



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

PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO DE UNA SUBESTACIÓN DE 66KV EN LA RED DE TRANSPORTE INSULAR ESPAÑOLA UBICADA EN EL PARQUE NATURAL DE MONDRAGÓ DE MALLORCA

Autor: Alejandro Rambla Batalla

Director: Matías Juan Sánchez Mingarro

Madrid

Septiembre 2018

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

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

El autor D. Alejandro Rambla Batalla DECLARA ser el titular de los derechos de propiedad intelectual de la obra: PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO DE UNA SUBESTACIÓN DE 66KV EN LA RED DE TRANSPORTE INSULAR ESPAÑOLA UBICADA EN EL PARQUE NATURAL DE MONDRAGÓ DE MALLORCA, 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 22 de Septiembre de 2018.

ACEPTA



Fdo: Alejandro Rambla Batalla

Declaro, bajo mi responsabilidad, que el Proyecto presentado con el título:
Proyecto Técnico Administrativo de una subestación de 66 kV en la red de
transporte insular española ubicada en el parque natural de Mondragó de
Mallorca

en la ETS de Ingeniería - ICAI de la Universidad Pontificia Comillas en el
curso académico 2017-2018 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.: Alejandro Rambla Batalla Fecha: 13/ 09/ 2018

Autorizada la entrega del proyecto

EL DIRECTOR DEL PROYECTO

Fdo.: Matías Juan Sánchez Mingarro 22/09/2018



PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO DE UNA SUBESTACIÓN DE 66KV EN LA RED DE TRANSPORTE INSULAR ESPAÑOLA UBICADA EN EL PARQUE NATURAL DE MONDRAGÓ DE MALLORCA

Autor: Rambla Batalla, Alejandro

Director: Sánchez Mingarro, Matías Juan

RESUMEN DEL PROYECTO

En este proyecto se llevará a cabo el diseño de una subestación de transporte de 66 kV para la red insular española. La subestación se construirá en el parque natural de Mondragó situado en la provincia de Santanyí en la isla de Mallorca.

Con la construcción de esta nueva subestación se contribuirá al mallado de la red, ampliando y mejorando la calidad de suministro de la red de transporte balear. Igualmente, se deberá garantizar la seguridad y fiabilidad del sistema, reduciendo las pérdidas energéticas. Se construirán cuatro nuevas líneas a las subestaciones de Lluçmajor, Santanyí, Porto Colom y Cala Blava todas ellas saliendo de la nueva subestación.

El principal objetivo de este proyecto es la tramitación a través de sus respectivos procesos de diseño e investigación requeridos por los organismos públicos. Se tendrán en cuenta los reglamentos vigentes, entre estos el reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23 (aprobado en el Real Decreto 337/2014).

La subestación dispondrá de un total de 10 posiciones:

- 4 líneas de transporte en dos dobles circuitos
- 3 de posiciones de generación
- 2 posiciones de reserva sin equipar
- 1 posición de acoplamiento

La subestación se instalará en un terreno con una superficie de 4193 m². La aparamenta se instalará en el interior de un edificio tratando de integrarla lo mejor posible con el entorno. Se dejará suficiente espacio en el terreno para futuras ampliaciones.

La tecnología que se empleará para la aparamenta será GIS (Gas Insulated Switchgear), aislada en gas SF₆. Se escoge esta por motivos de integración con el entorno y por seguridad. Para poder eliminar y manipular este gas se deberán seguir unas pautas ya que contribuye potencialmente al calentamiento global siendo un agente intensificador del efecto invernadero.

La disposición que se utilizará será la de doble barra ya que aporta suficiente seguridad, versatilidad y fiabilidad.

Las características de la aparamenta son las siguientes:

- Tensión nominal: 66 kV
- Tensión más elevada del material: 72,5 kV
- Frecuencia nominal: 50Hz
- Intensidad de cortocircuito monofásica: 10 kA
- Intensidad de cortocircuito trifásica: 12 kA

Se escogerá el modelo ELK-04 C del fabricante ABB para todos los módulos. Este modelo permite utilizar tensiones de hasta 145 kV e intensidades de cortocircuito monofásica de hasta 40 kA. Las características detalladas de la aparamenta se describen en el proyecto.

Se emplearán los siguientes elementos para la instalación:

APARAMENTA	UNIDADES
Barras	6
Transformador de tensión	25
Transformador de intensidad	24
Seccionadores	39
Interruptores	8

Los módulos se separarán en compartimentos de forma que no se produzcan pérdidas de gas SF₆ en caso de que exista una fuga.

Para preparar el terreno e implantar la instalación de la nueva subestación se realizará una obra civil. Se llevará a cabo la explanación del terreno y el movimiento de tierras, se instalará un sistema de saneamiento y una red de drenaje. Se construirán los accesos al recinto, el edificio y el vallado.

El edificio donde se albergará la subestación estará formado por una única planta. Se dividirá en las siguientes salas: sala de la apartamenta, sala de comunicaciones, sala de control, servicios auxiliares, almacén, aseos y vestuarios y despacho.

Como red de tierras inferiores se instalará una malla de 30x20 m² enterrada a una profundidad de 0.8 m de la superficie del terreno. Los conductores serán de cobre y tendrán una sección de 120 mm². La cuadrícula será de lado 0.5 m para que las tensiones de paso y contacto sean menores que las admisibles. El terreno donde se instalará la subestación se considera arena arcillosa y su resistividad es de 250 Ω-m.

Los servicios auxiliares alimentarán a tensión altera (400/230 V) y continua (125 Vcc y 48 Vcc). Se instalará un grupo electrógeno de emergencia de 250 kVA. El sistema de corriente de 125 Vcc alimentará el alumbrado de emergencia, parte del circuito de fuerza y los relés de protección. El sistema de corriente de 48 Vcc alimentará los circuitos de telecontrol y comunicación.

Para el control remoto y local se instalarán cuadros REC 670 del fabricante ABB. Se monitorizarán las operaciones del sistema, se controlarán los cortocircuitos, la densidad del gas y la posición del indicador. Este control local constituirá el nivel cero de control. Las protecciones principales y secundarios se instalarán en armarios que constituirán el nivel uno. Los distintos niveles se comunicarán entre ellos mediante cables de fibra óptica.

Además se instalará el sistema de alumbrado y fuerza, el sistema contra incendios y un sistema anti intrusismo para evitar que personas no autorizadas entren en la instalación.

El presupuesto total de la instalación asciende a la cantidad de 5.419.901,07 € y tendrá una rentabilidad en la construcción del 4,14%.

TECHNICAL-ADMINISTRATIVE PROJECT FOR A 66KV SUBSTATION IN THE SPANISH INSULAR TRANSPORT NETWORK LOCATED IN THE MONDRAGÓ NATURAL PARK OF MALLORCA.

Author: Rambla Batalla, Alejandro

Director: Sánchez Mingarro, Matías Juan

PROYECT SUMMARY

In this project a 66 kV substation will be designed for the Spanish insular transmission grid. The substation will be built in the Mondragó natural park located in the province of Santanyí in the island of Mallorca.

The construction of this new substation will contribute to the meshing of the network, extending and improving the quality of supply of the Balearic transport network. In the same way, the security and reliability of the system must be guaranteed, reducing energy losses. Four new lines will be built connecting the substations Lluçmajor, Santanyí, Porto Colom and Cala Blava with the new one.

The main objective of this project is to obtain the necessary authorizations for the construction of the substation through their respective design and research processes required by public bodies. The regulations in force will be taken into account, among them the regulation on technical conditions and safety guarantees in high voltage electrical installations and its Complementary Technical Instructions ITC-RAT 01 to 23 (approved in Royal Decree 337/2014).

The substation will have a total of 10 positions:

- 4 transport lines in two double circuits
- 3 generation positions
- 2 un-equipped reserve positions
- 1 Bus coupler

The substation will be installed on a field with a surface area of 4193 m². The switchgear will be installed inside a building which will be integrated as well as possible with the environment. Sufficient space will be left in the field for future expansions.

The technology of the switchgear will be GIS (Gas Insulated Switchgear), insulated with SF6 gas. This technology is chosen because it enables the best integration with the environment and security. In order to eliminate and manipulate this gas, some guidelines must be followed, since it potentially contributes to global warming as an agent that intensifies the greenhouse effect.

The layout to be used will be double bar as it provides sufficient safety, versatility and reliability.

The characteristics of the switchgear are as follows:

- Rated voltage: 66 kV
- Highest material voltage: 72.5 kV
- Rated frequency: 50Hz
- Single-phase short-circuit current: 10 kA
- Three-phase short-circuit current: 12 kA

ABB's ELK-04 C switchgear will be chosen for all modules. This module allows voltages up to 145 kV and single-phase short-circuit currents up to 40 kA. The detailed features of the switchgear are described in the project.

The following elements will be used for the installation:

SWITCHGEAR	UNITS
Bars	6
Voltage transformers	25
Current transformers	24
Disconnectors	39
Circuit Brakers	8

The modules will be separated into different compartments to prevent any gas SF₆ leakage if an accident occurs.

Civil works will be carried out in order to prepare the ground and installation for the new substation. The land will be levelled and earthmoving processes will be carried out. A sewerage system and a drainage network will also be installed. Furthermore, the accesses to the enclosure, as well as the building and the fence will be built.

The building where the substation will be housed will consist of a single floor. It will be divided into the following rooms: switchgear room, communications room, control room, auxiliary services, warehouse, toilets and changing rooms and finally the office.

A substation ground grid of 30x20 m² will be installed buried at a depth of 0.8 m from the ground surface. The conductors will be made of copper and will have a cross-section of 120 mm². The grid will consist of sides of 0.5 m so that step and contact voltage values are lower than the admissible ones. The soil where the substation will be installed is considered clayey sand and its resistivity is 250 Ω-m.

The auxiliary services will supply alternating (400/230 V) and continuous (125 Vdc and 48 Vdc) voltage. A 250 kVA emergency generating set will be installed. The 125 Vdc power system will supply the emergency lighting, part of the power circuit and the protection relays. The 48 Vdc power system will power the telecontrol and communication circuits.

For remote and local control, ABB's REC 670 bay control will be installed. System operations will be monitored, short circuits, gas density and indicator position will be monitored. This local control will constitute the zero level of control. The main and secondary protections will be installed in cabinets that will constitute level one. The different levels will communicate with each other via fibre optic cables.

In addition, the lighting and power system, the fire-fighting system and an anti-intrusion system will be installed to prevent unauthorized persons from entering the installation.

The total budget of the installation is 5.419.901,07 € and will have a construction profitability of 4.14 %.

DOCUMENTO 1: MEMORIA DESCRIPTIVA

ÍNDICE GENERAL

CAPÍTULO 1: MEMORIA.....	14
CAPÍTULO 2: CÁLCULOS	49
CAPÍTULO 3: ESTUDIO ECONÓMICO	61
CAPÍTULO 4: ANEJOS	66

CAPÍTULO 1: MEMORIA

ÍNDICE

1. GENERALIDADES	16
1.1 Antecedentes y estudios previos.....	16
1.2 Alcance	16
1.3 Objeto	17
1.4 Normativa	18
2. DESCRIPCIÓN DE SUBESTACIÓN.....	22
2.1 Emplazamiento	22
2.2 Condiciones ambientales	22
2.3 Características eléctricas	23
2.4 Características de la subestación.....	24
2.5 Tecnología de la subestación.....	24
2.6 Hexafluoruro de azufre.....	25
2.7 Integración con el entorno.....	26
3. DESCRIPCIÓN DE LAS POSICIONES	28
3.1 Sistemas primarios.....	28
3.1.1 Esquema unifilar	28
3.1.2 Elección de la aparamenta	28
3.1.3 Descripción de los módulos de la subestación.....	29
3.1.4 Obra civil.....	36
3.1.5 Edificio	38
3.1.6 Red de tierras	40
3.1.7 Acceso de las líneas.....	42
3.2 Sistemas secundarios.....	42
3.2.1 Sistemas auxiliares.....	42
3.2.2 Sistemas de control, protecciones, medida y telecontrol.....	43
3.2.3 Sistemas contra Incendios.....	44
3.2.4 Sistemas anti intrusismo.....	44
3.2.5 Sistemas de alumbrado y fuerza	45
4. IMPACTO AMBIENTAL	46

1. GENERALIDADES

1.1 Antecedentes y estudios previos

Se diseñará una subestación de 66kV de transporte en la red balear de transporte. Se construirán cuatro líneas nuevas a las subestaciones de Santanyí Lluçmajor, Porto Colom y la futura subestación de Cala Blava. Todas ellas saldrán de la nueva subestación, contribuyendo al mallado de la red de transporte.

La instalación de la subestación se realizará en el parque natural de Mondragó situado en la provincia de Santanyí.

Con el objetivo de atender la demanda de nuevos desarrollos urbanísticos en el municipio de Santanyí situado en la parte sudeste de Palma de Mallorca, especialmente en las nuevas zonas residenciales ubicadas en el parque Natural de Mondragó, surge la necesidad de instalar una nueva subestación en este parque natural. El diseño de esta nueva subestación contribuirá al mallado de la red, ampliando y mejorando la calidad de suministro de la red de transporte balear.

Se evaluarán las necesidades de la red de transporte balear, las condiciones técnicas del nudo al que se conecta, las condiciones ambientales, el terreno, la temperatura media y el tipo de subestación valorando el espacio disponible y la seguridad.

1.2 Alcance

Para el diseño de esta subestación se elegirá la parcela donde se instalará teniendo en cuenta el acceso a la instalación y por donde van a entrar las líneas. Se estudiarán las condiciones ambientales del entorno que le rodea.

Se elegirá la configuración que mejor se adapte a las necesidades de esta subestación. Para la elección de la aparamenta, se escogerá un modelo a través de los catálogos de los distintos fabricantes que cumpla con todos los requisitos de esta.

Además de elegir la aparamenta que se utilizará en la instalación, se elegirán igualmente los sistemas auxiliares, los sistemas de control, protecciones, medida y telecontrol. Se instalará el sistema de alumbrado y fuerza, un sistema contra incendios y un sistema anti-intrusismo.

Para la realización de la obra civil se tendrá en cuenta el vallado necesario alrededor del recinto, los accesos, el movimiento de tierras y los sistemas de drenajes y saneamiento. Se construirán las edificaciones que alberguen tanto a la aparamenta como a los sistemas auxiliares, de control y comunicaciones. Dentro de las edificaciones también se dejará espacio para despachos, aseos y vestuarios.

Se diseñará la red de tierras inferiores calculando las dimensiones de la cuadrícula de la malla de puesta a tierra y determinando su ubicación en la instalación.

Los planos que se realizarán incluirán los de situación y emplazamiento de la instalación, planta general, planta del edificio, alzado de la sala de aparamenta, red de tierras inferiores y un plano de planta general con la subestación puesta en la parcela, indicando los acceso a la subestación y orientación del edificio. También se indicará por donde van a entrar las líneas.

Se valorarán las posibles consecuencias que pueda tener tanto la construcción como el funcionamiento de la subestación sobre el entorno que le rodea, determinando diferentes alternativas o soluciones con el objetivo de reducir el impacto ambiental.

Por último, se calculará el presupuesto de la subestación además de la rentabilidad en la construcción y el mantenimiento de esta.

1.3 Objeto

EL objeto de esta subestación es la mejora de la calidad de suministro, modernización y ampliación de la red de transporte balear. Igualmente, se deberá garantizar la seguridad y fiabilidad del sistema, reduciendo las pérdidas energéticas. El diseño de la subestación se elaborará de manera que se consiga integrar lo mejor posible con el medio que le rodea, reduciendo el impacto visual.

Se cumplirán los requisitos mínimos de seguridad, teniendo en cuenta la seguridad de las personas, diseñando la puesta a tierra y eligiendo el aislamiento de la aparamenta. Se tratará de afectar al menor número de elementos en caso de falta, aislándola rápida y eficazmente, manteniendo el resto en funcionamiento. Esto se logrará mediante la separación de las distintas partes de la GIS en compartimentos y la coordinación de las protecciones.

Al estar ubicada en un entorno protegido, se diseñará la instalación de forma que se integre con el entorno lo mejor posible. Se empleará aparamenta con dimensiones reducidas tratando de reducir el impacto ambiental.

La subestación deberá adaptarse al entorno y a las futuras situaciones, como aumento o pérdida de suministro. Dispondrá de posiciones de reserva ya que se prevé un aumento de consumo.

El objetivo de este proyecto es la tramitación oficial. Se buscará conseguir todos los permisos necesarios cumpliendo las normativas vigentes. Por ello se deberán adecuar los contenidos de los apartados del proyecto a los distintos reglamentos.

Por último, resulta imprescindible considerar la rentabilidad del proyecto, buscando un equilibrio entre los costes y los objetivos anteriores.

1.4 Normativa

La normativa de aplicación para el diseño y construcción de esta instalación es la siguiente:

- Normativa UNE (normas y estándares creados en los Comités Técnicos de Normalización (CTN) de la Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR).
- Normativa CEI (estándares de la Comisión Electrotécnica Internacional).
- Normativa CENELEC (estándares del Comité Europeo de Normalización Electrotécnica)
- Normativa NTE (Normas Tecnológicas de la Edificación).
- Normativa REBT (Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión).

- Normativa ITC-RAT (Instrucciones técnicas complementarias del Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión).
- Normas internacionales, IEEE, ANSI...

- Normativa de la instalación eléctrica principal:
 - Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23. (aprobado en el Real Decreto 337/2014, de 9 de Mayo).
 - Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión de España y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-BT 01 a 52. (aprobado en el Real Decreto 842/2002, de 2 de Agosto).

- Normativa obra civil:

Estructural

- Documento Básico de Seguridad Estructural - Acciones en la Edificación DB-SE-AE del Código Técnico de la Edificación.
- Norma de construcción sismoresistente: parte general y edificación NCSR-02 (aprobada en el Real Decreto 997/2002, de 27 de Septiembre).

Acero

- Documento Básico de Seguridad Estructural – Acero DB-SE-A del Código Técnico de la Edificación.

Hormigón

- Instrucción de hormigón estructural EHE-08 (aprobada en el Real Decreto 1247/2008, de 18 de Julio).

Forjados

- Instrucción de hormigón estructural EHE-08 (aprobada en el Real Decreto 1247/2008, de 18 de Julio).
- Normativa de instalaciones auxiliares:

Electricidad

- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión de España y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-BT 01 a 52. (aprobado en el Real Decreto 842/2002, de 2 de Agosto).
- Reglamento de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado exterior y sus instrucciones técnicas complementarias (aprobado en el Real Decreto 1890/2008, de 14 de Noviembre).

Calefacción, climatización y agua caliente sanitaria

- Documento Básico de Salubridad DB-HS del Código Técnico de la Edificación.
- Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios, RITE (aprobado en el Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio).
- Criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano (aprobado en el Real Decreto 140/2003, de 7 de Febrero).

Instalaciones de protección contra incendios

- Documento básico de Seguridad en caso de Incendio DB-SI del Código Técnico de la Edificación.
- Reglamento de instalaciones de protección contra incendios (aprobado en el Real Decreto 513/2017, de 22 de Mayo).
- Protección:

Aislamiento acústico

- Norma Básica de la Edificación NBE-CA-82 sobre condiciones acústicas de los edificios, orden de 29 de septiembre de 1988.

Aislamiento térmico

- Documento básico de ahorro de energía DB-HE del Código Técnico de la Edificación.

Seguridad y salud

- Ley 31/1995, de 8 de noviembre sobre prevención de Riesgos Laborales.
- Disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico (aprobado en el Real Decreto 614/2001, de 8 de junio).

Gas hexafluoruro de azufre

- Real Decreto 795/2010 de 16 de junio, por el que se regula la comercialización y manipulación de gases fluorados y equipos basados en los mismos, así como la certificación de los profesionales que los utilizan.

2. DESCRIPCIÓN DE SUBESTACIÓN

2.1 Emplazamiento

La subestación se ubicará en el parque natural de Mondragó situado en la isla de Mallorca.

Referencia catastral: 0705701100681

Superficie: 4193 m².

Coordenadas X: 3.16886902 Y: 39.35793539

La parcela en la que se construirá la instalación esta representada en el plano número 2 y 4 del documento de Planos de este proyecto.

2.2 Condiciones ambientales

La situación en la que se va a instalar la subestación presenta un clima típicamente mediterráneo, con unas temperaturas medias templadas y precipitaciones concentradas en los meses distintos de verano. Las precipitaciones anuales fluctúan entre los 450 y 650 mm. Cabe destacar que el régimen de precipitaciones es bastante irregular, variando considerablemente de un año a otro. Las temperaturas medias anuales se encuentran entre los 16 y 18°C, siendo las máximas medias los días de verano de 29/31°C y mínimas medias las noches de invierno de 5/9°C.

En la siguiente tabla se muestran las medias anuales:

Temperatura media	16.0°
Temperatura máxima	22.1°
Temperatura mínima	10°
Precipitaciones	410.0 mm
Mes más frio	Enero
Mes más caluroso	Agosto
Mes más lluvioso	Octubre

Se considerará que la subestación operará en condiciones normales de temperatura. Para esto no puede superar los 40° como temperatura máxima y -5° como temperatura mínima. Como la subestación se instalará dentro de un edificio y las temperaturas medias máximas y mínimas no superan estos valores, se considera que nunca se llegarán a superar las temperaturas límite para las condiciones normales.

La altura del terreno sobre la cual se situará la subestación es de 42 m sobre el nivel del mar. Según la ITC-RAT 12, al ser esta altura inferior a 1000m se utilizarán las distancias mínimas de aislamiento incluidas en la tabla número 3 de esta misma instrucción técnica complementaria

La humedad relativa media diaria es de 80.1%.

Según el mapa sísmico de la norma sismorresistente el valor de la aceleración sísmica en las Islas Baleares se encuentra entre 0,04g y 0,08g.

Según la norma NCSR-02 es necesario tener en cuenta las acciones sísmicas en el diseño en construcciones de especial importancia, como esta, cuando la aceleración sísmica básica se igual o superior a 0,04 g.

No se tendrán en cuenta la radiación solar, la contaminación del aire y la velocidad del viento ya que la subestación se instalará dentro un edificio.

2.3. Características eléctricas

La subestación se clasifica como instalación de segunda categoría (tensión nominal igual o inferior a 66 kV y superior a 30 kV) debida a su tensión de 66 kV de acuerdo con la ITC-RAT 04.

La tensión nominal de esta subestación es de 66kV, por lo tanto según la instrucción técnica mencionada, la tensión más elevada de la red conectada a la

subestación es de 72,5 kV. Por consiguiente, toda la aparamenta de la subestación deberá poder soportar valores iguales o superiores a 72,5 kV.

Las características eléctricas de la subestación se resumen en la siguiente tabla:

Tensión nominal	66 kV
Tensión más elevada para el material	72,5 kV
Frecuencia	50 Hz
Intensidad de cc monofásica	10 kA
Intensidad de cc trifásica	12 kA

2.4 Características de la subestación

Para elegir la mejor configuración del embarrado se tendrán en cuenta los factores de regularidad de servicio, economía, seguridad, flexibilidad de funcionamiento y capacidad de ampliación. Dependiendo de la preferencia que se le quiera dar a cada uno de estos aspectos se adaptará mejor un tipo de configuración u otra.

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 mínimo que satisfaga los requisitos del sistema.

La configuración que se empleará para esta subestación es la de doble barra. Esta configuración permite mantener el servicio al completo en caso de fallo de una de las barras, permite alimentar cualquiera de las líneas desde cualquier barra y separar los circuitos eléctricos reduciendo la corriente de cortocircuito en caso de que sea necesario. No se utiliza la configuración de interruptor y medio porque aunque es mas versátil y segura, requiere de mayor espacio y resulta más cara. Otras configuraciones como anillo o simple barra presentan límites en su explotación por lo que no se tendrán en cuenta. La configuración de doble barra es la que mejor satisface los requisitos del sistema, y presenta un buen equilibrio entre rentabilidad y ventajas técnicas.

2.5 Tecnología de la subestación

La tecnología que se utilizará en la subestación será la GIS (Gas Insulated Switchgear). Se tratará de una subestación aislada en gas hexafluoruro de azufre (SF_6).

Al ubicarse la subestación en un entorno protegido deberá ocupar el mínimo espacio posible, reduciendo el impacto visual. Esta solución es más compacta que las AIS (Air Insulated Switchgear) e HIS (Highly Integrated Switchgear). También se elige esta tecnología por motivos de integración con el entorno y seguridad.

2.6 Hexafluoruro de azufre

El hexafluoruro de azufre (SF_6) es un gas inerte artificial, con excelentes propiedades de aislamiento además de una estabilidad química y térmica extraordinariamente alta. Es por ello por lo que muestra un rendimiento y una fiabilidad muy alta. El SF_6 no se descompone cuando pasa el arco y vuelve a su estado original sin apenas dejar residuos cuando se enfría. Su rigidez dieléctrica (más de dos veces superior a la del aire) es la característica que destaca como medio dieléctrico.

En condiciones normales de presión (1.013 hPa) y temperatura (20 °C), el gas es incoloro, inodoro, no tóxico, estable y no inflamable.

Al exponer el gas SF_6 a elevadas temperaturas, se descompone dando lugar a productos tóxicos pudiendo ser corrosivos si el ambiente presenta humedad.

Si se producen pérdidas en zonas confinadas, el aire se satura totalmente con grave riesgo de asfixia al evaporarse rápidamente. Debido a esto también se producen efectos de congelación por contacto con el líquido.

Este gas contribuye potencialmente al calentamiento global al ser liberado, siendo un agente intensificador del efecto invernadero. Además tiene un elevado tiempo de vida en la atmósfera.

Se vigilará la utilización y se tendrán en cuenta los procesos de manipulación y el reciclaje de los materiales que utilizan gas SF_6 como aislante. Se deberá disponer tanto de ventilación natural como forzada dentro del edificio al realizarse trabajos que

implican el contacto con el gas, según el Real Decreto 115/2017, de 17 de Febrero. Si se tuviesen que eliminar residuos, se empleará una solución de agua y carbonato sódico al 10% en peso durante 24 horas antes de ser eliminado para neutralizar todo el material. Una empresa especializada se encargará de eliminar los residuos. La densidad del gas SF₆ varía con su temperatura, por lo que se controlará su densidad mediante un densímetro y además de su presión.

Se suministrará en forma líquida en garrafas o cilindros, siempre a temperatura ambiente. Para eventuales reposiciones del gas también se dispondrá de un depósito de garrafas.

2.7 Integración con el entorno

Al tratarse de un entorno protegido, uno de los principales objetivos de esta instalación será tratar de integrar la subestación con el medio ambiente, provocando el mínimo impacto visual. La subestación presentará unas dimensiones reducidas y se construirá un edificio para albergarla. Se dispondrá de un vallado para evitar el intrusismo.

El edificio aislará los campos electromagnéticos y los ruidos para que no puedan ser apreciables desde el exterior. La instalación se diseñará de forma que los índices de ruido medidos en el exterior de esta se ajusten a los niveles de calidad acústica establecidos en el Real Decreto 1367/2007, de 19 de Octubre. Para cumplir con estos límites se construirán paredes anti-ruídos alrededor de la subestación.

Las líneas llegarán a la subestación mediante cables soterrados. Los cables serán de cobre con aislamiento en polietileno reticulado, XLPE. Se utilizará este material ya que las pérdidas son menores que otras a considerar. Al tratarse de líneas de alta tensión, la sección debería ser mucho mayor, si se utilizase un material distinto de cobre.

Al utilizarse gas SF₆, contribuyente al efecto invernadero, se deberán realizar las medidas de seguridad descritas en el apartado 2.6 de este documento.

Escuela Técnica Superior de Ingeniería (ICAI)

Proyecto Técnico Administrativo de una subestación de 66 kV en la red de transporte insular española ubicada en el parque natural de Mondragó de Mallorca.

3. DESCRIPCIÓN DE LAS POSICIONES

3.1 Sistemas primarios

3.1.1 Esquema unifilar

La subestación dispondrá de un total de 9 posiciones:

- 4 líneas de transporte en dos dobles circuitos
- 3 de posiciones de generación
- 2 posiciones de reserva sin equipar
- 1 posición de acoplamiento

Se construirán 4 líneas de transporte que conectarán esta subestación con las actuales subestaciones de Santanyí Lluçmajor, Porto Colom y la futura subestación de Cala Blava, tal y como se ha explicado anteriormente.

Las dos posiciones de reserva se diseñarán para una futura ampliación.

Se adjunta el plano del esquema unifilar, siendo este el plano número 3 el documento de Planos de este proyecto.

Para la instalación de la subestación se necesitarán los siguientes elementos:

APARAMENTA	UNIDADES
Barras	6
Transformador de tensión	25
Transformador de intensidad	24
Seccionadores	39
Interruptores	8

3.1.2 Elección de la aparamenta

Las celdas GIS que se emplearán serán las de la serie ELK-04 C del fabricante ABB. Esta serie abarca los niveles de tensión hasta 145 kV y se pueden utilizar hasta

intensidades de cortocircuito monofásico de 40 kA. Las características eléctricas de la subestación son: tensión nominal de 66 kV e intensidad de cortocircuito monofásico de 10kA, como se ha descrito anteriormente en el apartado 2.3 de este documento.

Características generales de la subestación:

Tensión nominal	145 kV
Sobretensión soportada a frecuencia nominal	275 kV
Sobretensión soportada a frecuencia nominal a través de distancia de aislamiento	315 kV
Sobretensión soportada a impulsos tipo rayo	650 kV
Sobretensión soportada a impulsos tipo rayo a través de la distancia de aislamiento	750 kV
Frecuencia nominal	50 Hz
Intensidad nominal	3150 A
Intensidad máxima de cortocircuito	40 kA
Tiempo máximo de cortocircuito	3 s
Intensidad de pico máxima instantánea	108 kA
Instalación	Interior
Presión nominal	0,6 MPA

3.1.3 Descripción de los módulos de la subestación

Los módulos de la subestación son los siguientes:

- Módulo de interruptor
- Módulo de seccionadores
- Módulo de transformadores de medida.
- Módulo de elementos de conexión
- Módulo de control y protección

Módulo de interruptor

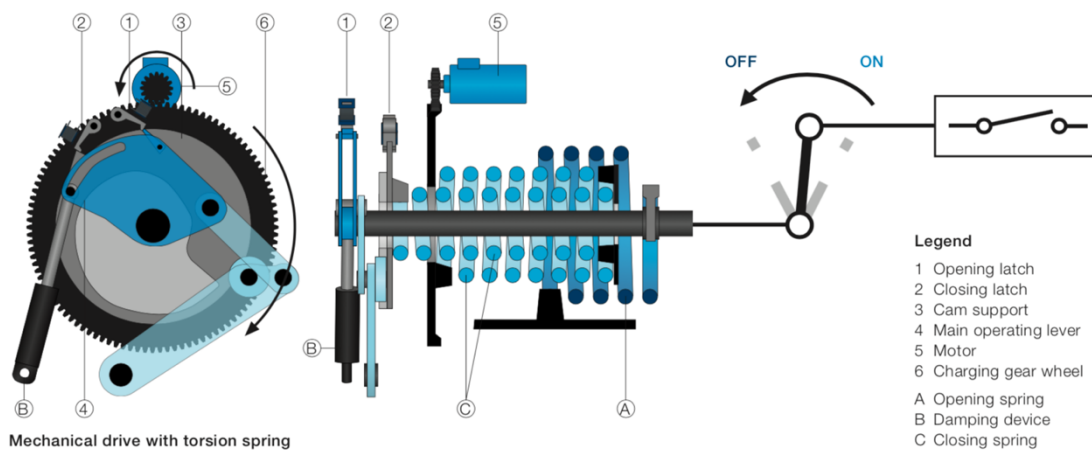
El interruptor se encuentra en posición horizontal, proporcionando un rendimiento óptimo además de un bajo mantenimiento. Se basan en una envolvente metálica cilíndrica con tres polos monofásicos. Consiste en un accionamiento auto-eyectable.

El accionamiento tiene un fácil acceso al encontrarse en la parte frontal de las celdas. A continuación se encuentra el sistema de carga y los mecanismo de muelles y finalmente se encuentra el interruptor. La columna cilíndrica del interruptor se puede extraer fácilmente.

Mecanismo de funcionamiento:

Se utiliza un sistema de muelle de torsión para accionar un resorte que permite abrir y cerrar el interruptor. Cuando se necesita extinguir el arco eléctrico, se libera el pistón que esta sujeto al resorte originando un aumento de presión de la cámara donde se aloja el gas.

En la siguiente imagen se muestran las partes integrantes del sistema:



- Sistema de carga del interruptor:

Se inicia la operación de carga mediante el contacto normalmente cerrado (NC). Un movimiento circular ejerce una torsión en el muelle. El pestillo de cierre contiene la energía transmitida. Esta operación de carga se realiza en 15s.

Es posible realizar la carga del resorte de forma manual en caso de que no funcione el motor.

- Operación de cierre:

La operación de cierre del interruptor comienza con la actuación de un contacto normalmente cerrado (NC). Se almacena energía en el muelle, que contiene el pestillo de cierre mediante la carga del resorte.

El motor carga el muelle de cierre con energía suficiente para realizar las maniobras Apertura-Cierre-Apertura. Con el cierre se carga el muelle de apertura para que la desconexión sea instantáneo en el caso de cierre sobre falta.

- Operación de apertura:

Se inicia la apertura realizando la extinción del arco cuando el contacto normalmente cerrado (NC) se abre. El tiempo de despeje de la falta es de 55ms.

Características eléctricas del interruptor:

Intensidad nominal de ruptura	40 kA
Intensidad nominal, valor pico	108 kA
Factor polos	1.3/1.5
Tipo de accionamiento	Resortes
Tiempo de apertura nominal	26...35 ms
Tiempo de cierre nominal	45...55 ms
Tiempo de reenganche	≤ 300 ms
Secuencia de maniobra	O-0.3s-CO-3 min-CO
Número de operaciones mecánicas	Clase M2
Corrientes capacitivas de corte	Clase C2

Módulo de seccionadores

Se utiliza el mismo módulo para los seccionadores de barras y de puesta a tierra. La parte frontal de las celdas contiene el mecanismo par poder operar tanto los seccionadores de las barras como los de puesta a tierra. Esta cableado al panel de control general y contiene todos los elementos necesarios para su control. La cabina de accionamientos contiene indicadores de posición y accesos manuales que son fácilmente accesibles además de estar convenientemente situados.

Los función de los seccionadores de puesta a tierra consiste en conectar las partes del interruptor al potencial de referencia de tierra durante el montaje de los equipos o el mantenimiento de estos.

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

Si el interruptor esta cerrado no se permite la maniobra del seccionador de barras ya que esta enclavado con la posición del interruptor . Si el interruptor de acoplamiento se encuentra cerrado, los seccionadores de barras no pueden estar simultáneamente cerrados, debido al dispositivo de enclavamiento mecánico entre estos.

A través del panel principal de accionamientos del mismo equipo se controla el mecanismo del seccionador de actuación rápida de puesta a tierra.

Características eléctricas de los seccionadores:

Capacidad de desconexión de corriente capacitiva	250 mA
Capacidad de desconexión de transferencia de alimentación	1600/30 V/A

- Seccionadores de puesta a tierra de mantenimiento:

Se tiene un mando eléctrico para los tres polos, el motor se alimenta con corriente continua. También se puede controlar de forma manual en caso de que resulte necesario.

La operación del seccionador de puesta a tierra de mantenimiento también se encuentra en el cuadro de accionamientos en la parte frontal de la las celdas. Los indicadores de posición, el enclavamiento mecánico y las funciones manuales se encuentran en el panel mencionando anteriormente, tienen un fácil acceso y están situados convenientemente. Se dispone de un dispositivo formado por ventanas de visualización para indicar la posición.

- Seccionadores de puesta a tierra rápidos:

Se equipan los terminales de alimentación con seccionadores de actuación rápida de puesta a tierra. Derivan las corrientes inducidas aguas arriba de la línea, descargan elementos que tengan comportamiento capacitivo y cuando el lado opuesto de la línea no está adecuadamente des-energizado proporciona seguridad.

Características eléctricas de los seccionadores de puesta a tierra rápidos:

Máxima corriente de cortocircuito	108 kA
Máxima tensión inducida (acop. electromagnético)	6 kV
Máxima corriente inducida (acop. electromagnético)	100 A
Máxima tensión inducida (acop. electrostático)	6 kV
Máxima corriente inducida (acop. electrostático)	5 A
Clasificación de resistencia eléctrica	Clase E1

Módulo de transformadores de medida

- Transformadores de tensión

Estos transformadores son monopolares e inductivos. Se conecta el interruptor mediante bridas y un aislador en partición. Para evitar pérdidas por histéresis y corrientes de Foucault el núcleo magnético está laminado. El devanado primario se encuentra bobinado sobre el núcleo circular de hierro, mientras que el devanado secundario va conectado al terminal de la envolvente metálica a través de un borne conector para gas aislante.

La densidad del gas se supervisa a través de un sistema de monitorización. Si la presión de la cámara es más elevada de lo que la envolvente puede soportar, se emplea la válvula de alivio.

Características eléctricas de los transformadores de tensión:

Relación de transformación nominal	66/ $\sqrt{3}$:0.110/ $\sqrt{3}$ kV
Características de precisión	
Primer secundario (medida)	
Potencia	15 VA
Clase	0.2
Segundo secundario (protección)	
Potencia	15 VA
Clase	3P
Potencia térmica nominal	1000 VA
Factor de tensión nominal	1.9/8 h
Potencia máxima simultánea	> 70 VA
Número de arrollamientos secundarios	3
Tensión de ensayo a frecuencia nominal (primario)	460 kV
Tensión de ensayo a sobretensión tipo rayo (primario)	1050 kV
Tensión de ensayo a frecuencia nominal (secundario)	3 kV

- Transformadores de intensidad

Los transformadores de corriente son unipolares inductivos y se encuentran en el mismo compartimento que los seccionadores de puesta a tierra de mantenimiento.

Para prevenir el retorno de la corriente que pasa por los núcleos de los devanados, el soporte del núcleo tiene una carcasa que soporta presiones altas y esta aislada de las bridas.

Características técnicas de los transformadores de intensidad:

Intensidad nominal secundaria	5A
-------------------------------	----

Frecuencia nominal	50 Hz
Tensión máxima de la red	72.5 kV
Tensión de prueba de onda de choque	1050 kV cresta
Tensión de ensayo a frecuencia industrial (secundario)	28 kV
Tensión soportada entre espiras de un arrollamiento	>4.5 kV cresta
Intensidad límite térmica nominal	1.2 In
Arrollamiento secundario I (medida)	
Potencia de precisión	10 VA
Clase de precisión	0.5
Arrollamiento secundario II (protección)	
Potencia de precisión	15 VA
Clase de precisión	5P20
Factor de sobretensión permanente	1

Módulo de elementos de conexión

Estos módulos se utilizan para unir diferentes equipos externos a las celdas de la subestación. En este caso, con las líneas aéreas y los generadores de potencia.

- Conexiones terminales de cable

Las conexiones terminales de cables permiten aislar y desconectar los cables para realizar cualquier tipo de operación como pruebas de alta tensión

- Aliviadores

Los aliviadores controlan magnitudes como la tensión y la presión.

Los aliviadores de presión de gas SF₆ consisten en un conducto que incluye una válvula de escape a otro depósito.

Módulo de control y protección

- Cuadro de Control Local

Los CCL son cuadros de mando y centralización de señales de la celda GIS. Se instalan en la parte frontal superior de la celda y se envían junto a esta. Además vienen cableados y probados en fábrica.

Se puede hacer un seguimiento en tiempo real de la densidad y fugas del SF₆ a través de un aparato de monitorización modular.

El valor de las variables revisadas puede ser consultada a través de la pantalla del CCL. También puede ser consultado a través de conexión web.

- Por cada posición se instalará un armario en el que ubicarán los equipos de control, protección y equipos de medida necesarios, que como mínimo, serán los siguientes:
 - Indicadores de posición de la aparamenta de corte.
 - Indicadores de medida de variables y parámetros.
 - Indicadores del sistema de accionamiento por resorte.
 - Controladores de las distintas variables del gas hexafluoruro de azufre (SF₆) .
 - Regletas de bornes para controlar todos los indicadores a distancia.
 - Regletas de bornes donde concurran los secundarios de los transformadores de medidas así como los contactos auxiliares sin tensión de la aparamenta de maniobra.
 - Pulsadores de mando, relés y otros elementos auxiliares.

3.1.4 Obra civil

- Vallado

Según la instrucción técnica complementaria ITC-RAT-15, la instalación deberá estar vallada con una altura mínima de 2,2 m medida desde el exterior. La valla tendrá esta altura. Se dispondrá de una señal de advertencia de peligro por alta tensión en cada una de las orientaciones del vallado. La construcción del vallado será adecuada para disuadir de su escalada.

- Accesos

Se podrá acceder al recinto a través de la puerta para vehículos con anchura de 4,6 m o mediante la puerta peatonal. Dentro del recinto se dejará suficiente espacio para que los vehículos puedan realicen las maniobras necesarias

Las puertas de acceso al edificio serán abatibles y abrirán siempre hacia el exterior del recinto. Podrán quedar abiertas mientras exista en el interior personal de servicio mediante un sistema de retención.

- Movimiento de tierras

Para poder instalar la subestación en una cota única de terreno se realizarán tareas de desmonte y terraplenado.

Inicialmente se retirará toda la materia del terreno, como pueden ser raíces, hojas, ramas, escombros, basura u otro material existente. Este desbroce y limpieza se realizará mediante procedimientos mecánicos. Todos estos materiales serán cargados y transportados a vertedero autorizado.

En las zonas donde el terreno se encuentre por debajo de la cota elegida se realizará un terraplenado, mientras que en las zonas donde el terreno se encuentre por encima, se realizará un desmonte. El terreno se compactará para disminuir su compresibilidad y aumentar su resistencia, también se explanará en varios planos para evitar la emanación de polvo. Se utilizará un pisón mecánico para rellenar y compactar la excavación. Las capas deberán tener un espesor de 20 cm. La formación de lodo se evitará rellenando el terreno con grava a una humedad adecuada. Se realizará la prueba

Porter para determinar la humedad óptima, el peso volumétrico que puede alcanzar el material y la calidad del suelo en cuanto a valor soporte.

Resultará necesario excavar para realizar las cimentaciones del edificio. También se instalará la malla de puesta a tierra que se enterrará a una profundidad de 0,8 m bajo tierra y el sistema de drenaje por el que se excavará una zanja hasta una profundidad de 2 m.

- Drenajes y saneamientos

Para evacuar el agua procedente de las lluvias se instalarán tubos de drenaje con el objetivo de evitar encharcamientos y acumulaciones. Estos tubos de drenaje conectarán al pozo de evacuación y vertido de aguas en el exterior. Se instalarán con una pendiente del 1 %.

También llevarán disposiciones de drenaje los conductos y canales.

Todos los elementos de conducción y almacenamiento de agua se instalarán a una distancia suficientemente alejada de los elementos de tensión para evitar averías en caso de una rotura.

Además se instalará un sistema de saneamiento para poder evacuar el agua residual hasta una fosa séptica y posteriormente a un pozo filtrante.

Las aguas de drenaje y residuales seguirán caminos distintos y se verterán de forma independiente.

3.1.5 Edificio

El edificio ocupará 25 x 19,4 m². Constará de una única planta.

Esta planta se dividirá en las siguientes salas:

- Sala de aparamenta

En esta sala se albergarán los módulos constituyentes de la subestación. Se dejará una distancia de 2,5 m entre los cuadros de control, comando, protección y medida para poder realizar adecuadamente las tareas de mantenimiento. El acceso se podrá realizar desde el exterior del edificio además de por el interior de este, a través de una puerta que accede al pasillo central. El acceso desde el exterior del edificio se considera lo suficientemente amplia para poder meter e instalar todos los componentes de la aparamenta. El espacio ocupado por esta sala será de 25 x 9 m².

- Sala de control:

En esta sala se ubicarán todos los armarios de control, medida y protección. Para poder realizar el cableado se instalará un falso suelo. El espacio ocupado por esta sala será de 6 x 3,7 m².

- Sala de comunicaciones:

En esta sala se ubicarán los armarios de control. El espacio ocupado será de 4 x 8 m².

- Sala de servicios auxiliares:

En esta sala se ubicará el grupo electrógeno, el depósito de carburante y las baterías descritas en el apartado 3.2.1 de este documento. El espacio ocupado será de 12 x 3,7 m².

- Despacho:

El espacio ocupado por esta sala será de 6 x 3,7 m².

- Aseos y vestuario:

El espacio ocupado por esta sala será de 3,8 x 3,2 m².

- Almacén:

El espacio ocupado por esta sala será de 9 x 3,2 m².

La altura máxima del edificio será de 6,4 m en la parte mas alta y la mínima de 6,1m en la parte mas baja, altura suficiente para albergar todos los módulo de la subestación ya que su altura máxima es de 2,5 m. se construirá con esta altura para poder utilizar el puente grúa y tener espacio suficiente para remplazarse sin obstáculos. Esta altura aparece representado en el plano número 6 del documento de Planos.

Las canalizaciones se realizarán según lo establecido en la ITC-RAT 05.

Según la ITC-RAT 14, los lugares de paso se diseñarán de forma que la apertura de ventanas o puertas no obstruyan el tránsito y sean seguros en caso de que se tenga que evacuar el edificio debido a alguna emergencia. Además, el tránsito no puede verse impedido por la presencia de objetos que puedan dificultar la salida en casos de emergencia. El acceso a la puerta de salida de la sala donde se alberga la aparamenta será lo mas corto y directo posible. Para poder instalar y ensamblar correctamente los módulos de la subestación, se dispondrá de una puerta suficientemente grande.

Se accederá a pie al edificio de la subestación mediante dos puertas, la primera accede a la sala de la aparamenta y la segunda al pasillo central.

La planta del edificio esta representada en el plano número 5 del documento de Planos de este proyecto.

3.1.6 Red de tierras

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

Se instalará una malla de tierras constituida por cable de cobre, enterrada en el terreno formando retículas. Esta malla se extenderá por todas las zonas ocupadas por las instalaciones, como el edificio, las cimentaciones y el cerramiento.

Se deberán poner a tierra todas las partes metálicas que no estén en tensión normalmente pero que puedan estarlo a consecuencia de accidentes, averías, sobretensión o descargas atmosféricas.

Estas conexiones se fijarán a la estructura y carcasas de aparellaje mediante tornillos y grapas especiales, utilizando soldaduras aluminotérmicas con alto poder de fusión para las uniones bajo tierra ya que sus propiedades son muy resistentes a la corrosión galvánica.

Los conductores de puesta a tierra se instalará de forma que el recorrido sea lo mas corto posible, evitando curvas de poco radio y trazados tortuosos.

La malla de tierras a instalar se ha calculado en el Anexo de Cálculos. Este sistema aparece representada en el plano número 7 del documento de Planos de este proyecto.

El terreno donde se instalará la subestación se considera arena arcillosa y su resistividad es $250 \Omega\cdot\text{m}$. Tal y como se justifica en el anexo Cálculos, el electrodo de tierra consistirá en una malla que medirá $30 \times 20 \text{ m}^2$. Esta malla estará enterrada a 0.8 metros bajo tierra. La cuadrícula será de lado 0.5 m para que las tensiones de paso y contacto sean menores que las admisibles.

Los conductores serán de cobre y tendrán una sección de 120 mm^2 .

3.1.7 Acceso de las líneas

Se construirán cuatro nuevas líneas de 66kV en dos doubles circuitos, como se ha descrito anteriormente. Las líneas irán subterráneas hasta la subestación con el objetivo de reducir el impacto visual. La transición de aéreo a subterráneo se realizará con terminales exteriores y sus autoválvulas correspondientes dispuestas en el apoyo mas cercano.

El cable que se utilizará se tenderá en una zanja, será unipolar y con aislamiento de polietileno reticulado (XLPE). Los cables se enterrarán a una profundidad de 1.45 m, superior a la profundidad mínima de 0.6 m, por lo que se enterrarán a en una zanja con anchura de 1.5 m anchura suficiente para añadir tubos de reserva.

Se rellenará con arena de río o tierra cribada desprovista de piedras la zona alrededor de los cables para evitar que la cubierta sufra daños. Para proteger el cable de excavaciones realizadas por terceros, se colocarán placas de hormigón con suficiente resistencia mecánica. Más tarde se empleará el mismo material que se extrajo en la excavación para rellenar la zanja y compactar el terreno.

También se instalará una cinta señalizadora de peligro a 200 mm de la superficie advirtiendo de la presencia de un cable eléctrico de alta tensión .

Se dispondrá de una galería para la correcta entrada de los cables al terreno de la instalación. Por lo tanto, los conductores subterráneos deberán cumplir los radios de curvatura. Estos cables se conectarán con los módulos correspondientes de las celdas GIS.

La zanja que alberga los cables desde la línea aérea hasta la subestación esta representada en el plano número 8 del documento de Planos de este proyecto.

3.2 Sistemas secundarios

3.2.1 Sistemas auxiliares

Se alimentarán dos sistemas de tensión:

- Alterna 400/230 V, 50 Hz

- Continua 125 Vcc y 48Vcc

Se instalará un grupo electrógeno de emergencia del fabricante INMESOL de 250 kVA además del depósito de carburante.

El cuadro general de servicios auxiliares de corriente alterna alimentará:

- Los circuitos de iluminación
- Las instalaciones auxiliares
- Dos equipos rectificador-batería de 125 Vcc (uno por batería)
- Dos equipos rectificador-batería de 48 Vcc (uno por batería)

Las baterías serán de níquel-cadmio. Cada una tendrá la capacidad necesaria para respaldar el sistema de corriente continua totalmente cuando la otra este fuera de servicio por razones de mantenimiento. Estas baterías presentan pocas pérdidas de material electrolito durante el servicio y son muy estables proporcionando tensión durante su proceso de descarga.

El sistema de corriente de 125 Vcc alimentará el alumbrado de emergencia, el circuito de fuerza y los relés de protección.

El sistema de corriente de 48 Vcc alimentará los circuitos de telecontrol y comunicación.

3.2.2 Sistemas de control, protecciones, medida y telecontrol

Para realizar el control remoto y local se instalará el cuadro REC670 del fabricante ABB.

Según el estándar IEC 61850, para sistemas y redes de comunicación en subestaciones es posible integrar este cuadro a la subestación.

Para el control local se basa en un panel sinóptico combinado con un contacto lógico. Para realizar el control remoto se dispone una interfaz paralela que proporciona la información. Se optimizará el espacio instalando el control local en el espacio disponible para la subestación GIS, en frente de cada alimentación.

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

Las protecciones principales y secundarias se instalarán en armarios suficientemente amplios. Las protecciones podrán ser de distintos tipos y/o fabricantes. Estos armarios constituirán el nivel uno de control.

El nivel dos de control estará constituido por la sala de control de la subestación.

El nivel tres de control estará constituido por el despacho de REE.

Se conectarán y comunicarán los niveles cero y uno mediante cables de fibra óptica y cobre. De la misma forma, se conectará el nivel uno con el dos y el dos con el tres .

3.2.3 Sistemas contra Incendios

Según lo establecido en la ITC-RAT 14, se colocará un extintor de eficacia mínima 89B en el exterior de la instalación para facilitar su accesibilidad a una distancia no superior de 15m de esta.

3.2.4 Sistemas anti intrusismo

Se dispondrá de un sistema anti intrusismo para evitar el paso a personal no autorizado.

Se instalará un sistema de video-vigilancia, detectores infrarrojos y una sirena exterior. Además los empleados deberán utilizar una acreditación magnética para poder acceder al edificio de la subestación.

3.2.5. Sistemas de alumbrado y fuerza

Se instalará un sistema de alumbrado exterior e interior.

Para el alumbrado exterior se utilizarán luminarias de 150 W que proyectarán la luz hacia el suelo. Se utilizarán fotocélulas inteligentes para el encendido de estas en los accesos peatonales. La alimentación se realizará con corriente alterna, procedente de un cuadro de corriente alterna en el interior del edificio.

En el interior de las salas de la subestación se combinarán lámparas de fluorescentes con lámparas proyectoras de suspensión para poder conseguir una iluminación suficiente y uniforme en cada sala. La alimentación se realizará con corriente alterna, procedente de un cuadro de corriente alterna en el interior del edificio.

Se utilizarán luminarias fluorescentes que señalarán la entrada, salida y caminos de evacuación de emergencia. Para poder asegurar su funcionamiento en caso de pérdida de tensión, estas luminarias estarán alimentadas de manera independiente al resto de equipos de corriente alterna. Estas luminarias deberán poder permanecer encendidas como mínimo una hora.

4. IMPACTO AMBIENTAL

En este apartado se valorarán las posibles consecuencias que pueda tener tanto la construcción de esta nueva subestación como el funcionamiento de esta sobre entorno que le rodea. Se tratará de reducir el impacto ambiental, determinando diferentes soluciones o alternativas.

- Impacto sobre el aire

- Fase de construcción:

Durante la construcción de la instalación se producirán emisiones de partículas debido a los gases de combustión de la maquinaria y el movimiento del terreno. La calidad del aire variará ligeramente, produciéndose un impacto reducido equiparable al tránsito ocasional de vehículos en dicha zona.

Se producirá igualmente un aumento de los niveles de ruido, lo cual no afectará a la población al encontrarse a suficiente distancia de las obras. Aun así, se controlarán estos niveles de forma que no superen los establecidos en el Real Decreto 212/2002, de 22 de febrero, por el que se regulan las emisiones sonoras en el entorno debidas a determinadas máquinas de uso al aire libre con las modificaciones del Real Decreto 524/2006, de 28 de abril.

- Fase de funcionamiento:

Lo único que podría afectar a la calidad del aire sería una fuga de gas SF₆, siendo este un gas potencialmente contribuyente al calentamiento global debido a sus características precursoras del efecto invernadero. Como se ha descrito anteriormente en este documento se realizarán unas tareas de mantenimiento y se seguirán unas medias en la manipulación de este gas.

Debido al funcionamiento de la aparamenta aumentará el nivel sonoro que será absorbido por las paredes del edificio donde se alberga esta. Además,

como se ha comentado anteriormente, la zona en cuestión se encuentra alejada de núcleos urbanos.

- Impacto sobre la geología/geomorfología

- Fase de construcción:

Como la parcela no presenta grandes desniveles de terreno, las alteraciones en cambios de relieve que se realizarán para la construcción de la instalación no provocará alteraciones de gran magnitud.

- Fase de funcionamiento:

No se prevé ninguna alteración de relieve del terreno durante el funcionamiento de la subestación.

- Impacto sobre la hidrología

- Fase de construcción:

Durante la construcción de la subestación es posible que se produzcan vertidos de sustancias que puedan alcanzar el nivel freático. Se controlarán estos vertidos de forma que se minimice la contaminación por sustancias peligrosas ya que el terreno se encuentra a muy poca altura sobre el nivel del mar.

- Fase de funcionamiento:

Durante el funcionamiento de la subestación también es posible que se produzca algún vertido y por lo tanto contaminar las aguas subterráneas. Para evitar esto se establecerán medidas como el correcto llenado de aceite de los equipos, expuestas en el documento de Pliego de Condiciones.

- Impacto sobre la vegetación

- Fase de construcción:

La parcela donde se construirá la subestación tiene únicamente zona de cultivo, por lo que se podrán eliminar completamente al realizar los movimientos de tierras sin llevar a cabo ninguna medida compensatoria.

- Fase de funcionamiento:

En esta fase no se modificará la vegetación de la parcela.

- Impacto sobre la fauna

- Fase de construcción:

Durante la construcción de la instalación se producirán ruidos ocasionados por la maquinaria y se eliminará parte de la vegetación. No se considera que vaya alterar la fauna significativamente.

- Fase de funcionamiento:

No se considera que vaya a afectar la fauna durante el funcionamiento de la subestación.

CAPÍTULO 2: CÁLCULOS

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	52
2. RED DE TIERRAS INFERIORES	53

Escuela Técnica Superior de Ingeniería (ICAI)

Proyecto Técnico Administrativo de una subestación de 66 kV en la red de transporte insular española ubicada en el parque natural de Mondragó de Mallorca.

1. INTRODUCCIÓN

El objeto de este documento es justificar los cálculos necesarios para el diseño de la red de tierras inferiores de esta subestación. Se incluyen los cálculos justificativos, las hipótesis de diseño, la normativa aplicable en cada caso y las conclusiones.

2. RED DE TIERRAS INFERIORES

CRITERIOS DE CÁLCULO

Se tendrán en cuenta los valores de las tensiones máximas de paso y contacto según se establecen en la ITC-RAT 13, además de la norma IEEE-80-2000: "IEEE Guide for Safety in AC Substation Grounding".

VALOR DE LA RESISTIVIDAD DEL TERENO

El terreno donde se instalará la subestación se considera arena arcillosa y su resistividad es de $250 \Omega \cdot m$.

TENSIONES DE PASO Y CONTACTO MÁXIMAS ADMISIBLES

Se utilizarán los siguientes datos para el cálculo de esta red de tierras inferiores:

Tiempo de despeje de la falta: 0.2s

Intensidad de falta monofásica a tierra: 10kA

Resistividad natural del terreno: $250 \Omega \cdot m$.

Resistividad viales de la subestación: $5000 \Omega \cdot m$.

Resistividad de la capa superficial dentro de la subestación: $3000 \Omega \cdot m$.

Según la ITC-RAT 13, las tensiones de paso y contacto máximas admisibles se pueden determinar según la duración de la corriente de falta.

Dada una duración de corriente de falta de 0.2 s:

Tensión de contacto aplicada admisible: $U_{ca} = 528 \text{ V}$

Tensión de paso aplicada admisible: $U_{pa} = 10 \cdot 528 \text{ v} = 5280 \text{ V}$

Se calculan las resistividades aparentes superficiales, siendo C_s el siguiente factor de reducción:

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

Interior de la subestación ($h_s = 0.1$ m):

$$\rho_{aparente} = \rho_s \cdot C_s = 2384 \, \Omega \cdot m.$$

Viales de la subestación ($h_s = 0.05$ m)

$$\rho_{aparente} = \rho_s \cdot C_s = 2458 \, \Omega \cdot m.$$

Perímetro sin acera:

$$\rho_{aparente} = 250 \, \Omega \cdot m$$

CÁLCULO DE LAS TENSIONES DE PASO Y DE CONTACTO:

Interior de la subestación:

$$U_c = U_{ca} \cdot \left(1 + \frac{1000 + 1,5 \cdot \rho_s}{1000} \right) = 2944 \, V$$

$$U_p = U_{pa} \cdot \left(1 + \frac{4000 + 6 \cdot \rho_s}{1000} \right) = 101928 \, V$$

Viales de la subestación:

$$U_c = U_{ca} \cdot \left(1 + \frac{1000 + 1,5 \cdot \rho_s}{1000} \right) = 3002 \, V$$

$$U_p = U_{pa} \cdot \left(1 + \frac{4000 + 6 \cdot \rho_s}{1000} \right) = 104 \, 934 \, V$$

Perímetro sin acera:

$$U_c = U_{ca} \cdot \left(1 + \frac{1000 + 1,5 \cdot \rho_s}{1000} \right) = 1254 \, V$$

$$U_p = U_{pa} \cdot \left(1 + \frac{4000 + 6 \cdot \rho_s}{1000} \right) = 34320 \, V$$

RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA

Se utilizará la siguiente expresión para calcular la resistencia de la red de tierra :

$$R_g = \rho \cdot \left[\frac{1}{L} + \frac{1}{\sqrt{20A}} \left(1 + \frac{1}{1+h\sqrt{\frac{20}{A}}} \right) \right] = 4.375 \, \Omega$$

donde:

ρ : resistividad del terreno ($\Omega \cdot m$) = 250 $\Omega \cdot m$

L: Longitud total de conductor enterrado (m) = 2450 m

h: Profundidad de enterramiento del conductor (m) = 0,8 m

A: Superficie ocupada por la malla (m^2) = 600 m^2

La malla será rectangular de 20x30m², formada por una retícula cuadrada de 0.5m de lado, cubriendo totalmente el edificio de la subestación.

Se considera un diámetro de 120mm² para el cable de la malla.

INTENSIDAD DE DEFECTO A TIERRA

El valor de la intensidad monofásica de cortocircuito es de 10KA.

Según la ITC-RAT 13 se establece una reducción de un 30% de ese valor al tener neutro rígido a tierra en la instalación. Se aplica un factor de reducción Sf en función de los caminos de retorno adicionales que suponen los hilos de guarda de las

líneas de transmisión y distribución que llegan a la subestación, de acuerdo con la IEEE-80-2000.

Como en la subestación hay cuatro líneas se adopta un 100% contribución remota y 0 % local.

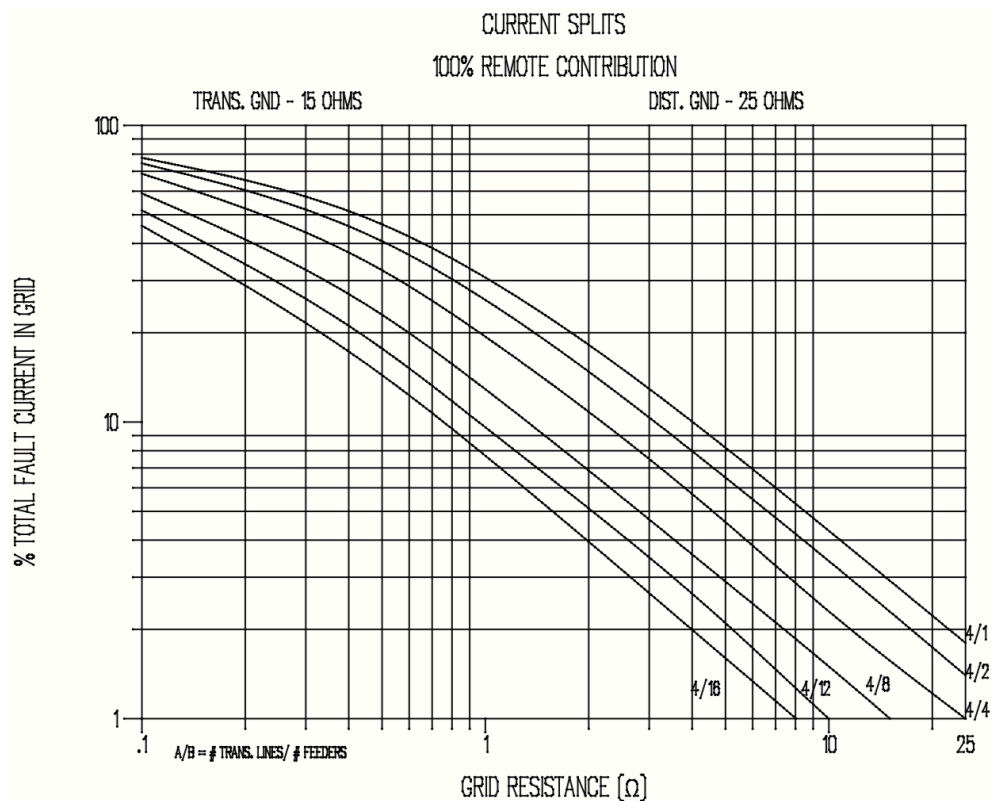


Figure C.5—Curves to approximate split factor S_f

Dada la resistencia de puesta a tierra (R_g) y el número de líneas de transmisión y distribución se determina esta reducción mediante el gráfico anterior.

La resistencia de puesta a tierra es de $4,375 \Omega$, por lo tanto, se obtiene un factor de 12 %, si consideramos una resistencia a tierra de la línea de 15Ω (valor mas habitual).

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

$$I_g = 10\text{kA} \cdot 0,7 \cdot 0,12 = 0,84 \text{ kA}$$

EVALUACIÓN DE TENSIONES DE PASO Y CONTACTO

Siguiendo el estándar IEEE 80, se calculan unos valores de tensiones de paso y contacto dados unos niveles de falta, y para un previo diseño de la malla de red de tierras.

En el cálculo se utilizarán los siguientes valores:

Resistividad del terreno (ρ)	250 $\Omega \cdot m$
Espaciado medio entre conductores (D)	0,5 m
Profundidad del conductor enterrado (h)	0,8 m
Diámetro del conductor (120mm ²) (d)	0,012 m
Longitud del conductor enterrado (L)	2450 m
Intensidad de defecto (Ig)	0,84 kA

Utilizando las fórmulas dadas en el estándar IEEE 80, se obtienen los siguientes valores:

$$Kh = \sqrt{1 + h} = 1,34$$

$$Ki = 0,644 + 0,148 \cdot n = 7,896$$

$$Kii = \frac{1}{(2n)^{\frac{2}{n}}} = 0,82$$

$$n = n_a \cdot n_b \cdot n_c \cdot n_d = 49,01$$

$$na = \frac{2 \cdot Lc}{Lp} = 49$$

$$nb = \sqrt{\frac{Lp}{4 \cdot \sqrt{A}}} = 1,01$$

$$nc = \left[\frac{Lx \cdot Ly}{A} \right]^{\frac{0.7 \cdot A}{Lx \cdot Ly}} = 1$$

$$nd = \frac{Dm}{\sqrt{Lx^2 + Ly^2}} = 1$$

Lc = longitud del conductor de la malla = 2450 m

Lp = longitud del perímetro de la malla = 100m

Lx = longitud máxima de la malla en la dirección x = 30m

Ly = longitud máxima de la malla en la dirección y = 20 m

Dm = máxima distancia entre dos puntos en la malla = 136 m

$$Km = \frac{1}{2\pi} \left[\ln \left(\frac{D^2}{16h \cdot d} + \frac{(D + 2h)^2}{8D \cdot d} - \frac{h}{4d} \right) + \frac{kii}{kh} \ln \left(\frac{8}{\pi(2n - 1)} \right) \right] = 0,63$$

$$Ks = \frac{1}{\pi} \left[\frac{1}{2h} + \frac{1}{D + h} + \frac{1}{D} (1 - 0,5^{n-2}) \right] = 1,08$$

El valor de la tensión de contacto se obtiene de la siguiente fórmula, de acuerdo con la IEEE-80-2000:

$$E_{contacto} = \rho \cdot Km \cdot Ki \frac{Ig}{L} = 426,38 V$$

De la siguiente fórmula se obtiene la tensión de paso:

$$E_{paso} = \rho \cdot Ks \cdot Ki \frac{Ig}{L} = 730,94 V$$

Se comprueba como los valores obtenidos son menores que los valores límite marcados tanto por la IEEE-80-2000 como por la ITC-RAT 13.

CONDUCTOR

La sección mínima del conductor se obtiene de la siguiente expresión:

$$A = I \cdot \frac{1}{\sqrt{\left(\frac{TCAP \cdot 10^{-4}}{tc \cdot \alpha_r \cdot \rho_r}\right) \ln\left(\frac{K_o + T_m}{K_o + T_a}\right)}} = 1,03 \text{ mm}^2$$

donde:

I: Mitad de la intensidad de falta a tierra = 0.42 kA

t_c: Tiempo máximo de falta = 0,2 s

T_m: Temp. máxima que pueden alcanzar el conductor y las uniones = 300 °C

T_a: Temperatura ambiente = 40 °C

TCAP: Capacidad Térmica del conductor 3,42 J/cm³·°C (Ver tabla 1 de IEEE-80 2000)

α_r: coeficiente térmico de resistividad a 20 °C, 0,00381 1/°C (Ver tabla 1 de IEEE-80-2000)

ρ_r: resistencia del conductor a 20 °C; 1,78 μΩ·cm (Ver tabla 1 de IEEE-80-2000)

K_o: inversa del coef. Térmico de resistividad a 0 °C. 242 (Ver tabla 1 de IEEE-80-2000)

A: Sección mínima del conductor (mm²)

Como la sección de 120mm² del cable de Cu que se va a utilizar es mayor que la sección mínima necesaria no habrán problemas. Se utiliza este cable por ser el normalizado de red Eléctrica.

Se calcula la máxima intensidad que puede circular por el cable de Cu. (la máxima densidad que puede soportar es de 192 A/mm²).

$$I_{\max} = 2 \cdot 192 \cdot 120 = 46 \text{ kA.}$$

Este valor resulta menor que la mitad de la corriente de falta, que era de 5 kA. El diseño de la malla se establece de forma que en cada punto de puesta a tierra llegan la menos dos conductores, por esto es por lo que se utiliza la mitad del valor.

CONCLUSIONES

El diseño de la malla será válido ya que los valores obtenidos de las tensiones de paso y contacto y contacto son menores que los permitidos por la ITC-RAT 13 y el IEEE-80-2000.

Aun así, para asegurarse completamente de que no hay peligro en la instalación, se medirán de forma práctica las tensiones de paso y contacto una vez finalizada la construcción de la subestación.

CAPÍTULO 3: ESTUDIO ECONÓMICO

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	63
2. RENTABILIDAD DE LA SUBESTACIÓN.....	64
2.1 Rentabilidad de la construcción	64
2.2 Rentabilidad del mantenimiento	65

1. INTRODUCCIÓN

En este capítulo se analizará la rentabilidad del proyecto, se buscará obtener beneficios teniendo en cuenta tanto la construcción como el mantenimiento de la subestación.

2. RENTABILIDAD DE LA SUBESTACIÓN

En el documento 4 de este proyecto se incluyen todos los costes necesarios para realizar la inversión inicial. Sumando la totalidad de los costes, relacionados con:

- Aparamenta
- Red de tierras
- Obra civil
- Servicios auxiliares
- Servicios de control, protecciones y comunicaciones
- Alumbrado
- Sistemas anti-intrusismo
- Climatización
- Pruebas del correcto funcionamiento de la subestación
- Otros

El presupuesto total del proyecto asciende 5.419.901,07 €

2.1 Rentabilidad de la construcción

La empresa privada recibirá una subvención del Estado en función del número de posiciones que haya en la subestación, además del número de posiciones de reserva instaladas para una futura ampliación. Esto aparece en el B.O.E del sábado 12 de diciembre de 2015, núm. 297. Las páginas pertinentes se adjuntan en el apartado de Anejos de este mismo documento.

La empresa recibirá por cada posición instalada la cantidad de 711.575 € y por cada posición de reserva el 46,6% de la cantidad anterior.

Se tienen siete posiciones instaladas y dos posiciones de reserva sin equipar, por lo que se obtendrán los siguientes ingresos:

$$\text{Ingresos totales} = (7 * 711.575) + (2 * 0,466 * 711.575) = 5.644.212,9 \text{ €}$$

El margen neto será:

$$\text{Margen} = 5.644.212,9 \text{ €} - 5.419.901,07 \text{ €} = 224311,83 \text{ €}$$

Por lo tanto, la rentabilidad de la construcción de la subestación será:

$$\text{Rentabilidad} = \frac{\text{Margen}}{\text{Inversión}} * 100 = \frac{224311,83}{5.419.901,07} * 100 = 4,14 \%$$

2.2 Rentabilidad del mantenimiento

De la misma forma que en la construcción, la empresa privada recibirá unas aportaciones económicas del estado. Estos datos también aparecen en el B.O.E del sábado 12 de diciembre de 2015, núm 297. Las páginas pertinentes se adjuntan en el apartado de Anejos de este mismo documento.

La aportación anual del estado es de 22.267 € por posición, por lo tanto, se recibirá la cantidad de $22.267 * 7 = 155.869 \text{ €}$.

CAPÍTULO 4: ANEJOS

ÍNDICE

1. CATÁLOGO GIS ELK-04 C ABB	68
2. RESUMEN TÉCNICO CUADRO DE CONTROL REC 670 ABB	88
3. APORTACIÓN ECONÓMIA.....	91

1. CATÁLOGO GIS ELK-04 C ABB



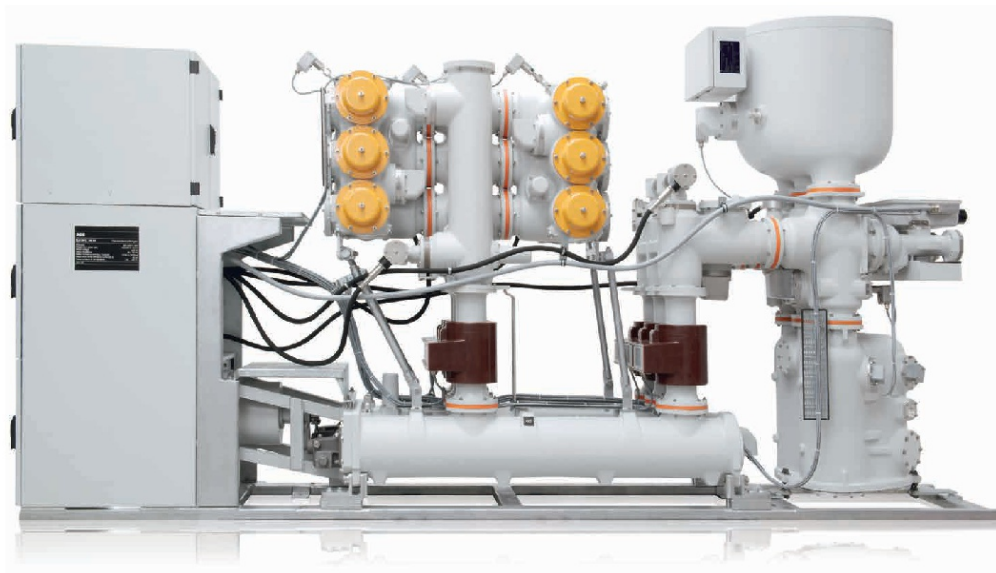
ABB and 50 years of GIS innovation

ABB is a leader in power and automation technologies that enable utility and industry customers to improve their performance while lowering environmental impact. The ABB Group of companies operates in around 100 countries and employs about 145,000 people.

ABB offers a wide range of high-voltage products up to 1200 kV that help enhance the reliability, efficiency and quality of power in transmission and distribution grids, power plants and industries while enhancing eco-efficiency. The wide product range is complemented by a comprehensive service offering.

ABB is the global leader in high-voltage GIS (gas-insulated switchgear) technology with more than 25,000 bays installed around the world. In 2009, ABB commissioned a GIS rated to handle more than one million volts (1200 kV), with a transmission capability of 6900 megawatts, reaching new heights in terms of global voltage levels.

We pioneered high-voltage GIS in the mid-1960s and with the introduction of the new 145 kV we complete the innovative switchgear portfolio comprising a uniform design and operation philosophy. We continue to drive technology and innovation within the full range of advanced GIS for voltages from 52 kV to 1200 kV.



2 GIS ELK-04 C, 145 kV | ABB

Table of contents

ABB and 50 years of GIS innovation	2
The ELK-04 C, 145 kV	4
Applications	4
Benefits	4
Modular, compact design	4
Simple and reliable	4
Convenient operation and serviceability	4
Low environmental impact	4
Advanced features for smart grid enabled GIS substations	4
Technology	5
GIS from ABB	5
ABB's high-voltage circuit-breaker	6
The circuit-breaker	6
The circuit-breaker operating mechanism	7
ABB's disconnectors and earthing switches	8
The disconnector	8
The earthing switch	9
ABB's voltage and current transformers	10
The voltage transformer	10
The current transformer	11
ABB's terminals and connecting elements	12
The connecting elements	12
Surge arresters	12
The terminal connections	13
Transformer connections	13
Cable terminations	13
SF ₆ -air bushings	13
ABB's local control cubicle	14
The local control cubicle (LCC)	14
Advanced features for smart substations	14
ABB's commitment to total quality control	16
Enhancing eco-efficiency over the life cycle	17
The life cycle phases	17
Manufacturing phase	17
Use phase	17
End of life phase	17
Technical data	18

The ELK-04 C, 145 kV

Reliability without the complexity

ABB holds a distinguished record of innovations in GIS technology and our latest ELK-04 series for 145 kV is designed to reduce complexity and life cycle costs.

Applications

In a power system, switchgear is used to control, protect and isolate electrical equipment thereby enhancing the reliability of electrical supply. With GIS technology, key components including contacts and conductors are protected with insulating gas making this a preferred solution where space is a constraint such as in mega cities or in harsh environmental conditions.

Benefits

Modular, compact design

Small, lean three-phase enclosure with single-phase insulators results in a small footprint and excellent accessibility. A small number of modules and a set of standardized connection elements allow an optimal realization of different GIS layouts.

ELK-04 C uses a horizontal circuit-breaker and vertical current transformers. Consequently, the bay requires always the same footprint regardless of the current transformer configuration. Planning is simplified and the civil works can commence earlier.

Simple and reliable

ELK-04 C reduces complexity by a number of distinct features: conductors and switches of the three phases are arranged in line and use less complex and fewer parts. A simple and robust mechanical linkage replaces electrical wiring to drives in the bay. The drives for disconnector and earthing switches are located at the front panel and have identical user interface for manual operation and mechanical interlocking. Current transformers are located outside the gas compartments without the need for a gas-tight feed to the secondary terminals.

Convenient operation and serviceability

The integrated local control cubicle as well as the drive cubicle is located at the front of the switchgear. Easy access is granted for manual operation of all equipment.

Gas density information can be displayed on the integrated local control cubicle using combined density sensors/monitors. All instrument transformers are wired to the integrated local control cubicle.

A service catwalk between the integrated local control cubicle and the bay gives convenient access to viewports and gas filling points.

The ELK-04 C is designed to enhance eco-efficiency. Optimized, lean enclosures and single phase insulators reduce weight and the use of SF₆ insulating gas up to 60 percent compared to its predecessor resulting in an outstanding environmental performance.

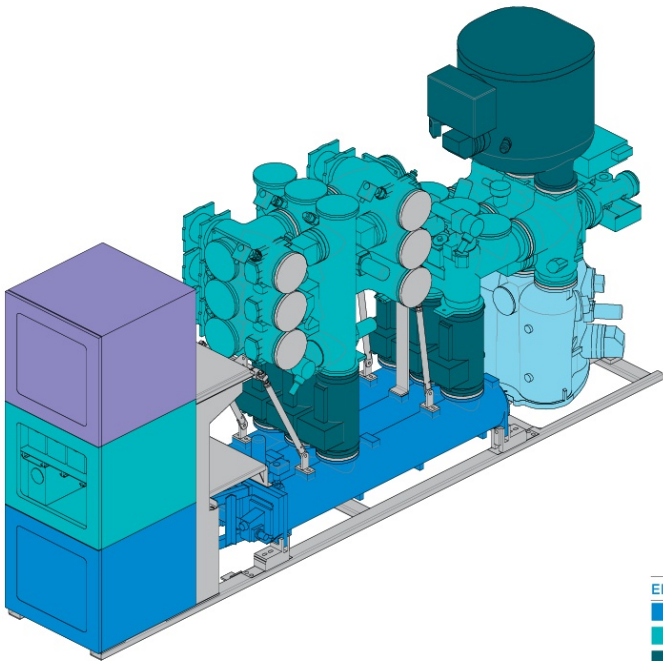
Low environmental impact

To ensure an interoperable and future-proof substation, the ELK-04 C, 145 kV has been designed to incorporate the core values of the IEC 61850 standard. The standard defines strict rules for realizing interoperability between functions and devices used for protection, monitoring, control and automation in substations.

Advanced features for smart grid enabled GIS substations

GIS from ABB are built on 50 years of pioneering research and development and experience delivering over 25,000 switchgear bays in over 100 countries. Our switchgears are crafted using standardized and modular components that enable the construction of common layouts and bus schemes.

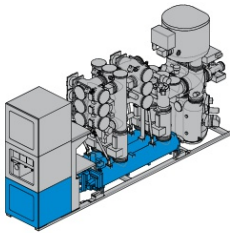
Technology
GIS from ABB



ELK-04 C, 145 kV modules	
	Circuit-breakers
	Disconnectors & earthing switches
	Voltage & current transformers
	Connecting elements
	Control & protection

ABB's high-voltage circuit-breaker Reliable, well proven technology

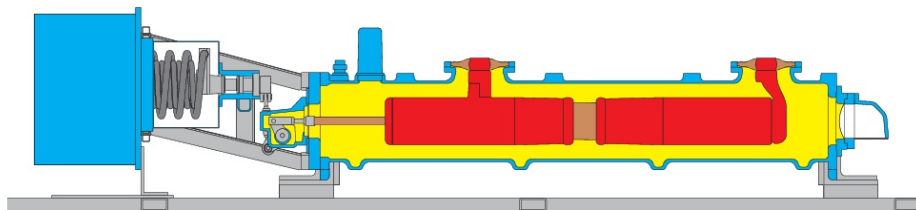
The circuit-breaker



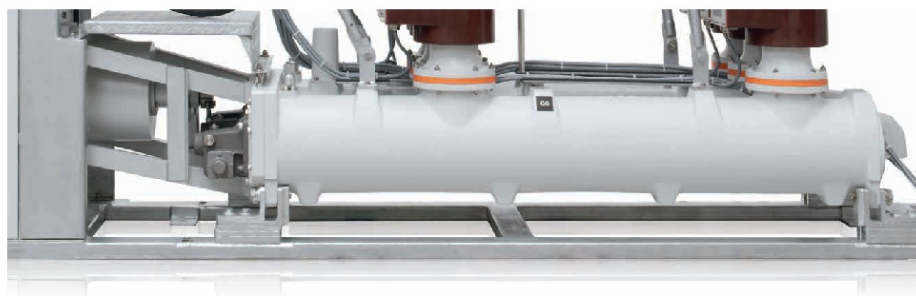
The horizontal circuit-breaker module provides optimal performance and low maintenance. ELK-04 C circuit-breakers are equipped with Auto-puffer™ interrupters, i.e. self-blast interrupters with one unit per pole. They require minimum maintenance and only a low amount of operational energy. The optimized and compact layout minimizes the volume of SF₆ insulating gas by 70 percent compared to its predecessor. The circuit-breaker fits to all layouts and is used in other ABB GIS applications as well as for live tank and dead tank circuit-breakers.



Circuit-breaker drive cubicle



Circuit-breaker with operating mechanism



6 GIS ELK-04 C, 145 kV | ABB

To open or close the circuit-breaker, a spring operating mechanism is used. The closing latch generates the energy required to close the circuit-breaker and will charge the opening latch. The mechanical energy required for opening is therefore always stored in the opening latch, when the circuit-breaker is closed. Immediately after the closing a motor automatically reloads the closing latch again. After the closing latch is charged, the circuit-breaker is always ready to perform an opening operation or a complete auto-reclosing (O – 0.3 s – CO).

The entire drive is outside the SF₆-gas compartment. The torsion springs produce less vibration than conventional compression springs and the robust loading motor ensures that the closing latch is charged in less than 15 seconds. The closing spring can be charged by means of a hand crank if the auxiliary power supply or control circuit fails.

The circuit-breaker operating mechanism

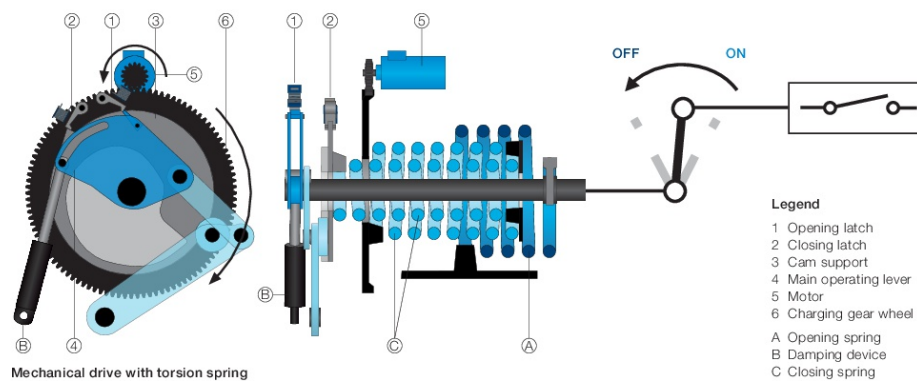
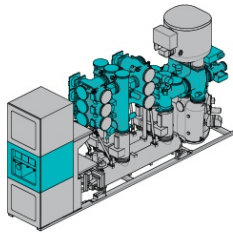


ABB | GIS ELK-04 C, 145 kV 7

ABB's disconnectors and earthing switches Convenient operation and serviceability

The disconnector

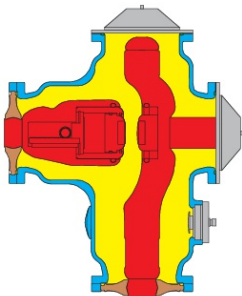


The disconnectors provide a safe insulating gap to isolate sections with different potential, for example busbar disconnectors, which isolate the circuit-breaker from the busbar.

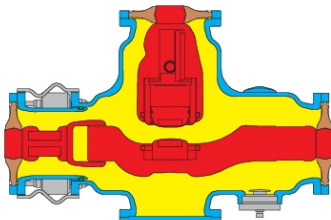
The operating mechanism of the disconnector and earthing switch is mounted in the drive cubicle at the front of the bay and contains all the components needed for operation and is wired to the integrated local control cubicle next to it. Position indicators and hand-crank access are features conveniently located in the drive cabinet and are easy accessible.



Disconnector and earthing switch drive cubicle



Disconnector



Busbar disconnector



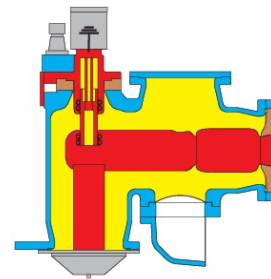
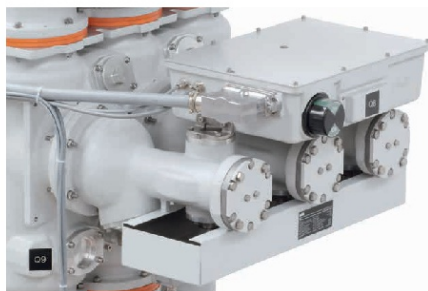
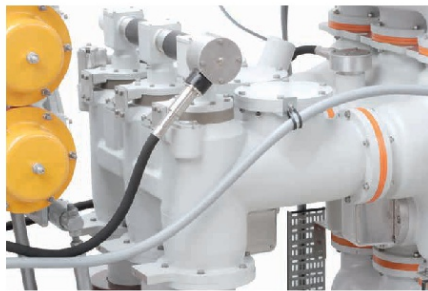
8 GIS ELK-04 C, 145 kV | ABB

Earthing switches connect isolated sections of the switchgear to the earth potential during maintenance and assembly work.

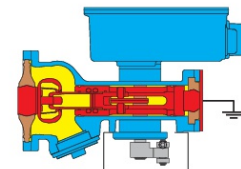
The earthing switch

Feeder terminals are often equipped with fast-acting (or make-proof) earthing switches. These devices are able to earth induced currents on overhead lines, discharge capacitances such as cables, and provide safety when the opposite end of a line is not properly de-energized. The fast-acting earthing switch includes a spring operated mechanism, which is either charged by a motor or by a hand crank.

Similar to disconnectors, the operating mechanism of the maintenance earthing switch is located in the drive cubicle at the front of the bay. Hand-crank access, position indicators and mechanical interlocking, are features conveniently located in the drive cubicle and are easy accessible from the operator's corridor. The operating mechanism of the fast-acting earthing switch is located at the equipment itself and controlled via the control cubicle.



Maintenance earthing switch



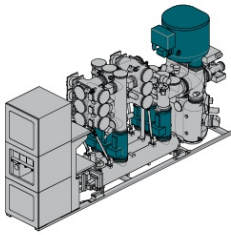
Fast-acting earthing switch

ABB | GIS ELK-04 C, 145 kV 9

ABB's voltage and current transformers

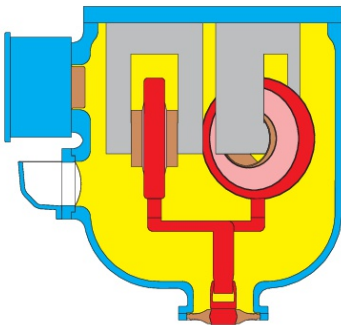
Highly reliable metering, control and protection functions

The voltage transformer



Our maintenance-free voltage and current transformers provide highly reliable metering, control and protection functions. Used for system protection, our powerful transformers offer years of trouble-free service even for heavy-duty applications.

The three-pole inductive voltage transformers are connected to the switchgear with a standardized connecting flange and a partition insulator. The primary winding is coiled on top of the core and the secondary windings.



Voltage transformer



The single-pole inductive current transformers are attached to the same housing where the maintenance earthing switch is located. They are located outside the gas compartment eliminating the need for a gas-tight feed to the secondary terminals. The current transformer can be placed on the feeder side and on the busbar side and may contain multiple cores for metering and protection. Current transformer parameters such as burden, ratio and accuracy class are set to meet specific project requirements. Multi-ratio transformers provide different ratios selectable by taps.

The current transformer

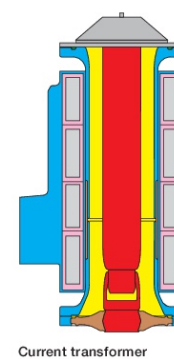
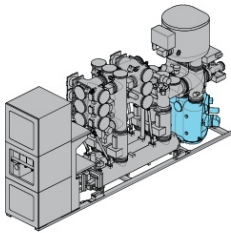


ABB | GIS ELK-04 C, 145 kV 11

ABB's terminals and connecting elements

Maximum flexibility

The connecting elements

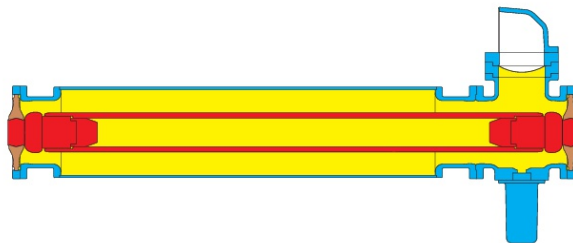


We have versatile terminal and connecting elements that enable the switchgear to be customized to fit your project requirements. We offer connecting elements in various shapes and sizes including phase rotation modules, different angular modules and straight sections.

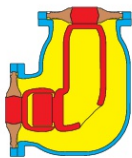
The busbar module of ELK-04 C covers a universal expansion joint to absorb heat expansion and vibrations during operation. During site installation, the expansion element ensures that neighboring bays can be connected easily.

Surge arresters

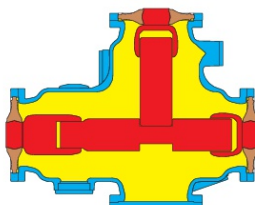
Surge arresters are fully-enclosed metal components that limit switching and lightning over voltages. For stable and reliable operations, the ELK-04 C is equipped with gapless gas-insulated metal-oxide surge arresters. Ratings and discharge classes are tailored to your project specific requirements.



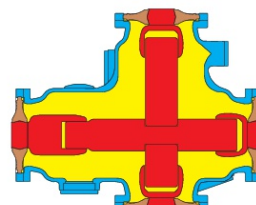
Busduct with pressure relief device



L-element



T-element



X-element

We offer a complete range of connecting elements for peripherals, such as SF₆-air bushings, enclosures for cable terminations and direct transformer connections.

The terminal connections

Our standardized transformer connections link power transformers directly to the switchgear via SF₆ insulated bus ducts. Vibrations, thermal expansion of the transformer and switchgear, as well as movements resulting from the settling of foundations, are compensated by bellows and expansion joints. A removable high-voltage conductor link isolates the transformer for testing.

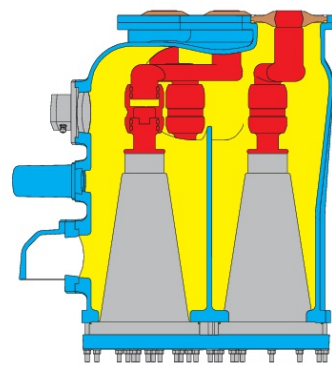
Transformer connections

Our supply can include cable connections of the plug-in type with dry-type or fluid-filled terminations. The interfaces conform to IEC standards. A removable link disconnects and isolates the GIS from the cable during high-voltage test for convenience and ease of operations.

Cable terminations

Our lightweight SF₆-air bushings are available in two variants – in the standard version, with composite insulators and silicon sheds or with classical porcelain insulators. Creepage distance, length, and shape depend on the project-specific environmental requirements. We provide SF₆-air bushings that are maintenance-free with self-cleaning silicon sheds.

SF₆-air bushings



Cable connection

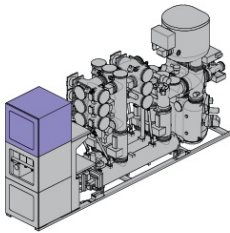


SF₆-air bushing

ABB | GIS ELK-04 C, 145 kV 13

ABB's local control cubicle Reduced commissioning and installation time

The local control cubicle (LCC)



The local control cubicle (LCC) includes all required functions for the control and supervision of the GIS bay. The LCC is usually integrated with the bay and located on top of the drive cubicle. As an integral part of the ELK-04 C, the LCC is wired, factory-tested and shipped together with the bay as one transport unit. This reduces installation and commissioning time to a minimum and eliminates errors during site installation. Connections from the LCC's prepared terminal blocks to dedicated protection cubicles, control systems, power supply and inter-bay wiring are the only installation work done on site.

Our LCC's can either be of the Smart Grid Enabled type or the conventional type with Mimic, position indicators and the associated control switches. Our advanced Relion® family of protection and control-IEDs as well as the conventional Mimic solution ensures the safe and economical operation of the switchgear.

Advanced features for smart substations

Our broad range of control and protection systems includes IEC 61850 compliant products that provide open, future-proof and flexible system architecture. Our advanced local control cubicles enable monitoring and remote diagnostic functions ensuring high availability and fast access to precise information from anywhere in the system, speeding up responses and reducing outage time. Depending on the project requirements, we can also deliver standalone LCC's with all customary control and protection devices.



Conventional integrated LCC with mimic

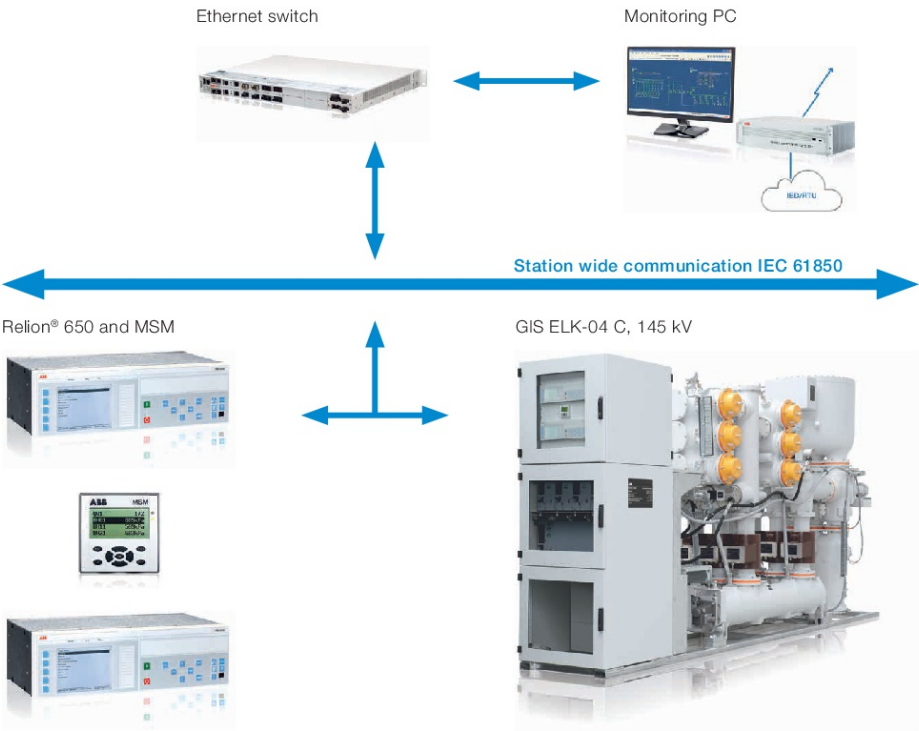


Smart Grid Enabled LCC with control, monitoring and protection

The switchgear can be equipped with a Modular Switchgear Monitoring device (MSM). This add-on monitors SF₆ density, calculates and supervises leakage rates and gas level limits. It fits all kinds of switchgear layouts. The MSM operates independently of control and protection devices. The system status can be conveniently accessed and displayed at any time through a range of displays, e.g. an LCD display in the local control cubicle, via IEC 61850-8-1 over SCADA or remotely through a web browser.



MSM: LC display in the local control cubicle



Digital monitoring, measurement, control, protection and communication based on IEC 61850

ABB's commitment to total quality control Highest product quality

Our products are type tested according to different standards

- IEC
- ANSI/IEEE

The ELK-04 C is factory assembled and fully tested as one bay with the local control cubicle in a manufacturing facility using an advanced flow production system that adheres to ABB internal quality and manufacturing excellence procedures. All bays are produced and tested in controlled conditions under the strict supervision of ABB's engineers and GIS experts.

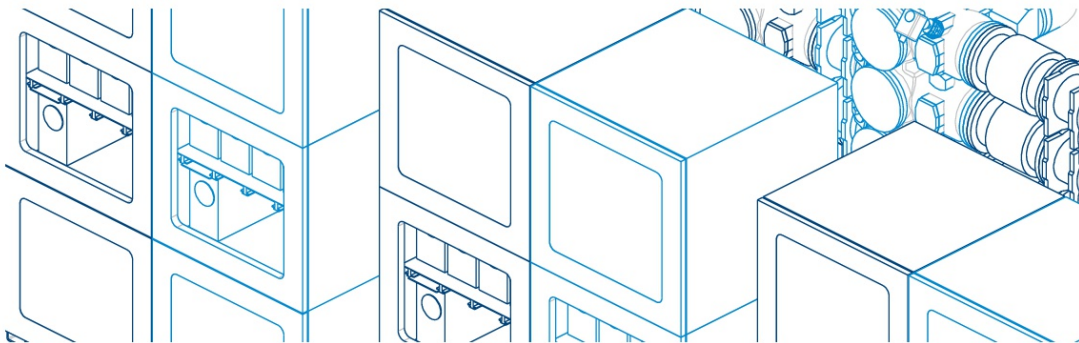
ABB believes that innovation is a key to ABB's competitive advantage and it has consistently invested in research and development to become a market leader. The ELK-04 C is based on pioneering GIS technology since the 1960s and installation in around 100 countries. It complies with or exceeds the latest international standards (IEC/ANSI) and has been type tested in independent laboratories.

We are committed to giving you products of the highest quality that is why we strive to produce only products that comply with or exceed the latest international standards (IEC/ANSI). In addition, our products have been type tested in independent laboratories. Our certified design and manufacturing processes guarantee the highest quality of our products.

Our GIS bays are fully assembled and tested in the factory with standardized, automated and reliable procedures. After routine testing, shipping units are packed in accordance with the freight carrier's requirements, the duration of transportation, the dispatch route and site storage requirements.

Pre-tested, wired and SF₆ pre-filled bays reduce the on-site installation work and gas handling significantly. Bays are coupled using standard tools. Site testing according to IEC/ANSI standards and ABB quality assurance procedures include leakage checks on flanges, instrument transformer, control and monitoring functions, resistance measurements and a high-voltage test. Site installation can be carried out by ABB or by personnel from your own company under the guidance of a certified ABB supervisor. ABB offers training courses for every aspect of GIS installation, operation and maintenance.

ABB's metal-enclosed gas-insulated switchgear requires minimal maintenance in service. Under normal operational conditions, more than 50 years smooth operation is assured with periodic visual checks. ABB Service provides competent 24/7 worldwide support in case of failures.



16 GIS ELK-04 C, 145 kV | ABB

Enhancing eco-efficiency over the life cycle Low environmental impact

For ABB, sustainability is about balancing economic success, environmental stewardship and social progress to benefit all our stakeholders.

Sustainability considerations cover how we design and manufacture products, what we offer customers, how we engage suppliers, how we assess risks and opportunities, and how we behave in the communities where we operate and towards one another, while striving to ensure the health, safety and security of our employees, contractors and others affected by our activities. In line with our business practices, we publish environmental product declarations for each product we manufacture.

The life cycle of the ELK-04 C is separated into three phases: manufacture, use and disposal. The manufacture scenario includes materials used, transport of components and SF₆ gas leakage rates. The usage scenario includes transport of products to customers as well as SF₆ gas leakage rates and energy losses assuming a 50-year life time. The disposal phase refers to SF₆ gas leakage rates and the energy for making recycled metals reusable.

The life cycle phases

- Continuous improvement in product design resulted in a more compact housing that uses less aluminum and other metals
- Low thermal losses due to innovative designs and material choices
- Full bay shipment due to compact design reduces the environmental impact of transportation
- ABB's factory is ISO 14001 certified for environment best practices and we also conduct regular environment audits at our suppliers' facilities

Manufacturing phase

- Online monitoring for preventive maintenance
- The low operating energies used by ABB's modern interrupters combined with the efficient mechanical spring drives result in lower auxiliary power supply consumption
- Type tested for 0.1 percent SF₆ gas leakage rate per year
- Minimized SF₆ gas leakage rates due to well proven sealing system

Use phase

- Use of material which is easy to recycle or dispose
- Improved maintenance processes that avoid the accidental release of gases and oil
- Improved recycling and disposal through clear declarations adjusted to different global boundary conditions

End of life phase

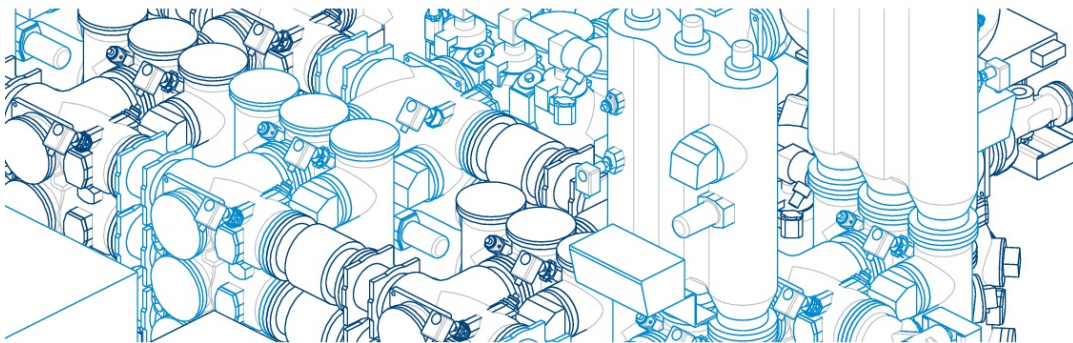
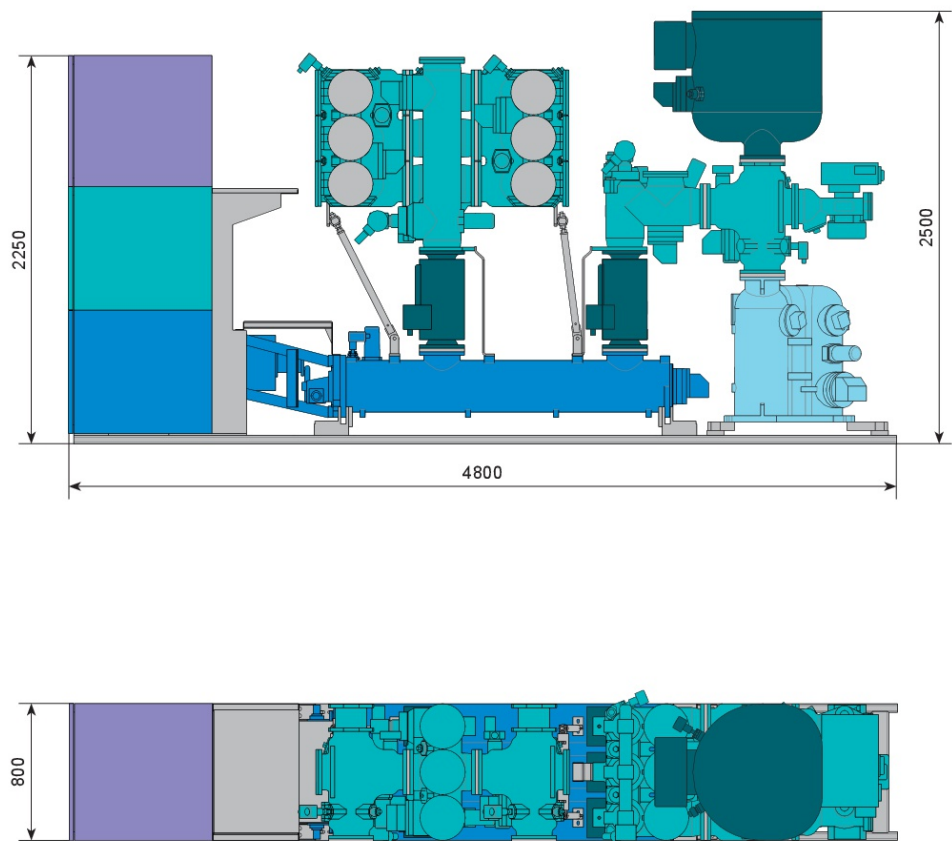


ABB | GIS ELK-04 C, 145 kV 17

Technical data
ELK-04 C, 145 kV



ELK-04 C, 145 kV double busbar bay	
	Circuit-breakers
	Disconnectors and earthing switches
	Voltage and current transformers
	Connecting elements
	Control & protection

Note: Dimensions in mm

ELK-04 C, 145 kV	Product ID	2GHV010550M0001
Rated voltage	kV	145
Rated short-duration power-frequency withstand voltage	kV	275
Rated short-duration power-frequency withstand voltage across isolating distance	kV	315
Rated lightning impulse withstand voltage	kV	650
Rated lightning impulse withstand voltage across isolating distance	kV	750
Rated frequency	Hz	50/60
Rated normal current	A	3150
Rated short-time withstand current	kA	40
Rated duration of short-circuit	s	3
Rated peak withstand current	kA	108
Installation		Indoor/outdoor
Rated filling pressure / minimum functional pressure (abs. at 20 °C)	MPa	0.68/0.60
Circuit-breaker		
Rated short-circuit breaking current, 50/60 Hz	kA	40
Rated short-circuit making current, peak value	kA	108
First pole-to-clear factor		1.3/1.5
Drive type		spring
Rated opening time	ms	26 ... 35
Rated closing time	ms	45 ... 55
Reclosing time	ms	≤ 300
Rated operating sequence		O - 0.3s - CO - 3min - CO
Number of mechanical operations	class	M2
Rated capacitive switching currents	class	C2
Disconnecter and earthing switch		
Capacitive current switching capability	mA	500
Rated bus-transfer current / rated bus-transfer voltage	A/V	1600/30
Fast-acting earthing switch		
Rated short-circuit making current	kA	108
Rated induced voltage (electromagnetic coupling)	kV	6
Rated induced current (electromagnetic coupling)	A	100
Rated induced voltage (electrostatic coupling)	kV	6
Rated induced current (electrostatic coupling)	A	5
Classification for electrical endurance	class	E1

Contact us

ABB AG
High Voltage Products
Brown-Boveri-Strasse 30
63457 Hanau-Grossauheim / Germany
Phone: +49 6181 5090
www.abb.com/highvoltage



Note

We reserve the right to make technical changes or modify the contents of this document without prior notice. With regard to purchase orders, the agreed particulars shall prevail. ABB Ltd does not accept any responsibility whatsoever for potential errors or possible lack of information in this document.

We reserve all rights in this document and in the subject matter and illustrations contained therein. Any reproduction, disclosure to third parties or utilization of its content – in whole or parts – is forbidden without prior written consent of ABB Ltd.

Copyright© 2015 ABB
All rights reserved

© Copyright ABB. 2GVO08515 En / 03.15

2. RESUMEN TÉCNICO CUADRO DE CONTROL REC 670 ABB



Bay control REC670

Relion® 670 series Ver. 2.2

Application

- Bay control for single breaker to 1½ CB diameter using single REC670
- Advanced control & monitoring functionality including automatic voltage control, phasor monitoring, circuit breaker & transformer monitoring
- Integrated back-up protection
- Easy integration to conventional or digital substations

Features

- Fully IEC 61850 compliant, Edition 1 and Edition 2
- Extensive I/O capability
- Protection, monitoring and control of several primary objects integrated in one IED
- Extensive self-supervision including analog channels
- Six independent parameter setting groups
- Ethernet interface for fast and easy communication with PC and SA system
- Large number of Ethernet ports to support several system topologies and redundancy methods
- Large HMI for visualization of single line diagrams
- Settings via IEC 61850 for some protections
- Cyber security support for compliance to NERC CIP and IEC 62351-8 with Centralized Account Management

Pre-configured solutions

- Pre-configured and type-tested solutions including default settings for:
 - Single breaker
 - Double breaker
 - 1½ breaker for complete diameter
 - Single breaker with PMU functionality

Most important protection functions

- Voltage functions
 - Two step phase- and residual overvoltage protection with definite and inverse time characteristics
 - Two step undervoltage protection with definite and inverse time characteristics
 - Voltage three-phase differential for capacitor banks
 - Loss of voltage check
- Current functions
 - Instantaneous phase- and residual overcurrent protection
 - Four step phase- and residual directional overcurrent protection

- Four step directional negative sequence overcurrent protection
- Sensitive directional earth-fault protection
- Broken conductor check
- Thermal overload protection
- Breaker failure protection
- Stub protection
- Pole discordance protection
- Capacitor bank protection
- Voltage controlled/restraint overcurrent protection

Power functions

- Directional under- and overpower protection
- Secondary system supervision
 - Fuse failure supervision
 - Fuse supervision based on voltage differential
 - Current circuit supervision

Frequency functions

- Under- and overfrequency protection
- Rate-of-change frequency protection
- Frequency time accumulation protection
- Multi-purpose function
 - Multi-purpose filter with possibility to detect, alarm, and trip for special operating conditions, e.g. Sub-Synchronous Resonance (SSR)
 - General current and voltage protection

Scheme communication

- Scheme communication logic
- Current reversal and weak-end infeed logic
- Local acceleration logic

Control functions

- Function instances included to cover a complete diameter with one REC670
- Control and interlocking for up to 30 switching devices
- Ready to use interlocking for different switchgear arrangements
- Several alternatives for reservation functionality
- Automatic voltage control for a single transformer
- Automatic voltage control for up to 8 parallel transformers in a group based on the minimum circulating current principle or master-follower principle
- Setpoint voltage can be controlled via IEC 61850
- Tap position reading via mA or BCD code
- Autorecloser for single or multiple breakers
- Synchronizing, synchrocheck and energizing check
- Selectable operator place allocation
- Software based multi-position selector switches

Escuela Técnica Superior de Ingeniería (ICAI)

Proyecto Técnico Administrativo de una subestación de 66 kV en la red de transporte insular española ubicada en el parque natural de Mondragó de Mallorca.

Logic

- Tripping and trip matrix logic
- Extensive logic block library for application customization

Monitoring

- Phasor monitoring for up to 8 phasor values
- Adjustable breaker monitoring with capability to handle multiple breaker types
- Estimation of transformer insulation loss of life based on top oil measurement or calculation
- Monitor mechanical stresses on transformer via advanced transformer through fault monitoring and reporting functionality
- Disturbance recorder with disturbance report
 - 100 disturbances
 - 40 analog channels (30 physical and 10 derived)
 - 352 binary channels
 - All protection settings during a disturbance
- Event list for 1000 events
- Event and trip value recorders
- Fault locator
- Event counters
- Running hour meter
- Supervision of AC and mA input quantities
- Large HMI with virtual keyboard, function push buttons, and three color LED indications with alarm descriptions

Measurements

- U, I, P, Q, S, f and $\cos \varphi$
- Frequency measurement with accuracy of ± 2 mHz
 - Inputs for mA measuring

Metering

- Energy metering function for energy statistics
- Pulse counting support for energy metering

Communication

- IEC 61850-8-1 including GOOSE messaging
- IEC 62439-3 Parallel Redundancy Protocol (PRP)
- IEC 62439-3 High-availability Seamless Redundancy (HSR)
- IEC/UCA 61850-9-2LE Process bus for up to 8 MUs
- Phasor monitoring reporting via IEEE 1344 and C37.118
- IEC 60870-5-103, DNP 3.0, SPA, LON protocols
- Remote end communication for signal transfer
 - 64 kbps: 3 analogs & 8 binary or 192 binary
 - 2 Mbps: 9 analogs & 192 binary

Engineering, testing, commissioning and maintenance

- Protection and control IED manager, PCM600, for configuration, parameterization, Ethernet port/protocol configuration, online debugging and disturbance handling

- Forcing of binary inputs and outputs for faster and easier test and commissioning
- Flexible product naming by mapping utility IEC 61850 model to that of 670 series model

Hardware

- 1/1 x 19", 3/4 x 19" or 1/2 x 19" 6U height case selected according to the number of required I/O modules
- Power supply modules from 24 to 250 V DC ± 20 %
- TRM modules each with 12 analog inputs protection class and optionally measurement
- Up to 14 I/O modules in 1/1 x 19" case
- Binary input module with 16 inputs
- Binary output module with 24 outputs
- Static binary output module with 6 static and 6 change-over outputs
- Binary input/output module with 8 inputs and 12 outputs
- mA input module with 6 transducer channels
- Connector types: compression or ring-lug
- Accurate time-synchronization through PTP (IEC/IEEE 61850-9-3), GPS, SNTP, DNP 3.0, IEC 60870-5-103 or IRIG-B
- Remote end data communication modules for C37.94, galvanic X.21 up to 10 m, fiber for direct connection up to 130 km or via multiplexer
- Up to six Ethernet ports (optical LC or RJ45) that can be freely configured as single or redundant pairs

Accessories

- COMBITEST test system
- COMBIFLEX auxiliary relays
- Mounting kits

Documentation

- Role based documentation for high efficiency in engineering, commissioning, operations and maintenance

Technical details are available in the REC670 Product Guide.

ABB AB
Grid Automation Products
721 59 Västerås, Sweden
Phone: +46 (0) 21 32 50 00

abb.com/protection-control

We reserve the right to make technical changes or modify the contents of this document without prior notice. With regard to purchase orders, the agreed particulars shall prevail. ABB AB does not accept any responsibility whatsoever for potential errors or possible lack of information in this document.

We reserve all rights in this document and in the subject matter and illustrations contained therein. Any reproduction, disclosure to third parties or utilization of its contents – in whole or in parts – is forbidden without prior written consent of ABB AB. Copyright © 2018 ABB
All rights reserved

4CAE000273 REV.B

3. APORTACIÓN ECONÓMICA



BOLETÍN OFICIAL DEL ESTADO



Núm. 297

Sábado 12 de diciembre de 2015

Sec. I. Pág. 117257

Lineas subterráneas de longitud mayor o igual a 2,2 km	Término variable €/km	Término fijo €
220 kV Doble circuito de Al 630 mm ² de sección	1.971.586	—
220 kV Simple circuito de Al 1.200 mm ² de sección	1.135.020	—
220 kV Doble circuito de Al 1.200 mm ² de sección	2.308.199	—
220 kV Simple circuito de Al 2.000 mm ² de sección	1.631.590	—
220 kV Doble circuito de Al 2.000 mm ² de sección	3.318.036	—
132 kV Simple circuito de Al 1.200 m ² de sección	1.127.475	—
132 kV Doble circuito de Al 1.200 m ² de sección	2.209.065	—
66 kV Simple circuito de Al 1.000 m ² de sección	865.454	—
66 kV Doble circuito de Al 1.000 m ² de sección	1.628.464	—

Lineas subterráneas de longitud menor a 2,2 km	Término variable €/km	Término fijo €
220 kV Simple circuito de Cu 2.000 mm ² de sección	2.068.113	874.681
220 kV Doble circuito de Cu 2.000 mm ² de sección	4.099.133	1.561.149
220 kV Simple circuito de Cu 1.100 mm ² de sección	1.347.256	1.145.752
220 kV Doble circuito de Cu 1.100 mm ² de sección	2.869.382	2.044.961
220 kV Simple circuito de Al 630 m ² de sección	699.209	594.631
220 kV Doble circuito de Al 630 m ² de sección	1.489.173	1.061.309
220 kV Simple circuito de Al 1.200 m ² de sección	818.587	696.152
220 kV Doble circuito de Al 1.200 m ² de sección	1.743.422	1.242.508
220 kV Simple circuito de Al 2.000 m ² de sección	1.176.717	1.000.720
220 kV Doble circuito de Al 2.000 m ² de sección	2.506.170	1.786.105
132 kV Simple circuito de Al 630 mm ² de sección	893.829	514.021
132 kV Doble circuito de Al 1.200 m ² de sección	1.866.819	752.941
66 kV Simple circuito de Al 1.000 m ² de sección	676.637	415.395
66 kV Doble circuito de Al 1.000 m ² de sección	1.366.829	575.597

Valores unitarios de referencia de inversión para posiciones

Posiciones convencionales	Término €/posición
Convencional 220 kV, 40 kA, Interruptor y medio ..	976.778
Convencional 220 kV, 40 kA, resto configuraciones	803.241
Convencional 132 kV, 31,5 kA	603.308
Convencional 66 kV, 31,5 kA	501.053

Posiciones blindadas	Término variable €/posición
Blindada 220 kV en edificio, 40 kA	1.338.525
Blindada 220 kV en edificio, 40 kA, con fluoductos .	1.484.424
Blindada 132 kV, 31,5 kA	758.258
Blindada 66 kV, 31,5 kA	711.575



Posiciones móviles	Término €/posición
Móvil 220 kV, todas las configuraciones.	1.338.525
Móvil 132 kV, todas las configuraciones.	758.258
Móvil 66 kV, todas las configuraciones.	711.575

Posiciones de reserva convencionales	Porcentaje sobre su unitario correspondiente
Posición de reserva sin equipar (Convencional) 220 kV	36,30%
Equipamiento de posición de reserva (Convencional) 220 kV	63,70%
Posición de reserva sin equipar (Convencional) 132 kV	52,90%
Equipamiento de posición de reserva (Convencional) 132 kV	47,10%
Posición de reserva sin equipar (Convencional) 66 kV	48,80%
Equipamiento de posición de reserva (Convencional) 66 kV	51,20%

Posiciones de reserva blindadas	Porcentaje sobre su unitario correspondiente
Posición de reserva sin equipar (blindada) 220 kV	48,50%
Equipamiento de posición de reserva (blindada) 220 kV	51,50%
Posición de reserva sin equipar (blindada) 132 kV	46,20%
Equipamiento de posición de reserva (blindada) 132 kV	53,80%
Posición de reserva sin equipar (blindada) 66 kV	46,60%
Equipamiento de posición de reserva (blindada) 66 kV	53,40%

Valores unitarios de referencia de inversión para máquinas

Máquinas de potencia	Término variable €/MVA
Transformador (220/132 kV)	8.976
Transformador (220/66 kV)	13.190
Transformador (132/66 kV)	12.671

Máquinas de compensación de reactiva	Término variable €/MVar
Reactancias (220 kV)	38.889
Reactancias (132 kV)	44.169
Reactancias (66 kV)	21.355
Condensadores (66 kV)	2.422



Líneas con circuitos múltiples	Término variable en €/km y circuito
Líneas aéreas 220 kV	3.085
Líneas aéreas 132 kV	2.270
Líneas aéreas 66 kV	2.002
Líneas subterráneas 220 kV	2.085
Líneas subterráneas 132 kV	1.187
Líneas subterráneas 66 kV	929

Valores unitarios de referencia de operación y mantenimiento para posiciones

Posiciones convencionales	Término variable €/posición
Convencional 220 kV	58.340
Convencional 132 kV	43.632
Convencional 66 kV	33.909

Posiciones blindadas	Término variable €/posición
Blindada 220 kV	37.134
Blindada 132 kV	27.962
Blindada 66 kV	22.267

Posiciones móviles	Término variable €/posición
Móvil 220 kV	37.134
Móvil 132 kV	27.962
Móvil 66 kV	22.267

Valores unitarios de referencia operación y mantenimiento para máquinas

Máquinas de compensación de reactiva	Término variable €/MVA _r
Transformador (220/132 kV)	224
Transformador (220/66 kV)	287
Transformador (132/66 kV)	448

Máquinas de compensación de reactiva	Término variable €/MVA _r
Reactancias (220 kV)	28
Reactancias (132 kV)	32
Reactancias (66 kV)	15
Condensadores (66 kV)	19

DOCUMENTO 2: PLANOS

ÍNDICE GENERAL

CAPÍTULO 1: LISTADO DE PLANOS 98

CAPÍTULO 2: PLANOS 101

CAPÍTULO 1: LISTADO DE PLANOS

ÍNDICE

1. Listado de planos 100

1. Listado de planos

Plano de situación	1
Plano de emplazamiento	2
Plano de esquema unifilar simplificado	3
Plano de planta general	4
Plano de planta del edificio	5
Plano de alzado de sala de apartamenta	6
Plano de red de tierra inferiores	7
Plano de zanja	8

CAPÍTULO 2: PLANOS

ÍNDICE

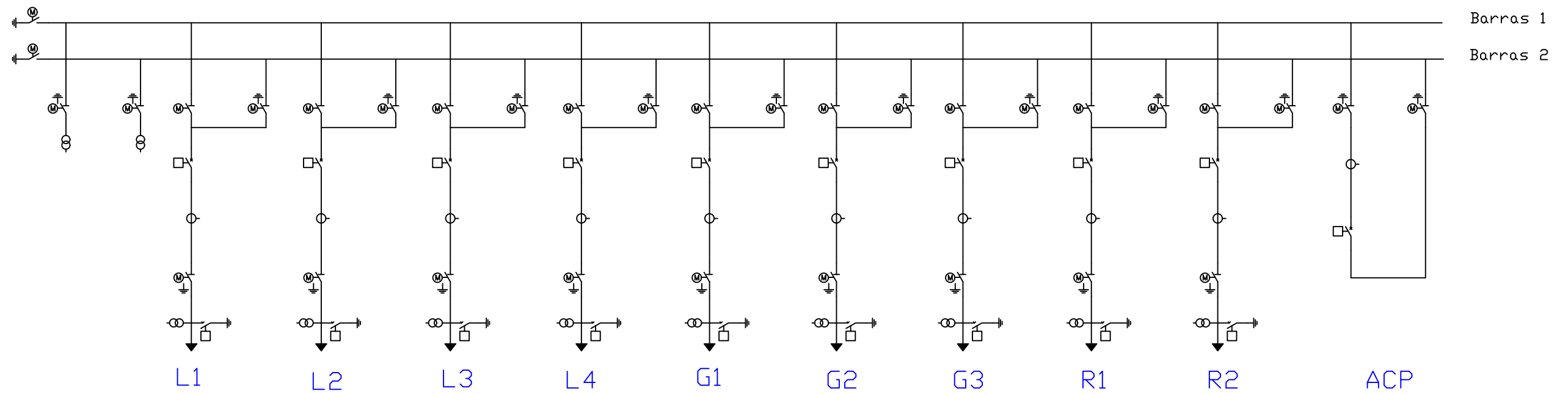
1. Plano de situación	103
2. Plano de emplazamiento.....	104
3. Esquema unifilar simplificado.....	105
4. Planta general	106
5. Planta del edificio	107
6. Alzado de sala de aparamenta	108
7. Red de tierras inferiores	109
8. Zanja	110



	Nombre	Firma	Formato: A3	I.C.A.I	
Diseñado	A.Rambla			PROYECTO FIN DE GRADO	
Escala —	SITUACIÓN DE LA SUBESTACIÓN			Índice de revisión:	
	SUBESTACIÓN DE TRANSPORTE DE 66KV			Fecha de edición:	
				Plano número: 1	
				Hoja 1 de 1	



	Nombre	Firma	Formato: A3	I.C.A.I	
Diseñado	A.Rambla			PROYECTO FIN DE GRADO	
Escala —	EMPLAZAMIENTO DE LA SUBESTACIÓN			Índice de revisión:	
	SUBESTACIÓN DE TRANSPORTE DE 66KV			Fecha de edición:	
				Plano número: 2	
				Hoja 1 de 1	



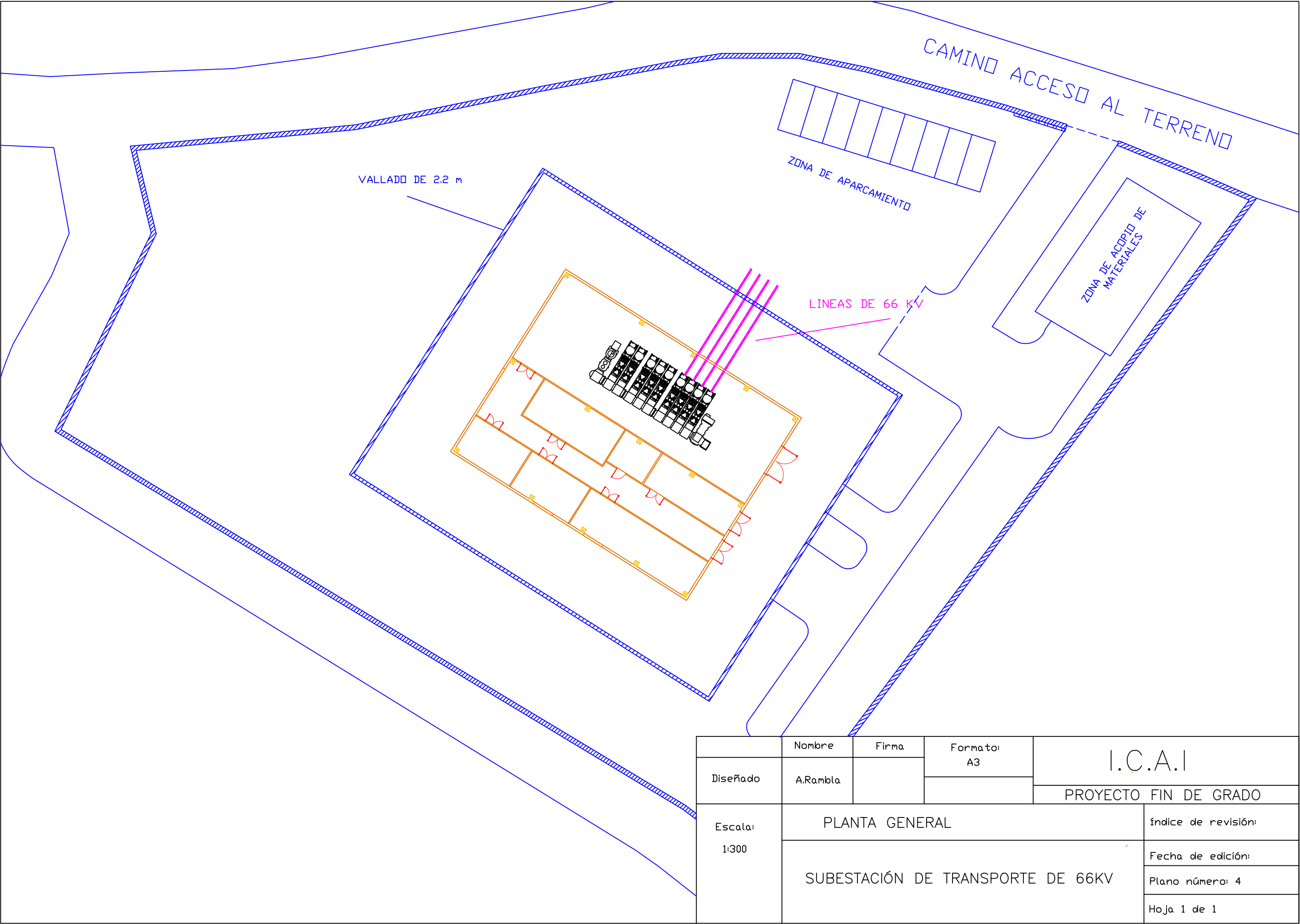
L: Posición de línea

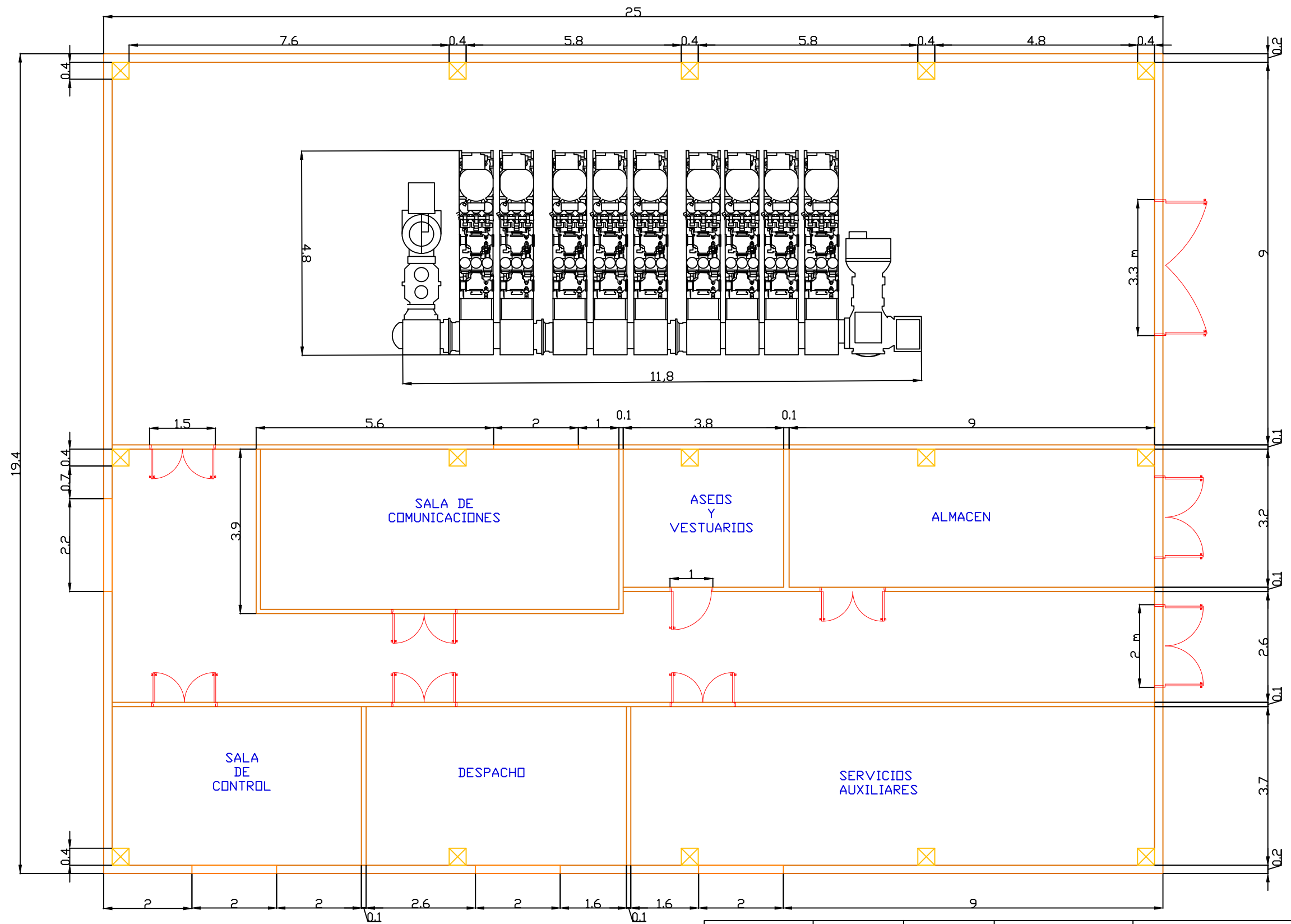
G: Posición de generación

R: Posición de reserva sin equipar

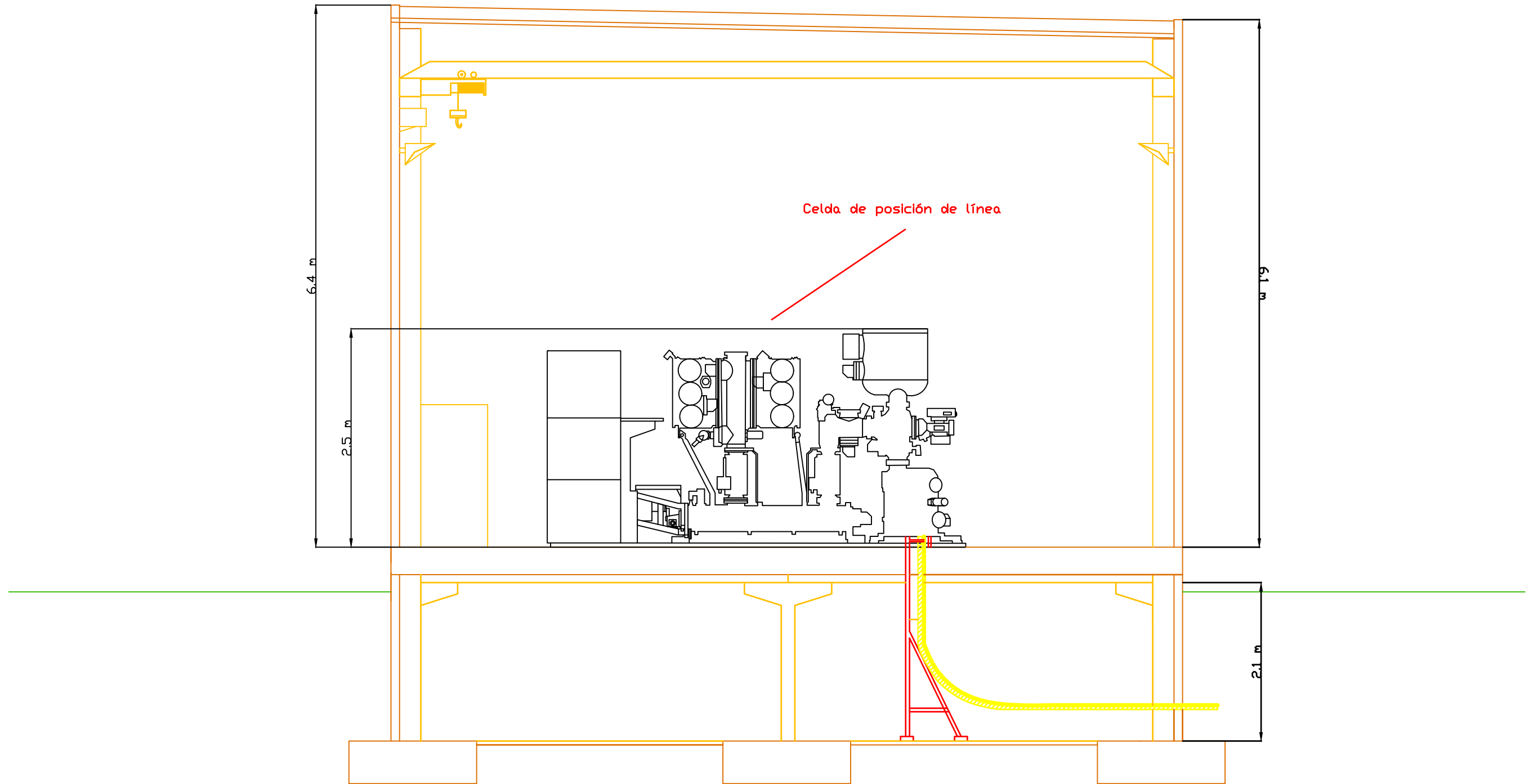
ACP: Posición de acoplamiento

	Nombre	Firma	Formato: A3	I.C.A.I
Diseñado	A.Rambla			
Escala —	UNIFILAR DE LA SUBESTACIÓN			Índice de revisión:
	SUBESTACIÓN DE TRANSPORTE DE 66KV			Fecha de edición:
				Plano número: 3
				Hoja 1 de 1





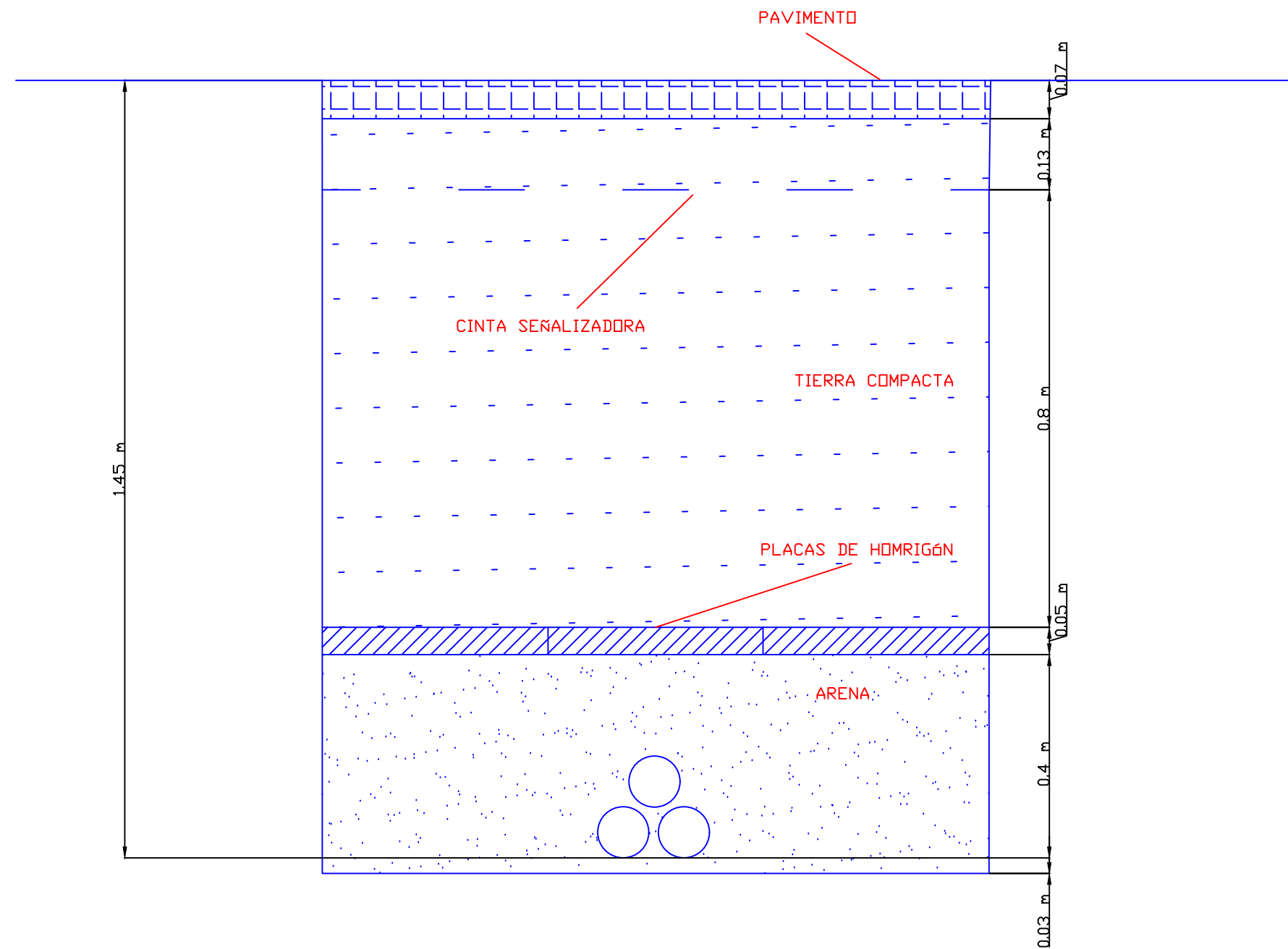
Diseñado	Nombre	Firma	Formato: A3	I.C.A.I	
	A.Rambla			PROYECTO FIN DE GRADO	
Escala: 1:100	EDIFICIO DE LA SUBESTACIÓN			Índice de revisión:	
	SUBESTACIÓN DE TRANSPORTE DE 66KV			Fecha de edición:	
				Plano número: 5	
				Hoja 1 de 1	



	Nombre	Firma	Formato: A3	I.C.A.I	
Diseñado	A.Rambla			PROYECTO FIN DE GRADO	
Escala: 1:50	PERFIL SALA DE APARAMENTA			Índice de revisión:	
	SUBESTACIÓN DE TRANSPORTE DE 66KV			Fecha de edición:	
				Plano número: 6	
				Hoja 1 de 1	



	Nombre	Firma	Formato: A3	I.C.A.I	
Diseñado	A.Rambla			PROYECTO FIN DE GRADO	
Escala: 1:150	RED DE TIERRAS INFERIORES			Índice de revisión:	
	SUBESTACIÓN DE TRANSPORTE DE 66KV			Fecha de edición:	
				Plano número: 7	
				Hoja 1 de 1	



	Nombre	Firma	Formato: A3	I.C.A.I
Diseñado	A.Rambla			PROYECTO FIN DE GRADO
Escala: 1:10	ZANJA QUE ALBERGA LOS CABLES DESDE LA LÍNEA AÉREA HASTA LA SUBESTACIÓN			Índice de revisión:
	SUBESTACIÓN DE TRANSPORTE DE 66KV			Fecha de edición:
				Plano número: 8
				Hoja 1 de 1

DOCUMENTO 3: PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS

Escuela Técnica Superior de Ingeniería (ICAI)

Proyecto Técnico Administrativo de una subestación de 66 kV en la red de transporte insular española ubicada en el parque natural de Mondragó de Mallorca.

ÍNDICE GENERAL

<i>CAPÍTULO 1: GENERAL Y ECONÓMICAS</i>	<i>115</i>
<i>CAPÍTULO 2: TÉCNICAS Y PARTICULARES</i>	<i>144</i>

CAPÍTULO 1: GENERAL Y ECONÓMICAS

ÍNDICE

1. OBJETO.....	117
2. NORMATIVA APLICABLE	118
2.1 EQUIPAMIENTO Y MONTAJE	118
2.2. OBRA CIVIL	120
2.2.1 Estructuras.....	120
2.2.2 Instalaciones	121
2.2.3 Protección.....	122
2.2.4 Varios.....	123
3. GESTIÓN DE CALIDAD	125
4. GESTIÓN MEDIOAMBIENTAL	126
5. SEGURIDAD EN EL TRABAJO	127
6. VERIFICACIÓN Y VALIDACIÓN.....	128
7. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD	129
7.1 MEMORIA	129
7.1.1 Objeto de Estudio	129
7.2 CARACTERÍSTICAS DE LA OBRA	129
7.2.1 Situación y Descripción de la Obra.....	129
7.2.2 Control de accesos	130
7.2.3 Trabajos previos, interferencias y servicios afectados	131
7.2.4 Unidades constructivas que componen la Obra	131
7.2.5 Identificación de riesgos	133
7.2.6 Locales de descanso y servicios higiénicos	138
7.2.7 Disposiciones de Emergencia	138
7.3 PLIEGO DE CONDICIONES	142
7.3.1 Normativa legal de aplicación.....	142
7.3.2 Normativa interna de Red Eléctrica	143

1. OBJETO

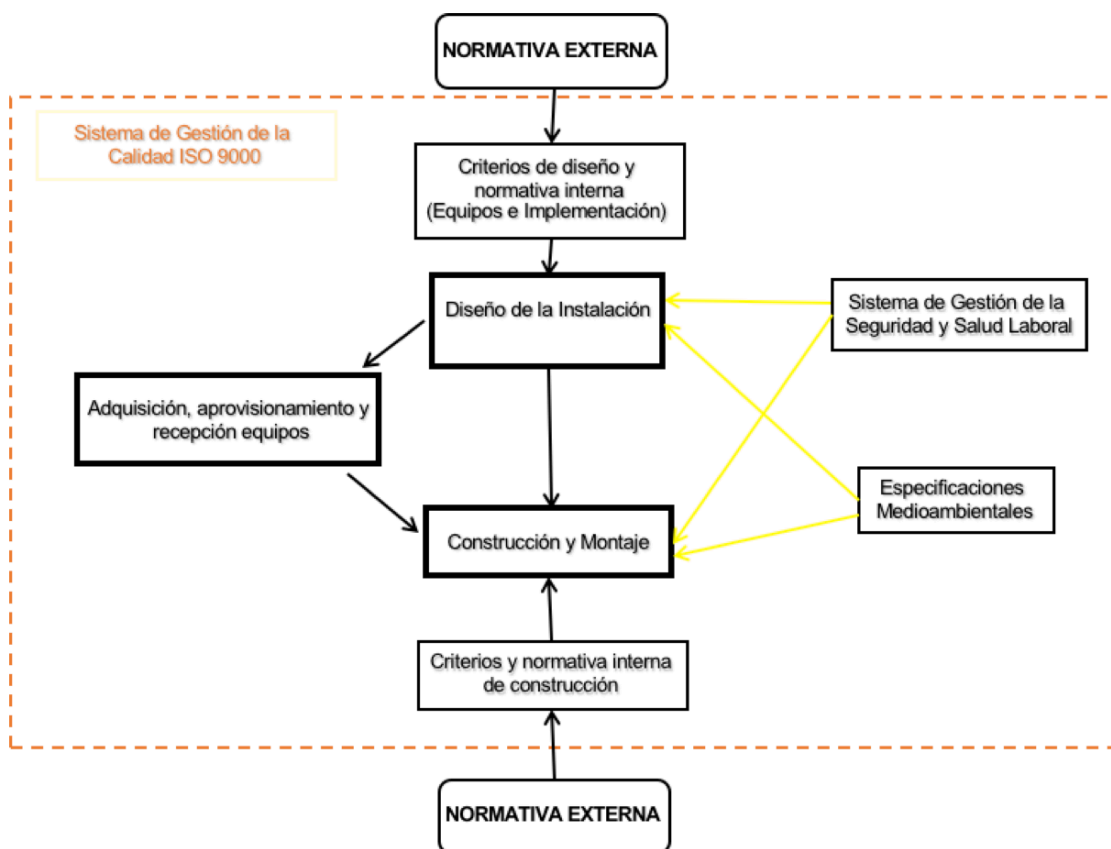
El objeto del presente Pliego de Condiciones es aportar la información necesaria para definir los materiales y equipos y su correcto montaje para lo que se han considerado los siguientes aspectos.

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

2º Gestión de Calidad: El plan de calidad recoge las características técnicas de los equipos y su montaje. Además, la certificación ISO-9000 asegura la calidad de la instalación construida.

3º Gestión medioambiental: Con el objeto de minimizar los impactos puedan acarrear la construcción y funcionamiento de la instalación.

4º Seguridad Laboral: Para asegurar que tanto el montaje como la explotación de los equipos de esta instalación cumplen con las medidas de seguridad requeridas.



2. NORMATIVA APLICABLE

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

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

2.1 EQUIPAMIENTO Y MONTAJE

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

- Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación. R. D. 337/2014 de 9 de Mayo y sus modificaciones posteriores.

En especial las ITC del “Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación”:

- .- ITC-RAT 09: "PROTECCIONES".
- .- ITC-RAT 12: "AISLAMIENTO".
- .- ITC-RAT 13: "INSTALACION DE PUESTA A TIERRA".
- .- ITC-RAT 15: "INSTALACIONES ELECTRICAS DE EXTERIOR".

- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión. "REBT". DECRETO 842/2002, de 2 de agosto, del Ministerio de Ciencia y Tecnología B.O.E.: 18-SEPT-2002, e Instrucciones Técnicas Complementarias y sus modificaciones posteriores.

- Recomendaciones de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT-T) que le afecten.
- Ley 31/95 de 8 de Noviembre de Prevención de Riesgos Laborales.
- R.D. 614/01 de 8 de Junio sobre Disposiciones mínimas de Seguridad y Salud de los trabajadores frente al riesgo eléctrico,
- R.D. 1215/97 de 18 de Julio sobre EQUIPOS DE TRABAJO
- R.D. 486/97 de 14 de Abril sobre Disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en los lugares de trabajo,
- R.D. 487/97 de 14 de Abril sobre Manipulación manual de cargas,
- R.D. 773/97 de 30 de Mayo sobre Utilización por los trabajadores de equipos de protección individual,
- Ley 32/2006 de 18 de Octubre Reguladora de la subcontratación en el sector de la construcción.
- Prescripciones de seguridad para trabajos y maniobras en Instalaciones Eléctricas, de la Comisión Técnica Permanente de la Asociación de Medicina y Seguridad en el Trabajo de UNESA.
- Reglamento de instalaciones de protección contra incendios. REAL DECRETO 513/2017, de 5-NOV, del Ministerio de Ind. y Energía B.O.E.: 14-DIC-93, y sus correcciones posteriores. Normas de procedimiento y desarrollo del Real Decreto 1942/1993, de 5 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios y se revisa el anexo I y los apéndices del mismo ORDEN, de 16-ABR, del Ministerio de Industria y Energía B.O.E.: 28-ABR-98
- Reglamento de Seguridad contra incendios en los Establecimientos Industriales. REAL DECRETO 293/2003, de 6-JUL.
- Código Técnico de la Edificación (CTE) R.D. 314/2006 de 17 de marzo del Ministerio

de la Vivienda. B.O.E.: 28 de marzo de 2006.

- Normas Tecnológicas de la Edificación (NTE) tanto en cuanto a la ejecución de los trabajos, como en lo relativo a mediciones.
- Instrucciones técnicas de los fabricantes y suministradores de equipos.

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

2.2 OBRA CIVIL

2.2.1 Estructuras

• **Acciones en la edificación**

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

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

• **Acero**

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

• **Fábrica de ladrillo**

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

• **Hormigón**

Instrucción de Hormigón Estructural "EHE-08". REAL DECRETO 1247/2008 de 18 de julio, del Ministerio de Fomento B.O.E.: 22-AGO-08.

- **Forjados**

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

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

2.2.2 Instalaciones

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

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

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

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

- **Electricidad**

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

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

Autorización para el empleo de sistemas de instalaciones con conductores aislados bajo canales de cables protectores de material plástico. RESOLUCIÓN de 18-ENE-88, de la Dirección General de Innovación Industrial. B.O.E.: 19-FEB-88.

- **Instalaciones de Protección Contra Incendios**

Escuela Técnica Superior de Ingeniería (ICAI)

Proyecto Técnico Administrativo de una subestación de 66 kV en la red de transporte insular española ubicada en el parque natural de Mondragó de Mallorca.

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

Normas de Procedimiento y Desarrollo del Real Decreto 1942/1993, de 5 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones de Protección contra Incendios y se revisa el anexo I y los Apéndices del mismo. Orden de 16 de abril de 1998, del Ministerio de Industria y Energía. B.O.E.: 28 de abril de 1998.

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

Documento Básico SI “Seguridad en caso de Incendio” del Código Técnico de la Edificación. Real Decreto 314/2006 de 17 de marzo, del Ministerio de la Vivienda.

2.2.3 Protección

• Aislamiento Acústico

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

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

• Aislamiento Térmico

Documento Básico HE “Ahorro de energía” del Código Técnico de la Edificación. REAL

DECRETO 314/2006 de 17-Marzo, del Ministerio de la Vivienda.

• Protección Contra Incendios

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

2.2.4 Varios

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

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

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

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

Recomendaciones de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT-T) que le afecten.

Ley 31/95 de 8 de Noviembre de Prevención de Riesgos Laborales.

R.D. 614/01 de 8 de Junio sobre Disposiciones mínimas de Seguridad y Salud de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.

R.D. 1215/97 de 18 de Julio sobre EQUIPOS DE TRABAJO.

R.D. 486/97 de 14 de Abril sobre Disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en los lugares de trabajo.

R.D. 487/97 de 14 de Abril sobre Manipulación manual de cargas.

R.D. 773/97 de 30 de Mayo sobre Utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.

Escuela Técnica Superior de Ingeniería (ICAI)

Proyecto Técnico Administrativo de una subestación de 66 kV en la red de transporte insular española ubicada en el parque natural de Mondragó de Mallorca.

Ley 32/2006 de 18 de Octubre Reguladora de la subcontratación en el sector de la construcción.

Prescripciones de seguridad para trabajos y maniobras en Instalaciones Eléctricas, de la Comisión Técnica Permanente de la Asociación de Medicina y Seguridad en el Trabajo de UNESA.

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

Instrucciones técnicas de los fabricantes y suministradores de equipos.

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

3. GESTIÓN DE CALIDAD

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

4. GESTIÓN MEDIOAMBIENTAL

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

5. SEGURIDAD EN EL TRABAJO

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

6. VERIFICACIÓN Y VALIDACIÓN

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

Pruebas en Vacío

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

Pruebas en Tensión

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

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

7. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD LABORAL

7.1 MEMORIA

7.1.1 Objeto de Estudio

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

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

Este Estudio se incluye como anexo a todos los contratos firmados entre Red Eléctrica de España, S. A. y las Empresas Contratistas que intervengan en la Obra.

La Empresa Contratista quedará obligada a elaborar un Plan de Seguridad y Salud en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen, en función de su propio sistema de ejecución de la Obra, las previsiones contenidas en este Estudio.

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

7.2 CARACTERÍSTICAS DE LA OBRA

7.2.1 Situación y Descripción de la Obra

La subestación se encuentra situada en el parque natural de Mondragó, al sureste de la isla de Mallorca, en el término municipal de Santanyí.

Las condiciones climáticas y geotécnicas en el punto de la instalación són:

Altura media del terreno	30 m
Tipo de Zona	B
Temperaturas extremas	41°C / -6 °C
Velocidad máxima del viento	78 km/h
Contaminación ambiental	Baja
Nivel de niebla	Media
Pluviometría	Media

La obra básicamente consiste en:

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

La subestación tendrá 9 posiciones en total. Cuatro líneas de transporte en dos dobles circuitos, tres posiciones de generación y dos posiciones de reserva sin equipar.

Para ello se procederá a realizar las siguientes actividades:

La construcción de un edificio con el objetivo de alojar tanto la aparamenta como los equipos de control y maniobra, además de los sistemas de alimentación de los servicios auxiliares.

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

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

Construcción de un cerramiento perimetral de parque.

7.2.2 Control de accesos

A pesar de que la situación de la subestación está alejada de zonas de paso, el cerramiento perimetral se realizará tan pronto como sea posible para evitar la presencia de personal ajeno a la obra.

Se dispondrán señales informativas de riesgo en el portón de acceso.

7.2.3 Trabajos previos, interferencias y servicios afectados

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

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

7.2.4 Unidades constructivas que componen la Obra.

- Movimiento de tierras

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

El movimiento de tierras abarcará la zona del edificio y los accesos. Básicamente se utilizará maquinaria pesada de explanación y retirada de tierras.

Acopio

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

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

Drenajes y saneamientos

La red cubrirá todo el parque y se realizará con tubo drenante en distribución que no produzca un efluente masivo. La zanja principal alcanzará en su punto más bajo una profundidad que se estima en 1,5 m.

- Obra Civil

Incluye la realización de Edificio.

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

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

- Montaje de estructuras y equipos

Se instalarán las estructuras soportantes de los equipos y los propios equipos

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

Trabajos de cableado y trabajos en b.t

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

El montaje de los equipos de Control, Protecciones, Comunicaciones y Medidas se realizará simultáneamente a los trabajos de cableado.

Puesta en Servicio

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

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

7.2.5 Identificación de riesgos

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

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

Por ello las Empresas Contratistas adjudicatarias de los trabajos deben disponer de una Evaluación de Riesgos genérica concerniente a sus trabajos.

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

<i>Situaciones pormenorizadas de riesgo</i>	
Caídas de personas al mismo nivel	Caída por deficiencias en el suelo, por pisar o tropezar con objetos, por existencia de vertidos o líquidos, por superficies en mal estado por condiciones atmosféricas (heladas, nieve, agua, etc.).

<i>Situaciones pormenorizadas de riesgo</i>	
Caídas de personas a distinto nivel	Caída desde escaleras portátiles, desde andamios y plataformas temporales, desniveles, huecos, zanjas, taludes, desde estructuras pórticos.
Caídas de objetos	Caída por manipulación manual de objetos y herramientas o de elementos manipulados con aparatos elevadores.
Desprendimientos, desplomes y derrumbes	Desprendimientos de elementos de montaje fijos, desplome de muros o hundimiento de zanjas o galerías
Choques y golpes	Choques contra objetos fijos, contra objetos móviles, golpes por herramientas manuales y eléctricas.
Maquinaria automotriz y vehículos	Atropello a peatones, choques y golpes entre vehículos, vuelco de vehículos y caída de cargas
Atrapamientos por mecanismos en movimiento	Atrapamientos por herramientas manuales, portátiles eléctricas. Atrapamientos por mecanismos en movimiento.
Cortes	Cortes por herramientas portátiles eléctricas o manuales y cortes por objetos superficiales o punzantes.
Proyecciones	Impacto por fragmentos, partículas sólidas o líquidas.
Contactos térmicos	Contactos con fluidos o sustancias calientes / fríos. Contacto con proyecciones.
Contactos químicos	Contacto con sustancias corrosivas, irritantes/ alergizantes u otras.
Contactos eléctricos	Contactos directos, indirectos o descargas eléctricas
Arcos eléctricos	Calor, proyecciones o radiaciones no ionizantes.
Sobreesfuerzos	Esfuerzos al empujar, tirar de objetos. Esfuerzos al levantar, sostener o manipular cargas.
Explosiones	Máquinas, equipos y botellas de gases.

<i>Situaciones pormenorizadas de riesgo</i>	
Incendios	Acumulación de material combustible. Almacenamiento y trasvase de productos inflamables. Focos de ignición, proyecciones de chispas o partículas calientes.
Confinamiento	Golpes, choques, cortes o atrapamientos por espacio reducido. Dificultades para rescate.
Tráfico	Choques entre vehículos o contra objetos fijos Atropello de peatones o en situaciones de trabajo Vuelco de vehículos por accidente de tráfico.
Agresión de animales	Picadura de insectos, ataque de perros o agresión por otros animales.
Estrés térmico	Exposición prolongada al calor o al frío Cambios bruscos de temperatura.
Radiaciones ionizantes	Exposición a radiación ultravioleta, infrarroja o visible.
Carga física	Movimientos repetitivos. Carga estática o postural (espacios de trabajo) o dinámica (actividad física). Condiciones climáticas exteriores.
Carga mental	Distribución de tiempos. Horario de trabajo

- Organización de la Seguridad

Coordinador en Materia de Seguridad y Salud.

Las tareas de Obra Civil y Montaje Electromecánico si bien estarán programadas en su mayor parte en periodos distintos, pueden que en algún momento interfieran entre sí, por lo que si así fuera sobre la base del Art. 3 del R.D. 1627, RED ELÉCTRICA en su calidad de Promotor procederá a nombrar Coordinador en Materia de Seguridad.

Jefes de Trabajo de las Empresas Contratistas

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

Vigilante de Seguridad de la Empresa Contratista

La Empresa Contratista reflejará en el Plan de Seguridad el nombre de una persona de su organización que actuará como su Vigilante de Seguridad para los trabajos, bien a tiempo total o compartido, con formación en temas de Seguridad (cursillo, prueba, etc.) o con suficiente experiencia para desarrollar este cometido.

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

- Principios Generales aplicables durante la ejecución de la obra

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

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

- h) La adaptación, en función de la evolución de obra, del periodo de tiempo efectivo que habrá de dedicarse a los distintos trabajos o fases de trabajo.
- i) La cooperación entre RED ELÉCTRICA y el Contratista.

- Formación

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

La empresa Contratista garantizará que el personal de sus Empresas Subcontratadas será informado del contenido del Plan de Seguridad.

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

- Medicina Preventiva

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

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

- Medios de Protección

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

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

7.2.6 Locales de descanso y servicios higiénicos

A tenor de lo establecido en el R.D. 486/1997 sobre Disposiciones Mínimas de Seguridad y Salud en los Lugares de Trabajo y particularmente en su Anexo V, el Contratista dispondrá de los locales y servicios higiénicos necesarios

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

7.2.7 Disposiciones de Emergencia

- Vías de Evacuación

Dadas las características de la obra no es necesario la definición de vías o salidas de emergencia para una posible evacuación.

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

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

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

- Iluminación

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

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

- Instalaciones de suministro y reparto de energía

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

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

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

- Ventilación

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

En los trabajos en galerías, centros subterráneos, etc. Previo al acceso al recinto y durante su permanencia en el mismo, se procederá a las determinaciones higiénicas

oportunas de la atmósfera confinada que posibiliten conocer si los valores de oxígeno son suficientes o si los niveles de contaminantes tóxicos o inflamables están por encima de los niveles máximos permitidos.

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

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

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

- Ambientes nocivos y factores atmosféricos:

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

En caso de tormenta eléctrica se suspenderán los trabajos.

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

- Detección y lucha contra incendios:

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

La Obra dispondrá de extintores la cantidad suficiente. Los extintores deberán situarse en lugares de fácil acceso.

No existirán B.I.E. Al no disponer el recinto de acometida de aguas.

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

- Primeros auxilios

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

La Empresa Contratista dispondrá de un botiquín de obra para prestar primeros auxilios. Asimismo deberá estar disponible en la obra un vehículo, para evacuar a un posible accidentado.

El Contratista expondrá, para conocimiento de todos sus trabajadores la dirección de los Centros de Asistencia más próximos.

- Plan de seguridad

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

El Plan de Seguridad una vez aprobado debe ser el documento aplicable en Obra, para lo cual debe permanecer en poder del Jefe de Trabajo y del Coordinador de Seguridad.

7.3 PLIEGO DE CONDICIONES

7.3.1 Normativa legal de aplicación

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

Ley 31/95 de 8 de Noviembre de Prevención de Riesgos Laborales

Ley 54/03 de 12 de Diciembre de reforma del marco normativo de la Prevención de Riesgos Laborales.

R.D. 1627/97 de 24 de Octubre sobre Disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en las Obras de Construcción

RD 171/04 de 30 Enero, por el que desarrolla el Art. 24 de la Ley 31/95, de Prevención de Riesgos Laborales, en materia de coordinación de actividades empresariales.

R.D. 614/2001 de 8 de Junio sobre Disposiciones mínimas para la Protección de la Salud y Seguridad de los trabajadores frente al Riesgo Eléctrico

R.D. 486/97 de 14 de Abril sobre Disposiciones Mínimas de Seguridad y Salud en los Lugares de Trabajo

R.D. 487/97 de 14 de Abril sobre Manipulación Manual de Cargas

R.D. 773/97 de 30 de Mayo sobre Utilización por los trabajadores de Equipos de Protección Individual

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

7.3.2 Normativa interna de Red Eléctrica

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

TM-001 Organización de la Seguridad en los Trabajos en instalaciones de A.T.

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

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

AM-004 Aplicación de la línea de seguridad para trabajos en alturas

AM-005 Trabajos de manutenzione manual y mecánica

IC-003 Subcontratación por proveedores de Red Eléctrica a terceros

CAPÍTULO 2: TÉCNICAS Y PARTICULARES

ÍNDICE

1 ÁMBITO DE APLICACIÓN	146
2. REQUISITOS DE CARÁCTER GENERAL	146
2.1 Condiciones de los Organismo de la Administración.....	146
2.2 Áreas de almacenamiento temporal o de trasiego de comustible	146
2.3 cambios de aceites y grasas.....	147
2.4 Campamento de obra	147
2.5 Gestión de residuos.....	148
2.6 Incidencias con consecuencias ambientales.....	148
3. REQUISITOS PARA LOS MOVIMIENTOS DE TIERRAS	150
3.1 Zonificación de los trabajos.....	150
3.2 Accesos	150
3.3 Retirada de la cubierta vegetal	150
3.4 Patrimonio cultural	151
4. REQUISITOS ESPECÍFICOS PARA LA OBRA CIVIL	153
5. REQUISITOS ESPECÍFICOS PARA EL MONTAJE ELECTROMECAÍNICO.....	154
5.1 Llenado de equipos con aceite	154
5.2 Llenado de equipos con SF6	154
6. ACONDICIONAMIENTO FINAL DE LA OBRA	155

1. ÁMBITO DE APLICACIÓN

Este documento tiene por objeto establecer los requisitos de carácter ambiental que se deben cumplir en los trabajos de obra civil y montaje electromecánico que se van a realizar para construcción de la subestación de 66 kV en el parque natural de Mondragó (Palma de Mallorca), para minimizar los posibles impactos ambientales que puede conllevar el desarrollo de los trabajos de construcción.

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

2. REQUISITOS DE CARÁCTER GENERAL

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

2.1 Condicionados de los Organismos de la Administración

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

2.2 Áreas de almacenamiento temporal o de trasiego de combustible

Presupuesto

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

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

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

2.3 Cambios de aceites y grasas

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

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

2.4 Campamento de obra

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

No serán utilizadas fosas sépticas/pozos filtrantes en la instalación sin autorización de la Confederación Hidrográfica correspondiente. Preferentemente se usarán depósitos estancos de acumulación o de wáter químico, que serán desmontados una vez hayan finalizados los trabajos. El mantenimiento de estos sistemas será el adecuado para evitar olores y molestias en el entorno de los trabajos.

2.5 Gestión de residuos

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

- **Estudio de gestión de residuos de construcción y demolición.** Incluido como anexo 2.1. al presente documento.
- **Plan de gestión de residuos de construcción y demolición:** Entregado por el contratista, aprobado por la dirección facultativa y aceptado por el Departamento de Medio Ambiente de REE.

2.6 Incidentes con consecuencias ambientales

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

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

El riesgo de incendios viene asociado principalmente al almacenamiento y manipulación de productos inflamables. Se establecerán todas las medidas de prevención de incendios y se prestará especial atención para que los productos inflamables no entren en contacto con fuentes de calor: trabajo de soldaduras,

Presupuesto

recalentamiento de máquinas, cigarros etc. En el lugar de trabajo se contará con los extintores adecuados.

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

3. REQUISITOS ESPECÍFICOS PARA LOS MOVIMIENTOS DE TIERRAS

3.1 Zonificación de los trabajos

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

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

3.2 Accesos

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

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

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

3.3 Retirada de la cubierta vegetal

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

3.4 Patrimonio cultural

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

3.5 Movimientos de tierra para la explanación

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

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

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

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

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

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

4 REQUISITOS ESPECÍFICOS PARA LA OBRA CIVIL

Limpieza de cubas de hormigonado

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

5 REQUISITOS ESPECÍFICOS PARA EL MONTAJE ELECTROMECAÁNICO

5.1 Llenado de equipos con aceite

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

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

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

5.2 Llenado de equipos con SF6

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

6. ACONDICIONAMIENTO FINAL DE LA OBRA

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

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

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

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

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

Escuela Técnica Superior de Ingeniería (ICAI)

Proyecto Técnico Administrativo de una subestación de 66 kV en la red de transporte insular española ubicada en el parque natural de Mondragó de Mallorca.

DOCUMENTO 4:

PRESUPUESTO

Escuela Técnica Superior de Ingeniería (ICAI)

Proyecto Técnico Administrativo de una subestación de 66 kV en la red de transporte insular española ubicada en el parque natural de Mondragó de Mallorca.

ÍNDICE GENERAL

CAPÍTULO 1: MEDICIONES 160

CAPÍTULO 2: PRECIOS UNITARIOS 163

CAPÍTULO 3: SUMAS PARCIALES 167

CAPÍTULO 4: PRESUPUESTO GENERAL 171

CAPÍTULO 1: MEDICIONES

MEDICIONES

Aparamenta de la subestación GIS 66 kV (serie: ELK-04 C, fabricante: ABB)	Medición	Unidad
Celda de posición de línea	4	Uds.
Celda de posición de generación	3	Uds.
Celda de posición de reserva	2	Uds.
Celda de acoplamiento	1	Uds.
Celda de medida de tensión en barras	1	Uds.

Red de tierras	Medición	Unidad
Conductor de cobre, sección de 120mm ²	2450	m

Obra civil	Medición	Unidad
Terreno	4193	m ²
Movimiento de tierras	1000	m ³
Vallado	278	m
Cimentación y plataforma	1000	m
Drenajes y saneamiento	1	Uds.
Accesos	250	m ²
Edificio	1	Uds.

Sistemas auxiliares	Medición	Unidad
Grupo Electrógeno INMESOL 250 KVA	1	Uds.
Bateria NI-Cd 125 Vcc +Rectificador	2	Uds.
Bateria NI-Cd 48 Vcc +Rectificador	2	Uds.
Cuadro general de BT de CA	1	Uds.
Cuadro general de CC	1	Uds.

Sistemas de control, protecciones y comunicaciones	Medición	Unidad
Armario de control y protecciones	1	Uds.
Armario de comunicaciones	1	Uds.
Armario de medidas	1	Uds.

Alumbrado	Medición	Unidad
Alumbrado exterior	1	Uds.
Alumbrado interior edificio	1	Uds.
Alumbrado emergencia	1	Uds.

Sistemas anti intrusismo	Medición	Unidad
---------------------------------	----------	--------

Proyecto Técnico Administrativo de una subestación de 66 kV en la red de transporte insular española ubicada en el parque natural de Mondragó de Mallorca.

Sistema anti-intrusismo	1	Uds.
-------------------------	---	------

Climatización	Medición	Unidad
Equipos de climatización	3	Uds.

Pruebas del correcto funcionamiento de la subestación	Medición	Unidad
Medida de las tensiones de contacto y paso	1	Uds.
Prueba dieléctrica de alta tensión a frecuencia industrial del circuito principal	1	Uds.
Prueba de estanqueidad, medición de estanqueidad y calidad del gas SF6	1	Uds.
Pruebas eléctricas y mecánicas del funcionamiento de la aparamenta	1	Uds.
Pruebas de los transformadores de tensión e intensidad	1	Uds.

Otros	Medición	Unidad
Tasas municipales	1	Uds.
Adecuación medioambiental	1	Uds.
Seguridad y salud laboral	1	Uds.

CAPÍTULO 2: PRECIOS UNITARIOS

PRECIOS UNITARIOS

Aparamenta de la subestación GIS 66 kV (serie: ELK-04 C, fabricante: ABB)		Precios Unitarios	Unidad
Celda de posición de línea	Fabricación y transporte	326.524,00	€/Ud
	Instalación	6550	€/Ud
Celda de posición de generación	Fabricación y transporte	351.010,00	€/Ud
	Instalación	6550	€/Ud
Celda de posición de reserva	Fabricación y transporte	150.000,00	€/Ud
	Instalación	5750	€/Ud
Celda de acoplamiento	Fabricación y transporte	215000	€/Ud
	Instalación	5750	€/Ud
Celda de medida de tensión en barras	Fabricación y transporte	215000	€/Ud
	Instalación	5750	€/Ud

Red de tierras		Precios Unitarios	Unidad
Conductor de cobre, sección de 120mm ²	Fabricación y transporte	21,5	€/m
	Instalación	1,5	€/m

Obra civil		Precios Unitarios	Unidad
Terreno de 4193 m ²		33	€/m ²
Movimiento de tierras		7	€/m ³
Vallado		330	€/m
Cimentación y plataforma		26	€/m ³
Drenajes y saneamiento	Red de drenajes y saneamiento	33000	€/Ud
	Vertedero con solera y aletas	8627	€/Ud
	Depósito recogida de aceite	15575	€/Ud
	Acometida de agua sanitaria al edificio	6900	€/Ud
	Fosa séptica y filtro	3600	€/Ud

Proyecto Técnico Administrativo de una subestación de 66 kV en la red de transporte insular española ubicada en el parque natural de Mondragó de Mallorca.

Accesos		28	€/m ²
Edificio	Estructura	89	€/m ²
	Albañilería	52	€/m ²
	Cubierta	14206	€/Ud
	Pavimento	55718	€/Ud
	Carpintería y pintura	18780	€/Ud

Sistemas auxiliares		Precios Unitarios	Unidad
Grupo Electrógeno INMESOL 250 KVA	Fabricación y transporte	21350	€/Ud
	Instalación	100	€/Ud
Bateria NI-Cd 125 Vcc +Rectificador	Fabricación y transporte	8950	€/Ud
	Instalación	150	€/Ud
Bateria NI-Cd 48 Vcc +Rectificador	Fabricación y transporte	5650	€/Ud
	Instalación	150	€/Ud
Cuadro general de BT de CA	Fabricación y transporte	10479	€/Ud
	Instalación	100	€/Ud
Cuadro general de CC	Fabricación y transporte	5788,4	€/Ud
	Instalación	100	€/Ud

Sistemas de control, protecciones y comunicaciones		Precios Unitarios	Unidad
Armario de control y protecciones	Fabricación y transporte	53000	€/Ud
	Instalación	2000	€/Ud
Amario de comunicaciones	Fabricación y transporte	9100	€/Ud
	Instalación	1000	€/Ud
Armario de medidas	Fabricación y transporte	19300	€/Ud
	Instalación	1500	€/Ud

Alumbrado		Precios Unitarios	Unidad
Alumbrado exterior	Fabricación y transporte	1510	€/Ud

Presupuesto – Precios Unitarios

	Instalación	320	€/Ud
Alumbrado interior edificio	Fabricación y transporte	955	€/Ud
	Instalación	236	€/Ud
Alumbrado emergencia	Fabricación y transporte	157,68	€/Ud
	Instalación	310	€/Ud

Sistemas anti intrusismo		Precios Unitarios	Unidad
Sistema anti-intrusismo		22000	€/Ud

Climatización		Precios Unitarios	Unidad
Equipos de climatización		2100	€/Ud

Pruebas del correcto funcionamiento de la subestación		Precios Unitarios	Unidad
Medida de las tensiones de contacto y paso	Prueba	15000	€/Ud
Prueba dieléctrica de alta tensión a frecuencia industrial del circuito principal	Prueba	99875	€/Ud
Prueba de estanqueidad, medición de estanqueidad y calidad del gas SF6	Prueba	22850	€/Ud
Pruebas eléctricas y mecánicas del funcionamiento de la aparamenta	Prueba	55250	€/Ud
Pruebas de los transformadores de tensión e intensidad	Prueba	27650	€/Ud

Otros		Precios Unitarios	Unidad
Tasas municipales		146000	€/Ud
Adecuación medioambiental		200000	€/Ud
Seguridad y salud laboral		45000	€/Ud

CAPÍTULO 3: SUMAS PARCIALES

SUMAS PARCIALES

Aparamenta de la subestación GIS 66 kV (serie: ELK-04 C, fabricante: ABB)		Sumas Parciales	Unidad
Celda de posición de línea	Fabricación y transporte	1.306.096,00	€
	Instalación	26200	€
Celdade posición de generación	Fabricación y transporte	1.053.030,00	€
	Instalación	19650	€
Celda de posición de reserva	Fabricación y transporte	300.000,00	€
	Instalación	11500	€
Celda de acoplamiento	Fabricación y transporte	215000	€
	Instalación	5750	€
Celda de medida de tensión en barras	Fabricación y transporte	215000	€
	Instalación	5750	€

Red de tierras		Sumas Parciales	Unidad
Conductor de cobre, sección de 120mm ²	Fabricación y transporte	52675	€
	Instalación	3675	€

Obra civil		Sumas Parciales	Unidad
Terreno de 8730,43 m ²		138369	€
Movimiento de tierras		7000	€
Vallado		91740	€
Cimentación y plataforma		26000	€
Drenajes y saneamiento	Red de drenajes y saneamiento	33000	€
	Vertedero con solera y aletas	1627	€
	Depósito recogida de aceite	15575	€
	Acometida de agua sanitaria al edificio	6900	€
	Fosa séptica y filtro	3600	€

Presupuesto – Sumas Parciales

Accesos		7000	€
Edificio	Estructura	43165	€
	Albañilería	25220	€
	Cubierta	4206	€
	Pavimento	55718	€
	Carpintería y pintura	8780	€

Sistemas auxiliares		Sumas Parciales	Unidad
Grupo Electrónico INMESOL 250 KVA	Fabricación y transporte	21350	€
	Instalación	100	€
Bateria NI-Cd 125 Vcc +Rectificador	Fabricación y transporte	17900	€
	Instalación	300	€
Bateria NI-Cd 48 Vcc +Rectificador	Fabricación y transporte	11300	€
	Instalación	300	€
Cuadro general de BT de CA	Fabricación y transporte	10479	€
	Instalación	100	€
Cuadro general de CC	Fabricación y transporte	5788,4	€
	Instalación	100	€

Sistemas de control, protecciones y comunicaciones		Sumas Parciales	Unidad
Armario de control y protecciones	Fabricación y transporte	53000	€
	Instalación	2000	€
Armario de comunicaciones	Fabricación y transporte	9100	€
	Instalación	1000	€
Armario de medidas	Fabricación y transporte	19300	€
	Instalación	1500	€

Alumbrado		Sumas Parciales	Unidad
Alumbrado exterior	Fabricación y transporte	1510	€
	Instalación	320	€

Proyecto Técnico Administrativo de una subestación de 66 kV en la red de transporte insular española ubicada en el parque natural de Mondragó de Mallorca.

Alumbrado interior edificio	Fabricación y transporte	955	€
	Instalación	236	€
Alumbrado emergencia	Fabricación y transporte	157,68	€
	Instalación	310	€

Sistemas anti intrusismo		Sumas Parciales	Unidad
Sistema anti-intrusismo		22000	€

Climatización		Sumas Parciales	Unidad
Equipos de climatización		6300	€

Pruebas del correcto funcionamiento de la subestación		Sumas Parciales	Unidad
Medida de las tensiones de contacto y paso	Prueba	15000	€
Prueba dieléctrica de alta tensión a frecuencia industrial del circuito principal	Prueba	99875	€
Prueba de estanqueidad, medición de estanqueidad y calidad del gas SF6	Prueba	22850	€
Pruebas eléctricas y mecánicas del funcionamiento de la aparamenta	Prueba	55250	€
Pruebas de los transformadores de tensión e intensidad	Prueba	27650	€

Otros		Sumas Parciales	Unidad
Tasas municipales		146000	€
Adecuación medioambiental		200000	€
Seguridad y salud laboral		45000	€

CAPÍTULO 4: PRESUPUESTO GENERAL

PRESUPUESTO GENERAL

Presupuesto por secciones		Sumas Parciales	Unidad
Aparamenta		3.157.976,00	€
Red de tierras		56350	€
Obra civil		467900	€
Servicios auxiliares		67717,4	€
Sistemas de control, protecciones y comunicaciones		85900	€
Alumbrado		3488,68	€
Sistemas anti-intrusismo		22000	€
Climatización		6300	€
Pruebas del correcto funcionamiento de la subestación		220625	€
Otros		391000	€
TOTAL PRSUPUESTO (I.V.A EXCLUIDO)		4.479.257,08	€
I.V.A		940643,9868	€
TOTAL PRESUPUESTO		5.419.901,07	€

El presupuesto total (I.V.A. incluido) asciende a la cantidad de **CINCO MILLONES CUATROCIENTOS DIEZINUEVE MIL NOVECIENTOS UN EUROS CON SIETE CÉNTIMOS.**

Escuela Técnica Superior de Ingeniería (ICAI)

Proyecto Técnico Administrativo de una subestación de 66 kV en la red de transporte insular española ubicada en el parque natural de Mondragó de Mallorca.

DOCUMENTO 5:

BIBLIOGRAFÍA

Escuela Técnica Superior de Ingeniería (ICAI)

Proyecto Técnico Administrativo de una subestación de 66 kV en la red de transporte insular española ubicada en el parque natural de Mondragó de Mallorca.

Bibliografía

ÍNDICE GENERAL

CAPÍTULO 1: BIBLIOGRAFÍA..... 177

CAPÍTULO 1: BIBLIOGRAFÍA

Para la realización de este proyecto se han utilizado las fuentes listadas a continuación:

- Apuntes de la asignatura “Centrales, subestaciones y líneas”.
- Apuntes de la asignatura “Protecciones”.
- Apuntes de la asignatura “Oficina Técnica”.
- Mapas descargados de la página web del Instituto Geográfico Nacional, www.ign.es.
- Información sobre espacios naturales protegidos y el parque natural de Mondragó, www.caib.es.
- Página web de Red Eléctrica de España, www.ree.es.
- Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias, ITC-RAT 01 a 23.
- Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias, ITC-LAT 01 a 09.
- Normas UNE.
- Normas IEC.
- IEEE Guide for safety in AC Substation Grounding
- Catálogos de la aparamenta del fabricante ABB, www.abb.com.
- Catálogo de grupos electrógenos del fabricante INMESOL, www.inmesol.es.
- IEEE Guide for safety in AC Substation Grounding
- Diseño de la subestación blindada Tegui 66 kV/20 kV – Diego Machetti Meneses.

Proyecto Técnico Administrativo de una subestación de 66 kV en la red de transporte insular española ubicada en el parque natural de Mondragó de Mallorca.

- Diseño de una subestación eléctrica de 220 kV para la red de transporte como apoyo a distribución – Alejandra Delgado Blasco.
- Proyecto de ejecución de una subestación eléctrica de 400 kV, como punto de acceso de un generador – Miguel Cestero Bravo.

Alejandro
Rambla
Batalla

**PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO DE UNA SUBESTACIÓN DE
66KV EN LA RED DE TRANSPORTE INSULAR ESPAÑOLA UBICADA EN
EL PARQUE NATURAL DE MONDRAGÓ DE MALLORCA**

