

Las condiciones de trabajo mínimas de los perfiles laminados serán:

- Acero tipo: A-42b
- Límite elástico: 2.600 kg/cm²
- Tensión máxima admisible de trabajo: 1.730 kg/cm²

2.8. Hormigones

Los hormigones son aquellos materiales formados por mezclas de cemento, agua, árido fino y áridos gruesos, que al fraguar y endurecer adquiere una notable resistencia.

En la masa del hormigón no pueden quedar coqueras, evitando en todo caso perjudicar a la resistencia propia del hormigón.

La consistencia de los hormigones será tal que el descenso medio en cono de Abrams será siempre inferior a ochenta (80) milímetros.

Durante la ejecución de la obra se sacarán probetas de la misma masa de hormigón que se emplee de acuerdo con las condiciones del control de calidad previsto, observándose en su confección análogas características de apisonado y curado que en la obra. Dichas probetas se romperán a los siete y veintiocho días de su fabricación, siendo válidos los resultados de este último plazo a los efectos de aceptación de la resistencia.

Si las cargas medias de rotura fueran inferiores a las previstas podrá ser rechazada la parte de obra correspondiente, salvo en el caso de que las probetas sacadas directamente de la misma obra den una resistencia superior a la de las probetas de ensayo. Si la obra viene a ser considerada defectuosa, vendrá obligado el Suministrador a demoler la parte de la obra que se le indique por parte de la Dirección Facultativa, rechazándola a su costa y sin que ello sea motivo para prorrogar el plazo de ejecución. Todos estos gastos de ensayos, ejecución y rotura de probetas serán por cuenta del Suministrador.

Durante el fraguado y primer período de endurecimiento del hormigón se precisa mantener su humedad, mediante el curado, que se realizará durante un plazo mínimo de siete días, durante los cuales se mantendrán húmedas las superficies del hormigón, regándolas directamente, o después de abrirlas con un material como arpillera, etc. que mantenga la humedad y evite la evaporación rápida.

Los hormigones se ajustarán totalmente a las dosificaciones que se fijan en la tabla siguiente:

Hormigón (kg/cm ²)	
Limpieza	150
Cimientos	250

Tabla 6. Dosificaciones de hormigones

Los hormigones que se empleen en esta obra tendrán las características que se indicadas, y cumplirán las condiciones que se exigen en la Instrucción EHE.

Los encofrados se realizaran con las siguientes especificaciones sobre los materiales empleados, para dicha acción.

Se ajustarán a lo prescrito en el Art. 65 de la EHE. Los moldes podrán ser de madera, metálicos o paneles fenólicos.

La madera para encofrados deberá reunir las condiciones siguientes:

- Estará desprovista de vetas, nudos o irregularidades en sus fibras y sin indicio de enfermedades que ocasionen la descomposición del sistema leñoso.
- En el momento de su empleo estará seca y, en general.
- No se podrá emplear madera cortada fuera de la paralización de la savia.
- En encofrados vistos no se podrá utilizar más de dos veces la misma madera; ésta será machihembrada.

Los moldes metálicos o de paneles fenólicos tendrán que estar perfectamente lisos, sin asperezas, rugosidades o defectos que puedan repercutir en el aspecto exterior del hormigón y tendrán el espesor adecuado para soportar debidamente los esfuerzos a que estará sometida, en función del trabajo que desempeña.

La Dirección de Obra se reserva el derecho de rechazar todas aquellas chapas que a su juicio no reúnan los requisitos adecuados.

2.9. Canalizaciones

Los tubos serán nuevos, de la mejor calidad, de fabricación normalizada, con la marca, diámetro interior en milímetros, tipo y/o peso indicado en cada pieza. Serán perfectamente lisos, de sección y espesor uniformes, no presentando grietas, poros y otros desperfectos que puedan debilitar su resistencia y con la curvatura que le corresponde en los codos y piezas especiales.

El Contratista someterá a la aprobación de la Dirección de obra todos los tubos que vaya a utilizar, pudiendo ésta rechazar aquellas piezas que presenten mal aspecto y aún exigir, si lo estimase necesario las pruebas oportunas, a la vista de las cuales el Contratista deberá reemplazar los tubos defectuosos, dentro del plazo exigido.

El espesor será el nominal que figure en los catálogos del fabricante.

Los accesorios, piezas especiales y acoplamientos serán de igual resistencia, al menos, e igual calidad que la tubería a la que irán acoplados.

Los tubos, piezas especiales y demás elementos de la tubería deberán someterse, durante la fabricación, a las pruebas que se estimen convenientes para conocer su calidad, reservándose la Dirección de Obra el derecho de exigir la realización de las mismas en su presencia. Asimismo, la Dirección de Obra podrá exigir al Contratista un Certificado de garantía de que se efectuaron dichas pruebas de forma satisfactoria.

En la carga, transporte y descarga se evitarán los choques y que los tubos se golpeen entre sí; se depositarán sin brusquedades en el suelo, no dejándolos caer, se evitará rodarlos sobre piedra y, en general, se tomarán precauciones necesarias en su manejo, de manera que no sufran golpes de importancia.

Clasificando el material por lotes, según especifique la Dirección de Obra, se efectuarán las pruebas necesarias sobre muestras tomadas de cada lote, de forma que los resultados que se obtengan se asignarán al total del lote.

Serán rechazados todos aquellos tubos que no cumplan las condiciones citadas, así como las pruebas hidráulicas y resistentes, y las dimensiones y tolerancias que se definan en el Proyecto.

2.10. Materiales prefabricados

Se consideran fábricas de ladrillo los muros aparejados, de espesores comprendidos entre 1/2 pie (11,5 cm) y 1 1/2 pie (35,5 cm) de espesor, trabados en todo su espesor, ejecutados con una sola clase de ladrillo.

Los morteros de agarre serán los especificados en este Pliego, fabricados con cemento según normas UNE. Todos los morteros de fábricas en contacto con el terreno se elaborarán con cemento resistente a aguas selenitosas (elevado contenido en sulfato.)

Los ladrillos que se utilizarán serán macizos de 1ª clase en fábricas y vistas y de 2ª clase en arquetas, canales u obras no vistas.

Los ladrillos de 1ª clase cumplirán una condición estricta en cuanto a uniformidad de color, no tendrán manchas, florecencias o quemaduras, carecerán de imperfecciones y desconchados aparentes en aristas y caras.

En los ladrillos de 2ª clase no habrá imperfecciones que impidan su empleo en fábricas vistas, carecerán de desconchados que afecten a más del quince (15) por ciento de la superficie vista de las piezas.

El formato de los ladrillos será de 24 x 12, 5 x 5,3 cm para los de 1ª clase y de 29 x 12 x 6,5 cm para los de 2ª clase.

Para la recepción de materiales, este Pliego se atenderá a lo especificado en la norma MV correspondiente.

Los muros de bloques de hormigón de 0,20 m de espesor garantizarán un amortiguamiento acústico de 43 dB.

2.11. Viales

Tendrá la consideración de vial el acceso definitivo a las obras, desde el exterior de la finca hasta la obra proyectada, incluso la red interior de la misma.

Las fases que comprende la ejecución de los viales serán excavación, relleno y compactación y losas de hormigón armado como capa de rodadura.

En los viales, como norma general, se colocarán pasos de tubo de un diámetro de 200 mm, separados entre sí una distancia no superior a treinta (30) metros.

2.12. Cerrajería

La cerrajería de taller incluye la ejecución de los trabajos de cerrajería que se limitan a funciones de protección, reparación y decoración. Todos estos trabajos serán realizados en acero, de la calidad A42-b.

Todos los materiales y perfiles utilizados se cortarán y ensamblarán en taller; en obra se procederá únicamente a su recibido.

3. CONDICIONES TÉCNICAS DE EJECUCIÓN DE TRABAJOS

3.1. General

Para todo suministro en el proyecto y con carácter general, se actuará para conseguir lo siguiente:

- Montaje según los últimos progresos técnicos.
- Materiales de calidad apropiada.
- Facilidades para las tareas de desmontaje, limpieza, ajuste y puesta a punto de los equipos.
- Intercambiabilidad de los equipos instalados con los repuestos correspondientes.

El desarrollo de la construcción de las diversas unidades, por las que este proyecto está formado se ajustará a las especificaciones de la Normativa vigente. Por parte del Suministrador deberá ponerse especial cuidado en la vigilancia y control de la correcta ejecución de las distintas unidades del Proyecto, con el fin de que la calidad se atenga a las especificaciones que sobre ellas se prevenga en las distintas

La normativa es una mera guía de apoyo al proceso Constructivo. La aceptación o no de las partes ejecutadas será independiente de que estas hayan sido o no certificadas, puesto que en todo caso las certificaciones deben ser consideradas como “a buena cuenta”.

3.2. Ingeniería

La empresa suministradora nombrará a un técnico que actúe a modo de representación de la misma, frente a la ingeniería de dicho proyecto.

La actuación del técnico se llevará a cabo en presencia de la ingeniería de dicho proyecto, efectuará los replanteos generales y parciales necesarios previos

al inicio de los trabajos o los que puedan surgir durante la ejecución de los mismos.

Toda posible variación o diferencia con respecto al proyecto se recogerá en la correspondiente acta.

Los replanteos, trazados, nivelaciones y demás obras previas, se efectuarán por el Suministrador de acuerdo con los datos del proyecto, planos, medidas, datos u órdenes que se faciliten, realizando el mismo, con el máximo cuidado, de forma que no se admitirán errores mayores de 1/500 de las dimensiones genéricas, así como de los márgenes de error indicados en las condiciones generales de ejecución del resto de las unidades de obra.

La Dirección Facultativa controlará todos estos trabajos a través de Director de obra o persona indicada al efecto, si bien, en cualquier caso, el Suministrador será totalmente responsable de la exacta ejecución del replanteo, nivelación, etc.

La empresa suministradora será la encargada de proporcionar personal y medios auxiliares necesarios para estos operarios, siendo responsable por las modificaciones o errores que resulten por la desaparición de estacas, señales o elementos esenciales establecidos.

Todas las medidas que sean necesarias para realizar la obra están consignadas en los planos. En ningún caso podrán tomarse medidas a escala sobre los planos constructivos.

Las indefiniciones o contradicciones, si las hubiere, serán resueltas por la Dirección de Obra.

A la recepción de los planos constructivos y antes de iniciar cualquier trabajo de construcción, el Suministrador deberá realizar comprobaciones dimensionales de las partes detalladas en los planos del proyecto, y si encontrase algún error o contradicción en la información recibida, comunicarlo

inmediatamente a la Dirección de Obra. En caso de no hacerlo así, el Suministrador será responsable de los errores que hubieran podido evitarse.

3.3. Movimiento de tierras

Toda obra civil tales como: vaciados, terraplenados, zanjas, pozos, etc. Se llevarán a cabo con las dimensiones, pendientes y características que se fijan y incluyendo los materiales adecuados, a la normativa vigente.

3.4. Cimentaciones

- En caso de haber desprendimiento de tierras, para la cubicación del vaciado solo se tendrá en cuenta las dimensiones que figuran en el plano de cimentación, debiendo retirar las tierras sobrantes.
- No se procederá al macizado de las zanjas y zapatas hasta tanto no hayan sido reconocidas por la Dirección Facultativa.
- Antes de hormigonar se dejarán previstos los pasos de los tubos correspondientes, se colocarán las armaduras según los planos de estructura de la bancada del transformador, teniendo en cuenta los diámetros y calidad indicados en planos.
- Los fondos de las zanjas y zapatas quedarán perfectamente recortados, limpios y nivelados, realizando todas las operaciones que sean necesarias para su perfecta ejecución y seguridad.
- La cimentación se replanteará de acuerdo con los planos correspondientes con toda exactitud, tanto en dimensiones y alineaciones como en rasantes del plano de cimentación.
- El hormigón de limpieza tendrá un grueso mínimo de 10 cm siendo apisonado y nivelando antes de colocar las armaduras.

3.5. Armaduras de hormigón

- Las barras se doblarán en frío.
- Las barras deberán estar perfectamente sujetas para soportar los efectos del vertido, peso y vibrado del hormigón.
- Las barras utilizadas estarán limpias de materia extraña u óxido no adherente.
- Serán barras corrugadas de tipo AEH 400-N.
- Antes de proceder al hormigonado, se comprobará la colocación y calibre de las barras así como su separación de los paramentos del encofrado.

3.6. Encofrados

Antes del hormigonado, se comprobarán las dimensiones, nivelación y aplome de las piezas. Serán indeformables para la carga prevista y no presentarán irregularidades bruscas superiores a 2 mm ni suaves superiores a 6 mm.

Antes de verter el hormigón, debe aplicarse a los encofrados aceite desencofrante, para facilitar el despegado de los mismos una vez seco el hormigón.

3.7. Ensayos y puesta en servicio

Ha de cumplir lo dispuesto en el apartado de control de calidad, el cuál posteriormente será citado.

3.8. Cableado en MT

- Se evitará ejecutar las botellas terminales cuando exista humedad en el ambiente o tiempo lluvioso
- Se conectarán a tierra las pantallas metálicas de los cables aislados de MT en los dos extremos

- Se respetarán con un margen de seguridad los radios de curvatura recomendados por el fabricante del conductor

3.9. Interconexión de los cuadros de control

En el cableado de control mediante conductores multipolares se tendrá en cuenta lo siguiente:

- Los cables entrarán al cuadro de control por la parte inferior
- Se evitarán recorridos de cables que impidan la apertura de regletas, la extracción de equipos o labores de mantenimiento del cuadro

3.10. Conexión de los cuadros de control

- Todos los componentes de los cuadros de control han de ser de primeras marcas
- Las bornas a instalar serán de dos tipos:
 - Borna seccionable para los circuitos de intensidad, tensión- mando, señalización, medida y alarmas
 - Borna seccionable de cuchilla para los circuitos de telemando
- En el cuadro de control correspondiente, se dispondrán regletas terminales para llegada de todos los cables multipolares provenientes del exterior del cuadro
- En el lado de la salida de la regleta al exterior únicamente se permite un conductor por borna
- No se conectarán más de dos conductores a una misma borna o a un terminal de aparato
- Para los cuadros de medida para facturación, se dispondrá de regletas precintables, seccionables y cortocircuitables para intensidades y seccionables para tensiones
- Cada punta del cable dispondrá del terminal correspondiente adecuado a su sección

- En cada punta de cada cable se instalará un identificador con el número de borna del equipo o regleta al que va conectado
- La disposición de las regletas de bornas será vertical, y las llegadas de los conductores de campo se efectúa por la derecha de la regleta, mientras que el cableado hacia el interior del cuadro de control se realizará por la izquierda

3.11. Rotulaciones

Se identificarán mediante rótulos indelebles todos los instrumentos y aparatos integrantes de los cuadros.

4. CONDICIONES TÉCNICAS DE LAS CELDAS GIS

4.1. 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

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.

4.2. 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 y 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 al 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.

4.3. 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.

4.4. 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 de 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.

4.5. 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.

4.6. 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.

4.7. 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.

4.8. Compartimentación

Cada una de las celdas de la subestación estará dividida en módulos con encapsulado monofásico o trifásico para los diferentes elementos de maniobra o medida de la subestación (interruptor, seccionadores, transformadores de medida, etc). 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 aparamenta 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 el anexo 2 de la especificación ET082 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

4.9. 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.

4.10. Dilatación

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

4.11. 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.

4.12. Grado de protección

El grado de protección de las envolventes de los cuadros y cajas mínimo en el interior será IP-52. El grado de protección de los circuitos y elementos en el interior de las envolventes será mínimo IP20.

4.13. 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 cuando 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 autómatas programable, para mando local y tratamiento de alarmas.

4.13.1. Cableado e interconexión de armarios

El cableado interno de los armarios de control de las celdas deberá cumplir con la normativa de la Propiedad ET-066 “Procedimiento para el conexionado de cuadros y paneles”, 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.

4.14. 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 la barra.

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, como más notables:

Nota: 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.

4.15. 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 conexiones por lado contrario en directo, etc.) deberán estar diseñadas bajo los requerimientos de accesibilidad.

4.16. 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 CCS

- 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.

4.17. 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 se indicarán, 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 de la Propiedad.

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

4.18. 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
- 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
- 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

4.19. 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.

4.19.1. 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.

4.19.2. 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

4.19.3. Ensayos 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.

4.19.4. 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

4.19.5. 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

4.19.6. Ensayos en 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
 - Completo para el efectuado en campo

- Muestreo del cableado por conectores ya probados en fábrica

4.20. Listado de actuaciones para la revisión anual

4.20.1. Mantenimiento predictivo

Se realizará por medio de termografía de infrarrojos

4.20.2. Mantenimiento preventivo

4.20.2.1. Seccionadores

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

4.20.2.2. 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

4.20.2.3. Interruptores

- Mando resorte
 - Comprobar regletas de bornas y cableado
 - Comprobar indicación mecánica de posición
 - Comprobar enclavamientos mecánico
 - 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 final 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
 - Comprobar uniones atornilladas
 - Comprobar par de apriete de conexiones de entrada y salida y entre las cámaras
- General
 - Pintar cabecillas y bases. Estado general de pintura
 - Corregir oxidaciones y pintar cuando proceda
 - Limpiar aisladores y revisar su estado
 - Comprobar zonas de pegado de porcelanas
 - Comprobar presión de SF₆
- Pruebas funcionales
 - Medición de resistencia de los contactos
 - Medición de sincronismo entre fases. Diagrama recorrido, sincronismo, penetración

- Medición de tiempos de maniobra. Diagrama velocidad de conexión/desconexión
- Medición de resistencia de aislamiento
- Presión de alarma baja presión
- Verificar accionamiento manual y eléctrico
- Anotar número de maniobras
- Comprobar resistencia de caldeo y termostato

4.20.2.4. Transformadores de medida

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

- Comprobar polaridades
- Resistencia de aislamiento primario/secundario
- Resistencia de aislamiento primario/tierra
- Resistencia de aislamiento secundario/tierra
- Medida de valores de red en bornas de cuadro
- Medida de valores de red en sala de celdas

4.20.2.5. Transformadores de potencia

- Refrigeración
 - Comprobar estado general de los armarios
 - Comprobar relés térmicos y/o fusibles
 - Comprobar contactores: bobinas, contactos Comprobar regleta de bornas y cableado
 - Comprobar relés auxiliares
- Pruebas funcionales
 - Comprobar relé de nivel de aceite
 - Comprobar termómetro de control de temperatura
 - Comprobar alarma y disparo de temperatura. Anotar tarados
 - Comprobar relé Buchholz
 - Comprobar sobrepresión en chimenea o válvula de sobrepresión
 - Comprobar aislamiento primario contra secundario
 - Comprobar aislamiento de primario contra tierra
 - Comprobar aislamiento de secundario contra tierra
 - Comprobar aislamiento de la cuba del transformador
- Cuba
 - Comprobar y corregir fugas de aceite
 - Comprobar oxidaciones. Corregir y pintar cuando proceda
 - Comprobación de ruidos y vibraciones
 - Comprobar estado de bornas, juntas y anclajes

- Comprobar anclaje de ruedas
- Comprobar respiradores
- Comprobar membrana de respiración y seguridad
- Comprobar estado de cambiador de tomas
- Anotar relación de transformación de cambiador de tomas
- Comprobar puesta a tierra de la cuba
- Aceites
 - Comprobación de niveles y toma de muestras de aceites
 - Comprobar rigidez del aceite
 - Ensayo de color A.S.T.M. del aceite
- Bornes
 - Comprobar y limpiar petacas
 - Limpiar porcelanas revisar su estado
 - Comprobar conexión de neutro
 - Comprobar puesta a tierra

4.20.2.6. 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 conexiones
- Verificación de los dispositivos de señalización, cableados, disparos a distancia.

4.20.2.7. 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

4.20.2.8. Estructuras aisladores y embarrados

- Comprobar estado de las estructuras metálicas

- Comprobar puesta a tierra de soportes
- Corregir oxidaciones y pintar cuando proceda
- Estado de los aisladores
- 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

4.20.2.9. Redes de MT

- Comprobar estado de los conductores y cajas terminales
- Comprobar oxidaciones y pintar cuando proceda
- Comprobar estado de conexiones a tierras de los soportes
- Comprobar y limpiar aisladores
- 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

4.20.2.10. 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

4.20.3. Normativa aplicable

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: aparataje 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 aparataje 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): aparataje 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 aparataje de alta tensión bajo envolvente metálica en atmósfera de gas
- UNE 21852:1989; 2M / 1996: envolventes de aleación de aluminio fundido para aparataje 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 aparataje 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 las 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

4.21. Información a entregar por el suministrador

Toda la documentación de texto vendrá en fichero informático de Office en castellano; se considerará aceptable el uso de inglés o francés solo en los protocolos de ensayo.

Todos los planos tendrán que venir en formato de AutoCAD (".dwg") cumpliendo los prototipos establecidos por la Propiedad en su normativa.

4.21.1. Documentación previa al inicio de la fabricación

El suministrador deberá entregar a la Propiedad 3 copias papel y fichero informático de la información relacionada a continuación:

- Planos certificados de dimensiones generales de las celdas, indicando cargas y esfuerzos para el cálculo de la losa del edificio (reacción máxima en cada punto de apoyo de la bancada, tanto en el cierre como en el disparo, etc.), incluyendo detalles de fijación de la bancada
- Plano descriptivo de disposición física de las celdas, indicando las distancias mínimas a respetar
- Frente, disposición física de aparatos y lista de materiales de todas las celdas.
- Planos de placas de características
- Instrucciones de almacenamiento del equipo en obra o almacén
- Copia controlada del manual de calidad en la revisión vigente
- Programa de puntos de inspección definitivo, tanto de calidad como de seguimiento de la planificación
- Procedimientos de prueba y ensayo
- Protocolos de ensayo estándar individuales y de rutina, tanto de las celdas como de los equipos contenidos en ellas, gas aislante y envolvente

- En cada armario de mando, deberá incluirse una copia de la documentación básica de la subestación (instrucciones de montaje y mantenimiento y esquema eléctrico)

4.21.2. Documentación de ensayos a presentar

Una vez efectuados los ensayos en fábrica y antes de 15 días deberá enviarse en formato reproducible:

- Guía para la recepción y puesta en servicio de la obra
- Instrucciones de montaje, puesta en servicio y programa de mantenimiento

La Propiedad comunicará su posible asistencia o autorización para pruebas en ausencia.

En cualquier caso, realizadas las pruebas, el fabricante siempre deberá remitir a la Propiedad los protocolos de ensayo de rutina y registros asociados en soporte informático vía correo electrónico, hojas de protocolo, textos, planos e imágenes, agrupados en un fichero por cada equipo que recogerá el nombre del fabricante, equipo, tipo y nº de aparato.

4.21.3. Documentación a presentar una vez realizado el montaje

- Informe final de calidad
- Manuales de Operación y Puesta a Punto, así como de Mantenimiento
- Consignas de seguridad de la instalación y para su intervención
- Información sobre compartimentación de la instalación, disposición física, contenidos y presiones, así como tolerancias de diferencias de presiones admisibles entre compartimentos contiguos
- Manuales de manejo, reciclado y medidas en la instalación del SF₆, así como accesorios recomendados para ello, debidamente identificados
- Características del gas admisibles, con sus límites según estado

- Protocolos de ensayo realizados en campo y registros asociados en formato papel y soporte informático

4.22. Condiciones de transporte, embalaje y mantenimiento

Solo se efectuará la entrega del suministro con la previa conformidad de la Propiedad.

4.22.1. Almacenamiento

En base al programa de fabricación acordado entre el suministrador y la Propiedad, esta se reserva el derecho de retener, por causas justificadas, el equipo en las instalaciones del proveedor en régimen de depósito y bajo la responsabilidad del suministrador.

4.22.2. Transporte

El fabricante deberá gestionar la realización del transporte en los términos recogidos en los posibles pedidos y/o en los documentos que los completen.

4.23. Registros de calidad

A fin de asegurar el cumplimiento por parte del suministrador de los mencionados requerimientos, éste deberá tener implantado un Sistema de Calidad de acuerdo con la correspondiente norma ISO de la serie 9000, con certificado de calidad expedido por el organismo acreditativo.

En el caso de no tener esta certificación, la concesión del pedido se supeditará a la previa evaluación y aprobación de dicho sistema por parte de la Propiedad.

4.23.1. Plan de calidad

El suministrado elaborará un Plan de Calidad donde se recogerán las fases de fabricación e inspecciones, desde la recepción de materiales, hasta la puesta en servicio del pedido en destino. Se secuenciará de forma correlativa.

En cada una de las fases o secuencias se indicarán los puntos a controlar de acuerdo con la norma o procedimiento aprobado. El formato (Programa Puntos de Inspección, PPI), deberá permitir dejar constancia de dichas inspecciones mediante fecha y firma.

Una vez realizado el pedido, la Propiedad deberá aprobar el programa Puntos de Inspección, pudiendo, en función de las características del suministro, fijar en él puntos de espera, que no podrán realizarse sin su presencia o autorización), y puntos de aviso, que o requieren aviso propio. La Propiedad podrá ampliar estos puntos en cualquier momento de la fabricación.

En el caso de que hayan sido indicados, el suministrador comunicará por escrito la fecha prevista de los puntos de espera en el momento de la confirmación del pedido. Adicionalmente, y con un plazo mínimo de diez días de antelación deberá comunicar la confirmación definitiva de las mismas. Hasta tres días antes del cumplimiento de los plazos, la Propiedad notificará por escrito su decisión de asistir o no, y en su caso, la autorización de su realización.

El suministrador se hará cargo de los gastos de desplazamiento derivados de una notificación defectuosa, así como de repetición de ensayos.

Dependiendo de las características del pedido, la Propiedad determinará si los Programas de Puntos de Inspección deben elaborarse por cada unidad, modelo o partida incluida en el suministro.

4.24. Desviaciones

La Propiedad considera desviaciones:

- Todo cambio respecto a los requerimientos recogidos en el presente proyecto que no haya sido aprobado previamente por la Propiedad

- Cualquier resultado no conforme de los controles dimensionales, ensayos, inspecciones o pruebas que se efectúen durante el proceso de fabricación y en las finales o de funcionamiento
- Cualquier retraso o modificación en las fechas previstas de entrega respecto a la planificación inicialmente establecida
- Cualquier parte del suministro que no esté de acuerdo con el contrato o los documentos aprobados por la Propiedad

Al producirse una desviación, el suministrador enviará un Informe de Desviación a la Propiedad para someterlo a su aprobación. En él se describirá suficientemente el problema y se propondrá una solución.

4.25. Acceso a instalaciones y documentación en inspecciones

La Propiedad o sus representantes tendrán libre acceso a las instalaciones, tanto del suministrador como de sus proveedores o subcontratistas, para inspeccionar o auditar todo aquello que se relacione con este pedido. Asimismo, podrá disponer de toda la documentación técnica y de calidad con el fin de verificarla y evaluarla.

4.26. Autorización de expedición

Antes de proceder a la expedición de cualquier partida del pedido, el suministrador deberá obtener de la Propiedad o de sus representantes la Autorización de Expedición. El suministrador se responsabilizará de preparar y cumplir los requisitos de su emisión.

La autorización de Expedición es un documento en el que queda reflejado que:

- Todos los documentos han sido aprobados;
- El Informe Final de Calidad está disponible y aprobado por el departamento de Calidad del suministrador;

- Los informes de Deviación, tanto del propio suministrador como los emitidos por la Propiedad, están cerrados;
- Los equipos del pedido están limpios, protegidos y embalados e identificados correctamente.

Es decir, se ha cumplido con los requisitos contractuales derivados de los requerimientos del pedido.

La Propiedad o su representante podrán emitir una Autorización de Expedición condicional en el caso de encontrarse desviaciones no cerradas o nuevas.

4.27. Recepción en destino

La Propiedad o su representante inspeccionará el pedido en el lugar de destino, comprobando el estado del mismo, así como verificando la documentación que le acompañe.

Realizadas las pertinentes comprobaciones se emitirá el correspondiente Certificado de Recepción. La Propiedad se reserva la reclamación basada en futuros fallos en servicio o en un comportamiento inadecuado del equipo, conforme a lo establecido en las especificaciones.

4.28. Documentación del informe de calidad

El suministrador mandará a la Propiedad el Informe Final de Calidad para su aceptación provisional.

Se relacionan a continuación los documentos que deben incluirse en dicho informe:

- Certificados de materiales y equipos
- Plateado de los contactos
- Válvulas e presión de los compartimentos estancos

- Gas
- Aparatos auxiliares y manodensostatos
- Pintura de elementos metálicos
- Elementos aislantes
- Envolventes metálicas
- Filtros y elementos de protección frente a partículas polucionantes
- Conectores para la interconexión entre armarios y módulos

En general, todos aquellos materiales y elementos auxiliares que formen parte del conjunto.

- Protocolos de pruebas y ensayos
- Programa de Puntos de Inspección, cumplimentado, si procede
- Documentación sobre modificaciones, desviaciones y reparaciones
- Copia de Autorización de Expedición
- Certificado de Recepción
- Certificados de calidad del fabricante

Deberán presentarse numerados, con índice que permita su fácil localización y con la calidad suficiente para que sea legible y reproducible.

4.29. Garantías

El periodo de garantía será de cinco años desde su puesta en servicio, condicionado a un mantenimiento preventivo realizado por la Propiedad conforme a los procedimientos y periodicidades establecidos por el fabricante.

4.30. Plazos

El plazo garantizado de suministro de módulos, submódulos y cualquier otro tipo de repuesto compatibles en dimensiones y resto de características con los ahora ofertados, será de veinte años.

4.31. Otros requisitos

4.31.1. Formación

Existirá una formación inicial gratuita y un programa de formación continuación de la primera, que será retribuido. Para esta segunda etapa, el suministrador incluirá en la oferta un partida valorada con el alcance específico de las necesidades de formación técnica que el suministrador está en condiciones de proporcionar al personal de la Propiedad, tanto para la instalación y puesta a punto de los componentes como para su mantenimiento y operación, en dicha partida se incluirá el material didáctico, manuales, programas y demás instrumentos que se consideren necesarios.

4.31.2. Asistencia técnica postventa

El suministrador deberá confirmar en las ofertas su disponibilidad para poder cumplir con los requisitos principales que se describen a continuación, o en caso contrario, indicar y justificar las excepciones y alternativas que pueda aportar.

4.31.3. Alcance de los servicios

El proveedor asistirá a la Propiedad en los ámbitos siguientes:

- Asistencia general por teléfono, correo electrónico o fax
- Intervenciones urgentes
- Mantenimientos preventivos
- Formación de la fábrica o en el lugar
- Recomendación de modificaciones que permitan mejorar la explotación de la subestación y aumentar su disponibilidad
- Actualización de la documentación existente y generación de procedimientos y guías de actuación necesarias para el correcto mantenimiento del parque GIS

- Servicio de reparaciones

4.31.4. Definición de las actividades a realizar por el proveedor

El cumplimiento de estas actividades será obligación en todo momento del suministrador. En caso de que el suministrador provea algunas de estas actividades a partir de terceras compañías, éstas deberán ser homologadas previamente con la Propiedad para poder realizar estos servicios.

- Asistencia general
 - Disponibilidad: el proveedor facilitará un teléfono de contacto que estará activo las 24 horas del día, todos los días del año, para contestar a cualquier pregunta relativa al mantenimiento de la GIS.
 - Tiempo de respuesta: el proveedor deberá comunicar a la Propiedad la respuesta a la consulta planteada en el menor plazo posible, siempre inferior a 48 horas desde la notificación.
- Intervenciones urgentes
- Mantenimiento preventivo
 - La Propiedad podrá solicitar un superior del proveedor para la realización de mantenimiento preventivo. la Propiedad avisará de la necesidad de este servicio con un mes de antelación.
 - La Propiedad podrá solicitar que un supervisor del proveedor acuda a la GIS por lo menos una vez cada tres años para comprobar el estado de la instalación y contestar a las eventuales preguntas del usuario.
 - El proveedor entregará a la Propiedad un documento con las recomendaciones para el correcto almacenamiento de los equipos, así como las recomendaciones para su transporte y el material necesario para realizarlo en el menor tiempo y con la mayor seguridad posible.

- La Propiedad podrá solicitar que un supervisor del proveedor acuda a los almacenes de la Propiedad con un periodo determinado de antelación para comprobar el estado de los repuestos y emitir un informe con las conclusiones y recomendaciones. La primera visita será realizada al año del primer suministro que suponga el grueso de los equipos.
- Formación
 - A la demanda de la Propiedad, el proveedor puede organizar una formación de trabajadores de la Propiedad. La formación se podría realizar en fábrica o en una GIS, en función de los requerimientos de la Propiedad y del proveedor.
- Mejora de la explotación y aumento de la disponibilidad de la subestación.
 - El proveedor se compromete a informar a la Propiedad de cualquier modificación que permita mejorar su explotación y aumentar su disponibilidad.
 - Las mejoras acordadas se realizarán conjuntamente y según contrato independiente a éste.
- Puesta al día de la documentación
 - El proveedor se compromete a facilitar a la Propiedad toda la documentación en español necesaria para la correcta operación y mantenimiento de la GIS. En caso de que, previamente comunicadas a la Propiedad y aceptadas por la Propiedad, se realicen mejoras o modificaciones de la GIS, el fabricante debe modificar esta documentación en la medida en que se vea afectada.
- Servicio de reparaciones

4.32. Materiales y medios

El proveedor aportará todos los materiales y medios necesarios para las intervenciones, a excepción de los siguientes materiales y medios, que serán facilitados por la Propiedad:

- Gran repuesto. la Propiedad dispondrá del gran repuesto mínimo necesario para poder solventar cualquier avería en una posición. Estos mínimos serán consensuados entre el proveedor y la Propiedad para el modelo empleado en la instalación. El listado de repuestos mínimos deberá ser anexo al contrato de asistencia técnica. Si el incidente afectase a varias posiciones y la Propiedad no dispusiese de los elementos necesarios, el proveedor facilitará plazo de entrega para los mismos y plazo final de reparación.
- Máquina para recuperación – tratamiento de gas SF₆. la Propiedad dispondrá de máquina de tratamiento de gas (Dilo o similar). El proveedor deberá suministrar los conectores adecuados para poder conectar el equipo de tratamiento de gas.
- Puente grúa o elementos necesarios para el izado de componentes.
- Gas SF₆
 - Nitrógeno para secar los compartimentos (concentración de agua inferior a 20 ppm)
 - Productos de limpieza (alcohol, isopropanol, trapos...)

La Propiedad aportará el personal necesario según el tipo de intervención a realizar.

La Propiedad se compromete a poner a la disposición del supervisor del proveedor los medios generales siguientes:

- Oficina con teléfono y fax; guardarropa y aseos

- Herramientas generales.

4.33. Prestaciones

La Propiedad tendrá la responsabilidad de la puesta fuera de tensión de las celdas en las que se deban realizar trabajos. Las fases de los trabajos, comunicaciones de inicio y fin de trabajo y puesta en servicio de la instalación se definirán en detalle en el contrato de asistencia.

El contrato de asistencia fijará las condiciones de trabajo en la subestación, condiciones comerciales, garantías y todos aquellos puntos que se considere necesarios para la completa definición del servicio.

5. CONDICIONES TÉCNICAS DE LOS

TRANSFORMADORES DE POTENCIA

5.1. Aceite

A partir del comienzo del plazo de garantía, la distribuidora hará un seguimiento dentro de los meses siguientes de la evolución de los parámetros, obtenidos por los correspondientes análisis, y que deberán cumplir lo siguiente:

- Ninguno de los gases, H_2 , CH_4 , C_2H_6 , C_2H_4 , C_2H_2 , CO y CO_2 , alcanza las concentraciones (en p.p.m.) de 250, 150, 150, 250, 150, 1000 y 10000 respectivamente
- Los valores de incremento mensual de las concentraciones de $H_2 + CH_4 + C_2H_6 + C_2H_4 + C_2H_2$, serán superiores al 5%
- los valores de calificación del aceite deberán cumplir:
 - agua < 15 p.p.m.
 - tg delta < 0.005 (0.5%)

Si no se cumplieran estos valores, la garantía se considerará prorrogada hasta determinar las causas que originan el defecto latente y corregirlas, junto con las consecuencias adicionales indicadas en el documento contractual del pedido.

5.2. Placas de características

El transformador está equipado con las siguientes placas de características

- Placa de características del transformador, según norma UNE-EN 60076-1
- Placa de características del armario del cambiador de tomas, con esquema del mando y que está situada en la parte interior de la puerta del armario, junto con los datos indicados por la norma UNE-EN 60214

- Placa de características independiente indicando valores de capacidad (C1 y C2) y tangente de delta o factor de potencia de los bornes de tipo capacitivo A.T. y B.T
- Cada accesorio del transformador lleva placas de identificación con el número asociado en la lista de material. La tapa del transformador lleva placas de identificación de bornes

Las placas de es fácilmente accesible para su lectura y está construida con acero inoxidable, escribiéndose de forma indeleble en idioma español los datos asociados.

5.3. Pintura

La pintura del transformador y accesorios, incluidos 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.

Las condiciones de garantía de pintura serán las establecidas en el documento contractual del pedido.

5.4. Transporte

5.4.1. Registrador de impactos

El transporte del equipo se realizará con un registrador de impactos electrónico, debidamente instalado y protegido.

El registrador de impactos consistirá en un acelerómetro de tres ejes para medir y registrar electrónicamente impactos en cualquier dirección. Dicho equipo dispondrá de memoria permanente de datos, memoria protegida, lectura con PC compatible y protección contra pérdida de memoria. El suministrador indicará la aceleración máxima admisible en cada uno de los tres ejes (x,y,z), así

como curva característica que relacione aceleraciones máximas y tiempo admisible de las mismas, junto con las inspecciones y pruebas a realizar en caso de superarse los citados valores.

5.5. Aseguramiento de la calidad

Para cada suministro la distribuidora establecerá un proceso de aseguramiento de la calidad formado por los siguientes aspectos:

- Revisión del diseño constructivo
- Inspecciones de fabricación y del sistema de calidad
- Ensayos de recepción en fábrica
- Ensayos especiales. Ensayo de cortocircuito
- Ensayos de recepción en campo

A fin de asegurar el cumplimiento por parte del suministrador de los requerimientos de calidad en cada uno de los aspectos mencionados, la distribuidora comunicará al fabricante las desviaciones o no conformidades inmediatamente una vez detectadas.

A tales efectos, la distribuidora considerará desviaciones o no conformidades:

- Todo cambio respecto a los requerimientos recogidos en este documento de Especificación del Pedido que no haya sido previamente aprobado por La distribuidora como excepción
- Actuaciones no conformes con los planos del proyecto, procedimientos de calidad, procedimientos de fabricación, instrucciones de trabajo o buenas prácticas de fabricación
- Cualquier resultado no conforme de los controles, ensayos, inspecciones o pruebas que se efectúen durante el proceso de fabricación y en los ensayos de recepción, en campo o especiales

- Inadecuada calibración de los equipos de control, medida y ensayo, ya sean del laboratorio de alta tensión o cualquier etapa del proceso productivo

Al producirse una desviación o no conformidad, el suministrador establecerá las medidas necesarias y enviará a La distribuidora un informe para su aprobación en el que describirá suficientemente el problema y hará una propuesta de solución.

La recepción del suministro en los términos indicados en el documento contractual del pedido, requerirá, entre otros aspectos, tener resueltas satisfactoriamente todas las desviaciones o no conformidades abiertas en el proceso de aseguramiento de la calidad.

5.5.1. Revisión del diseño constructivo

La Revisión del diseño constructivo tiene por objetivo fundamental la validación del diseño del transformador en lo relativo a materiales y comportamiento dieléctrico, electrodinámico y térmico, identificando los puntos críticos y determinando los márgenes de diseño.

La distribuidora garantizará la confidencialidad de la información entregada por el fabricante, tal y como se refleja en el documento contractual del pedido.

Esta actividad, a realizar en un transformador de cada serie de fabricación, constará de tres etapas:

- Análisis y toma de datos

Se solicitarán al suministrador, entre otros, los siguientes datos de diseño del transformador:

- Núcleo magnético: material, dimensiones/pesos, pérdidas magnéticas, corriente de excitación, inducción magnética a 100% y 110 % de la tensión nominal, control de flujo de dispersión (si existe)
- Arrollamientos: tipo y características del conductor, disposición, dimensiones/pesos, pérdidas en carga y pérdidas adicionales
- Requerimientos Dieléctricos: disposición, dimensiones/pesos del aislamiento, mapa electrostático, esfuerzos eléctricos
- Requerimientos Electrodinámicos: configuración mecánica, mapa de flujo, reactancias de cortocircuito, esfuerzos mecánicos
- Requerimientos Térmicos: sistema de refrigeración, temperatura del aceite, temperatura media y del punto más caliente de los arrollamientos.
- Estudio de sobrepresiones mecánicas
- Estudio eléctrico/dieléctrico del borne
- Lista de planos constructivos y de fabricación
- Análisis de los procesos/tratamientos más significativos: parámetros principales de los procesos de compresión y secado de los arrollamientos, impregnación y llenado de aceite
- Simulación del comportamiento y determinación de los márgenes de diseño:

Con la información obtenida en la toma de datos, se realizará una simulación del comportamiento eléctrico, dieléctrico, electrodinámico y térmico, a efectos de validación de los cálculos del fabricante y se establecerán los márgenes de diseño dieléctrico (frente a los diferentes tipos de sobretensiones), electrodinámico (frente a los diferentes tipos de cortocircuito) y térmico.

- Definición de los ensayos de recepción en fábrica y ensayos especiales

Finalmente, la distribuidora y el suministrador acordarán los ensayos de recepción a realizar (incluyendo posibles ensayos especiales), así como los parámetros de ejecución de los mismos.

Se establecerán, entre otros los siguientes aspectos:

- Ensayos de recepción y ensayos especiales a realizar para cada una de las unidades de la serie de fabricación.
- Plano de disposición del transformador durante los ensayos.
- Orden de los ensayos.
- Configuración de ensayo, valores aplicar, registros a medir, posición del cambiador de tomas, etc.
- Normativa de aplicación de los ensayos
- Criterios de aceptación
- Estructura del informe a entregar por el fabricante

En función de los resultados y márgenes obtenidos en la revisión del diseño constructivo, así como posibles puntos críticos detectados, se establecerán los controles adicionales necesarios en la fase de inspección de fabricación y de ensayos de recepción.

Por todo ello, el suministrador no podrá comenzar la fabricación de ninguna de las unidades de una serie hasta que no se finalice la Revisión del Diseño Constructivo de la misma, salvo indicación expresa por parte de La distribuidora.

Cualquier modificación en el diseño de las unidades de una serie de fabricación deberá ser analizada y aprobada por la distribuidora.

5.6. Inspecciones del sistema de calidad del suministrador

A fin de asegurar el cumplimiento por parte del suministrador de los requerimientos de su Sistema de Calidad, éste deberá cumplir una de las dos siguientes posibilidades:

- Poseer un certificado de calidad de acuerdo con la correspondiente norma ISO de la serie 9000, expedido por un organismo acreditado
- Tener implantado un Sistema de Calidad que recoja como mínimo los puntos definidos en este apartado. La concesión del pedido se supeditará al previo examen de dicho Sistema (con cargo al suministrador)

La distribuidora, o la Entidad de Inspección que designe, se encargarán del control y verificación del cumplimiento de dichos requisitos, de la conformidad del Sistema con lo especificado en este apartado, así como de la adecuación del suministro con los requerimientos que se recogen en esta especificación de pedido.

El Sistema de Calidad deberá recoger, al menos, los aspectos que se presentan a continuación.

5.6.1. Departamento de calidad

Dentro del organigrama de la Empresa deberá existir un grupo, independiente de los Departamentos Técnico o de Producción, responsable de todo lo relacionado con la implantación, seguimiento y evaluación continua del Sistema de Calidad.

Las funciones, responsabilidades y autoridad de sus componentes estarán definidas y documentadas.

5.6.2. Proveedores y subcontratistas

Se establecerán los controles necesarios para asegurar la conformidad de la calidad de los materiales, procesos y servicios efectuados por proveedores y subcontratistas.

5.6.3. Proceso productivo

Estarán definidas y documentadas todas las tareas a realizar mediante procedimientos, instrucciones o planos.

El equipo a fabricar deberá ser identificable durante el proceso y controlado de modo que pueda conocerse en qué momento de dicho proceso se halla y los hitos principales que ha pasado y falta por pasar. Procesos especiales, como soldadura, tratamientos térmicos, ensayos no destructivos, etc., deberán realizarse mediante procedimientos homologados.

5.6.4. Formación del personal

Se establecerá la formación necesaria para acometer los trabajos en los diferentes puestos. No podrán realizarse tareas para las que no se esté cualificado.

5.6.5. Inspecciones y ensayos

Con objeto de asegurar la calidad se definirán una serie de inspecciones y ensayos. Estos deberán ser verificados y controlados por el Departamento de Calidad y estarán reflejados en el Programa de Puntos de Inspección.

Todos los equipos utilizados en las operaciones de medida, inspección y ensayo deberán ser adecuadamente controlados y calibrados en los plazos previstos.

5.6.6. Disconformidades y acciones correctoras

Cuando se detecte una no conformidad se asegurará que dicho material, componente o equipo no continúe en el proceso productivo. Para ello se establecerá un procedimiento para el tratamiento de dichas disconformidades y las consecuentes acciones correctoras que aseguren siempre que la calidad final del producto no se vea alterada.

5.6.7. Producto terminado

Una vez terminado y montado completamente, cada equipo será ensayado de acuerdo con lo recogido en esta Especificación.

5.6.8. Embalaje, almacenaje y expedición

Se establecerá un procedimiento para el embalaje y almacenaje de los equipos de modo que se asegure la conservación de los mismos en condiciones adecuadas.

5.6.9. Manual de calidad

Es el documento donde se definirá la política, la organización y los medios para asegurar la calidad del suministro y su conformidad con los requisitos recogidos en las especificaciones y normas que le son de aplicación. Su alcance abarcará desde las propias acciones del suministrador hasta las de sus subcontratistas.

El suministrador establecerá por escrito la aplicabilidad de su Manual de Calidad a este pedido. Cualquier cambio en el Manual que afecte a dicho suministro deberá ser autorizado por La distribuidora.

5.6.10. Inspecciones de fabricación

El suministrador elaborará un Programa de Puntos de Inspección (PPI) donde se recogerán las fases de fabricación e inspecciones, desde la recepción de

materiales, hasta la puesta en destino del pedido. Se secuenciará de forma correlativa.

En cada una de las fases o secuencias se indicarán los puntos a inspeccionar por el suministrador, por La distribuidora o su representante. Se dejará constancia de estas inspecciones mediante fecha y firma.

La distribuidora deberá aprobar el Programa de Puntos de Inspección y fijará en él puntos de espera (aquellos que no podrán realizarse sin su presencia o autorización) y puntos de aviso (aquellos que requieren aviso previo).

Serán considerados, al menos, los siguientes puntos de espera: calado de bobinas, salida del horno, reapretado de parte activa y encubado.

La distribuidora podrá ampliar estos puntos en cualquier momento de la fabricación.

El suministrador entregará un Programa de Fabricación y sus sucesivas actualizaciones y comunicará por escrito la fecha prevista de los puntos de espera con 10 días de antelación, y la confirmación definitiva 3 días antes. La distribuidora comunicará por escrito su decisión de asistir o no, y en su caso a la autorización de su realización.

El suministrador se hará cargo de los gastos de desplazamiento derivados de una notificación defectuosa, así como de repetición de ensayos.

Cada unidad incluida en el pedido deberá tener su propio Programa de Puntos de Inspección.

Todos los documentos generados por el Sistema de Calidad deberán ser adecuadamente archivados, de modo que quede constancia y evidencien de modo objetivo la calidad conseguida. Lo concerniente a un pedido concreto deberá conservarse como mínimo hasta la aprobación por parte de la distribuidora de la documentación final.

La distribuidora o sus representantes tendrán libre acceso a las instalaciones, tanto del suministrador como de sus proveedores o subcontratistas, para inspeccionar o auditar todo aquello que se relacione con este pedido. Podrá disponer de toda la documentación técnica (incluyendo planos constructivos y de fabricación) y de calidad con el fin de verificarla y evaluarla. El suministrador se comprometerá a que sus proveedores y subcontratistas cumplan con lo dispuesto anteriormente.

El suministrador entregará un informe final de fabricación (en papel y en soporte informático) que contendrá, al menos, los siguientes aspectos:

- Tratamiento de secado indicando, al menos: procedimiento empleado, fecha/hora de inicio/fin del tratamiento, peso total del aislamiento sólido, cantidad de agua extraída, ratio de extracción de agua (mililitros de agua x tonelada de aislamiento/hora), presión de vacío alcanzada, temperaturas máximas alcanzadas en los arrollamientos y en el núcleo magnético
- Tiempos de encubado (tiempo entre la salida del horno y su introducción en la cuba y comienzo del vacío), descripción del proceso de llenado e impregnación de aceite y tiempo de reposo
- Certificados de materiales
- Revisión de tarjetas de calidad, puntos de inspección, incidencias de fabricación, etc.
- Resolución de todas las desviaciones o no conformidades emitidas por la distribuidora durante las inspecciones
- Reportaje fotográfico de fabricación incluyendo:
 - Vista general, desde cada uno de los lados, del núcleo magnético una vez montado y antes del calado de bobinas (4 fotografías)
 - Detalle de la placa de asiento de los arrollamientos (antes del calado de bobinas) de cada una de las fases por ambos lados (6 fotografías)

- Detalle de todos los arrollamientos, antes de su calado en el transformador (1 fotografía por cada arrollamiento)
- Vista general, desde cada uno de los lados, del transformador después del calado de bobinas (4 fotografías)
- Vista general, desde cada uno de los lados, del transformador después del encubado y montaje de accesorios (4 fotografías)

5.7. Ensayos de recepción en fábrica

La distribuidora y el suministrador establecerán, con la debida antelación, los ensayos de recepción a realizar, según lo dispuesto en el apartado Revisión del Diseño Constructivo.

Con carácter general, los ensayos de recepción que se enumeran a continuación, estarán incluidos en el alcance del suministro, se realizarán en presencia de La distribuidora, en el orden indicado y de acuerdo a los requerimientos indicados en el presente documento y los establecidos adicionalmente tras la Revisión del Diseño Constructivo.

Salvo indicación expresa en contra, no se comenzará con los ensayos de recepción en fábrica si el suministrador no ha emitido el informe final de fabricación.

En cualquier caso, la distribuidora se reservará el derecho de incluir otros ensayos adicionales, cuya definición técnica y valoración económica se realizaría aparte.

En todos los ensayos de recepción citados, el transformador estará equipado con todos sus accesorios, de la misma forma que en el momento de su puesta en servicio, y cualquier excepción deberá ser aprobada expresamente por la distribuidora.

Antes del comienzo de los ensayos deberá realizarse la comprobación sobre el plano constructivo de las dimensiones y disposición del transformador y de todos sus accesorios.

Igualmente, antes de comenzar los ensayos se realizarán los ensayos propios del aceite mineral:

- Ensayo físico-químicos del aceite (rigidez dieléctrica, contenido en agua, densidad, color, tg delta, etc)
- Análisis cromatográfico de gases disueltos en aceite

La distribuidora se reserva el derecho de tomar una o varias muestras de aceite para analizarlas en su laboratorio de aceites.

A continuación se indican los ensayos principales del transformador:

5.7.1. Medida de resistencia de aislamiento con Megger

Se considerarán en el ensayo las medidas entre cada par de arrollamientos, de cada arrollamiento a cuba, de núcleo magnético a cuba, de brida de apriete a cuba y de núcleo magnético a brida de apriete.

5.7.2. Medida de resistencia de los arrollamientos

Se medirá la resistencia en todas las posiciones del cambiador de tomas.

5.7.3. Medida de la relación de transformación

Se medirá la relación de transformación en todas las posiciones del cambiador de tomas y se verificará el grupo de conexión.

5.7.4. Ensayo de capacidad y tg delta de los arrollamientos

Se considerarán como mínimo las medidas de CH+CHL, CH, CHL, CLT+CL, CL, CLT, CT+CHT, CT y CHT, a las tensiones de 2 y 10 kV.

Se procurará realizar el ensayo con el equipo M4000 de Doble Engineering y deberán facilitarse los registros informáticos en formato electrónico.

5.7.5. Ensayo de capacidad y tg delta de todos los bornes con toma capacitiva

Los bornes se medirán individualmente y se considerarán como mínimo las medidas de C1 y C2, a las tensiones de 2 y 10 kV (para C1) y 0.5 y 1 kV (para C2).

Se procurará realizar el ensayo con el equipo M4000 de Doble Engineering y deberán facilitarse los registros informáticos en formato electrónico.

En el caso de bornes aceite-aceite, se deberá realizar el ensayo de Capacidad y tg delta, directamente sobre la misma (desconectada del borne aceite-aire para pruebas) antes del comienzo de los ensayos y una vez finalizados los mismos.

En el protocolo de ensayos, las medidas de capacidad y tg delta de los bornes obtenidas en el ensayo de recepción, se reflejarán en una tabla donde se las compare con las medidas de su placa de características. Adicionalmente, se indicará claramente el número de serie del borne y la fase del transformador en la que se encuentra montada.

5.7.6. Ensayo de pérdidas e intensidad de vacío

Se registrarán los armónicos de la corriente y de la tensión de vacío de las tres fases al 80%, 90%, 100%, 105%, 110% y 115 % de la tensión asignada del transformador. Se registrará tanto el factor de distorsión armónica total como el porcentaje de diferencia entre la tensión media y la eficaz, tal y como lo define la norma UNE-60076-1.

Serán consideradas, a efectos de garantías, las medidas realizadas a 100% y 110%.

5.7.7. Ensayo de pérdidas en carga y tensión de cortocircuito

Se realizará las medidas en las condiciones especificadas, tanto en toma central como extremas en arrollamientos con regulación, y para todo par de arrollamientos.

5.7.8. Ensayo de impedancia de secuencia homopolar

Se medirá la impedancia homopolar desde el arrollamiento con regulación (normalmente arrollamiento primario) con el resto de arrollamientos cortocircuitados y puestos a tierra.

Se realizarán tres medidas, en las posiciones extremas y central del cambiador de tomas.

Con los arrollamientos en estrella se realizará una medida de impedancia homopolar con el resto de arrollamientos cortocircuitados y a tierra.

En caso de que la unidad ensayada tenga una variación en sus impedancias de secuencia directa mayor al 5% respecto a la unidad en la que se realizó el ensayo de impedancia homopolar, se repetirán las medidas indicadas.

5.7.9. Ensayo de impulso tipo maniobra a todos los arrollamientos con una tensión mayor o igual a 145 kV

Durante la aplicación de los impulsos de calibración, el ofertante registrará la onda de tensión de las fases del arrollamiento no ensayado, con objeto de determinar la necesidad o no de emplear resistencias de amortiguamiento.

Se empleará shunt exclusivamente resistivo para el registro de intensidad.

La toma del arrollamiento primario será tal que las solicitaciones en el resto de arrollamientos se limiten a aproximadamente el 80% de las tensiones de impulso tipo rayo asignadas a dichos bornes.

5.7.10. Ensayo de impulso tipo rayo a todos los bornes de fase y de neutro

Se empleará shunt exclusivamente resistivo para el registro de intensidad.

De cara a evitar o minimizar la aparición de perturbaciones en los registros de tensión y corriente durante el ensayo, el suministrador cuidará la ejecución de los circuitos de ensayo y medida.

5.7.11. Ensayo de tensión inducida con CA de corta duración (CACD) a todos los arrollamientos

El valor de la tensión de medida de las descargas parciales, según normas de la Propiedad, y nivel máximo de descargas parciales según norma UNE-EN 60076-3.

La toma del arrollamiento primario será tal que permita obtener las tensiones de ensayo indicadas por la citada norma.

5.7.12. Ensayo de calentamiento

Se realizará en la toma de máxima intensidad.

5.7.13. Ensayo de ruido

El ensayo de ruido se realizará conforme a la norma UNE-EN 60076-10, mediante el método de medida de la presión acústica.

Preferentemente, será realizado en la toma central en primario, y en vacío, salvo que la corriente de carga aporte un nivel significativo en las medidas acústicas, según apartado 6.3 de la citada norma.

El informe de ensayo deberá cumplir con la información del apartado 16 de la citada norma como mínimo.

5.7.14. Medida de pérdidas en vacío

Se repetirá después de los ensayos dieléctricos.

Se registrarán los armónicos de la corriente y de la tensión de vacío de las tres fases al 100% y 110% de la tensión asignada del transformador.

Se registrará tanto el factor de distorsión armónica total como el porcentaje de diferencia entre la tensión media y la eficaz, tal y como lo define la norma UNE-60076-1.

5.7.15. Ensayo de respuesta en frecuencia (FRA)

Se obtendrán las curvas de respuesta en frecuencia entre 10 Hz y 10 MHz.

Se medirán todos los arrollamientos en estrella entre el terminal de fase y el terminal de neutro.

La medida de los arrollamientos con regulación se hará en las posiciones extremas y central (sentido subiendo) del cambiador de tomas.

La medida de los arrollamientos se regulación se hará con el cambiador de tomas en posición 1.

Será condición necesaria para la aceptación del ensayo la ausencia de magnetismo remanente que distorsione la respuesta a bajas frecuencias. Para ello, el suministrador aplicará, si fuera necesario, tensión en el transformador durante 20-30 minutos.

Se procurará realizar el ensayo FRA con el equipo analizador de espectro HP y con software ESBI y se facilitarán los registros en formato electrónico.

5.7.16. Ensayos de sobrepresión (1 bar), vacío y estanqueidad en la cuba

Una vez finalizados los ensayos dieléctricos y el ensayo de calentamiento, si procede, se realizarán los ensayos siguientes sobre aceite mineral:

- Análisis de gases disueltos en aceite de la cuba
- La distribuidora se reserva el derecho de tomar una o varias muestras de aceite para analizarlas en su laboratorio de aceites

5.7.17. Ensayos de los accesorios del transformador

Los ensayos de los accesorios del transformador se indican a continuación:

- Comprobación de dimensiones y disposición de accesorios
- Comprobación de las diferentes placas de características
- Ensayo de aislamiento y comprobación de funcionamiento de los circuitos auxiliares, alarmas, etc.
- Ensayo del armario del regulador en carga
- Medición del espesor y adherencia de la capa de pintura del tanque

5.7.18. Ensayos del regulador de tensión bajo carga

El conmutador de regulación de tensión bajo carga será probado de acuerdo a las indicaciones de la norma UNE-EN 60214 y UNE-EN 60076-1:

- Ensayo mecánico
- Ensayo de sucesión de las operaciones
- Ensayo dieléctrico de los circuitos auxiliares
- Ensayo de resistencia a la presión y al vacío

Se facilitarán igualmente los protocolos de ensayos de tipo según la citada norma:

- Calentamiento de los contactos
- Ensayos de corte

- Ensayo de corriente de cortocircuito
- Ensayo de las impedancias de paso
- Ensayos mecánicos
- Ensayos dieléctricos

5.7.19. Ensayos sobre los bornes

Los bornes estarán probados con los ensayos de rutina establecidos en la norma UNE-EN 60137:

- Medida de capacidad y tg delta a temperatura ambiente
- Ensayo de tensión soportada a impulso tipo rayo en seco
- Ensayo de tensión soportada a frecuencia industrial en seco
- Medida de descargas parciales
- Ensayo de aislamiento de las tomas
- Ensayo de estanqueidad, si procede
- Inspección visual y verificación de las dimensiones

Asimismo, se facilitarán los protocolos de ensayos de tipo según la citada norma:

- Ensayo de tensión soportada a impulso tipo rayo en seco o bajo lluvia, si procede
- Ensayo de tensión soportada a frecuencia industrial en seco o bajo lluvia, si procede
- Ensayo de estabilidad térmica
- Ensayo de calentamiento
- Verificación de la corriente térmica soportada de corta duración
- Ensayo de resistencia a la flexión
- Ensayo de estanqueidad

5.8. Procedimientos tras la finalización de ensayos

Al finalizar los ensayos de recepción en fábrica, la distribuidora y el suministrador firmarán un acta de finalización de ensayos donde se reflejarán el resultado global de los mismos (satisfactorio o no satisfactorio) y los aspectos más significativos ocurridos durante los ensayos.

En plazo no superior a una semana, el suministrador enviará a la distribuidora el protocolo de ensayos con los resultados (en soporte informático) y los registros informáticos de los ensayos de Capacidad y tg delta, Respuesta en Frecuencia (FRA), Impulso tipo maniobra e Impulso tipo rayo.

En caso de fallo, incidencia, perturbación o anomalía durante los ensayos de recepción en fábrica, el suministrador entregará el protocolo con los ensayos realizados hasta el momento de producirse el mismo. Adicionalmente, el suministrador entregará un informe con las causas del problema y las acciones conducentes a solucionarlo. La distribuidora se reserva el derecho a validar todas las acciones correctoras propuestas por el suministrador y estará presente en la ejecución de las mismas.

La información a incluir por el fabricante en el protocolo de ensayos es la siguiente:

- El protocolo de ensayos final entregado a la distribuidora estará sellado y firmado por el fabricante en todas sus páginas y deberá contener, para cada ensayo, todos registros y resultados obtenidos, así como los datos y cálculos intermedios que sean necesarios para repetir en cualquier momento posterior cada ensayo en las mismas condiciones en que fueron realizados
- Se reflejará el orden de los ensayos así como la fecha y hora de realización de los mismos

- El protocolo deberá comenzar con la placa de características del transformador. En las páginas correspondientes a cada ensayo se indicará la temperatura y la humedad relativa, la fecha y el horario en que fue realizado el ensayo. Igualmente en las páginas correspondientes a cada ensayo se indicarán todos y cada uno de los equipos, sistemas e instrumentos utilizados indicando para cada uno de ellos al menos la siguiente información: Marca ó nombre del fabricante, nº de fabricación, año de fabricación, nº de certificado de calibración, última fecha en que fue calibrado y próxima fecha de calibración; para los transformadores de intensidad y de tensión se indicará además de lo anterior: la relación de transformación, la potencia de carga y precisión del secundario; y para los divisores de tensión se indicará además el nº de estadios utilizados en cada ensayo así como los voltios por estadio. Además para cada ensayo se incluirá un esquema del circuito de ensayo y de medida
- Para los ensayos de impulso tipo rayo y tipo maniobra se incluirá la secuencia con todos los impulsos realizados. Los registros de las formas de onda de tensión y corriente de cada impulso se imprimirán en una página de tamaño A4 y se entregarán a La distribuidora. En el protocolo vendrán reflejados todos los registros significativos en el formato indicado. Así mismo, para el ensayo de impulso tipo rayo se añadirá al final de cada colección de registros de impulso sendas páginas que incluyan los registros de las diferencias entre la onda reducida y cada una de las plenas. Para cada ensayo de impulso sobre una fase se incluirá un esquema del circuito de ensayo y de medida y se indicarán al menos los siguientes valores: valor de resistencia óhmica del shunt, y valor de las resistencias óhmicas limitadoras (si las hay)
- Las páginas correspondientes a las medidas de pérdidas en vacío deberán incluir al menos los siguientes datos: tensión media y eficaz medida en

cada fase, corriente de vacío medida en cada fase, frecuencia, factor de potencia, temperatura del aceite, resistencias óhmicas utilizadas para el cálculo de la corrección de las pérdidas, así como los factores de corrección utilizados y su cálculo

- Las páginas correspondientes a las medidas de pérdidas en carga e impedancia de cortocircuito deberán incluir al menos los siguientes datos: tensión y corriente en cada fase y en cada arrollamiento (primario, secundarios, terciario), frecuencia y factor de potencia, temperatura del aceite, resistencias óhmicas utilizadas para el cálculo de la corrección de las pérdidas, así como los factores de corrección utilizados y su cálculo
- La parte del protocolo correspondiente al ensayo de calentamiento incluirá en forma tabulada los datos de todas las temperaturas registradas durante el ensayo y de la potencia de pérdidas aplicada. Además se incluirá de forma tabulada también todos los valores de las resistencias óhmicas medidos después de la desconexión de la fuente de alimentación al transformador. Se incluirá también los valores utilizados para el cálculo de las pérdidas totales aplicadas
- En los ensayos de tensión inducida con CA y medida de descargas parciales, se anotará como valor de éstas el máximo valor recurrente durante un intervalo de tiempo no inferior a 10 segundos. A solicitud de La distribuidora se tomarán imágenes del patrón de descargas parciales, que le serán entregadas e incluidas en el protocolo de ensayos. Se anotarán los valores de descargas parciales a todos los niveles de tensión, si bien a efectos de superación del ensayo se tendrá en cuenta lo establecido en la norma UNE-EN 60076-3

5.9. Ensayos especiales. Ensayo de cortocircuito

La distribuidora se reserva el derecho a realizar el ensayo de cortocircuito sobre cualquier unidad a suministrar, según norma UNE-EN 60076-5.

Las condiciones de realización del ensayo, junto a las tolerancias a aplicar, son las establecidas por la norma UNE-EN 60076-5.

El laboratorio encargado de realizar los ensayos, someterá al transformador antes de la prueba, a una serie de cortocircuitos con objeto de ajustar las reactancias a emplear para conseguir así el valor de las corrientes de cortocircuito a los valores especificados. En ningún caso, los valores de intensidad de cortocircuito para estos ajustes superarán el 70% de la intensidad de cortocircuito de diseño. Será el laboratorio de ensayo igualmente quien determine la toma en primario que se empleará para los citados ajustes, y el número máximo de cortocircuitos a aplicar.

Se monitorizarán durante el ensayo las tensiones y corrientes de todos los arrollamientos del transformador. Asimismo, se monitorizará las señales de alarma y disparo del relé Buchholz, así como de las válvulas de alivio.

El ensayo será grabado con cámara de vídeo.

Los esquemas de ensayos se realizarán mediante fuente trifásica o “monofásica”, a determinar por el laboratorio de ensayo. En cualquier caso, la cuba estará aislada de la plataforma de ensayo. Ningún punto del transformador será conectado a la red de tierras del laboratorio de ensayo, salvo los equipos de medida de tensión conectados a través de divisores capacitivos.

La modalidad del ensayo será “post-establecido”, mediante interruptor sincronizado que cerrará a los 90s, una vez energizado el transformador, con objeto de eliminar el transitorio de inserción.

La duración del ensayo será de 250 ms, si bien el transformador deberá soportar por diseño las intensidades de cortocircuito durante un tiempo de dos segundos, tanto a efectos térmicos como dinámicos. Se comprobará la intensidad de cresta en cada fase, y para tomas central y extrema, realizando aquellos ensayos que permitan comprobar la intensidad de diseño dinámica de todos los arrollamientos. Así, el número de cortocircuitos a aplicar en transformadores con dos arrollamientos será nueve. Para transformadores con más arrollamientos, se establece un mínimo de doce, considerando tres cortocircuitos plenos para probar el arrollamiento terciario cuando aplique.

Tras la finalización de cada cortocircuito, se medirá la impedancia de cortocircuito entre cada par de arrollamientos, desde ambos lados. Una vez finalizado el ensayo, la variación de impedancia máxima será del 2%.

Se tomarán como valores origen de impedancias, los medidos antes de la realización del ensayo, que se confrontarán con los valores medidos durante los ensayos de rutina del transformador a ensayar. De la misma forma, se realizará previamente ensayo de FRA, a confrontar igualmente con el realizado durante los ensayos de rutina.

En caso de detectarse valores anormales de impedancia después de cada cortocircuito, se realizará ensayo FRA adicional u otras medidas como capacidad y tangente de delta, medida de resistencia de aislamiento, medida de relación de transformación, etc. Asimismo, se medirá pasada unas horas de nuevo el valor de impedancia de cortocircuito que muestre una variación importante. En caso de detectarse evolución normal de la impedancia de cortocircuito, se realizará ensayo FRA al finalizar cada sesión.

En caso de actuar el relé Buchholz, se realizará ensayo de gases combustibles. Así, se extraerán los gases acumulados en el relé y se aplicará llama, con objeto de detectar si dichos gases son combustibles o no. En caso de no serlo, se purgará

el relé Buchholz, prosiguiendo los ensayos, y en caso de ser combustibles, se realizará análisis cromatográfico de gases de la muestra de aceite tomada desde la toma de muestras inferior del transformador. Mientras se espera el resultado de dicho análisis, se realizarán medidas de diagnóstico sobre el estado del transformador. En función de los resultados obtenidos se determinará si prosiguen los ensayos según programa establecido o bien es preciso realizar inspección de la parte activa.

Una vez finalizado el ensayo, se realizará ensayo físico-químico del aceite, así como contenido de gases disueltos. Asimismo, se obtendrán los datos del registrador de impactos durante los días en los que se realizaron las pruebas, disponiendo el fabricante del transformador de los medios necesarios para obtener dicha lectura. De la misma forma, a la llegada al laboratorio de ensayo, se obtendrán los datos del registrador de impactos.

Tras la realización del ensayo, el transformador se trasladará a fábrica del suministrador, realizándose la inspección de la parte activa por parte del laboratorio encargado del ensayo, y la repetición de los ensayos de rutina al transformador (los ensayos dieléctricos se realizarán al 100% de la tensión de ensayo).

El laboratorio de ensayo será responsable de instalar los precintos adecuados en la tapa del transformador antes de su salida a la citada fábrica.

Analizados los resultados del ensayo de cortocircuito, inspección de la parte activa y repetición de las pruebas de rutina, el laboratorio encargado de realizar el ensayo emitirá un informe final de pruebas, concluyendo si el transformador es apto ante cortocircuito, y en caso contrario, determinando si el fallo es motivado por diseño y/o fabricación del mismo.

La no superación del ensayo de cortocircuito tendrá las consecuencias indicadas en el documento contractual del pedido.

En cualquier caso, se llegará a un acuerdo previo entre comprador y fabricante para la determinación del protocolo de los ensayos a realizar, elección del laboratorio de ensayo, contratación del ensayo al citado laboratorio y asignación de responsables de las diferentes actividades a realizar, si bien, quedaría dentro del alcance del ofertante adjudicatario el suministro de todo accesorio necesario para realizar la conexión al circuito de ensayo, así como de todos los procesos implicados en la preparación del transformador para la realización del ensayo y la repetición de los ensayos de rutina, incluidos los ensayos dieléctricos al 100% de la tensión de ensayo. Inicialmente ambos transportes, desde fábrica a laboratorio de ensayo, y viceversa, serían realizados por el ofertante adjudicatario.

5.10. Ensayos de recepción en campo

Con carácter general, los ensayos de recepción en campo que se enumeran a continuación, estarán incluidos en el alcance del suministro y serán realizados de acuerdo a los procedimientos establecidos por la distribuidora y con su presencia.

En cualquier caso, La distribuidora se reserva el derecho de incluir otros ensayos adicionales, cuya definición técnica y valoración económica se realizaría aparte.

Los ensayos eléctricos y dieléctricos del transformador son los siguientes:

5.10.1. Medida de relación de transformación

La medida se hará en las posiciones extremas y central del cambiador de tomas.

5.10.2. Ensayo de capacidad y tg delta de los bornes de 72,5 kV o superiores

Los bornes se medirán individualmente y se considerarán como mínimo las medidas de C1 y C2, a las tensiones de 2 y 10 kV (para C1) y 0.5 y 1 kV (para C2).

El ensayo se realizará obligatoriamente con el equipo M4000 de Doble Engineering y deberán facilitarse los registros informáticos en formato electrónico.

En el caso de bornes aceite-aceite, se deberá realizar el ensayo de capacidad y tg delta, una vez finalizados el resto de los ensayos y directamente sobre la misma (desconectada del borne aceite-aire para pruebas).

5.10.3. Ensayo de excitación reducida

El ensayo se realizará en las posiciones extremas y central del cambiador de tomas.

El ensayo se realizará obligatoriamente con el equipo M4000 de Doble Engineering y deberán facilitarse los registros informáticos en formato electrónico.

5.10.4. Ensayo de reactancia de fuga

El ensayo se realizará en las posiciones extremas y central del cambiador de tomas.

El ensayo se realizará obligatoriamente con el equipo M4110 de Doble Engineering y deberán facilitarse los registros informáticos en formato electrónico.

5.10.5. Ensayo de respuesta en frecuencia

Se obtendrán las curvas de respuesta en frecuencia entre 10 Hz y 10 MHz.

Se medirán todos los arrollamientos en estrella entre el terminal de fase y el terminal de neutro.

La medida de los arrollamientos con regulación se hará en las posiciones extremas y central (sentido subiendo) del cambiador de tomas.

La medida de los arrollamientos se regulación se hará con el cambiador de tomas en posición 1.

El ensayo se realizará obligatoriamente con el equipo analizador de espectro HP y con software ESBI y se facilitarán los registros en formato electrónico.

5.10.6. Ensayo de resistencia dinámica de conmutación

Este ensayo se realizará en todas las posiciones del regulador de tomas en carga.

5.10.7. Condiciones de realización de los ensayos

Todos ensayos señalados anteriormente serán realizados antes y después de conectar el cable de potencia. Para el ensayo antes de la conexión del cable, se realizará directamente sobre el borne aceite-aceite.

5.10.8. Ensayos sobre el aceite mineral

- Ensayo físico-químico del aceite (incluyendo rigidez dieléctrica)
- Ensayo de calificación de aceite (contenido en agua, densidad, color, tg delta, etc).
- Análisis de gases disueltos en aceite
- Cromatografía de Policlorobifenilos (PCBs)

El tratamiento del aceite mineral será realizado siguiendo las prescripciones indicadas en el procedimiento interno de la distribuidora, a entregar al ofertante en caso de adjudicación del pedido.

5.11. Expedición, transporte, montaje en campo y pruebas de puesta en servicio

5.11.1. Autorización de expedición

Antes de proceder a la expedición del pedido, el suministrador deberá obtener de la distribuidora o de sus representantes la Autorización de Expedición. El suministrador se responsabilizará de preparar y cumplir los requisitos de su emisión.

La Autorización de Expedición es un documento en el que queda reflejado:

- Que todos los documentos han sido aprobados
- Que el Informe Final de Calidad está disponible y aprobado por el Departamento de Calidad del suministrador
- Que los Informes de desviaciones y no conformidades, tanto del propio suministrador como los emitidos por la distribuidora están cerrados
- Que todo el proceso de Aseguramiento de Calidad del suministro (a excepción de los Ensayos de Recepción en Campo) ha sido superado satisfactoriamente, y la Unidad de Aseguramiento de Calidad de la distribuidora ha emitido su informe de aceptación
- Que los equipos del pedido están limpios, protegidos, embalados e identificados correctamente.

Es decir, que se han cumplido con los requisitos contractuales derivados de los requerimientos de esta Pliego de Condiciones.

En caso contrario, la distribuidora podrá emitir una Autorización de Expedición condicional en el caso de encontrarse desviaciones no cerradas o nuevas.

5.11.2. Transporte y recepción en destino

En caso de ser adjudicado al suministrador el transporte del transformador, éste se realizará con un registrador de impactos electrónico, debidamente instalado y protegido.

El registrador de impactos cumplirá con lo especificado en el apartado correspondiente.

El suministrador proveerá los medios necesarios para poder leer in situ los datos de dicho registrador, que le será devuelto una vez se haya realizado el transporte. Los documentos de entrega del transformador necesariamente deben incluir el registro (archivo, papel...) del registrador de impactos. Posteriormente, el fabricante enviará informe definitivo en un plazo máximo de quince días.

En caso de que se registren impactos o se detecte alguna anomalía física como consecuencia del transporte, el ofertante adjudicatario será responsable de la realización de todas las pruebas e inspecciones necesarias, siendo el coste de estos ensayos a cuenta del suministrador.

La distribuidora o su representante inspeccionará el pedido en el lugar de destino comprobando el estado del mismo y su funcionamiento así como verificando la documentación que le acompañe.

Realizadas las pertinentes comprobaciones se emitirá el correspondiente Certificado de Recepción.

5.11.3. Montaje en campo y pruebas de puesta en servicio

Los requisitos relativos al montaje, incluidos en el alcance del suministro, comprenderán los aspectos siguientes:

- El suministrador presentará un plan de ejecución del montaje que será aprobado por la distribuidora previamente al inicio del montaje
- El suministrador será responsable del montaje completo del transformador con todos sus accesorios, quedando éste dispuesto para las pruebas en carga. La distribuidora designará un Coordinador para los trabajos de montaje en campo
- El suministrador designará un coordinador como interlocutor válido en el campo
- El suministrador presentará relación de medios materiales y humanos que se van a emplear
- Desde el inicio del montaje, el suministrador se hará responsable de todos los materiales y accesorios a montar (equipo completo)
- La distribuidora facilitará gratuitamente agua y energía eléctrica para uso del suministrador
- La distribuidora exigirá el cumplimiento de las Normas de Seguridad vigentes y, en concreto, será de obligado cumplimiento el Plan de Seguridad para trabajos en la distribuidora, de cuyo documento se dará una copia en el 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 distribuidora, se hayan cumplido todos los requisitos de este Pliego de Condiciones y se hayan ejecutado por el suministrador los ensayos de recepción en campo y con los medios necesarios que se relacionan en el apartado correspondiente a ensayos realizados sobre campo

- Pruebas funcionales, a realizar con posterioridad a los ensayos de recepción en campo:
 - Grupo de conexión y polaridad en el transformador y en transformadores de intensidad
 - Aislamiento con Megger de arrollamientos, transformadores de intensidad y cableados de los circuitos de control y de potencia
 - Alarmas y aparatos de protección
 - Ensayo de funcionamiento del cambiador de tomas en carga
- Ejecución y conexión de los terminales Pfisterer de tensiones máximas de material de 17,5 kV, y conexión para los terminales asociados a tensiones máximas de material de 145 kV.
- Comprobación para la puesta en marcha, incluyendo puesta en tensión veinticuatro horas, primero desde baja tensión y posteriormente desde alta tensión, finalizando con la puesta en carga (48 horas).

La transmisión de la propiedad y los riegos inherentes a la titularidad y posesión del transformador seguirá lo indicado en el documento contractual del pedido.

5.12. Lista de repuestos

El Fabricante propondrá y cotizará la cantidad de piezas de repuesto para cinco años de operación normal. La distribuidora decidirá para cada transformador los repuestos a solicitar en cada pedido.

Así, deberán listarse tanto las piezas de repuestos recomendadas como las herramientas especiales que se requieran, indicando los precios unitarios correspondientes.

En cualquier caso, para los transformadores objeto de la presente documentación, se prevén los siguientes repuestos:

- 1 borne de A.T.
- 1 borne de neutro de A.T.
- 1 borne de B.T.
- 1 borne de neutro de B.T.
- 1 relé Buchholz (cuba)
- 1 termómetro
- 1 relé de imagen térmica
- 1 indicador de flujo

5.13. Normas

Las normas de aplicación a la construcción y suministro del transformador objeto del presente documento serán las indicadas en las normas de la Propiedad.

Los equipos auxiliares y accesorios del transformador cumplirán las normas UNE que les sean de aplicación.

5.14. Documentación

5.14.1. Documentación a presentar una vez formalizado el contrato

El suministro del transformador incluirá la presentación a la distribuidora, por sextuplicado, en castellano e indicando la referencia del número de pedido y Subestación de destino del transformador, de la documentación que se indica a continuación, incluyendo todas las placas de características una vez completados los ensayos de rutina. La documentación referente a planos, placas de características y esquemas de control se enviará además en soporte informático, en archivos de AUTOCAD y PDF. Adicionalmente se entregará un fichero con la placa de características del transformador escaneada. El resto de la información entregada en papel, se entregará igualmente en formato PDF.

Asimismo, esta documentación deberá contener información suficiente para que el propietario prevea los requerimientos de la obra civil y los trabajos de diseño relacionados con el mismo.

La documentación se facilitará en la forma y en los plazos siguientes:

- A los 15 días, como máximo, de la recepción del pedido, Programa de Fabricación y Programa de Puntos de Inspección definitivos, para aprobación y/o comentarios por parte de la distribuidora
- Copia controlada del Manual de Calidad en la versión vigente y que deberá recoger aquellos comentarios que la distribuidora haya realizado. (Solo se entregará una copia de este documento)
- Procedimientos de prueba y ensayo, incluyendo transporte, descarga, montaje, llenado a pleno vacío en todos los componentes y puesta en servicio, así como de los ensayos de tipo, rutina y especiales a realizar sobre el transformador
- Una vez al mes, actualización del Programa de Fabricación
- A los dos meses, como máximo, de recibido el pedido, se entregará para aprobación por la distribuidora, la siguiente documentación:
 - Plano de dimensiones de transformador y lista de material asociada, en sus diferentes configuraciones de acometida para primario
 - Plano de dimensiones y pesos en orden del transporte del transformador.
 - Plano de dimensiones del equipo de refrigeración en sus diferentes configuraciones y lista de material asociada
 - Plano de conjunto del transformador con el equipo de refrigeración en la ubicación prevista en la subestación destino, según datos de pedido

- Plano de detalle de cada borna tipo convencional, donde aparezca el tipo de terminal de conexión a línea o neutro
- Planos de las diferentes placas de características solicitadas
- Esquemas eléctricos de control, regulación, y termómetros e imágenes térmicas, y planos dimensionales de los armarios asociados, con las vistas de frente, fondo y sección lateral
- Cálculos definitivos justificativos de cortocircuito, tanto dinámico como térmico para cada arrollamiento. Con objeto de validar los citados cálculos de diseño ante cortocircuito del transformador, y siguiendo la recomendación de la norma UNE-EN 60076-5, el suministrador, sobre la lista de referencias de transformadores ensayados a cortocircuito, confirmará si por diseño se pueden considerar máquinas similares a las ofertadas para la distribuidora, según los requisitos establecidos en el Anexo A de la citada norma
- Informe justificativo donde el fabricante, teniendo en cuenta las intensidades nominales y de cortocircuito definitivas, confirmará la aptitud térmica y dinámica de los terminales ofertados y del cambiador de tomas en carga
- El fabricante indicará la intensidad permanente admisible ante armónicos de secuencia homopolar en primario y secundario, cuando los neutros del transformador estén conectados rígidamente a tierra
- Memoria técnica descriptiva de las características de la brida de unión del borne aceite-aceite con el terminal del cable de potencia de 145 kV, junto con el procedimiento de montaje del mismo
- Informe justificativo de las dimensiones y necesidad de todas las aberturas practicadas en la cuba para garantizar las operaciones de montaje y posterior mantenimiento

- Informe justificativo del sistema propuesto para la protección mecánica de la cuba, así como de la resistencia mecánica de la cuba ante sobrepresión interna, con un mínimo de 1 bar
- Informe donde se justifiquen tanto la ausencia como la instalación de dispositivos de purga de aire en la cuba, depósito conservador, radiadores, etc.
- Informe donde el fabricante indicará los puntos de anclaje del transformador una vez posicionado el transformador en su nicho, así como los requisitos de obra civil necesarios para su implantación, junto con la previsión de cargas al suelo
- Estudio térmico del transformador donde se garanticen los calentamientos especificados, y se determine el método de dimensionamiento del equipo de refrigeración asociado, indicándose adicionalmente la potencia disponible de forma continua, sin envejecimiento en el transformador
- Informe justificativo de las formas de onda estimadas durante el transitorio de energización en arrollamiento primario (energización desde A.T.) y arrollamiento secundario (energización desde B.T.).
- Procedimiento de pintado empleado para cada componente
- Curvas de sobreexcitación temporal del núcleo magnético
- Curva característica que relacione aceleraciones máximas y tiempo admisible de las mismas, junto con las inspecciones y pruebas a realizar en caso de superarse los citados valores durante el transporte
- Medidas tomadas para el control del flujo de dispersión

- Quince días antes de realizar los ensayos, carpetas con toda la documentación definitiva del transformador, donde aparezca la ficha técnica del Anexo 2 cumplimentada
- Al terminar los ensayos de recepción, copia del protocolo de ensayos del transformador
- Asimismo, el fabricante realizará fotos en color (aproximadamente unas 15 fotos en cada colección), en tamaño aproximado DIN A-4, del transformador en las diversas fases de fabricación y el transformador totalmente terminado
- Si durante los ensayos de recepción alguno de los elementos o esquemas del trafo sufriesen modificación, deberá actualizarse para su inclusión en la documentación definitiva
- La documentación definitiva comprenderá los siguientes apartados, tanto en formato papel, como en formato electrónico (AUTOCAD, PDF):
 - Planos definitivos para construcción con la información sobre disposición general, dimensiones, pesos, ruedas, centro de gravedad, situación y disposición de regletas de bornes, desglose de piezas, lista de materiales, etc.
 - Planos definitivos de los esquemas eléctricos en edición "As-Built", incluyendo numeración de bornes y lista de aparatos y descripción detallada de todos los aparatos de protección, interruptores, contactores, etc.
 - Lista de despiece, con la numeración de código de fábrica de las partes divisibles de las máquinas que pueden ser sustituidas, "in situ", por mantenimiento o reparación
 - Planos definitivos de los bornes pasatapas primarias y secundarias, indicando dimensiones, pesos, líneas de fuga, etc.
 - Instrucciones de montaje, operación y mantenimiento

- Placas de características con todos sus datos
- Protocolos de ensayos de tipo, así como los protocolos del conjunto de ensayos individuales a los que se haya sometido al transformador
- Lista de Embarque con los datos de todos los bultos que componen el transformador. Los bultos deberán estar rotulados y, salvo la cuba, todos los bultos se enviarán con embalaje de madera tipo jaula

5.14.2. Documentación de transporte

Esta documentación, a facilitar por el suministrador a la distribuidora en todo caso y al transportista, si éste ha sido elegido por aquel, tendrá el siguiente alcance:

- Procedimiento de transporte tanto del transformador como del aceite
- Dimensiones y pesos de la masa indivisible (con y sin aceite), así como el peso y volumen de los accesorios, indicando las medidas con una tolerancia de $\pm 10\%$
- A los dos meses de recibido el pedido, se deberán entregar los planos de dimensiones, así como la lista de materiales y un código de fabricación de las partes divisibles de las máquinas con las dimensiones y pesos nuevamente estimados.
- Planning de fabricación, que deberá ser confirmado, una vez transcurrido un tercio y dos tercios del plazo inicialmente estimado
- Un mes antes de la fecha prevista de entrega, se deberá presentar una lista detallada de todos los accesorios en forma de bultos, que deberán estar debidamente rotulados para su fácil identificación

- Un mes antes de la fecha prevista de entrega, se presentará la especificación de almacenamiento, embalaje y transporte, que deberá ser aprobada por La distribuidora
- Además, y en caso de que el suministrador gestione el transporte del transformador, deberá facilitar los siguientes datos:
 - Características del vehículo o vehículos, así como los materiales (instrumentos, herramientas, etc.) a emplear en el transporte
 - Itinerarios previstos (origen – destino), que deberán disponer las correspondientes autorizaciones administrativas
 - Un mes antes de la fecha de entrega, el transportista deberá entregar un programa de las operaciones a realizar y del tiempo empleado en cada una de ellas
 - Documentos que acrediten que el transportista posee la experiencia necesaria para realizar el trabajo encomendado, cumpliendo y exigiendo las Normas de Seguridad e Higiene al personal de su dependencia
 - La presentación de una póliza de Responsabilidad Civil por daños a terceros que cubra los daños que pudieran ocasionarse en materiales o instalaciones de La distribuidora o de otros ajenos, en los términos y condiciones que se establezcan en el Contrato Marco
- En el caso que el transformador sea transportado con Nitrógeno, los arrollamientos deberán estar totalmente secos y el fabricante entregará un informe indicando la temperatura y la presión del día que fue realizado el embalaje. Las tuberías, manómetros y demás accesorios deberán ser protegidos con planchas de hierro debidamente empernadas a la cuba, de modo tal que se evite roturas, daños y robos en el trayecto a obra

6. CONTROL DE CALIDAD

6.1. Control de materiales

El control de los materiales correrá a cargo de cada uno de los proveedores, empleando para ello un Laboratorio de Control de Calidad con homologación reconocida y aceptado por la ingeniería o la Dirección de Obra, se efectuarán los ensayos correspondientes al control de calidad de la ampliación, consistentes como mínimo en lo siguiente:

- 12 Ensayos de control de compactación del terreno
- Bancada del transformador (en cada una) o Hormigón: 4 Probetas consistentes en un cilindro de 15x30 cm los días 7 y 28 o Acero: 1 ensayo
- Cimentaciones edificio de Hormigón: 4 Probetas consistentes en un cilindro de 15x30 cm los días 7 y 28 o Acero: 1 ensayo
- Cubierta edificio o Hormigón: 2 Probetas consistentes en un cilindro de 15x30 cm los días 7 y 28 o Acero: 1 ensayo
- Tensiones de paso y contacto

El encargado de suministrar, al Laboratorio de Control designado las muestras de los distintos materiales necesarios para la realización de los ensayos que se relacionan, así como aquellos otros que estimase oportuno ordenar la Dirección Facultativa será la empresa suministradora.

Las distintas muestras de materiales se entregarán con antelación suficiente, y que como mínimo será de 15 días más el propio tiempo de realización del ensayo, con el fin de que la realización de los ensayos no suponga obstáculo alguno en la buena marcha de la obra.

Por lo que respecta a los controles de ejecución sobre unidades de obra, bien en periodo constructivo, bien terminadas, el Suministrador facilitará al

Laboratorio de Control todos los medios auxiliares y mano de obra no cualificada, que precise para la realización de los distintos ensayos y pruebas.

El incumplimiento de cualquiera de las condiciones fijadas para los controles de calidad que se establezcan conducirá al rechazo del material en la situación en que se encuentra, ya sea en almacén, bien acopiado en la obra, o colocado, siendo por cuenta del Suministrador los gastos que ocasionase su sustitución. En este caso, el Suministrador tendrá derecho a realizar a su cargo un contraensayo, que designará el Director de Obra, y de acuerdo con las instrucciones que al efecto se dicten por el mismo. En base a los resultados de este contraensayo, la Dirección Facultativa podrá autorizar el empleo del material en cuestión, no pudiendo el Suministrador plantear reclamación alguna como consecuencia de los resultados obtenidos del ensayo origen.

Ante un supuesto caso de incumplimiento de las especificaciones, y en el que por circunstancias de diversa índole, no fuese recomendable la sustitución del material, y se juzgase como de posible utilización por parte de la Dirección Facultativa, previo consentimiento de la ingeniería, el Director de Obra podrá actuar sobre la devaluación del precio del material, a su criterio, debiendo el Suministrador aceptar dicha devaluación si la considera más aceptable que proceder a su sustitución. La Dirección Facultativa decidirá si es viable la sustitución del material, en función de los condicionamientos de plazo marcados por la ingeniería.

Todos los cargos derivados del control de calidad correrán por cuenta del Suministrador.

6.2. Inspecciones y ensayos de fabricación y montaje

En general se realizarán de acuerdo a la normativa vigente, correspondiente al equipo en cuestión y adicionalmente los siguientes:

- Ensayos dieléctricos
- Verificación de la continuidad de los circuitos
- Inspección general del cuadro
- Ensayo funcional
- Comprobación del cableado

6.3. Pruebas de suministro

Una vez completada la fase de montaje, se efectuarán las siguientes pruebas:

- Rigidez dieléctrica
- Medida de tensiones de paso y contacto
- Comprobación del cableado
- Aplicación de tensión auxiliar
- Inyección de tensiones e intensidades secundarias en el cuadro y en la caja de formación de tensiones e intensidades
- Presencia en el ensayo de protecciones a realizar por la Dirección de Obra
- Pruebas funcionales, verificando contactos auxiliares, finales de carrera, alarmas, etc., de la aparamenta

7. SIMULTANEIDAD Y COORDINACIÓN ENTRE SUMINISTRADORES

Dado que en la obra actuarán varios proveedores al mismo tiempo, se exige una coordinación de ciertos trabajos, a tener en cuenta, entre los cuales se encuentran:

- Suministros y montajes de transformador de potencia 145/20 kV, 45 MVA
- Recepción y coordinación de suministro de celdas de Alta y Media Tensión. Dicha coordinación se llevará a cabo desde la Dirección de Obra, siendo obligación del Suministrador adjudicatario el disponer de los medios y mano de obra necesarios para no interferir en el desarrollo de los demás suministradores de la instalación, cumpliendo la planificación estimada
- El Suministrador deberá tener en cuenta a la hora de programar y ejecutar los trabajos las fechas de recepción en obra comprometidas para la diversa aparamenta suministrada por terceros, de forma que se realicen las tareas de descarga y montaje sin demoras, evitando el acopio de los diversos elementos en campo:
 - Contadores y Registradores
 - Celdas de 24 kV
 - Celdas de 145 kV
 - Transformadores de Potencia

7.1. Plan básico de tiempos

En dicho plan quedaran reflejados tiempos desde petición del material hasta llegada a obra, estos tiempos contienen ciertos márgenes, la fecha limite indica material en obra ya recepcionado y listo para su montaje.

8. SEÑALIZACIÓN Y BALIZAMIENTO

8.1. Introducción

Corresponden a este apartado el conjunto de unidades de obra que deberán ser utilizados como señalización definitiva o balizamiento para la ejecución definitiva o provisional de las obras alcance del proyecto.

Esta señalización y balizamiento podrán ser verticales u horizontales (marcas viales).

Ambas verificarán lo especificado en la "Instrucción de Carretera", NORMA 8.1-1C y 8.2-1C respectivamente, de acuerdo con los planos de proyecto.

8.2. Barrera de seguridad

Las bandas de seguridad se utilizan como elementos de conmutación en perfiles de seguridad. Consisten de dos elementos de contacto que mantienen una determinada distancia entre ellos, dependiendo del tipo, uno dispone de un elemento metálico conductor flexible y el otro dispone de un material de goma con filamento conductor interno de cobre dotando así al perfil todavía de una mayor flexibilidad.

La banda de seguridad se remacha con unas piezas terminales en sus extremos y todo el conjunto es el que se desliza por el interior del perfil de goma conectándose a la correspondiente unidad de evaluación que dará una señal al presionar sobre el perfil de goma, resultando de este modo un sistema de banda y perfil sensible.

La barrera de seguridad será de fleje de acero al carbono, laminado en frío y galvanizado, de tres milímetros (3 mm) de espesor y su perfil estará constituido por una doble onda y que se corresponden con la banda modelo AASHO-M-180-60.

La tolerancia en espesor será de tres décimas de milímetro (0,3 mm); la longitud de cada elemento será de cuatro metros treinta y dos centímetros (4,32 cm), solapándose dos sucesivos, treinta y dos centímetros (32 cm), de modo que la distancia entre eje de postes consecutivos sea de cuatro metros (4,00 m).

El solape se hará siempre de tal modo que el vehículo que circule por la calzada correspondiente, no pueda ver el canto del elemento superpuesto.

En algunos casos especiales y entre cada dos postes de los antes definidos, se interpondrá otro, de modo que la distancia entre ejes, quede reducida a dos metros (2,00 m).

Los postes de fijación serán perfiles normales I de doce centímetros (12 cm) galvanizados, a los que previamente se habrán practicado los taladros precisos para anclaje de la barrera. Estos taladros estarán situados y tendrán los diámetros fijados en los Planos. Cumplirán lo especificado en el Art. 250 del PG-3.

Los postes se colocarán por hincia o anclados cuando estén sobre terraplén y se soldarán a las placas de anclaje provistas, cuando estén sobre obras de fábrica.

- Toda la tortillería será galvanizada
- La recepción de todos los materiales galvanizados se efectuara de acuerdo con lo prescrito en el epígrafe 701.7 del PG-3
- El tipo de acero galvanizado empleado en la fabricación de elementos metálicos será el F-622 de la Norma UNE-36.082
- La situación de las barreras así como los elementos que la forman se señalan en los Planos correspondiente
- El instalador deberá seguir estrictamente las instrucciones de montaje de los planos y en su caso las que reciba del Director de la obra, tanto en lo referente a situación de la barrera como al método de instalación

Los terminales de barrera de seguridad serán de dos clases:

- A la terminal en "cola de pez"
- Por anclaje inicial retranqueado en planta y anclado en un macizo de hormigón

Los elementos de unión como tuercas, pernos, arandelas, etc., serán de acero y estarán galvanizados.

Otros elementos como el mortero, hormigón H-175, armaduras y pintura para la imprimación anticorrosiva, cumplirán las prescripciones impuestas en los correspondientes artículos del PG-3.

La ejecución de las obras comprende las siguientes operaciones:

- Replanteo
- Cimentaciones
- Instalación de postes
- Colocación de amortiguadores
- Fijación de las bandas terminales

Las bandas sometidas a un ensayo de flexión entre apoyos especiales a cuatro metros (4 m) y la carga aplicada en el centro de la luz sobre una superficie de ocho centímetros cuadrados (8 cm²) cumplirán las siguientes condiciones:

	Ondulación hacia arriba	Ondulación hacia abajo
Carga en kilogramos (kg)	600-900	550-720
Flecha máxima en milímetros (mm)	70-140	70-140

Tabla 7. Condiciones de las bandas a ensayo de flexión

En el precio de la unidad de metros lineales de barrera de seguridad se considerarán incluidos los siguientes conceptos:

- La propia barrera de seguridad

- La parte proporcional de los perfiles de sustentación, amortiguadores galvanizados, tornillos
- Replanteo, instalación y montaje

PRESUPUESTO

Índice

1. MOVIMIENTO DE TIERRAS.....	1
2. CIMENTACIONES	3
3. ESTRUCTURAS.....	5
4. ALBAÑILERÍA	8
5. CUBIERTAS Y PAVIMENTOS.....	10
6. CARPINTERÍA	12
7. PINTURA	15
8. FONTANERÍA.....	16
9. INSTALACIÓN DE PCI Y ANTI-INTRUSISMO.....	17
10. VENTILACIÓN	21
11. INSTALACIONES ELÉCTRICAS.....	22
12. RED DE TIERRAS.....	30
13. SEGURIDAD Y SALUD.....	31
14. INGENIERÍA Y DIRECCIÓN FACULTATIVA	42
15. RESUMEN	43

1. MOVIMIENTO DE TIERRAS

Capítulo	Unidad constructiva	Ud.	Medición	P.Unit (€)	Precio (€)
1	OBRA CIVIL				
1.1	MOVIMIENTO DE TIERRAS				
1.1.1	Limpieza del terreno	m2	1.088	1,16	1.262,08
	Limpieza superficial del terreno con una profundidad media de 50 cm				
1.1.2	Exc. de vaciado con máquina de terrenos compactos para subestación, viales y aceras	m3	3.264	1,88	6.136,32
	Excavación a cielo abierto, en terrenos compactos, por medios mecánicos con extracción de tierra fuera de la excavación				
1.1.3	Excavación en cimentaciones, zanjas y pozos	m3	300	11,80	3.540,00
	Excavación en pozos, zanjas y cimentaciones en terrenos compactos, por medios mecánicos con extracción de tierras fuera de la excavación				
1.1.4	Exc. zanjas, muros intermedios y muretes	m3	200	11,80	2.360,00
	Excavación a cielo abierto, en terrenos compactos, por medios mecánicos de zanjas, los muros intermedios y muretes de cerramiento				
1.1.5	Rell/Apis. Mecánico de zahorra en trafos	m3	230	11,80	2.714,00
	Relleno y apisonado a cielo abierto en zona de transformadores hasta un grado de 95% de compactación del proctor normal, incluso regado de las mismas				

1.1.6	Rell/Apis. general	m3	1.500	6,70	10.050,00
	Relleno y apisonado a cielo abierto de zonas de la subestación				
1.1.7	Coronación	m3	305	8,13	2.479,65
	Relleno compactado con material seleccionado compactado al 100% del proctor				
1.1.8	Transporte a vertedero de la obra	m3	22.500	5,05	113.625,00
	Transporte a vertedero cercano (<20 km) de las tierras resultantes de la obra				
1.2	URBANIZACIÓN				
1.2.1	Ejecución de viales	m2	425	47,63	20.233,22
	Compactación de terrenos a cielo abierto sin añadir tierra, añadiendo una capa de zahorra subcompactada				
1.2.2	Ejecución de aceras	-	1	16.784,00	16.784,00
	Base de zahorra con hormigón armado y loseta de cemento				
1.2.3	Zanjas para cableado	-	1	6.754,00	6.754,00
	Zanja para cableado de potencia en MT				
1.2.4	Vallado reticulado sobre murete de hormigón	m	86	162,74	13.930,54
	Murete de hormigón armado sobre zapata corrida a lo largo del cerramiento. La valla está compuesta por cerramiento trames con tubo de acero perimetral y pletina de acero. Incluye fijaciones, pletinas, tornillería, anclajes, etc.				
				TOTAL	199.868,82

2. CIMENTACIONES

Capítulo	Unidad constructiva	Ud.	Medición	P.Unit (€)	Precio (€)
2	CIMENTACIONES				
2.1.1	Hormigón limpieza (grúa zapatas), muros y muretes	m2	2.094	64,29	134.627,12
	Hormigón en masa para limpieza y nivelado de fondos de cimentación, vertido con grúa de zapatas, muros y muretes de exterior				
2.1.2	Hormigón armado HA-30/B/20/lia 2 caras 0,30-0,40 m con vertido grúa o bomba	m3	1.351	176,96	239.157,90
	Hormigón armado HA-30N/mm2, con consistencia blanda, cumpliendo el ensayo de permeabilidad, elaborado en central, en muro de 30 o 40 cm, con armadura (60kg/m39, ferralla y encofrado				
2.1.3	Encofrados en madera zapatas y vigas	m2	388,65	17,26	6.708,10
	Encofrado y desencofrado con madera suelta en zapatas, zanjas, vigas y encepados, considerando 4 posturas				
2.1.4	Solera de hormigón armado en zona bajo tierras trafos	m2	250	36,01	9.002,50
	Solera de hormigón armado de 20 cm de espesor, con hormigón HA-30 N/mm2, Tmáx. 20 mm elaborado en obra, colocación y armado con doble mallazo				

2.1.5	Hormigón general cimentación y losas de solera	m3	308	87,57	26.971,56
	Hormigón HM-20/P/40/lia con cemento CEM II/A-M/42,5 para macizos de cimentación y losas de solera				
				TOTAL	416.467,18

3. ESTRUCTURAS

Capítulo	Unidad constructiva	Ud.	Medición	P.Unit (€)	Precio (€)
3	ESTRUCTURAS				
3.1.1	Hormigón armado para losas+madera+armadura	m3	2.538	275,00	697.950,00
	Hormigón armado HA-40 N/mm2, consistencia blanda elaborado en central, en losas planas e inclinadas, incluso p.p de armadura, ferralla, distanciadores y encofrado de madera vertido con bomba, vibrado y raseado mecánico, colocado y curado con filmógeno				
3.1.2	Hormigón armado para viga de coronación y zunchos+madera+armadura	m3	195	310,00	60.450,00
	Hormigón armado HA-40 N/mm2, espesor de 40 cm, consistencia blanda elaborado en central, zunchos y elementos singulares de sección rectangular, incluso p.p de armadura-ferralla y encofrado metálico, vertido con pluma-grúa, vibrado y colocado y curado con filmógeno				
3.1.3	Hormigón armado para escaleras+madera+armadura	m3	25,8	250,00	6.450,00
	Hormigón armado, consistencia blanda elaborado en central en losas inclinadas, incluso p.p de armadura y encofrado de madera, vertido con pluma-grúa, vibrado y colocado y curado con filmógeno				

3.1.4	Hormigón armado para pilares+madera+armadura	m3	20	250,00	5.000,00
	Hormigón armado, consistencia blanda elaborado en central en losas inclinadas, incluso p.p de armadura y encofrado de madera, vertido con pluma-grúa, vibrado y colocado y curado con filmógeno				
3.1.5	Cimbra metálica para montaje de encofrados y hormigonado y andamiaje	-	1	15.000,00	15.000,00
	Cimbra metálica para el montaje de encofrados y hormigonado de elementos singulares de hormigón a gran altura, incluyendo montaje y desmontaje, alquiler y transportes, medios auxiliares y andamios para operaciones de encofrado				
3.1.6	Junta de dilatación losas	-	1	700,00	700,00
	Junta de dilatación estructural entre losas, forjados o encuentros forjado-muro, mediante plancha de poliestireno expandido de 2 cm de espesor				
3.1.7	Vías de trafos	m	50	71,86	3.593,00
	Carril UPN-180 de acero en vías para transformadores, incluso replanteo y p/p de placas, uniones, tornillería, anclajes con resina epoxi en placa, nivelación de las mismas así como soldadura de patillas en vía para anclaje de hormigón, incluso p.p de medios auxiliares.				

3.1.8	Canalizaciones hormigonadas	m3	150	87,19	13.078,50
	Hormigón HM-12,5/P/20/IIa con cemento CM II/A-P/32,5 para las canalizaciones de cables de potencia de MT				
3.1.9	Muro de cerramiento	m2	258	125,00	32.250,00
	Muro de cerramiento con panel prefabricado liso, acabado en tipo molde para exterior de edificio				
3.1.10	Corte de hormigón en losa para celdas	-	1	2.600,00	2.600,00
	Corte de hormigón en losa de forjado de 40 cm de espesor, realizado mediante máquina de corte con disco diamantado, incluyendo p.p de cortes parciales.				
3.1.11	Taladro en losa para celdas	-	1	1.000,00	1.000,00
	Perforaciones en apertura de huecos en losas de hormigón de espesor 40 cm, incluso p.p de medios auxiliares				
				TOTAL	838.071,50

4. ALBAÑILERÍA

Capítulo	Unidad constructiva	Ud.	Medición	P.Unit (€)	Precio (€)
4	ALBAÑILERÍA				
4.1.1	Bloques de hormigón para revestir vestíbulos, accesos, puertas RF, trafos, GIS	m2	1.100	54,40	59.840,00
	Ladrillos de hormigón gris de alta densidad de 50x20x20 cm para revestir especificaciones para RF 240, recibidos con mortero. Selección de la protección anticorrosión de la armadura de acuerdo con la humedad ambiente, incluso p.p de relleno con hormigón H-20 árido 20, incluso vertido, vibrado y medios auxiliares.				
4.1.2	Guarnecido y enlucido en sala de celdas, sala de SA y despacho	m2	542,38	7,20	3.905,14
	Revestimiento con yeso grueso de 12 mm de espesor y enlucido con yeso fino de 1 mm de espesor, en superficies verticales				
4.1.3	Enfoscados con mortero de cemento en interior	m2	5.350,19	13,15	70.355,00
	Enfoscado con con mortero de cemento en paramentos verticales de 20 mm de espesor, incluso regleado y discontinuidades del soporte, medios auxiliares y andamiaje				
4.1.4	Bancada de trafa	-	2	11.000,00	22.000,00
	Bancada para tansformadores de potencia formado por losa de hormigón incluyendo armados y cubeto de recogida de aceite para posterior conexión con el depósito de aceite. Se incluye rejilla metálica y suministro de grava gruesa				

4.1.5	Ayudas a instalaciones y oficios	-	1	11.000,00	11.000,00
	Ayudas a instalaciones y oficios tales como: apertura y tapado de rozas y taladros, recibido de cajas, soportes, patillas, anclajes y pasatubos, placas, carpinterías interiores y exteriores, cerrajerías; andamios fijos, medios de elevación; descarga y recorrido de materiales; agua, energía eléctrica; almacenes y en general la mano de obra y materiales auxiliares				
				TOTAL	167.100,13

5. CUBIERTAS Y PAVIMENTOS

Capítulo	Unidad constructiva	Ud.	Medición	P.Unit (€)	Precio (€)
5	CUBIERTAS Y PAVIMENTOS				
5.1	CUBIERTAS				
5.1.1	Cubierta para edificio prefabricado	m2	217,13	72,46	15.733,24
	Cubierta para edificio de 19x11,5 m formado por panel en sandwich en perfil comercial para luz de 1,80 m y sobrecarga de 100 daN/m2, compuesto de chapa interior de acero galvanizado de 0,6 mm, chapa exterior de acero precalada de 40 mm montado sobre correas de hormigón pretensado mediante fijaciones mecánicas; incluso solapes, accesorios de fijación, juntas de estanqueidad, remates laterales, medios auxiliares y elementos de seguridad				
5.1.2	Bajante de acero galvanizado de D=100 mm	m	40	13,70	548,00
	Bajante de chapa de acero galvanizado para recogida de aguas pluviales, de 100 mm de diámetro, instalada con p.p de conexiones, codos, abrazaderas				
5.2	PAVIMENTOS				
5.2.1	Falso suelo en edificio	m2	354,2	58,31	20.653,40
	Pavimento elevado y registrable compuesto por baldosas de medidas 600x600 mm de lado y espesor 35 mm, compuesta de partículas de alma de madera. El canto perimetral de PVC será de espesor 1,5 mm. Con revestimiento superior de pavimento vinílico homogéneo prensado con R=1x10e6 Ohms. Baldosas apoyadas sobre pedestales de acero zincado sin ningún punto de soldadura. Incluso ventosa para registro				

5.2.2	Pavimento continuo epoxi autonivelante para salas de SA, despacho y MT, AT	m2	962,6	56,22	54.117,37
	Pavimento autonivelante epoxi con espesor de 3 mm, consistente en una capa de imprimación epoxi sin disolventes espatulada coloreada sobre superficies de hormigón o mortero, sin incluir la preparación del soporte				
5.2.3	Pavimento continuo de cuarzo gris para depósito de aceite	m2	250	17,55	4.387,50
	Pavimento monolítico de cuarzo en color gris natural, sobre recrecido del soporte de pavimentos vertido con bomba de mortero de cemento.				
5.2.4	Asfaltado	m2	816,5	5,3	4.327,45
	Asfalto de mezcla bituminosa en caliente tipo AC16 surf S de 10 cm de espesor				
				TOTAL	99.766,96

6. CARPINTERÍA

Capítulo	Unidad constructiva	Ud.	Medición	P.Unit (€)	Precio (€)
6	CARPINTERÍA				
6.1	CARPINTERÍA EXTERIOR				
6.1.1	Puerta corredera de 6,00x6,40 m automática para acceso desde exterior	-	1	6.150,00	6.150,00
	Puerta corredera de 6,00x6,40 m automática integrada en valla exterior de acero galvanizado con equipo motriz monofásico de 0,20 m/s, armario metálico estanco para componentes electrónicos de maniobra, accionamiento ultrasónico a distancia, pulsador interior de apertura/cierre/paro, receptor, emisor bicanal, fotocélula de seguridad, y demás accesorios necesarios para su funcionamiento				
6.1.2	Puerta corredera de 8,00x6,40 m automática para acceso desde exterior	-	1	6.500,00	6.500,00
	Puerta corredera de 8,00x6,40 m automática integrada en valla exterior de acero galvanizado con equipo motriz monofásico de 0,20 m/s, armario metálico estanco para componentes electrónicos de maniobra, accionamiento ultrasónico a distancia, pulsador interior de apertura/cierre/paro, receptor, emisor bicanal, fotocélula de seguridad, y demás accesorios necesarios para su funcionamiento				

6.1.3	Portón ciego de chapa lisa para acceso desde el exterior	-	1	2.000,00	2.000,00
	Portón de bastidor de tubo de acero laminado de 3x3 m con rigidizadores de tubo rectangular, incluso patillas para recibir en fábricas o pilastras de hormigón, y elementos de seguridad				
6.1.4	Puerta ciega integrada en portón	-	1	672,50	672,50
	Puerta de bastidor de tubo de acero laminado de 0,725x2 m con rigidizadores de tubo rectangular, incluso patillas para recibir en fábricas o pilastras de hormigón, y elementos de seguridad				
6.2	CARPINTERÍA INTERIOR				
6.2.1	Mirilla circular RF D=360 mm	-	1	122,07	122,07
	Mirilla circular de diámetro 360 mm con cristal, homologada, para puertas cortafuegos, vidrio 60 minutos				
6.2.2	Barra antipánico puerta 1 hoja en puertas RF recorridos evacuación	-	2	181,96	363,92
	Ud. De barra antipánico de sobreponer para puerta de 1 hoja con cierre alto y bajo sin acceso exterior, totalmente colocada, incluso mecanismo cierrapuertas				

6.2.3	Puerta cortafuegos EI2-90-C5	-	1	650,55	650,55
	Puerta metálica cortafuegos de una hoja pivotante de 0,725x2 m, construida con dos chapas de acero electrocincado de 0,80 mm de espesor y cámara intermedia de material aislante ignífugo, sobre cerco abierto de chapa de acero galvanizado de 1,20 mm de espesor, con siete patillas para fijación a obra, cerradura embutida y cremona de cierre automático, elaborada en taller, ajuste y fijación en obra, incluso acabado en pintura epoxi polimerizada al horno				
6.2.3	Puerta cortafuegos EI2-120-C5 especial sala de celdas	-	1	950,75	950,75
	Puerta metálica cortafuegos de una hoja pivotante de 1,05x2 m homologada, construida con dos chapas de acero electrocincado y cámara intermedia de material aislante ignífugo, sobre cerco abierto de chapa de acero galvanizado con siete patillas para fijación a obra, cerradura embutida y cremona de cierre automático, elaborada en taller, ajuste y fijación en obra, incluso acabado en pintura epoxi polimerizada al horno				
				TOTAL	17.409,79

7. PINTURA

Capítulo	Unidad constructiva	Ud.	Medición	P.Unit (€)	Precio (€)
7	PINTURA				
7.1	PINTURA EXTERIOR				
7.1.1	Pintura lisa exteriores	m2	1.066	6,40	6.821,12
	Pintura plástica lisa mate para exteriores lavable de obra nueva en blanco, sobre paramentos horizontales y verticales, dos manos, incluso mano de imprimación y plastecido				
7.1.2	Tratamiento anti-pintadas para exteriores	m2	214,30	9,76	2.091,57
	Tratamiento anti-pintadas a base de emulsión acrílica incolora sobre paramentos verticales, incluso limpieza, mano de fondo y mano de acabado				
7.2	PINTURA INTERIOR				
7.2.1	Pintura lisa interiores SA y despacho	m2	315	6,40	2.016,00
	Pintura plástica lisa mate lavable estándar de obra nueva en blanco, sobre paramentos verticales y horizontales, dos manos, incluso mano de imprimación y plastecido				
7.2.2	Pintura lisa interiores sala celdas	m2	514	7,16	3.680,24
	Pintura plástica lisa lavable mate profesional, en blanco, sobre paramentos horizontales y verticales, dos manos, incluso mano de imprimación y plastecido				
				TOTAL	14.608,93

8. FONTANERÍA

Capítulo	Unidad constructiva	Ud.	Medición	P.Unit (€)	Precio (€)
8	FONTANERÍA				
8.1.1	Depósito de recogida de aceite+tuberías canalización desde bancada	-	1	7.350,50	7.350,50
	Depósito de recogida de aceite de 20.000 L y resinas termoestables (resinas de poliéster y fenacrilado no saturadas) que incorporen materiales de refuerzo, agentes de procesamiento y aditivos para mejorar sus propiedades mecánicas. Incluye canalización sobre pared por tuberías desde las 2 bancadas del transformador				
8.1.2	Tanque de membrana horizontal/superior para sistema PCI espumógeno	-	1	9.596,28	9.596,28
	Depósito de sistema de agua contra incendios para espumógeno con forma cilíndrica horizontal y con membrana. Soportes-patas colocado en superficie, construido en acero de alta resistencia, y elementos de instalación de espumógeno completo, con depósitos auxiliares, tubería, bombas de interconexión y sistema de presurización.				
				TOTAL	16.946,78

9. INSTALACIÓN DE PCI Y ANTI-INTRUSISMO

Capítulo	Unidad constructiva	Ud.	Medición	P.Unit (€)	Precio (€)
9	INSTALACIÓN DE PCI Y ANTI-INTRUSISMO				
9.1	PCI				
9.1.1	Central de detección de PCI+detectores algorítmicos	-	1	15.547,00	15.547,00
	Instalación de detección automática de incendios completa para el conjunto de la subestación. Comprende central de detección hasta para 4 bucles de detección con fuente de alimentación y baterías de emergencia, red de detectores del tipo algorítmico para incorporar a bucle o térmicos según locales, red de detectores óptico analógico para salas de celdas y SA, cableado con manguera libre de halógenos y resistente al fuego ejecutado bajo tubo de acero grapado a paredes o a techo con parte proporcional de cajas de registro del mismo material, puesto de control con ordenador, impresora, interface de comunicaciones y marcador telefónico vía SMS o internet, módulos de salida o entrada para maniobras en función del sistema de detección, pulsadores de alarma de fuego con autochequeo y sirenas de alarma a las distancias reglamentarias, pulsadores de bloqueo de extinción o disparo de extinción en zonas con extinción automática. Incluso cableado, accesorios y material para su instalación y mano de obra para montaje y puesta en marcha				

8.1.2	Caja de alarma exterior	-	1	227,65	227,65
	Caja de alarma exterior con protección IP-66, con sirena de 120 dB, y luz estroboscópica, carcasa metálica y fuente de alimentación, incluso accesorios para su instalación en pared, mano de obra para su instalación, cableado, prueba y puesta en marcha				
9.1.3	Pulsadores de detección de incendio	-	12	9,75	117,00
	Pulsadores de seta para su instalación en pared, mano de obra, cableado prueba y puesta en marcha incluso				
9.1.4	Extintor portátil CO2	-	5	75,85	379,25
	Extintor portátil con 5 kg de carga de CO2. Incluso accesorios para instalación sobre pared, transporte y mano de obra para su colocación y montaje				
9.1.5	Extintor portátil polvo ABC	-	4	34,00	136,00
	Extintor portátil tipo LPG o similar aprobado, con carga de 5 kg de polvo polivalente ABC incluso accesorios para instalación en pared y mano de obra para su colocación y montaje				
9.1.6	Carro extintor 25 kg CO2	-	2	225,25	450,50
	Carro extintor de 25 kg de carga de CO2. Incluso mano de obra para colocación, transporte y montaje				

9.1.7	Carro extintor 25 kg de polvo ABC	-	1	134,25	134,25
	Carro extintor 25 kg de carga de polvo ABC polivalente. Incluso mano de obra para colocación, transporte y montaje				
9.1.8	Cartel indicador normalizado	-	35	5,41	189,35
	Cartel indicador normalizado fotosensible, para indicar extintor, medidor de alarmas, vía de evacuación, acceso prohibido, etc. Incluso accesorios para instalación, transporte y mano de obra para montaje				
9.1.9	Sellados verticales y horizontales RF	-	1	9.000,00	9.000,00
	Sellados verticales y horizontales en huecos como losa para mantener una resistencia al fuego según situación y necesidades, incluso mano de obra				
9.1.10	Grupo de bombeo del sistema espumógeno, botellas de espumógeno y difusores	-	1	14.250,00	14.250,00
	Grupo de bombeo de espumógeno, constituido por bombas de alta presión y caudal apropiado con bomba. Incluso herrajes, material, colector, presostatos, bastidor, cableado, conexionado hidráulico y mano de obra para su instalación y puesta en servicio. Incluye a su vez botellas de espumógeno				

9.2	ANTI-INTRUSISMO				
9.2.1	Sistema anti-intrusismo	-	1	32.500,00	32.500,00
	Sistema anti-intrusismo formado por detectores volumétricos, contactos magnéticos en puertas, central de detección general comunicada vía fibra óptica con el exterior, incluidas cámaras de vigilancia. Incluye instalación de tarjetas de accesos, lectores biométricos, etc.				
				TOTAL	72.931,00

10. VENTILACIÓN

Capítulo	Unidad constructiva	Ud.	Medición	P.Unit (€)	Precio (€)
10	VENTILACIÓN				
10.1.1	Equipos de ventilación y conduct. de chapa galvanizada para interior de edificio	-	4	6.182,82	24.731,28
	Cajón de ventilación contruidos con panel de chapa galvanizada y relleno de lana con silenciador acústico en aspiración. Disposición de 4 ventiladores de caudal 3500 m3/h cada uno, con silenciador acústico en descarga construido en chapa galvanizada. Incluso armario de control con protecciones magnetotérmicas, cableado interno, conductos de chapa e instalación				
10.1.2	Aire acondicionado para interior de edificio	-	4	9.180,00	36.720,00
	Disposición de equipo de aire acondicionado de uso industrial para el interior del edificio de la subestación. Tipo Inverter Aire-Agua con potencia eléctrica de 5,8 kW. Incluso montaje, transporte y puesta en marcha				
				TOTAL	61.451,28

11. INSTALACIONES ELÉCTRICAS

Capítulo	Unidad constructiva	Ud.	Medición	P.Unit (€)	Precio (€)
11	INSTALACIONES ELÉCTRICAS				
11.1	CELDA DE 132 kV				
11.1.1	Celda de línea	-	2	228.158,33	456.316,66
	Celda blindada en SF6 132 kV, marca ABB, modelo ELK-04, de 1250 A, 31,5 kA Interruptor 1250 A, 31,5 kA mando tripolar, marca ABB 3 TI 1250-2500/5-5-5 A, ABB 1 TT 132:√3/0.11:√3-0.11:√3-0.11:√3 kV, ABB Incluidos seccionadores, cuchillas de puesta a tierra, y armario de protecciones Incluye 3 terminales para cable 76/132 kV, sección 630 mm2				
11.1.2	Celda de transformador	-	2	211.435,50	422.871,00
	Celda blindada en SF6 132 kV, marca ABB, modelo ELK-04, de 1250 A, 31,5 kA Interruptor 1250 A, 31,5 kA mando tripolar, marca ABB 3 TI 250/5-5-5 A, ABB 1 TT 132:√3/0.11:√3-0.11:√3-0.11:√3 kV, ABB Incluidos seccionadores, cuchillas de puesta a tierra, y armario de protecciones Incluye 3 terminales para cable 76/132 kV, sección 630 mm2				
11.2	CELDA DE 24 kV				
11.2.1	Celda de línea	-	10	36.610,80	366.108,00
	Celda blindada en SF6 24 kV, marca ABB, modelo ZX-1.2, de 1250 A, 25 kA Interruptor de vacío 1250 A, 25 kA mando tripolar, marca ABB 1 TI 1000-1250/5-5 A, ABB				

	1 TT 15/√3: /0.11:√3-0.11:√3 kV, ABB Incluidos seccionadores, cuchillas de puesta a tierra, y armario de protecciones Incluye 3 terminales para cable 8,7/15 kV, sección 240 mm ²				
11.2.2	Celda de transformador	-	2	45.240,92	90.481,84
	Celda blindada en SF6 24 kV, marca ABB, modelo ZX-1.2, de 2000 A, 25 kA Interruptor de vacío 2000 A, 25 kA mando tripolar, marca ABB 1 TI 2000/5-5 A, ABB 1 TT 15/√3: /0.11:√3-0.11:√3 kV, ABB Incluidos seccionadores, cuchillas de puesta a tierra, y armario de protecciones Incluye terminales para 4 ternas de cable 8,7/15 kV, sección 240 mm ²				
11.2.3	Celda de acoplamiento	-	1	32.949,72	32.949,72
	Celda blindada en SF6 24 kV, marca ABB, modelo ZX-1.2, de 2000 A, 25 kA Interruptor de vacío 2000 A, 25 kA mando tripolar, marca ABB 1 TI 2000/5-5 A, ABB 1 TT 15/√3: /0.11:√3-0.11:√3 kV, ABB Incluidos seccionadores, cuchillas de puesta a tierra, y armario de protecciones				
11.2.4	Celda de SA	-	1	32.422,52	32.422,52
	Celda blindada en SF6 132 kV, marca ABB, modelo ZX-1.2, de 2000 A, 25 kA Seccionador fusible 6 A Incluidos seccionadores y cuchillas de puesta a tierra Incluye 3 terminales para cable 8,7/15 kV, sección 95 mm ²				

11.3	TRANSFORMADORES				
11.3.1	Transformador de potencia	-	2	550.300,00	1.100.600,00
	Transformador de potencia de servicio continuo, marca EFACEC Relación de 132±10x1,632/15 kV Potencia aparente nominal 45 MVA Refrigeración ONAN Frecuencia 50 Hz Grupo YNyn0 Tensión de cortocircuito 11% Protecciones propias: Relé Buchholz Termómetro Indicadores de nivel Relé de imagen térmica				
11.3.2	Transformador de SA	-	1	15.500,00	15.500,00
	Transformador de SA de servicio continuo, marca Schneider Relación de transformación 15/0,4 kV Potencia aparente nominal 50 kVA Refrigeración ONAN Frecuencia 50 Hz Grupo Dyn11 Tensión de cortocircuito 4%				
11.4	SERVICIOS AUXILIARES				
11.4.1	Cuadro general de servicios auxiliares CA, 400/230 V	-	1	12.310,00	12.310,00
	1 interruptor automático 4x80 A, 6kA 1 interruptor automático 4x100 A, 6kA 1 Interruptor automático 4x 63 A, 6 kA 3 TI de medida 150/5 A 2 contadores de potencia activa 2 amperímetros digitales 2 relés de mínima tensión 14 interruptores magnetotérmicos 4x25 A, 6 kA 3 interruptores diferenciales 300 mA Incluye bastidor y embarrados				

11.4.2	Cuadro general de servicios auxiliares CC, 125 Vdc	-	1	5.000,00	5.000,00
	10 interruptores magnetotérmicos 2x20 A, 6kA 2 interruptores magnetotérmicos 2x32 A, 6 kA Incluye bastidor y embarrados				
11.4.3	Cuadro general de servicios auxiliares CC, 48 Vdc	-	1	4.600,00	4.600,00
	5 interruptores magnetotérmicos 2x20 A, 6kA 1 interruptor magnetotérmico 2x32 A, 6 kA				
11.4.5	Acumuladores Pb ácido VRLA	-	2	9.650,40	19.300,80
	Rack de baterías SBS de plomo ácido VRLA GEL-200, de 200 Ah				
11.4.5	Cargador-rectificador de acumulador	-	2	3.565,60	7.131,20
	Cargador-rectificador SBS para acumulador de plomo ácido VRLA GEL-200, modelo AT-10				
11.5	CONDUCTORES				
11.5.1	Cable RHZ1-RA+2OL (S) Al H120 1x630 mm2	m	200	45,09	9.018,00
	Conductor de aluminio semirrígido de 76/132 kV, marca General Cable, aislamiento en XLPE, pantalla de hilos de cobre, con intensidad máxima admisible de 560 A				
11.5.2	Cable Al VOLTALENE 1x240 mm2	m	500	25,30	12.650,00
	Conductor de aluminio semirrígido de 8,7/15 kV, marca Prysmian, aislamiento en XLPE, pantalla de hilos de cobre, con intensidad máxima admisible de 455 A				

11.5.3	Cable Al VOLTALENE 1x95 mm2	m	100	12,50	1.250,00
	Conductor de aluminio semirrígido de 8,7/15 kV, marca Prysmian, aislamiento en XLPE, pantalla de hilos de cobre, con intensidad máxima admisible de 255 A				
11.5.4	Previsión cable RZ1 0,6/1 kV Cu	m	1	100.000,00	100.000,00
	Conductor de cobre unipolar aislado no propagador de incendio, pretendiendo ser una previsión de todos los cables de baja tensión de control, fuerza e iluminación de la subestación				
11.6	CONTROL Y PROTECCIÓN				
11.6.1	Sistema de control digital de la subestación	-	1	90.500,00	90.500,00
	Sistema, software, monitor y teclado que recibe todas las señales de la subestación y las telemanda a través de fibra óptica. El sistema de control permite abrir y disparar cualquier interruptor de AT y MT como cerrarlos. Permite cambiar de posición los seccionadores de barras motorizados. El sistema incluye el tendido y suministro de fibra óptica desde el exterior. El sistema recibe y emite información para el control externo de la subestación. Incluso mano de obra especializada y comunicaciones necesarias				

11.6.2	Armarios de equipos de comunicación	-	2	4.500,00	9.000,00
	Cuadro en el que se instalarán todos los equipos necesarios para comunicar la subestación con el exterior. Es el equipo que hace que el sistema de control digital de la subestación se comunique externamente				
11.6.3	Protección de líneas	-	2	8.000,00	16.000,00
	Protecciones de líneas instaladas en armario de la celda correspondiente. Constituidas por protección de distancia 21 (GE d60), protección de sobreintensidad 50P-50N (Areva MiCOM P127) y protección direccional de neutro 67N (Areva MiCOM P127)				
11.6.4	Protección de transformadores	-	2	15.000,00	30.000,00
	Protecciones de transformadores instaladas en armario de la celda correspondiente. Constituidas por protección diferencial 87-87TG (GE Multilin 745), protección de cuba 50 (Areva MiCOM P127), protección de sobreintensidad 50P-50N (Areva MiCOM P127)				
11.6.5	Protección de barras	-	1	16.500,00	16.500,00
	Protecciones de posición de barras. Constituidas por protección diferencial de barras 87B (ABB REB670), protección de fallo de interruptor 50BF (ABB REB670), protección de caída de tensión 27P (GE Multilin B30)				

11.6.6	Protección celdas MT	-	14	1.250,00	17.500,00
	Instalación de relés numéricos en el interior de las celdas de MT ZX-1.2. Se instalará cada uno en su propia celda				
11.7	MONTAJE Y PUESTA EN MARCHA				
11.7.1	Montaje de celdas 132 kV y P.M	-	1	45.000,00	45.000,00
	Incluye el transporte, descarga mediante plumas, cableado de medida y protección hasta sala de celdas. También instalación, ensayos en campo y puesta en marcha de las propias celdas ABB ELK-04				
11.7.2	Montaje de celdas 24 kV y P.M	-	1	8.500,00	8.500,00
	Incluye el transporte, descarga mediante plumas, cableado de medida y protección hasta sala de celdas. También instalación, ensayos en campo y puesta en marcha de las propias celdas ABB ZX-1.2				
11.7.3	Montaje y P.M de transformador de potencia	-	2	9.250,00	18.500,00
	Incluye transporte, descarga mediante plumas, cableado de medida y protección hasta ubicación de servicio. Incluye instalación y ensayos en campo				
11.7.4	Montaje de cableado y previsiones de costes	-	1	16.000,00	16.000,00
	Cableado de cuadros generales, y de medida y protección. Previsión de costes auxiliares				

11.8	ALUMBRADO				
11.8.1	Luminaria fluorescente para interior de edificio	-	24	68,05	1.633,20
	Luminaria fluorescente formada por dos tubos de 30 W con bombillas del tipo T8 de tipo estancas				
11.8.2	Alumbrado de emergencia para interior	-	12	158,00	1.896,00
	Luminarias fluorescentes de 12 W de potencia alimentados por corriente continua de los racks de baterías, situados en las zonas de tránsito y en las salidas				
11.8.3	Proyectores de alumbrado exterior	-	10	190,00	1.900,00
	Proyectores con fotocélula para iluminación exterior, de potencia 100 W cada uno. Incluidas unidades que pueden alimentar desde corriente continua en caso de falta de suministro los propios proyectores				
				TOTAL	2.961.438,94

12. RED DE TIERRAS

Capítulo	Unidad constructiva	Ud.	Medición	P.Unit (€)	Precio (€)
12	RED DE TIERRAS				
12.1	CONDUCTORES				
12.1.1	Conductor de cobre de 95 mm ²	m	1.653,00	35,70	59.012,10
	Conductor de Cu unipolar de sección 95 mm ² enterrado a 1 m de profundidad. Incluye suministro, transporte, tendido, montaje de grapas, terminales y elementos de fijación, emplames y conexiones con otros circuitos				
12.2	PICAS				
12.2.1	Picas de cobre 4 m	-	8,00	20,00	160,00
	Electrodo de puesta a tierra en forma de pica de longitud 4 m y diámetro igual a 14 mm. Incluye transporte, tendido, elementos de fijación y conexión con malla de puesta a tierra				
				TOTAL	59.172,10

13. SEGURIDAD Y SALUD

Capítulo	Unidad constructiva	Ud.	Medición	P.Unit (€)	Precio (€)
13	SEGURIDAD Y SALUD				
13.1	INSTALACIONES DE BIENESTAR				
13.1.1	Caseta de 2 oficinas+aseos	-	1	5.172,50	5.172,50
	Compra de caseta de 2 oficinas y aseo de superficie total 8x2,5 m. Incluye transporte, acometida de electricidad, teléfono e instalación de saneamiento				
13.1.2	Caseta de almacén	-	1	2.530,33	2.530,33
	Compra de caseta de almacén de superficie 8x2,5 m. Incluso transporte				
13.1.3	Acometida eléctrica a caseta	-	1	538,00	538,00
	Acometida eléctrica provisional a caseta de obra, desde el cuadro general formada por manguera flexible de 4x6 mm ² , incorporado conductor de tierra de color verde y amarillo, en zanja, con apertura y tapado de esta				
13.1.4	Acometida provisional de fontanería	-	1	481,12	481,12
	Acometida provisional de fontanería para obra de la red general municipal de agua potable, realizada con tubo de polietileno de 25 mm de diámetro, de alta densidad y para 10 atmósferas de presión máxima con collarín de toma de fundición				

13.1.5	Acometida provisional de saneamiento	-	1	481,12	481,12
	Acometida provisional de saneamiento de caseta de obra a la red general de municipal, formada por excavación manual de zanjas de saneamiento en terrenos de consistencia blanda, colocación de tubería de hormigón en masa, con junta de goma de 20 cm de diámetro interior y tapado posterior de la acometida				
13.1.6	Percha para ducha o aseo	-	5	2,00	10,00
	Percha para aseos o duchas en aseos de obra				
13.1.7	Portarrollos industrial	-	4	7,13	28,52
	Portarrollos industrial con cerradura de seguridad, colocado				
13.1.8	Espejo para vestuarios y aseos	-	2	19,83	39,66
	Espejo para vestuarios y aseos, colocado				
13.1.9	Jabonera industrial de 1 L	-	2	5,50	11,00
	Dosificador de jabón de 1 L de capacidad, colocado				
13.1.10	Secamanos eléctrico	-	2	24,950	49,900
	Secamanos eléctrico por aire, colocado				
13.1.11	Taquilla de metal individual	-	20	19,57	391,40
	Taquilla metálica individual para vestuario de 1,80 m de altura en acero laminado en frío, con tratamiento anifosfatante y anticorrosivo, con pintura secada al horno, cerradura, balda y tubo para percha				

13.1.12	Mesa capacidad 10 personas	-	2	95,65	191,30
	Mesa de melamina para comedor de obra con capacidad para 10 personas				
13.1.13	Depósito-cubo de basura	-	2	10,00	20,00
	Cubo para recogida de basuras de 30 L				
13.1.14	Botiquín de urgencia	-	3	61,21	183,63
	Botiquín de urgencia para obra en chapa de acero, de color blanco, con contenidos mínimos obligatorios, colocado				
13.1.15	Repuesto botiquín	-	5	48,60	243,00
	Reposición de material de botiquín de urgencia				
13.2	SEÑALIZACIÓN				
13.2.1	Cinta balizamiento bicolor	m	650	0,79	513,50
	Cinta de balizamiento bicolor rojo/blanco, de material plástico y 8 cm de ancho				
13.2.2	Cono de balizamiento reflectante	-	30	8,10	243,00
	Cono reflectante irrompible de 70 cm de diámetro				
13.2.3	Cartel de PVC Obligación/prohibición/advertencia	-	30	0,60	18,00
	Cartel serigrafiado sobre planchas de PVC blanco de 0,6 mm de espesor y dimensiones 220x300 mm				
13.2.4	Cartel de PVC extintor/boca de incendio	-	7	0,70	4,90
	Cartel serigrafiado sobre planchas de PVC blanco de 0,6 mm de espesor, para señales de lucha contra incendios				

13.2.5	Panel completo de PVC	-	10	1,74	17,40
	Panel completo de PVC serigrafiado sobre planchas de 0,6 mm de espesor y dimensiones 700x1000 mm, válido para incluir tanto 15 símbolos como textos				
13.2.6	Señal triangular incl. soporte	-	2	26,65	53,30
	Señal triangular de lado 70 cm, con trípode tubular				
13.2.7	Señal circular incl. soporte	-	4	32,80	131,20
	Señal circular de diámetro 60 cm, con trípode tubular				
13.2.8	Señal STOP incl. soporte	-	2	75,05	150,10
	Señal de STOP tipo octogonal de diámetro 60 cm, con soporte de acero galvanizado de 80x40x2 mm y 2 m de altura, incluido hormigonado				
13.2.9	Paleta manual 2 caras STOP/Obligación	-	2	9,52	19,04
	Señal de seguridad manual a 2 caras STOP/Dirección obligatoria, tipo paleta				
13.2.10	Panel direccional c/soporte	-	2	22,91	45,82
	Panel direccional reflectante de 60x90 cm, con soporte metálico, incluido hormigonado				
13.3	PROTECCIONES COLECTIVAS				
13.3.1	Malla galvanizada de simple torsión	-	240	12,12	2.908,80

	Cercado con entelado metálico galvanizado de malla simple torsión y postes de tubo de acero galvanizado por inmersión de 48 mm de diámetro y tornapuntas de tubo de acero galvanizado de 32 mm de diámetro, incluido replanteo y recibido con hormigón				
13.3.2	Pasarela metálica de hormigonado de muros	-	300	8,54	2.562,00
	Pasarela para hormigonar muros de 60 cm de ancho, formada por consolas metálicas sujetas al encofrado con pasadores de seguridad, plataformas metálicas de 3 m de longitud y barandilla de madera de 15x5, incluso colocación y montaje				
13.3.3	Barandilla guardacuerpos y tubos	-	150	6,77	1015,50
	Barandilla de protección de perímetros de forjados, compuesta por guardacuerpos metálico cada 2,5 m, fijado por apriete al forjado o piquete embutido, pasamanos y travesaño intermedio formado por tubo 50 mm pintado en amarillo y negro, incluido colocación y montaje				
13.3.4	Barandilla de escalera guardacuerpos de madera	-	90	8,35	751,50
	Barandilla de protección de escaleras, compuesta por guardacuerpos metálico cada 1,5 m, fijado por apriete al forjado, pasamanos de tablón de madera de 20x5 m				

13.3.5	Protección con red horizontal	-	450	3,74	1.683,00
	Red horizontal de seguridad formada por malla de poliamida de 10x10 cm enredada con cuerda y cuerda perimetral para amarre de la red a los anclajes de acero				
13.3.6	Protección horizontal con tablonos	-	75	10,26	769,50
	Protección horizontal de huecos con cuajado de tablonos de madera de 20x7 cm, incluso instalación y montaje				
13.3.7	Pasarela de madera sobre zanjas	-	3	11,15	33,45
	Pasarela de madera para paso sobre zanjas formada por tablonos cosidos a clavaón y doble barandilla de dos pasamanos de madera, incluso colocación y montaje				
13.4	EQUIPO DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL				
13.4.1	Casco de seguridad	-	30	5,40	162,00
	Casco de seguridad ajustable con atalajes con 6 puntos de anclaje, de uso normal y eléctrico hasta 440 V				
13.4.2	Casco de seguridad dieléctrico	-	15	18,90	283,50
	Casco de seguridad dieléctrico con pantalla para seguridad ante descargas eléctricas				
13.4.3	Pantalla de mano para soldador	-	5	8,69	43,45
	Pantalla de mano de seguridad para soldador, de fibra vulcanizada con cristal de 110x55 mm				

13.4.4	Pantalla + casco de seguridad de soldador	-	5	12,60	63,00
	Pantalla de seguridad de poliamida para soldador de 110x55 mm y casco con arnés de cabeza				
13.4.5	Gafas para soldadura	-	5	5,90	29,50
	Gafas de seguridad para soldadura oxiacetilénica y oxicorte				
13.4.6	Mandil de cuero para soldador	-	5	10,70	53,50
	Mandil de cuero para soldador, de una pieza y ajustable				
13.4.7	Gafas protección contra impactos	-	30	3,70	111,00
	Gafas incoloras de protección contra impactos				
13.4.8	Gafas antipolvo	-	10	2,60	26,00
	Gafas antipolvo antiempañables, panorámicas				
13.4.9	Semi-máscara antipolvo 1 filtro	-	4	22,50	90,00
	Semi-mascarilla antipolvo de un filtro				
13.4.10	Semi-máscara antipolvo 2 filtros	-	4	44,30	177,20
	Semi-mascarilla antipolvo de doble filtro				
13.4.11	Filtro de recambio de mascarilla	-	10	12,00	120,00
	Recambios para las mascarillas antipolvo				
13.4.12	Cascos protectores auditivos	-	30	15,59	467,70
	Protectores auditivos				
13.4.13	Juego de tapones	-	30	0,40	12,00
	Juego de tapones antiruido de silicona				

13.4.14	Faja de protección	-	10	28,80	288,00
	Faja de protección lumbar				
13.4.15	Cinturón portaherramientas	-	10	4,05	40,50
	Cinturón ajustable portaherramientas				
13.4.16	Mono de trabajo	-	45	22,80	1.026,00
	Mono de trabajo de poliéster-algodón				
13.4.17	Traje impermeable	-	10	7,21	72,10
	Traje de trabajo impermeable, de dos piezas de PVC				
13.4.18	Traje de agua verde ingeniero	-	5	10,15	50,75
	Traje de agua de color verde distintivo para ingeniero, de dos piezas de PVC				
13.4.19	Peto reflectante de seguridad	-	20	14,80	296,00
	Peto reflectante de seguridad personal en colores amarillo y rojo				
13.4.20	Parka de frío	-	10	7,78	77,80
	Parka de abrigo para protección contra el frío				
13.4.21	Guantes de látex	-	60	0,63	37,80
	Par de guantes de látex anti-corte				
13.4.22	Guantes de uso general	-	80	1,27	101,60
	Par de guantes de uso general de serraje y lona				
13.4.23	Guantes de soldador	-	10	7,72	77,20
	Guantes de cuero para soldador				
13.4.24	Guantes aislantes 5000 V	-	10	32,05	320,50
	Par de guantes aislantes para protección de contacto de hasta 5000 V				

13.4.25	Guantes aislantes 1000 V	-	10	12,49	124,90
	Par de guantes aislantes para protección de contacto de hasta 1000 V				
13.4.26	Botas de agua de seguridad	-	15	26,65	399,75
	Par de botas para seguridad ante suelos mojados, con plantilla y punta de acero				
13.4.27	Botas de seguridad	-	45	6,95	312,75
	Par de botas de seguridad con plantilla y punta de acero				
13.4.28	Botas aislantes	-	10	42,05	420,50
	Par de botas aislantes ante descargas eléctricas de hasta 5000 V				
13.4.29	Polainas de soldadura	-	10	7,75	77,50
	Par de polainas de cuero para soldador				
13.4.30	Plantillas resistencia a perforación	-	45	5,65	254,25
	Par de plantillas protectoras frente a riesgos de perforación				
13.4.31	Arnés de amarre dorsal	-	10	4,49	44,90
	Arnés de seguridad de amarre dorsal con anilla y torácico con cintas, regulación en piernas, fabricado en cinta de nylon				
13.4.32	Cuerda de sujeción y regulación	-	5	22,30	111,50
	Cuerda de poliamida de 16 mm de diámetro y 4 m de longitud, con ajuste de aluminio, a utilizar como distanciador de mantenimiento o elemento de amarre				

13.4.33	Anticaídas deslizante	-	10	15,83	158,30
	Dispositivo anticaídas deslizante para cuerdas de poliamida de 14 mm de diámetro, para uso en trabajo horizontal y vertical, de doble función				
13.4.34	Línea vertical de seguridad	m	210	7,20	1.512,00
	Línea vertical de seguridad para anclaje y desplazamiento de cinturones de seguridad con cuerda para el dispositivo anticaída, 14 mm de diámetro y anclaje autoblocante de fijación de mosquetones de los cinturones				
13.4.35	Línea horizontal de seguridad	m	130	9,25	1.202,50
	Línea horizontal de seguridad para anclaje y desplazamiento de cinturones de seguridad con cuerda para el dispositivo anticaída, 14 mm de diámetro y anclaje autoblocante de fijación de mosquetones de los cinturones				
13.4.36	Punto de anclaje fijo	-	20	10,10	202,00
	Punto de anclaje fijo, en color, para trabajos en planos verticales, horizontales e inclinados, para anclaje a cualquier tipo de estructura mediante tacos químicos, tacos de barra de acero inoxidable o tornillería				
13.6	MANO DE OBRA DE SEGURIDAD				
13.6.1	Costo mensual de formación en seguridad	h	18	48,10	865,80

	Costo mensual en formación de seguridad y salud en el trabajo, considerando una hora a la semana realizada por el encargado de seguridad				
				TOTAL	31.005,24

14. INGENIERÍA Y DIRECCIÓN FACULTATIVA

Capítulo	Unidad constructiva	Ud.	Medición	P.Unit (€)	Precio (€)
14	INGENIERÍA Y DIRECCIÓN FACULTATIVA				
14.1	INGENIERÍA	-	1	82.990,00	82.990,00
	Se incluyen los costes de la redacción del proyecto por parte del ingeniero				
14.2	INGENIERÍA DE DETALLE	-	1	46.950,00	46.950,00
	Esquemas de Obra Civil, Electromecánica, de principios desarrollados, esquema de cableado con regleteros, cálculo del ajuste de las protecciones y tarado de relés, etc				
14.3	DIRECCIÓN FACULTATIVA	-	1	89.100,00	89.100,00
	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				
14.4	ESTUDIO GEOTÉCNICO	-	1	9.250,00	9.250,00
	Estudio geotécnico del solar de la subestación. Incluye calicatas (dureza del terreno) y sondeos a diferentes niveles				
14.5	CONTROL DE CALIDAD	-	1	39.470,00	39.470,00
	Incluidos todos los ensayos e inspecciones técnicas de la aparamenta eléctrica y la respectiva a la obra civil				
				TOTAL	267.760,00

15. RESUMEN

Capítulo	Descripción	Precio (€)	
1	MOVIMIENTO DE TIERRAS	199.868,82	
2	CIMENTACIONES	416.467,18	
3	ESTRUCTURAS	838.071,50	
4	ALBAÑILERÍA	167.100,13	
5	CUBIERTAS Y PAVIMENTOS	99.766,96	
6	CARPINTERÍA	17.409,79	
7	PINTURA	14.608,93	
8	FONTANERÍA	16.946,78	
9	INSTALACIÓN DE PCI Y ANTI-INTRUSISMO	72.931,00	
10	VENTILACIÓN	61.451,28	
11	INSTALACIONES ELÉCTRICAS	2.961.438,94	
12	RED DE TIERRAS	59.172,10	
13	SEGURIDAD Y SALUD	31.005,24	
14	INGENIERÍA Y DIRECCIÓN FACULTATIVA	267.760,00	
		TOTAL	5.223.998,65

EL PRESUPUESTO TOTAL (I.V.A EXCLUÍDO) ASCIENDE A LA CANTIDAD DE **CINCO MILLONES DOSCIENTOS VEINTITRÉS MIL NOVECIENTOS NOVENTA Y OCHO CON SESENTA Y CINCO CÉNTIMOS**

En el siguiente gráfico circular se puede apreciar el coste porcentual que tiene cada capítulo:

Diagrama de coste porcentual

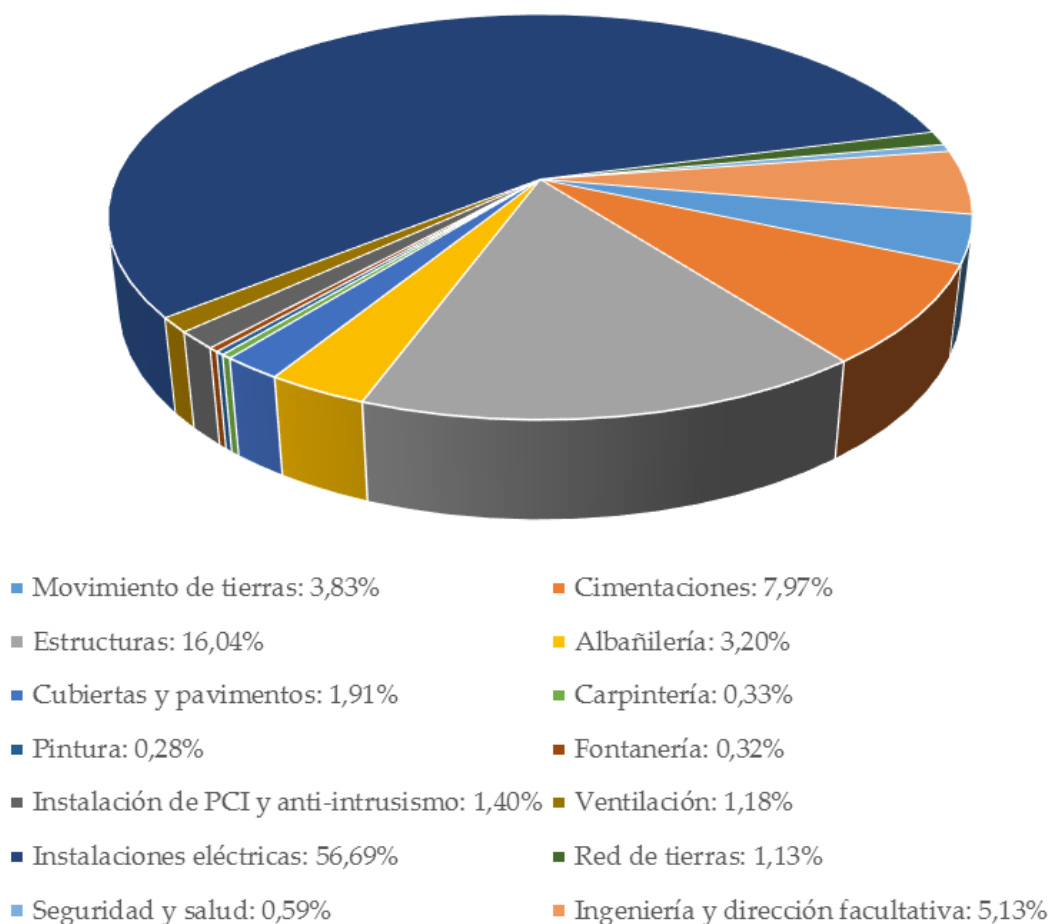


Diagrama 1. Coste porcentual por capítulos

El mayor porcentaje sobre el coste total se corresponde con la instalación eléctrica de la subestación, todo lo relacionado con las celdas de alta y media tensión y los transformadores por ejemplo, como se ha visto a partir de la página 22 de este capítulo. A modo de mejor visualización de los costes, se adjunta el siguiente diagrama de barras conforme a los costes totales de cada capítulo:

Diagrama de barras del coste por capítulo

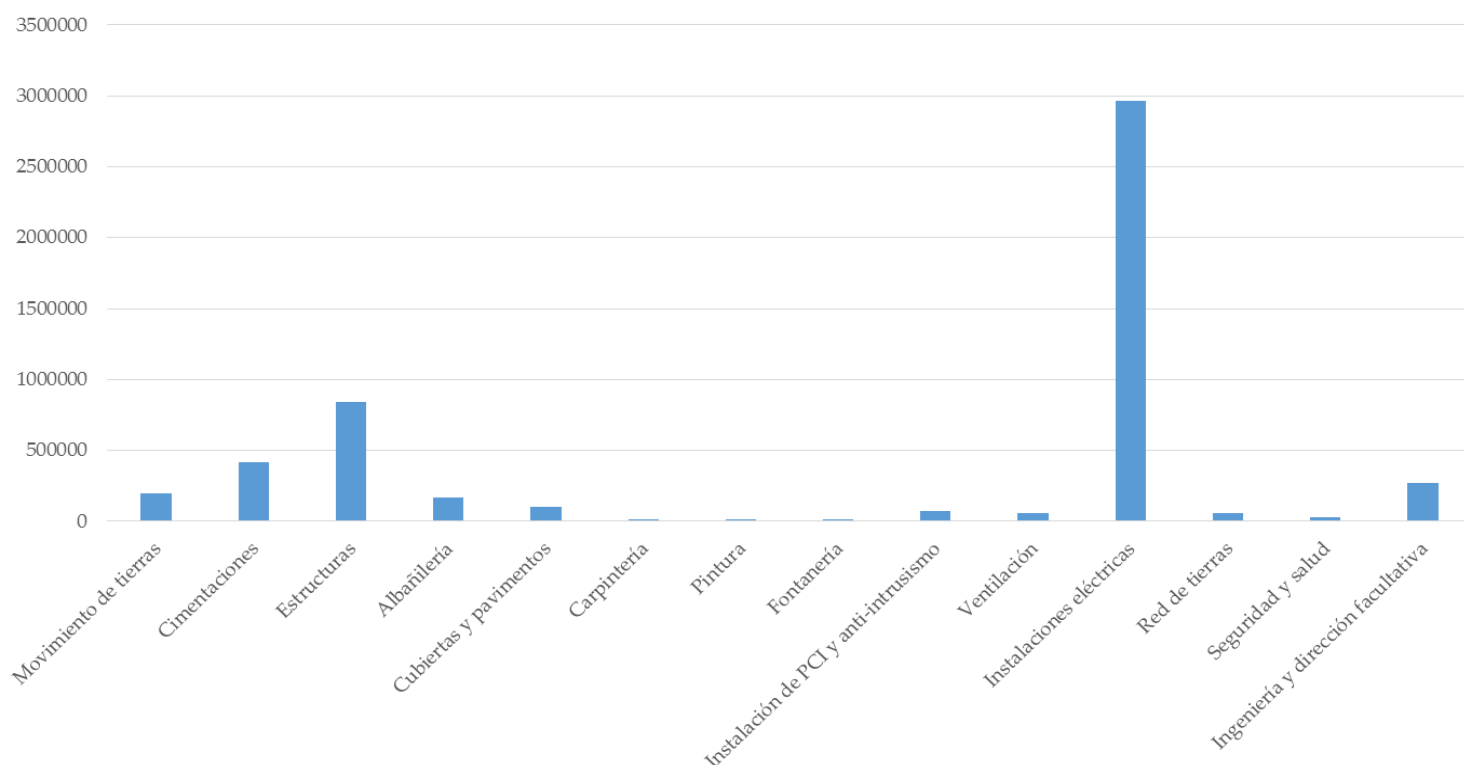


Diagrama 2. Costes totales por capítulo

Como conclusión cabe destacar que se cumple lo establecido en la introducción, siendo el mayor coste el de las instalaciones eléctricas, como se acaba de mencionar, ya que el tipo de subestación GIS es más caro que el AIS y HIS, y los tres primeros capítulos, correspondientes a todo lo relevante a la construcción del edificio. Por último decir que lo relacionado con la carpintería, pintura y demás no suponen un gasto de dinero excesivo y no son relevantes a la hora de reducir posibles costes. Únicamente se podrían obtener, en la fase de ejecución y con licitación por capítulos de al menos tres proveedores distintos, ahorros materiales o significativos. Asimismo la adjudicación deberá hacerse sin posibilidad de recibir facturas adicionales no incluidas en el presupuesto, es decir, a precio cerrado sin posibilidad de certificaciones adicionales.

BIBLIOGRAFÍA

- Fernández Magester, G. (2016) *Apuntes de subestaciones eléctricas, curso 2015-2016*
- Rouco Rodríguez, L. (2016) *Apuntes de protecciones eléctricas, curso 2015-2016*
- Balza Arrabal, J.J. (2015) *Instalaciones de media tensión, curso 2014-2015*
- Gas Natural Fenosa, (2008). *Especificaciones técnicas de transformadores de distribución*
- Ministerio de Industria, Turismo y Comercio. (2008) *Real Decreto 223/2008, ITC-LAT 06*
- Sosa Escalada, J. (2002) *Subestaciones eléctricas aisladas en gas*
- Gas-insulted Switchgear, pioneering innovation. (2015). *ABB*.
- ZX-Family, Gas-insulated medium voltage switchgear. (2011). *ABB*.
- Aufermann, A.; Fink, H.; Hyrenbach, M. and Reimüller, A. (1997). New gas-insulated switchgear for all medium voltage applications. *ABB*.
- Clean breaker, manufacturing medium voltage products. (2006). *IPG, International Power Generation*.
- Changing times. (2003). *MEE, Middle East Electricity*.
- ZX 1.2, Gas insulated medium voltage switchgear. (2008). *ABB*.
- ZX-Family, Gas-insulated medium voltage switchgear. (2011). *ABB*.
- Cables y Accesorios para Media Tensión. (2013). *Prysmian Cables & Systems*
- Especificación técnica de conductores Silec (Endesa). *General Cable*

Gel VRLA Modular Battery Systems (2015). *SBS Storage Battery Systems*

AT-10 Series, Microprocessor Controlled SCR Battery Charger (2015). *SBS Storage Battery Systems*

Distribución de energía y aplicaciones industriales (2011-2012). *Legrand*

Olovsson, H-E. and Lejdeby, S-A. (2008). Evolución de las subestaciones. El diseño de subestaciones a principios del siglo XX y en la actualidad. *ABB*.

Transformadores de distribución MT con dieléctrico líquido hasta 36 kV. (2015). *Schneider Electric*

Heinemann, L. and Besold, F. (2009). Compactas y fiables. *ABB*.

Cálculo de sistemas DC & AC (2009). *Chloride Cener*

Gas-insulated Switchgear ELK-04, modular system. (2009). *ABB*.