



HOJA DE CONTROL DE FIRMAS ELECTRÓNICAS

Instituciones

Firma institución:

Firma institución:

Firma institución:

Firma institución:

Autores

Nombre: Alejandro Ricondo Rebollo

Colegio: C.O.I.I.B.

Número colegiado/a: 6775

Firma colegiado/a:

Nombre:

Colegio:

Número colegiado/a:

Firma colegiado/a:

Nombre:

Colegio:

Número colegiado/a:

Firma colegiado/a:

Nombre:

Colegio:

Número colegiado/a:

Firma colegiado/a:

El visado acredita las siguientes garantías:

- Identidad y habilitación profesional del autor
- Sus atribuciones y competencias profesionales
- Revisión formal del documento
- Cobertura Responsabilidad Civil Profesional del Ingeniero
- Registro y custodia por el periodo legal establecido

Colegiado

Ricondo Rebollo, Alejandro (6775)

Visado

00947/2024
11/12/2024

Bizkaiko
Industri Ingeniariei
Elkargo Ofiziala



PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO

NUEVA SUBESTACIÓN
TRANSFORMADORA
DE 132/20 kV

ST GRANADINA

(PROVINCIA ALICANTE / COMUNIDAD VALENCIANA)

Ikus-Onespenak berme hauek ziurtatzen ditu:

- Egilearen nortasun eta gaikuntza profesionala
- Bere atribuzio eta kompetentzia profesionalak
- Dokumentuaren berrikuspen formala
- Ingeniariaren Erantzukizun Zibil Profesionalaren estaldura
- Legeak ezarritako aldirako Erregistro eta Zaintza

Elkargokidea
Ricondo Rebollo, Alejandro (6775)

Ikus-Onespen
00947/2024
11/12/2024

Bizkaito
Industri Ingeniariei
Elkargo Ofiziala

ii

ÍNDICE GENERAL

DOCUMENTO Nº 1	MEMORIA
- Anexo 1.	Cálculos Eléctricos
- Anexo 2.	Campos Magnéticos
- Anexo 3.	Sistema de Alumbrado y Fuerza
- Anexo 4.	Ventilación y Climatización
- Anexo 5.	Sistema Contraincendios
- Anexo 6.	Obra Civil
- Anexo 7.	Estudio de Gestión de Residuos
- Anexo 8.	Estudio de Ruidos
DOCUMENTO Nº 2.....	PLIEGO DE CONDICIONES
DOCUMENTO Nº 3	PRESUPUESTO
DOCUMENTO Nº 4	PLANOS
DOCUMENTO Nº 5	ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

El visado acredita las siguientes garantías:

- Identidad y habilitación profesional del autor
- Sus atribuciones y competencias profesionales
- Revisión formal del documento
- Cobertura Responsabilidad Civil Profesional del Ingeniero
- Registro y custodia por el periodo legal establecido

Colegiado

Ricardo Rebollo, Alejandro (6775)

Visado

00947/2024
11/12/2024

Bizkaiko
Industri Ingeniariei
Elkargo Ofiziala



PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO

NUEVA SUBESTACIÓN
TRANSFORMADORA
DE 132/20 kV

ST GRANADINA

(PROVINCIA DE ALICANTE/COMUNIDAD VALENCIANA)

DOCUMENTO Nº 1

MEMORIA

Ikus-Onespenak berme hauek ziurtatzen ditu:

- Egilearen nortasun eta gaikuntza profesionala
- Bere atribuzio eta kompetentzia profesionalak
- Dokumentuaren berrikuzkizun formaia
- Ingeniariaren Erantzukizun Zibil Profesionaltaren estaldura
- Legeak ezarritako aldirako Erregistro eta Zaintza

Elkargokidea

Ricondo Rebollo, Alejandro (6775)

Ikus-Onespen

00947/2024
11/12/2024

Bizkaito
Industri Ingeniariei
Elkargo Ofiziala

B



C

ÍNDICE

1.	<u>ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN</u>	
2.	<u>OBJETO</u>	
2.1.	<u>RELACIÓN DE ORGANISMOS AFECTADOS</u>	
3.	<u>EMPLAZAMIENTO</u>	
4.	<u>NORMATIVA</u>	
4.1	<u>NORMATIVA ESTATAL</u>	
4.2	<u>NORMATIVA AUTONÓMICA</u>	
4.3	<u>NORMATIVA LOCAL</u>	
4.4	<u>CÓDIGOS Y NORMAS DE CELDAS BLINDADAS</u>	
4.5	<u>COMPATIBILIDAD ELECTROMÁGNÉTICA</u>	
5.	<u>DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA INSTALACIÓN Y ALCANCE ACTUACIÓN</u>	
5.1	<u>GENERAL</u>	
5.2	<u>ALCANCE DE LA ACTUACIÓN PROYECTADA</u>	
5.2.1	Sistema de 132 kV	
5.2.2	Transformador de potencia	
5.2.3	Sistema de 20 kV	
5.2.4	Edificios	
5.2.5	Posiciones sin equipar con obra civil realizada	
5.2.6	Resto de instalaciones	
5.3	<u>EVOLUCIÓN FUTURA DE LA INSTALACIÓN</u>	
5.3.1	Sistema de 132 kV	
5.3.2	Transformador de potencia	
5.3.3	Sistema de 20 kV	
5.3.4	Edificios	
6.	<u>SISTEMAS DE ALTA TENSIÓN</u>	
6.1	<u>SISTEMA DE 132 KV</u>	
6.1.1	Equipos Híbridos MTS	
6.1.2	Transformadores de tensión	
6.1.3	Pararrayos	

2

Revisado y acredita las siguientes garantías:

- Identidad y habilitación profesional del autor
- Sus atribuciones y competencias profesionales
- Revisión formal del documento
- Cobertura Responsabilidad Civil Profesional del Ingeniero
- Registro y custodia por el periodo legal establecido

13

13

15

16

16

16

16

18

18

19

20

21

22

23

23

24

24

25

27

28

28

28

30

31

31

31

31

31

31

Collegio de Ingenieros de Riondo Rebollo, Alejandro (6775)

Visado
00947/2024
11/12/2024

Bizkaiko
Industri Ingeniariei
Elkargo Ofiziala

B



C

DOCUMENTO Nº 1 MEMORIA

12.3.1	Sistema de 132kV	54
12.3.2	Transformador	55
12.3.3	Sistema de 20 kV	55
12.4	<u>ARMARIOS DE CONTROL Y PROTECCIONES</u>	55
13.	<u>MEDIDA</u>	55
13.1	<u>MEDIDA DE ENERGIA</u>	55
13.2	<u>RESTO DE MEDIDAS</u>	57
14.	<u>TELECONTROL</u>	57
15.	<u>SERVICIOS AUXILIARES</u>	58
15.1	<u>SERVICIOS AUXILIARES DE CORRIENTE ALTERNA</u>	58
15.2	<u>SERVICIOS AUXILIARES DE CORRIENTE CONTINUA</u>	58
16.	<u>RELACIÓN DE BIENES Y DERECHOS AFECTADOS</u>	59
17.	<u>PLANIFICACIÓN</u>	61
18.	<u>PLAZO DE EJECUCIÓN</u>	62

ANEXOS

- ANEXO 1: CÁLCULOS ELÉCTRICOS
- ANEXO 2: CAMPOS MAGNÉTICOS
- ANEXO 3: SISTEMA DE ALUMBRADO Y FUERZA
- ANEXO 4: VENTILACIÓN Y CLIMATIZACIÓN
- ANEXO 5: SISTEMA CONTRAINCENDIOS
- ANEXO 6: OBRA CIVIL
- ANEXO 7: ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS
- ANEXO 8: ESTUDIO DE RUIDOS

4

54

55

55

55

55

55

57

57

58

58

58

59

61

62

Visado y garantías:
 • Identidad y habilitación profesional del autor
 • Sus atribuciones y competencias profesionales
 • Revisión formal del documento
 • Cobertura Responsabilidad Civil Profesional del Ingeniero
 • Registro y custodia por el periodo legal establecido

Colegiado
 Ricondo Rebollo, Alejandro (6775)

Visado
 00947/2024
 11/12/2024

Bizkaiko
 Industri Ingeniarrien
 Elkargo Ofiziala



1. ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN

La nueva ST GRANADINA 132/20 kV surge como necesidad debido a que la red de distribución en la actualidad y la planificada hasta 2025, no son suficientes para atender al crecimiento vegetativo previsto, tanto de las distribuidoras aguas abajo de la red de i-DE como de los propios suministros conectados a la red de i-DE.

Se pretende asegurar, en general, el suministro de la comarca de la Vega Baja de Alicante y en particular, atender la demanda de crecimiento de los polígonos industriales existentes en el municipio de San Isidro, desarrollando una estructura de red conforme al entorno, contribuir al crecimiento económico de la zona y a la competitividad de los sectores productivos a través de un suministro en condiciones, todo ello en el contexto de la necesaria transición energética a la que debemos dar respuesta como distribuidores (EERR, autoconsumo, movilidad eléctrica, bomba de calor...).

Debido a las razones antes expuestas, teniendo en cuenta la necesidad de aumento de potencia para, con ello, asegurar el suministro eléctrico y la calidad de éste en la comarca de la Vega Baja de Alicante en general y a los polígonos industriales existentes en el municipio en particular, se proyecta la construcción de esta nueva subestación 132/20 kV en el municipio de San Isidro, provincia de Alicante.

Tras consulta del Plan General de Ordenación Urbana del municipio de San Isidro, los polígonos industriales se encuentran en las zonas denominadas como ZUR-IN2 y ZND-IN1. Aunque en las inmediaciones de estas zonas existe una de uso dotacional (DOT-PQI-SUR 4), ésta está demasiado alejada de los polígonos industriales, por lo que no reúnen los condicionantes técnico/económicos y ambientales requeridos.

Teniendo lo de arriba en cuenta, se estudian varias alternativas para la ubicación de la nueva subestación, siendo estas las siguientes:

- Alternativa 1:
 - Ubicada en la parcela con referencia catastral 03143A003000730000FU.
- Alternativa 2:
 - Ubicada en la parcela con referencia catastral 03143A001000400000FF.
- Alternativa 3:
 - Ubicada en la parcela con referencia catastral 03143A001000330000FQ.

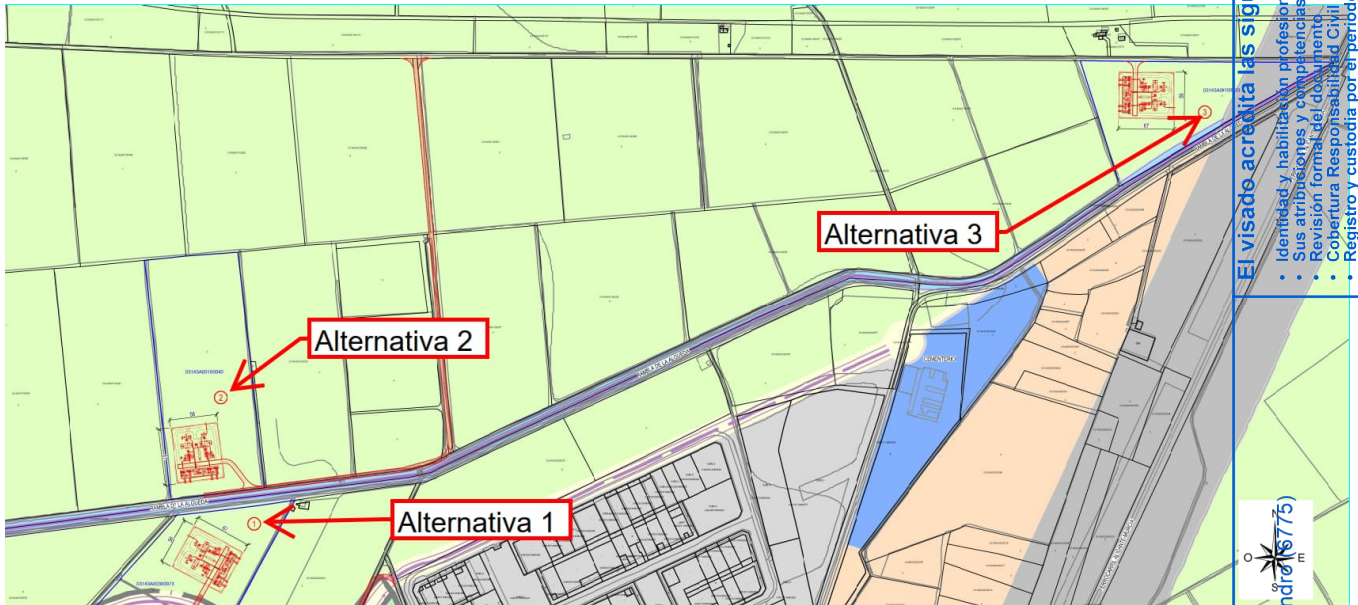
Ikus-Onespegiak berria hauek ziurtatzen ditu: 5

- Egilearen nortasun eta gaituntza profesionala
- Bere atribuzio eta kompetentzia profesionalak
- Dokumentuaren berrikuspen formaia
- Ingeniariaren Erantzukizun Zibila Profesionalaren estaldura
- Legeak ezarritako aldirako Erregistro eta Zaintza

Elkargokidea
Ricoñdo Rebollo, Alejandro (6775)

Ikus-Onespegiak
00947/2024
11/12/2024

Bizkaiko
Industri Ingeniariei
Elkargo Ofiziala



Condicionantes técnico/económicos:

El primer condicionante técnico/económico son la longitud y recorrido de las conexiones de 132 kV. Teniendo en cuenta que la nueva subestación se alimentará desde una línea existente (la cual se abrirá y se lanzarán dos conexiones a la nueva subestación), se ha tenido en cuenta como premisa, por un lado, la proximidad entre dicha línea y la nueva subestación y por otro, que las nuevas conexiones entre subestación y línea discurra por un trazado que minimice posibles afecciones.

- Alternativa 1:
 - Aspectos positivos:
 - No se encuentra ningún aspecto positivo.
 - Aspectos negativos:
 - La longitud de las conexiones es la más larga de las tres alternativas.
 - Recorrido de las conexiones muy encajada con relación a cruzamientos con otros servicios y/o infraestructuras.
- Alternativa 2:
 - Aspectos positivos:
 - Conexión recta de las conexiones a los pórticos de la subestación.

6

El visado acredita las siguientes garantías:

- Identidad y habilitación profesional del autor
- Sus atribuciones y competencias profesionales
- Revisión formal del documento
- Cobertura Responsabilidad Civil Profesional del Ingeniero
- Registro y custodia por el periodo legal establecido

Visado
00947/2024
11/12/2024

Ricardo Rebollo, Alejandro (6775)

00947/2024
11/12/2024

Bizkaiko
Industri Ingeniariei
Elkargo Ofiziala

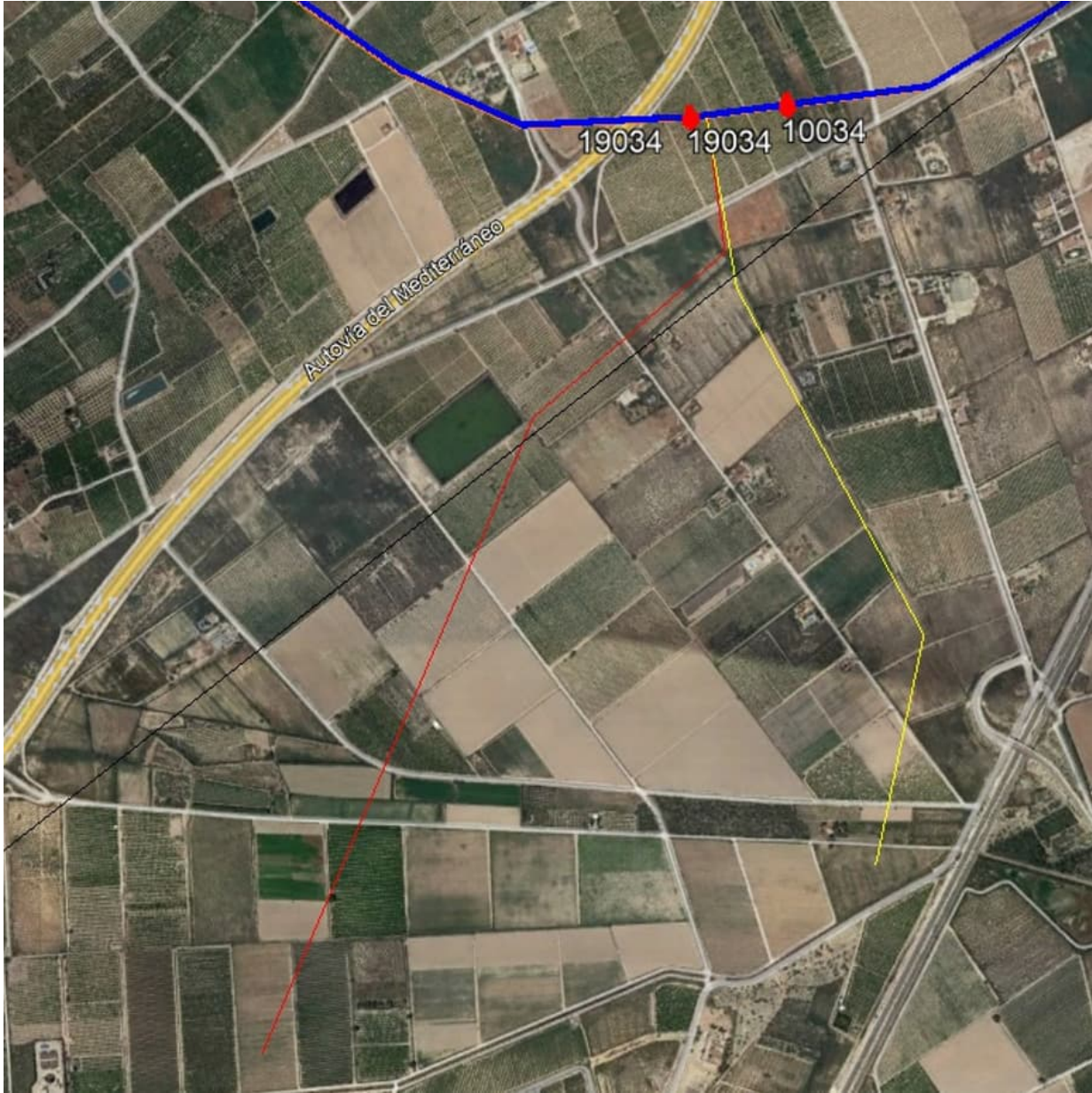


DOCUMENTO Nº 1 MEMORIA

- Aspectos negativos:
 - La longitud de las conexiones no es la más corta de las tres opciones concreto, su longitud es intermedia con respecto la alternativa 1 y 3.
 - Recorrido de la línea en cercanía a la Rambla.
- Alternativa 3:
 - Aspectos positivos:
 - La longitud de las conexiones es la menor de las tres alternativas, por lo que el impacto de éstas se ve reducido.
 - Aspectos negativos:
 - Cercana a edificaciones, pero con cumpliendo con todas las distancias reglamentarias.
 - Conexión ortogonal de las conexiones a los pórticos de la subestación. El impacto de este aspecto es reducido y acotado ya que i-DE dispone de solución normalizada para ejecutar la conexión comentada.

En base a lo arriba expuesto, se desestima la alternativa 1. Las alternativas 2 y 3 se muestran en la imagen abajo incluida, siendo la alternativa 2 la marcada en rojo y la 3, la marcada en amarillo.

Ikus-Onespen bermearen 7	• Egilearen nortasun eta gaituntasun profesionala • Bere atribuzio eta kompetentzia profesionalak • Dokumentuaren berrikuspen formala • Ingeniariaren Erantzukizun Zibil Profesionalaren estaldura • Legeak ezarritako aldirako Erregistro eta Zaintza
Elkargotokoa Ricondo Rebollo, Alejandro (6775)	
Ikus-Onespen 00947/2024 11/12/2024	
Bizkaito Industri Ingeniariei Elkargo Ofiziala	



El segundo condicionante técnico/económico es el recorrido de las líneas de 20 kV que se conectarán a la nueva subestación. De las alternativas disponibles según lo comentado en los párrafos de arriba:

- Alternativa 2:
 - Requiere un recorrido en paralelo con respecto a la rambla de La Algueda, lo cual puede ser problemático.

El visado acredita las siguientes garantías: 8

- Identidad y habilitación profesional del autor
- Sus atribuciones y competencias profesionales
- Revisión formal del documento
- Colaboración Responsabilidad Civil Profesional del Ingeniero
- Registro y custodia por el peritaje registrado

Colegiado
Ricardo Repollo, Alejandro (8775)

Visado
00347/2024
11/11/2024

Bizkaiko
Industri Ingeniaritza
Elkargo Ofiziala



DOCUMENTO Nº 1 MEMORIA

- Alternativa 3:
 - No requiere un recorrido en paralelo con respecto la rambla de La Algueda.

Teniendo en cuenta todo lo arriba expuesto, la mejor alternativa es la nº 3.

En cuanto a la compatibilidad de la parcela asociada a la alternativa 3 para la construcción en ella de una subestación eléctrica:

- La parcela se encuentra sobre SUELO NO URBANIZABLE COMÚN, de acuerdo con las vigentes Normas Complementarias y Subsidiarias de Planeamiento Municipales por su inclusión a este término municipal por Decreto 209/2003, de 17 de octubre, del Consell de la Generalitat, por el que se modifica la extensión superficial y los límites territoriales del término municipal de San Isidro.
- Los usos permitidos con carácter general en suelo no urbanizable común según el art. 99 de las vigentes NN.SS. Municipales, además del estrictamente agrícola, son los siguientes:
 - Viviendas aisladas/familiares que no contribuyan a la formación de núcleo de población.
 - Almacenes vinculados a la explotación agrícola, ganadera o forestal.
 - Instalaciones precisas para explotaciones agrícolas.
 - Explotaciones extractivas, canteras, áridos o tierras.
 - Actividades de servicios vinculadas funcionalmente a las carreteras y previstas en la ordenación sectorial de estas, así, como, en todo caso, las de suministro de carburante.
 - Además, aquellas otras declaradas de interés comunitario según el artículo 211 del Decreto Legislativo 1/2021, de 18 de junio, del Consell de aprobación del texto refundido de la Ley de ordenación del territorio, urbanismo y paisaje.

Con relación a lo expuesto en el último punto de los arriba expuestos, según el Decreto Legislativo 1/2021, de 18 de junio, del Consell, de aprobación del texto refundido de la ley de Ordenación del Territorio, Urbanismo y Paisaje de la Comunitat Valenciana:

- En el apartado d) del artículo 211 se indica lo siguiente:
 - Está contemplado el uso de Generación de energía renovable.

Ikus-Onespeak berme hauek ziurtatzen ditu:

- Egilearen notiasun eta gaikuntza profesionala
- Bere atribuzio eta kompetentzia profesionalak
- Dokumentuaren berrikuzun formala
- Ingeniariaren Erantzukizun Zibil Profesionalaren estaldura
- Legeak ezarritako aldirako Erregistro eta Zaintza

Elkargokidea
Ricondo Rebollo, Alejandro (6775)

Ikus-Ordearen
00947/2024
11/12/2024

Bizkaiko
Industri Ingeniariei
Elkargo Ofiziala



DOCUMENTO Nº 1 MEMORIA

- En el punto 6º del apartado f), se indica lo siguiente:
 - Están contempladas las obras, infraestructuras e instalaciones propias de las redes de suministros, transportes y comunicaciones, de necesario emplazamiento en el suelo no urbanizable.

En base a lo expuesto en los puntos anteriores, se considera que la ejecución de una nueva subestación eléctrica, en la parcela asociada a la alternativa 3, es compatible con las determinaciones de la normativa de aplicación, previa obtención de todas las autorizaciones.

La localización queda reflejada en el plano catastral adjunto en el documento nº 4 “Planos”.

2. OBJETO

El presente documento se redacta con la finalidad de obtener las distintas autorizaciones necesarias de las administraciones competentes y actualizar la documentación presentada con anterioridad en las mismas.

2.1. RELACIÓN DE ORGANISMOS AFECTADOS

Las Administraciones, empresas y organismos afectados son los siguientes:

1. PATRICOVA
 - a. Según la información consultada sobre zonas inundables, el emplazamiento de los proyectos se encuentra sobre zonas con riesgo de inundación geomorfológico, de acuerdo al PATRICOVA (Plan de acción territorial de carácter sectorial sobre prevención del riesgo de inundación en la C.V.).
 - b. Con fecha 10 de noviembre de 2023, se registra en el ayuntamiento de San Isidro documento “101151677-SOLIC-5071” para que realice las gestiones oportunas con PATRICOVA con vistas a la obtención de autorizaciones pertinentes para construcción de la ST Granadina.
2. Ayuntamiento de San Isidro.
 - a. Con fecha 29 de febrero de 2024, se tiene respuesta del ayuntamiento Expediente Número “IN2402” en la que expone los requisitos necesarios para Viabilidad Urbanística.

El visado acredita las siguientes garantías:

- Identidad y habilitación profesional del autor
- Sus atribuciones y competencias profesionales
- Revisión formal del documento
- Cobertura Responsabilidad Civil Profesional del Ingeniero
- Registro y custodia por el periodo legal establecido

Colegiado

Ricardo Rebollo, Alejandro (6775)

Visado

00947/2024
11/12/2024

Bizkaiko
Industri Ingeniariei
Elkargo Ofiziala



PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO
 NUEVA SUBESTACIÓN
 TRANSFORMADORA DE 132/20 kV
 ST GRANADINA

DOCUMENTO Nº 1 MEMORIA

Sea como fuere, el Proyecto Técnico Administrativo presentado sustituirá a la separata necesaria para solicitar informe y/o condicionado a cualquier Administración, empresa u organismo afectado por la instalación.

<p>Ikus-Onespenak berme dauak zuzentzen ditu:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Egilearen nortasun eta gaikuntza profesionala • Bere atribuzio eta kompetentzia profesionalak • Dokumentuaren berrikuspen formala • Ingeniariaren Erantzukizun Zibil Profesionalaren estaldura • Legeak ezarritako aldirako Erregistro eta Zaintza 	<p>Elkargokidea Ricondo Rebollo, Alejandro (6775)</p>	<p>Ikus-Onespen 00947/2024 11/12/2024</p>	 <p>Bizkaiko Industri Ingeniariei Elkargo Ofiziala</p>
---	---	--	---

3. EMPLAZAMIENTO

La nueva instalación ST GRANADINA 132/20 kV estará ubicada en el municipio de San Isidro, provincia de Alicante, en la parcela con referencia catastral 03143A001000330000FQ.

La localización queda reflejada en el plano de situación geográfica adjunto en el documento nº 4 “Planos”. En este mismo documento se incluye como hoja nº 2 un plano de ubicación.

La parcela destinada a la instalación se localiza en la coordenada georreferenciada (coordenadas U.T.M) siguiente:

- X: 690.053,00 Y: 4.228.416,00

Ocupando una extensión de 6.432 m².

Visado acreditado las siguientes garantías:

- Identidad y habilitación profesional del autor
- Sus atribuciones y competencias profesionales
- Revisión formal del documento
- Cobertura Responsabilidad Civil Profesional del Ingeniero
- Registro y custodia por el periodo legal establecido

2

4

Colegiado
Ricoondo Rebollo, Alejandro (6775)

Visado
00947/2024
11/12/2024

Bizkaiko
Industri Ingeniariei
Elkargo Ofiziala



4. NORMATIVA

El Proyecto Técnico Administrativo ha sido redactado de acuerdo a lo preceptuado en la siguiente Normativa y Reglamentación de Instalaciones de Alta Tensión:

4.1 NORMATIVA ESTATAL

- Ley 24/2013 de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico (B.O.E. núm. 310 de 27/12/2013), y sus modificaciones.
- Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica (B.O.E. núm. 310 de 27/12/2000), y sus modificaciones.
- Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09 (Aprobado por Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero, B.O.E. núm. 68 de 19/03/2008).
- 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 por Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, B.O.E. núm. 139 de 09/06/2014).
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y sus instrucciones técnicas complementarias (ITC) BT 01 a BT 51 (Aprobado por Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, B.O.E. núm. 224 de 18/09/2002).
- Real Decreto 1048/2013, de 27 de diciembre, por el que se establece la metodología para el cálculo de la retribución de la actividad de distribución de energía eléctrica.
- Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de Evaluación Ambiental y sus modificaciones (B.O.E. núm. 296 de 11/12/2013) y sus modificaciones.
- Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular (B.O.E. núm. 85 de 09/04/2022).

Ikus-Ordezpenak bermak hauek ziurtatzen ditu:
• Egilearen nortasun eta gaikuntza profesionala
• Bere atribuzio eta kompetentzia profesionalak
• Dokumentuaren berrikuspen formala
• Ingeniariaren Erantzukizun Zibila Profesionalaren estaldura
• Legeak ezarritako aldirako Erregistro eta Zaintza

Elkarrizkidea
Ricardo Rebollo, Alejandro (6775)

Ikus-Ordezpenen
00947/2024
11/12/2024

Bizkaiko
Industri Ingeniariei
Elkargo Ofiziala



- Real Decreto 9/2005, de 14 de enero, por el que se establece la relación de actividades potencialmente contaminantes del suelo y los criterios y estándares para la declaración de suelos contaminados (B.O.E. núm. 15 de 18/01/2005).
- Orden PRA/1080/2017, de 2 de noviembre, por la que se modifica el anexo I del Real Decreto 9/2005, de 14 de enero, por el que se establece la relación de actividades potencialmente contaminantes del suelo y los criterios y estándares para la declaración de suelos contaminados.
- Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición (B.O.E. núm. 38 de 13/02/2008).
- Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido (B.O.E. núm. 276 de 18/11/2003).
- Real Decreto 1513/2005, de 16 de diciembre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a la evaluación y gestión del ruido ambiental (B.O.E. núm. 301 de 17/12/2005), y sus modificaciones.
- Real Decreto 1367/2007, de 19 de octubre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas (B.O.E. núm. 254 de 23/10/2007).
- Real Decreto 1038/2012, de 6 de julio, por el que se modifica el Real Decreto 1367/2007, de 19 de octubre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del ruido, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas (B.O.E. núm. 178 de 26/07/2012).
- Orden PCI/1319/2018, de 7 de diciembre, por la que se modifica el Anexo II del Real Decreto 1513/2005, de 16 de diciembre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del ruido, en lo referente a la evaluación del ruido ambiental.
- Reglamento de Instalaciones de Protección Contra Incendios (RIPCI) (Aprobado por Real Decreto 513/2017, de 22 de mayo, B.O.E. núm. 139 de 12/06/2017).
- Reglamento de Seguridad Contra Incendios en los Establecimientos Industriales (RSCIEI) (Aprobado por Real Decreto 2267/2004, de 3 de diciembre, B.O.E. núm. 30 de 17/12/2014).
- Código Técnico de la Edificación (CTE) (Aprobado por Real Decreto 314/2006, de 1 de marzo, B.O.E. núm. 74 de 28/03/2006).

El procedimiento garantiza:

- Identidad y habilitación profesional del autor
- Sus atribuciones y competencias profesionales
- Revisión formal del documento
- Cobertura Responsabilidad Civil Profesional del Ingeniero
- Registro y custodia por el periodo legal establecido

Colegio
 Ricondo Rebollo, Alejandro (6775)

Vista
 00947/2024
 11/12/2024

Bizkaiko
 Industri Ingeniariei
 Elkargo Ofiziala



DOCUMENTO Nº 1 MEMORIA

- Decreto Legislativo 7/2024, de 9 de julio, del Consell, de simplificación administrativa de la Generalitat.
- Ley 6/2014, de 25 de julio, de la Generalitat, de Prevención, Calidad y Control Ambiental de Actividades en la Comunitat Valenciana y sus modificaciones.
- Decreto Legislativo 1/2021, de 18 de junio, del Consell de aprobación del texto refundido de la Ley de ordenación del territorio, urbanismo y paisaje.
- Ley 7/2002, de 3 de diciembre, de la Generalitat Valenciana, de Protección contra la Contaminación Acústica, y sus modificaciones.
- Decreto 266/2004, de 3 de diciembre, del Consell de la Generalitat, por el que se establecen normas de prevención y corrección de la contaminación acústica en relación con actividades, instalaciones, edificaciones, obras y servicios.
- Resolución de 9 de mayo de 2005, del director general de Calidad Ambiental, relativa a la disposición transitoria primera del Decreto 266/2004, de 3 de diciembre, del Consell de la Generalitat, por el que se establecen normas de prevención y corrección de la contaminación acústica, en relación con actividades, instalaciones, edificaciones, obras y servicios.
- Decreto 104/2006, de 14 de julio, del Consell, de planificación y gestión en materia de contaminación acústica.

4.3 NORMATIVA LOCAL

- Condicionados que puedan ser emitidos por Organismos afectados por las instalaciones.

4.4 CÓDIGOS Y NORMAS DE CELDAS BLINDADAS

Las celdas, aparamenta y equipos asociados serán diseñados, construidos, probados, ensayados y montados de acuerdo con:

- UNE EN 61869-1: Transformadores de medida. Parte 1: Estipulaciones comunes.
- UNE EN 61869-2 -3 -5: Transformadores de medida de intensidad y tensión. Partes 2, 3 y 5: Requisitos adicionales para transformadores de intensidad, tensión inductivos y tensión capacitivos.
- UNE-EN 62271-1:2019: Aparamta de alta tensión. Parte 1: Especificaciones comunes para aparamenta de corriente alterna.


El visado acreditado garantiza:

- Identidad y habilitación profesional del autor
- Sus atribuciones y competencias profesionales
- Revisión formal del documento
- Cobertura Responsabilidad Civil Profesional del Ingeniero
- Registro y custodia por el periodo legal establecido

Colegiado
 Ricondo Rebollo, Alejandro (6775)

Visado
 00947/2024
 11/12/2024

Bizkaiko
 Industri Ingeniariei
 Elkargo Ofiziala



DOCUMENTO Nº 1 MEMORIA

- UNE-EN 62271-100:2021: Aparamenta de alta tensión. Parte 100: Interruptores automáticos de corriente alterna para alta tensión.
- UNE-EN 62271-102:2021: Aparamenta de alta tensión. Parte 102: Seccionadores y seccionadores de puesta a tierra de corriente alterna.
- UNE-EN IEC 62271-200:2021 Aparamenta de alta tensión. Parte 200: Aparamenta bajo envolvente metálica de corriente alterna para tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores o iguales a 52 kV.
- UNE-EN 62271-203:2013: Aparamenta de alta tensión. Parte 203: Aparamenta bajo envolvente metálica con aislamiento gaseoso para tensiones asignadas superiores a 52 kV.
- UNE-EN 62271-205:2011 Aparamenta de alta tensión. Parte 205: Conjuntos compactos de aparamenta de tensiones asignadas superiores a 52 kV.

4.5 COMPATIBILIDAD ELECTROMÁGNÉTICA

La instalación estará asegurada para compatibilidad electromagnética, considerando que los equipos de control y protecciones serán digitales, basados en microprocesadores (μ P), cuyas características se enuncian a continuación:

- La rigidez dieléctrica de los equipos será de 2 kV, 50 Hz, 1 minuto y el nivel de impulso de 5 kV, 1,2/50 μ s, 0,5 J, según norma UNE EN 60255-27:2014.
- De acuerdo a la norma UNE EN 60255-26:2013:
 - El nivel de protección frente a interferencias de A.F (onda oscilatoria de 1 MHz) será de 2,5 kV en modo común y 1 kV en modo diferencial.
 - Para las descargas electrostáticas, la tensión de salida (modo de descarga en el aire) será de 8 KV.
 - El nivel de inmunidad de los equipos frente a radiointerferencias cumplirá con lo indicado en esta norma y se ensayará según la norma UNE EN 60255-22-6.
 - Los equipos serán de clase A frente a transitorios rápidos.

Ikus-Ospenak berme hauetaz zuzentzen ditu:
• Egilearen nortasun eta gaikuntza profesionala
• Bere atribuzio eta kompetentzia profesionalak
• Dokumentuaren berrikuspen formala
• Ingeniariaren Erantzukizun Zibil Profesionalaren estaldura
• Legeak ezarritako aldirako Erregistro eta Zaintza

Elkargokidea
Ricardo Rebollo, Alejandro (6775)

Ikus-Ospena
00947/2024
11/12/2024

Bizkaiko
Industri Ingeniariei
Elkargo Ofiziala



5. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA INSTALACIÓN Y ALCANCE ACTUACIÓN

5.1 GENERAL

La nueva subestación ST Granadina constará de las instalaciones que a continuación describen, según puede verse en el esquema unifilar simplificado recogido en el documento nº 4 “Planos” del presente proyecto.

En este esquema unifilar se han representado los niveles de tensión de 132 y 20 kV con todos los circuitos principales que forman cada uno de los niveles de tensión, figurando las conexiones existentes entre los diferentes niveles y los elementos principales de cada uno de ellos.

Las tensiones de diseño de la instalación para los niveles de tensión que la componen son 132 y 20 kV, siendo estas coincidentes con las tensiones de inundación / energización de la instalación.

	Visado 00947/2024 11/12/2024	Colegiado Ricondo Rebollo, Alejandro (6775)	Avisado acredita las siguientes garantías: 8 <ul style="list-style-type: none"> • Identidad y habilitación profesional del autor • Sus atribuciones y competencias profesionales • Revisión formal del documento • Cobertura Responsabilidad Civil Profesional del Ingeniero • Registro y custodia por el periodo legal establecido
	4		

5.2 ALCANCE DE LA ACTUACIÓN PROYECTADA

5.2.1 Sistema de 132 kV

Se ha adoptado para la tensión de 132 kV una configuración en simple barra partida compuesta por las siguientes posiciones blindadas de intemperie

- ~~Dos (2) posiciones blindadas de intemperie de línea, con interruptor.~~
- ~~Dos (2) posiciones blindadas de intemperie de transformador de potencia T 1 y T 2, con interruptor.~~
- ~~Una (1) posición blindada de intemperie de partición de barras con interruptor.~~
- Dos (2) posiciones de medida convencionales de intemperie sin interruptor, instaladas en ambos extremos de los embarrados principales.

Aparellaje:

El aparellaje con que se equipa cada posición es el siguiente:

- Posición de línea:
 - Un (1) equipo híbrido (en adelante MTS, Mixed Technology Switchgear) 145 “SB”, colocado en intemperie, dotado con los siguientes elementos que se ubicarán dentro de sus correspondientes compartimentos, aislados en gas (natural o sintético).
 - Un (1) seccionador tripolar, para conexión de barras, de tres posiciones con cuchillos de puesta a tierra.
 - Un (1) interruptor automático tripolar.
 - Tres (3) transformadores de intensidad.
 - Seis (6) bushings gas (natural o sintético)/aire con aislamiento polimérico.
 - Tres (3) pararrayos de intemperie
 - Un (1) transformador de tensión inductivo.

Ikus-Onespenak berme hauek ziurtatzen ditu:

- Egilearen nortasun eta gaikuntza profesionala
- Bere atribuzio eta kompetentzia profesionalak
- Dokumentuaren berrikuspen formala
- Ingeniariaren Erantzukizun Zibila Profesionalaren estaldura
- Legeak ezarritako aldizkako Erregistro eta Zaintza

Elkargokidea:
 Ricondo Rebollo, Alejandro (6775)

Ikus-Onespen
 00947/2024
 11/12/2024

Bizkaiko
 Industri Ingeniariei
 Elkargo Ofiziala



DOCUMENTO Nº 1 MEMORIA

- Posición de transformador:
 - Un (1) equipo híbrido MTS 145 “SB”, colocado en intemperie, dotado con los siguientes elementos que se ubicarán dentro de sus correspondientes compartimentos, aislados en gas (natural o sintético):
 - Tres (3) transformadores de intensidad.
 - Un (1) interruptor automático tripolar.
 - Un (1) seccionador tripolar para conexión a barras, de tres posiciones con cuchillas de puesta a tierra.
 - Seis (6) bushings gas (natural o sintético)/aire con aislamiento polimérico.
- Posición de partición de barras:
 - Un (1) equipo híbrido MTS 145 “SB”, colocado en intemperie, dotado con los siguientes elementos que se ubicarán dentro de sus correspondientes compartimentos, aislados en gas (natural o sintético):
 - Dos (2) seccionadores tripolares para conexión a barras.
 - Un (1) interruptor automático tripolar.
 - Tres (3) transformadores de intensidad.
 - Seis (6) bushings gas (natural o sintético)/aire con aislamiento polimérico.
- Posición de medida de barras:
 - Seis (6) transformadores de tensión inductivos, tres en cada uno de los extremos de los embarrados principales.
- Embarrado principal:
 - Dos (2) semibarras con tubo de aleación de aluminio.

5.2.2 Transformador de potencia

En el alcance de la instalación se dispondrá de:

- ~~Dos (2) transformadores de potencia (T 1 y T 2) 132/20 kV de 40 MVA, de instalación exterior, aislado en aceite mineral, conexión YNd11, con regulación en carga.~~

Se complementa con la instalación de pararrayos de tensión nominal 20 kV y 132 kV situados lo más cerca posible de las bornas de los transformadores.

La obra civil que se desarrollará contemplará la bancada y elementos asociados para dos (2) transformadores.

El visado acredita las siguientes garantías:

- Identidad y habilitación profesional del autor
- Sus atribuciones y competencias profesionales
- Revisión formal del documento
- Cobertura Responsabilidad Civil Profesional del Ingeniero
- Registro y custodia por el periodo legal establecido

0

El visado acredita las siguientes garantías:

Colegiado

Ricoondo Rebollo, Alejandro (6775)

Visado

00947/2024

11/12/2024

Bizkaiko Industri Ingeniarien Elkargo Ofiziala





5.2.3 Sistema de 20 kV

Celdas 20kV:

La instalación de 20 kV presenta una configuración de simple barra partida que se alimenta desde los transformadores 132/20 kV (T-1 y T-2). Está formada por cuatro (4) módulos o centros integrales de media tensión, interconectados, de celdas normalizadas de ejecución metálica para interior, constituido en total por las siguientes posiciones:

Los módulos 1 y 3, cada uno contará con:

- ~~Cuatro (4) posiciones de líneas blindadas de interior con interruptor.~~
- ~~Una (1) posición de transformador blindada de interior con interruptor.~~
- ~~Una (1) posición de alimentación a transformador de servicios auxiliares blindada de interior con interruptor.~~
- ~~Una (1) posición de medida tensión en barras blindada de interior sin interruptor, instalada en la celda física correspondiente a la posición de servicios auxiliares del módulo.~~
- ~~Una (1) posición de partición blindada de interior con interruptor, instalada en una celda física.~~
- ~~Una (1) posición de unión de barras blindada de interior sin interruptor, instalada en una celda física.~~

Los módulos 2 y 4, cada uno contará con:

- ~~Cuatro (4) posiciones de líneas blindadas de interior con interruptor.~~
- ~~Una (1) posición de medida de tensión en barras blindada de interior sin interruptor, instalada en la celda física correspondiente a la posición de unión del módulo.~~
- ~~Una (1) posición de partición blindada de interior con interruptor, instalada en una celda física.~~
- ~~Una (1) posición de unión de barras blindada de interior sin interruptor, instalada en una celda física.~~

Las posiciones de partición y unión de barras que interconectan dos módulos de celdas conforma en conjunto una única posición de partición de barras como función eléctrica compuesta por dos celdas físicas.

La posición de medida ubicada en los módulos 1 y 3 está incluida físicamente en la celda de posición de servicios auxiliares. Asimismo, la posición de medida en los módulos 2 y 4 está incluida físicamente en la celda de partición- unión.

Ikus-Omespeak hauek ziurtatzen ditu:
1
• Egilearen nortasun eta gaikuntza profesionala
• Bere atribuzio eta kompetentzia profesionalak
• Dokumentuaren berrikuspen formala
• Ingeniariaren Erantzukizun Zibila Profesionalaren estaldura
• Legeak ezarritako aldirako Erregistro eta Zaintza

Elkargokidea
Ricoondo Rebollo, Alejandro (6775)

Ikus-Omespen
00947/2024
11/12/2024

Bizkaiko
Industri Ingeniarien
Elkargo Ofiziala



DOCUMENTO Nº 1 MEMORIA

Todos los circuitos se conectan al embarrado principal a través de un interruptor automático de corte en vacío, excepto los circuitos de servicios auxiliares y los circuitos de medida que se conectan por medio de fusibles calibrados de alto poder de ruptura.

Transformador de Servicios Auxiliares:

Las dos (2) celdas de servicios auxiliares de los módulos 1 y 3 alimentan a sendos transformadores trifásicos de tipo intemperie de 250 kVA, relación 20 kV + 2,5% + 5% + 7,5% + 10% / 0,420- 0,242 kV, los cuales irán instalados en intemperie, próximos a los edificios en el que se alojan las celdas a las que se conectan.

Reactancia y resistencias de puesta a tierra:

Se instalará dos (2) reactancias trifásicas de puesta a tierra de 1.000 A - 10 segundos, en serie con dos (2) resistencias monofásicas de puesta a tierra de 500 A - 15 segundos, en las salidas de 20 kV de cada transformador de potencia, que servirá para dar sensibilidad a las protecciones de tierra y dotar a las mismas de una misma referencia de tensión, así como para limitar la intensidad de defecto a tierra en el sistema de 20 kV. Cada reactancia trifásica irá conectada a su correspondiente resistencia monofásica de puesta a tierra.

5.2.4 Edificios

La instalación dispondrá de dos (2) edificios, un edificio será para la sala de control y otro edificio será para sala de comunicaciones. Los edificios serán del tipo monobloque metálicos.

Las dimensiones de los edificios son:

- Un (1) edificio que es la sala control de 11,3 m (largo) x 4,2 m (ancho) (47,46 m²).
- Un (1) edificio que es la sala de comunicaciones de 5,2m (largo) x 4,2 m (ancho) (21,84 m²).

Además, existirán cuatro (4) edificios prefabricados monobloques (EPM) para celdas en una sola planta.

Estos edificios serán iguales dos a dos. Dos de estos edificios (con una superficie cada uno de 24,35 m²) albergarán las celdas correspondientes a los módulos 1 y 3 y los otros dos (con una superficie cada uno de 20,39m²) las correspondientes a los módulos 2 y 4.

La disposición en planta de las edificaciones puede verse en el documento nº 4 "Planos".

2

El usuario acredita las siguientes garantías:

- Identidad y habilitación profesional del autor
- Sus atribuciones y competencias profesionales
- Revisión formal del documento
- Cobertura Responsabilidad Civil Profesional del Ingeniero
- Registro y custodia por el periodo legal establecido

Colegiado
Ricoondo Rebollo, Alejandro (6775)

Visado
00947/2024
11/12/2024

Bizkaiko
Industri Ingeniariei
Elkargo Ofiziala



C

5.2.5 Posiciones sin equipar con obra civil realizada

Formando parte del alcance de la instalación construida, ésta contará con las siguientes posiciones futuras sin equipar, pero con la obra civil realizada de forma completa para las mismas, en concreto:

Sistema de 20 kV:

Cada uno de los cuatro (4) módulos constará con las siguientes posiciones futuras sin equipar:

- Una (1) posición blindada de interior con interruptor.

5.2.6 Resto de instalaciones

Además de los circuitos y elementos principales descritos en los anteriores apartados, también se ha previsto la instalación de los correspondientes aparatos de medida, mando, control, protección y comunicaciones necesarios para la adecuada explotación de la instalación, y los sistemas de distribución de servicios auxiliares en corriente alterna y corriente continua desde los respectivos equipos rectificadores-batería.

Por sus características, estos aparatos son de instalación interior, y para su control y fácil maniobrabilidad, se han ubicado en cuadros y armarios situados en las salas de control y comunicaciones, habilitadas en el edificio donde se instalan todos aquellos componentes que, por su función, centralizan de alguna manera el control de la subestación.

Para el hipotético caso de una fuga del material dieléctrico de los transformadores T-1 y T-2 del parque de intemperie se instalará un sistema preventivo de recogida del mismo compuesto por: cubeta solidaria con la bancada de cada transformador, sistema de evacuación desde cada transformador y un receptor de emergencia con una capacidad nominal de 30 m³, capaz de almacenar el volumen de dieléctrico equivalente al contenido de la cuba del transformador de mayor capacidad. Se ejecutarán las arquetas, canalizaciones necesarias para la conducción del dieléctrico desde las bancadas de los transformadores hasta el receptor de emergencia. Ver mayor detalle en Anexo 6 "Obra Civil".

Ikuspean zehazten da proiektuaren diseinua eta bere eraketa, eta horretarako behar diren baimenak eta dokumentazioa lortzeko. Proiektuaren eraketa eta zaintza bermatzen duen erantzukizun zibila. Erregistroa eta zaintza bermatzen duen erantzukizun zibila.

- Egilearen nortasun eta gaikuntza profesionala
- Bere atribuzio eta kompetentzia profesionalak
- Dokumentuaren berrikuspen formaia
- Ingeniariaren Erantzukizun Zibila
- Profesionalaren estaldura
- Legeak ezarritako aldirako Erregistro eta Zaintza

Elaboratua: Riondo Rebollo, Alejandro (6775)

Ikuspean zehazten da proiektuaren diseinua eta bere eraketa, eta horretarako behar diren baimenak eta dokumentazioa lortzeko. Proiektuaren eraketa eta zaintza bermatzen duen erantzukizun zibila. Erregistroa eta zaintza bermatzen duen erantzukizun zibila.

00947/2024
11/12/2024

Bizkaiko Industri Ingeniariei Elkargo Ofiziala

ii

B

5.3 EVOLUCIÓN FUTURA DE LA INSTALACIÓN

De acuerdo con las previsiones de evolución que a medio y largo plazo se contemplan, en función del desarrollo de la zona, la futura subestación ST GRANADINA contará en su máximo desarrollo con las instalaciones descritas en apartados siguientes por niveles de tensión.

En el esquema unifilar simplificado y planta de la subestación incluidas el documento nº 4 “Plano”, las instalaciones futuras se representan en trazo discontinuo.

5.3.1 Sistema de 132 kV

Configuración en simple barra partida con capacidad máxima para las siguientes posiciones:

- Dos (2) posiciones blindadas de intemperie de línea, con interruptor.
- Dos (2) posiciones blindadas de intemperie de transformador de potencia T-1 y T-2, con interruptor.
- Una (1) posición blindada de intemperie de partición de barras con interruptor.
- Dos (2) posiciones de medida convencionales de intemperie sin interruptor, instaladas en ambos extremos de los embarrados principales.

5.3.2 Transformador de potencia

En el alcance máximo de la instalación se contemplan:

- Dos (2) transformadores de potencia (T-1 y T-2) 132/20 kV de 40 MVA, de instalación exterior, aislados en aceite mineral, conexión YNd11, con regulación en carga.

El visado acredita las siguientes garantías:

- Identidad y habilitación profesional del autor
- Sus atribuciones y competencias profesionales
- Revisión formal del documento
- Cobertura Responsabilidad Civil Profesional del Ingeniero
- Registro y custodia por el periodo legal establecido

Colegiado

Ricardo Rebollo, Alejandro (6775)

Visado

00947/2024
11/12/2024

Bizkaiko
Industri Ingeniarien
Elkargo Ofiziala



5.3.3 Sistema de 20 kV

En el alcance máximo de la instalación se contemplan:

Celdas 20kV:

La instalación de 20 kV presenta una configuración de simple barra partida que se alimenta desde los transformadores 132/20 kV (T-1 y T-2). Está formada por cuatro (4) módulos o centros integrales de media tensión, interconectados, de celdas normalizadas de ejecución metálica para interior, constituido en total por las siguientes posiciones:

Los módulos 1 y 3, cada uno contará con:

- Cuatro (4) posiciones de líneas blindadas de interior con interruptor.
- Una (1) posición de transformador blindada de interior con interruptor.
- Una (1) posición de alimentación a transformador de servicios auxiliares blindada de interior sin interruptor.
- Una (1) posición de medida tensión en barras blindada de interior sin interruptor, instalada en la celda física correspondiente a la posición de servicios auxiliares del módulo.
- Una (1) posición de partición blindada de interior con interruptor, instalada en una celda física.
- Una (1) posición de unión de barras blindada de interior sin interruptor, instalada en una celda física.
- Una (1) posición de batería de condensadores blindada de interior con interruptor, futura.

Los módulos 2 y 4, cada uno contará con:

- Cinco (5) posiciones de líneas blindadas de interior con interruptor. Siendo una (1) posición de línea futura.
- Una (1) posición de medida de tensión en barras blindada de interior sin interruptor, instalada en la celda física correspondiente a la posición de unión del módulo.
- Una (1) posición de partición blindada de interior con interruptor, instalada en una celda física.
- Una (1) posición de unión de barras blindada de interior sin interruptor, instalada en una celda física.

Las posiciones de partición y unión de barras que interconectan dos módulos de celdas conforma en conjunto una única posición de partición de barras como función eléctrica compuesta por dos celdas físicas.

ikus-Ospespe berme hauek ziurtatzen ditu:
5
• Egilearen nortasun eta gaikuntza profesionala
• Bere atribuzio eta kompetentzia profesionalak
• Dokumentuaren berrikuzpen formaia
• Ingeniariaren Erantzukizun Zibil Profesionalaren estaldura
• Legeak ezarritako aldirako Erregistro eta Zaintza

Elkartokidea
Ricoondo Rebollo, Alejandro (6775)

ikus-Ospespen
00947/2024
11/12/2024

Bizkaiko
Industri Ingeniarien
Elkargo Ofiziala



DOCUMENTO Nº 1 MEMORIA

La posición de medida ubicada en los módulos 1 y 3 está incluida físicamente en la celda de la posición de servicios auxiliares. Asimismo, la posición de medida en los módulos 2 y 4 está incluida físicamente en la celda de partición- unión.

Todos los circuitos se conectan al embarrado principal a través de un interruptor automático, excepto los circuitos de servicios auxiliares y los circuitos de medida que se conectan por medio de fusibles calibrados de alto poder de ruptura.

Transformador de Servicios Auxiliares:

Las dos (2) celdas de servicios auxiliares de los módulos 1 y 3 alimentan a sendos transformadores trifásicos de tipo intemperie de 250 kVA, relación 20 kV + 2,5% + 5% + 7,5% + 10% / 0,420- 0,242 kV, los cuales irán instalados en intemperie, próximos a los edificios en el que se alojan las celdas a las que se conectan.

Reactancia y resistencias de puesta a tierra:

Se instalará dos (2) reactancias trifásicas de puesta a tierra de 1.000 A - 10 segundos, en serie con dos (2) resistencias monofásicas de puesta a tierra de 500 A - 15 segundos, en las salidas de 20 kV de cada transformador de potencia, que servirá para dar sensibilidad a las protecciones de tierra y dotar a las mismas de una misma referencia de tensión, así como para limitar la intensidad de defecto a tierra en el sistema de 20 kV. Cada reactancia trifásica irá conectada a su correspondiente resistencia monofásica de puesta a tierra.

Baterías de condensadores:

La instalación tiene la capacidad de instalar dos (2) baterías de condensadores de 7,2 MVAR. Una (1) conectada en el módulo 1 y otra (1) conectada en el módulo 3 de celdas del sistema de medida tensión y asociadas a cada transformador. Las dos (2) posiciones de batería de condensadores son futuras.

El visado acredita las siguientes garantías: 6

- Identidad y habilitación profesional del autor
- Sus atribuciones y competencias profesionales
- Revisión formal del documento
- Cobertura Responsabilidad Civil Profesional del Ingeniero
- Registro y custodia por el periodo legal establecido

Colaborador
Ricoñdo Rebollo, Alejandro (6775)

Visado
00947/2024
11/12/2024

Bizkaiko
Industri Ingeniarien
Elkargo Ofiziala



5.3.4 Edificios

En el alcance máximo de la instalación se contemplan los siguientes edificios, indicándose también su funcionalidad:

- Un (1) edificio de control de 11,3 m (largo) x 4,2 m (ancho) (47,46 m²).
- Un (1) edificio de comunicaciones de 5,2m (largo) x 4,2 m (ancho) (21,84 m²).

Además, existirán cuatro (4) edificios prefabricados monobloques (EPM) para celdas en una sola planta.

Estos edificios serán iguales dos a dos. Dos de estos edificios (con una superficie cada uno de 24,35 m²) albergarán las celdas correspondientes a los módulos 1 y 3 y los otros dos (con una superficie cada uno de 20,39m²) las correspondientes a los módulos 2 y 4.

<p>Ikus-Onespenak berme-nauek ziurtatzen ditu:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Egilearen nortasun eta gaitasuna profesionala • Bere atribuzio eta kompetentzia profesionalak • Dokumentuaren berrikuzun formaia • Ingeniariaren Erantzukizun Zibila Profesionalaren estaldura • Legeak ezarritako aldirako Erregistro eta Zaintza
<p>Elkargokidea</p> <p>Ricardo Rebollo, Alejandro (6775)</p>
<p>Ikus-Onespen</p> <p>00947/2024 11/12/2024</p>
<p>Bizkaito Industri Ingeniariei Elkargo Ofiziala</p>  

6. SISTEMAS DE ALTA TENSIÓN

6.1 SISTEMA DE 132 KV

6.1.1 Equipos Híbridos MTS

Se instalarán un total de cinco (5) equipos híbridos MTS en la subestación, dos (2) de posición de línea, dos (2) de posición de transformador y uno (1) de posición de partición de barras.

Cada equipo híbrido MTS, con aislamiento en gas (natural o sintético), será de tipo encapsulado de exterior para conexión en simple barra. Todos ellos estarán formados por elementos unipolares y tripolares, en los que la aparamenta de corte será siempre de acción tripolar y estarán provistos de aisladores pasatapas gas (natural o sintético)/Aire para la conexión de barras a las posiciones. Estos elementos aglutinarán las funciones de los seccionadores de barras y puesta a tierra, del interruptor y del transformador de intensidad.

Particularizando los elementos que conforman los Equipos Híbridos MTS's, para las distintas posiciones donde se proyecta su instalación:

- Posición de línea.
 - Un (1) seccionador tripolar, para conexión a barras, de tres posiciones con cuchillas de puesta a tierra.
 - Un (1) interruptor automático tripolar de corte en gas (natural o sintético).
 - Tres (3) transformadores de intensidad.
 - Seis (6) bushings gas (natural o sintético)/aire con aislamiento polimérico.
- Posición de transformador:
 - Un (1) seccionador tripolar, para conexión a barras, de tres posiciones (con puesta a tierra).
 - Un (1) interruptor automático tripolar de corte en gas (natural o sintético).
 - Tres (3) transformadores de intensidad.
 - Seis (6) bushings gas (natural o sintético)/aire con aislamiento polimérico.
- Partición de barras:
 - Dos (2) seccionadores tripolares, para conexión a barras, de dos posiciones.
 - Un (1) interruptor automático tripolar de corte en gas (natural o sintético).
 - Tres (3) transformadores de intensidad.
 - Seis (6) bushings gas (natural o sintético)/aire con aislamiento polimérico.

El visado acredita las siguientes garantías:

- Identidad y habilitación profesional del autor
- Sus atribuciones y competencias profesionales
- Revisión formal del documento
- Cobertura Responsabilidad Civil Profesional del Ingeniero
- Registro y custodia por el periodo legal establecido

Colegado

Ricardo Rebollo, Alejandro (6775)

Visado

009470024
11/12/2024

Bizkaiko
Industri Ingeniarien
Elkargo Ofiziala



DOCUMENTO Nº 1 MEMORIA

Las características principales de estos equipos son las siguiente:

- Tipo de equipo Blindada,	Gas (natural o sintético)
- Servicio Continuo,	exterior.
- Temperatura ambiente -	30 °C a +40 °C
- Tensión de aislamiento asignada	145 kV
- Tensión de servicio nominal	132 kV
- Tensión de ensayo 1 minuto 50 Hz	275 kV
- Tensión de ensayo a impulso tipo rayo onda 1,2/50 µs	650 kV
- Frecuencia nominal	50 Hz
- Intensidad asignada de servicio continuo.....	2.500 A
- Intensidad de cortocircuito asignada (3s)	40 kA
- Intensidad de cortocircuito (valor de cresta)	100 kA

A continuación, se describen las características de los elementos que lo componen:

Seccionadores de aislamiento/seccionador de Puesta a Tierra

- Tensión de aislamiento asignada.....	145 kV
- Tensión de servicio nominal	132 kV
- Nivel de aislamiento a tierra y entre polos:	
• Tensión de ensayo a 50 Hz 1 minuto	275 kV
• Tensión de ensayo a impulso tipo rayo onda 1,2/50 µs	650 kV (val. cresta)
- Nivel de aislamiento sobre la distancia de seccionamiento:	
• Tensión de ensayo a 50 Hz 1 minuto	315 kV
• Tensión de ensayo a impulso tipo rayo onda 1,2/50 µs	750 kV (val. cresta)
- Intensidad de servicio continuo	2.500 A
- Intensidad admisible de corta duración (1 s).....	40 kA (val. eficaz)
- Intensidad admisible (valor de cresta).....	100 kA
- Tipo de mando.....	Motorizado

Ikus-Onespenak berme gaureratuak

- Egilearen nortasun eta gaituntasun profesionala
- Bere atribuzio eta kompetentzia profesionalak
- Dokumentuaren berrikuspen formala
- Ingeniariaren Erantzukizun Zibil Profesionalaren estaldura
- Legeak ezarritako aldirako Erregistro eta Zaintza

Elkargokidea

Ricoondo Rebollo, Alejandro (6775)

Ikus-Onespen

00947/2024
11/12/2024

Bizkaiko
Industri Ingeniarrien
Elkargo Ofiziala



Interruptor

- Tensión de aislamiento asignada145 kV
- Tensión de servicio nominal132 kV
- Frecuencia50 Hz
- Intensidad asignada de servicio continuo2.500 A
- Intensidad de cortocircuito asignada.40 kA
- Tensión de ensayo 1 minuto 50 Hz275 kV
- Tensión de ensayo a impulso tipo rayo onda 1,2/50 µs650 kV
- Duración nominal de la corriente de cortocircuito.....3 s
- Ciclo nominal de maniobra asignado.....O-0,3s-CO-15s-CO
- Tipo de reengancheTrifásico
- Clase.....M2 y C2

Transformadores de intensidad

- Tensión de aislamiento asignada145 kV
- Tensión de servicio nominal.....132 kV
- Relación de transformación:
 - Posiciones de línea1200/1-1 A
 - Posición de transformador.....1200/1-1 A
 - Posición de partición1200/1-1 A
- Potencias y clases de precisión:
 - Arrollamientos de medida y protección (x2)..... 1 VA $V \geq 60(R_{ct}+1)$
 $R_{ct} < 6 \quad I_e \leq 20$
- Tensión de ensayo a frecuencia industrial durante 1 minuto, sobre el arrollamiento primario275 kV
- Tensión de ensayo a impulso tipo rayo onda 1,2/50 µs650 kV cresta
- Sobreintensidad admisible en permanencia2 x I_n primaria

6.1.2 Transformadores de tensión

Para alimentar los diversos aparatos de medida y protección de circuitos de 132 kV se ha previsto la instalación de los siguientes transformadores de tensión.

Transformadores de tensión inductivos:

En cada uno de los extremos del embarrado principal se instalarán tres transformadores de tensión inductivos, cuyas características eléctricas más esenciales son:

El visado acredita las siguientes garantías: 0

- Identidad y habilitación profesional del autor
- Sus atribuciones y competencias profesionales
- Revisión formal del documento
- Cobertura Responsabilidad Civil Profesional del Ingeniero
- Registro y custodia por el periodo legal establecido

Colegiado

Ricardo Rebollo, Alejandro (6775)

Visado

00947/2024
11/12/2024

Bizkaiko
Industri Ingeniarien
Elkargo Ofiziala



DOCUMENTO Nº 1 MEMORIA

- Frecuencia 50 Hz
- Tensión de aislamiento asignada 145 kV
- Tensión de servicio nominal 132 kV
- Relación de transformación:
 - Primer arrollamiento $132/\sqrt{3} : 0,110/\sqrt{3}$ kV
 - Segundo arrollamiento $132/\sqrt{3} : 0,110/\sqrt{3}$ kV
 - Tercer arrollamiento $132/\sqrt{3} : 0,110$ kV
- Potencias y clase de precisión (no simultáneas):
 - Primer arrollamiento 75 VA, Cl.0,5 – 3P
 - Segundo arrollamiento 75 VA, Cl.0,5 - 3 P
 - Tercer arrollamiento 50 VA, Cl 3P
- Tensión de ensayo a frecuencia industrial durante 1 min. 275 kV
- Tensión de ensayo a impulso tipo rayo onda 1,2/50 μ s 650 kV

El número total de transformadores de tensión a instalar es de ocho, (8) dos (2) de ellos tipo inductivo ubicados en las líneas, y seis (6) tipo inductivo situados en los extremos de las barras principales.

6.1.3 Pararrayos

Para proteger la instalación contra las sobretensiones de origen atmosférico, o las que por cualquier otra causa pudieran producirse, se ha proyectado en cada una de las dos posiciones de línea (justo en la salida-entrada) y en las posiciones de transformador (colocado lo más cerca posible a las bornas de los transformadores de potencia), el montaje de un juego de tres pararrayos conectados en derivación de la conexión de 132 kV.

Las características principales de estos pararrayos son las siguientes:

- Tensión asignada 132 kV
- Tensión máxima de servicio continuo 106 kV
- Intensidad nominal de descarga (onda 8/20 μ s) 10 kA
- Clase de descarga 3
- Tensión residual a impulsos tipo rayo (10 kA 8/20 μ s) ≤ 320 kV
- Tensión residual a impulsos tipo maniobra ≤ 290 kV

Los pararrayos a utilizar serán de óxidos metálicos sin explosores con envolvente polimérica.

Se instalarán un total de doce (12) pararrayos en 132 kV, tres (3) por cada posición de línea y tres (3) por cada transformador.

Ikus-Onespenak berme hauek ziurtatzen ditu:

- Egilearen nortasun eta gaikuntza profesionala
- Bere atribuzio eta kompetentzia profesionalak
- Dokumentuaren berrikuzkuzen formaia
- Ingeniariaren Erantzukizun Zibil Profesionalaren estaldura
- Legeak ezarritako aldirako Erregistro eta Zaintza

Elkargokidea

Ricardo Rebollo, Alejandro (6775)

Ikus-Onespen

00947/2024
11/12/2024

Bizkaiko Industri Ingeniariei Elkargo Ofiziala





7. TRANSFORMACIÓN

7.1 TRANSFORMADOR 132/20 KV

Para la transformación de 132/20 kV se ha previsto el montaje de dos (2) transformadores de potencia T-1 y T-2, trifásicos en baño de aceite, tipo intemperie.

Las características técnicas y constructivas esenciales de cada uno de los transformadores son:

- Tipo transformador Trifásico intemperie
- Relación de transformación 132.000 / 21.500 V
- Grupo de conexión YNd11
- Refrigeración ONAN / ONAF
- Potencia nominal 40 MVA
- Tipo de servicio Continuo exterior
- Frecuencia 50 Hz
- Tensión de cortocircuito para relación 132/21,5 kV 13,5%

Los bobinados de los transformadores serán calculados para los siguientes niveles de aislamiento:

- Tensión de ensayo soportada a onda plena 1,2/50 μ s (valor cresta):
 - Primario..... 550 kV
 - Secundario..... 125 kV
 - Neutro del primario..... 125 kV
- Tensión de ensayo soportada de corta duración a frecuencia industrial:
 - Primario..... 230 kV
 - Secundario..... 50 kV
 - Neutro del primario..... 50 kV

Los transformadores van provistos de regulación de tensión en carga accionada por motor mediante varias tomas situadas en el devanado primario (132 kV). Características regulación de tensión:

- Relación en vacío MAT/MT 132 \pm 9x1,465/ 21,5 kV
- Tensión por escalón 1.465V
- Número de posiciones en servicio 19

La refrigeración de los transformadores es ONAN/ONAF mediante radiadores adosados a la cubierta con independización mediante válvulas, y motoventiladores accionados por termostato.

El visado acredita las siguientes garantías:

- Identidad y habilitación profesional del autor
- Sus atribuciones y competencias profesionales
- Revisión formal del documento
- Cobertura Responsabilidad Civil Profesional del Ingeniero
- Registro y custodia por el periodo legal establecido

Colegiado
 Ricondo Rebollo, Alejandro (6775)

Visado
 00947/2024
 11/12/2024

Bizkaiko
 Industri Ingeniariei
 Elkargo Ofiziala



DOCUMENTO Nº 1 MEMORIA

En bornas de 132 kV y 20 kV van incorporados transformadores de intensidad toroidales, tipo “Bushing”, de las siguientes características:

Transformador 132/20 kV de 40 MVA:

- En bornas de A.T:
 - 3 T/i tipo BM relación 200/5 A, 20 VA., CL. 0,5
 - 3 T/i tipo BR relación 200/5 A, 30 VA., 5P20
- En bornas de B.T:
 - 3 T/i tipo BM relación 1200/5 A, 20 VA. CL 0.5
 - 3 T/i tipo BR relación 1200/5 A, 30 VA., 5P20

Las protecciones propias de cada transformador constan del siguiente equipamiento:

- Relé Buchholz (63B) de dos flotadores con contactos de alarma y disparo.
- Relé Buchholz Jansen (63RS) con contacto de disparo.
- Liberador de presión en el transformador (63L) con contactos de alarma.
- Nivel de aceite del transformador (63NT) con dos contactos de alarma, máximo y mínimo.
- Nivel de aceite del regulador (63NR) con dos contactos de alarma, máximo y mínimo.
- Termostato con contacto de alarma de temperatura 1º nivel.
- Termómetro de contacto (26) indicador de temperatura del aceite del transformador con cuatro contactos ajustables, dos destinados al control de la refrigeración y otro a la alarma de temperatura 2º nivel.
- Sonda indicadora de temperatura del transformador tipo PT-100.

Ikus-Onespenak berme hauetarako zuzentzen ditu: 3

- Egilearen nortasun eta gaikuntza profesionala
- Bere atribuzio eta kompetentzia profesionalak
- Dokumentuaren berrikuspen formala
- Ingeniariaren Erantzukizun Zibil Profesionalaren estaldura
- Legeak ezarritako aldizkako Erregistro eta Zaintza

Elkarri
Elikabidea

Ricardo Rebollo, Alejandro (6775)

Ikus-Onespen
00947/2024
11/12/2024

Bizkaiko
Industri Ingeniariei
Elkargo Ofiziala



7.2 REACTANCIA DE PUESTA A TIERRA

Por cada transformador de grupo de conexión YNd11, se dispone una reactancia trifásica de puesta a tierra en baño de aceite para crear un neutro artificial y dotar de una puesta a tierra de la red en un punto donde el neutro no está disponible.

La reactancia se conecta en la salida del secundario del transformador con terminales aislados y cable de aislamiento seco 12 / 20 kV 240 mm² Al. La borna de neutro será accesible al exterior y se conectará una terminación flexible para conexión de un cable de aislamiento seco 12 / 20 kV 240 mm² Al para conexión con la resistencia de puesta a tierra indicada en el apartado siguiente.

La reactancia se ubicará en las proximidades del transformador.

Las características principales de esta reactancia son:

- Tensión de aislamiento asignada24 kV
- Tensión de servicio nominal20 kV
- Frecuencia50 Hz
- Grupo de conexiónZig-Zag
- Intensidad de defecto a tierra por el neutro 1.000 A
- Duración del defecto a tierra por el neutro 10 s
- Intensidad permanente en el neutro.....30 A
- Tensión de ensayo a 50 Hz 1 minuto..... 50 kV
- Tensión de ensayo a impulso tipo rayo onda 1,2/50 µs 125 kV
- RefrigeraciónKNAN
- Aislamiento.....Líquido clase K

En bornas de fases y neutro de la reactancia van incorporados transformadores de intensidad toroidales tipo Bushing para protección de las siguientes características:

- En cada fase:
 - 3 T/i tipo BR relación 300/5 A, 15 VA., 5P20
- En el neutro:
 - 1 T/i tipo BR relación 300/5 A, 15 VA., 5P20

Las protecciones propias de la reactancia constan del siguiente equipamiento:

- Relé Buchholz (63B) con dos contactos de alarma y disparo.
- Nivel de líquido K de la reactancia (63N).

El visado acredita las siguientes garantías: 4

- Identidad y habilitación profesional del autor
- Sus atribuciones y competencias profesionales
- Revisión formal del documento
- Cobertura Responsabilidad Civil Profesional del Ingeniero
- Registro y custodia por el periodo legal establecido

Colegiado
Ricoondo Rebollo, Alejandro (6775)

Visado
00947/2024
11/12/2024

Bizkaiko
Industri Ingeniarien
Elkargo Ofiziala



7.3 RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA

Por cada transformador de grupo de conexión YNd11 y conectada en serie con el neutro de la reactancia trifásica de puesta a tierra, se dispone una resistencia de puesta a tierra monofásica con el fin de limitar la corriente de defecto a tierra en caso de falta, permitiendo además un correcto funcionamiento de las protecciones.

La resistencia se conecta con el neutro de la reactancia mediante cable de aislamiento seco 1 / 20 kV 240 mm² Al y terminaciones flexibles de exterior.

La resistencia se ubica en suelo sin necesidad de defensa o cerramiento puesto que va dispuesta bajo una envolvente metálica que evita contactos accidentales contra puntos en tensión. Se coloca sobre una cimentación individual propia próxima a la reactancia y al transformador.

Las características de esta resistencia son:

- Tensión de aislamiento asignada24 kV
- Tensión de servicio nominal20 kV
- Frecuencia50 Hz
- Intensidad nominal asignada500 A
- Duración del defecto a tierra.....15 s
- Valor óhmico.....20 Ω
- Tensión de ensayo a 50 Hz 1 minuto.....28 kV

Ikus-Onespenak berme-tauek ziurtatzen ditu:	5
Elkartegokidea	Ricondo Rebollo, Alejandro (6775) Bizkaiko Industri Ingeniarien Elkargo Ofiziala
Ikus-Onespen	00947/2024 11/12/2024
	Egilearen nortasun eta gaikuntza profesionala Bere atribuzio eta kompetentzia profesionalak Dokumentuaren berrikuspen formala Ingeniariaren Erantzukizun Zibila Profesionalaren estaldura Legeak ezarritako aldizkako Erregistro eta Zaintza

7.4 TRANSFORMADORES DE SERVICIOS AUXILIARES

Para garantizar los servicios auxiliares de corriente alterna (c.a.) se ha considerado una configuración de doble alimentación trifásica mediante dos (2) transformadores de servicios auxiliares de 250 kVA, de tipo intemperie, montados sobre soporte metálico.

Estos transformadores se conectan a sus correspondientes celdas de 20 kV, a través de una terna de cable de aislamiento seco HEPRZ1 12 / 20 kV 50 mm² Al. En la conexión de los cables aislados con la salida de bornas del transformador y con la celda se empleará terminaciones enchufables.

Se conectarán en baja tensión a los cuadros de servicios básicos de c.a. instalados en el interior del edificio.

Las características principales de estos transformadores son:

- Tipo transformador Trifásico intemperie
- Tensión primaria 20+2,5+5+7,5+10% kV
- Tensión secundaria 0,420 – 0,242 kV
- Potencia nominal 250 kVA
- Grupo de conexión Dyn11
- Refrigeración ONAN
- Aislamiento Líquido Aislante K
- Tipo de servicio..... Continuo

El visado acredita las siguientes garantías:

- Identidad y habilitación profesional del autor
- Sus atribuciones y competencias profesionales
- Revisión formal del documento
- Cobertura Responsabilidad Civil Profesional del Ingeniero
- Registro y custodia por el periodo legal establecido

6

Visado
00947/2024
11/12/2024

Colegiado
Ricoondo Rebollo, Alejandro (6775)

Bizkaiko Industri Ingeniariei Elkargo Ofiziala



8. SISTEMA DE ALTA TENSIÓN (20 KV)

8.1 CELDAS DE ALTA TENSIÓN (20 KV)

8.1.1 Descripción y características generales

El sistema de 20 kV tiene una configuración de simple barra partida y está compuesto por celdas blindadas con aislamiento en gas (natural o sintético) para instalación en interior.

En el sistema de celdas la aparamenta se dispone bajo una envolvente metálica blindada con aislamiento en gas (natural o sintético), tecnología que confiere al sistema una serie de ventajas tales como dimensiones reducidas, insensibilidad contra la contaminación atmosférica y el polvo, además de presentar una alta fiabilidad y disponibilidad.

Las celdas se instalarán agrupadas constituyendo un conjunto dividido en cuatro módulos. Cada módulo se ubica en edificios independientes para obtener una sectorización entre los módulos, en aras de prevenir que incidentes en un módulo afecten al otro. Ambos módulos se unirán mediante cable aislado y se distribuyen de la siguiente manera:

- **Módulo 1 y 3, cada módulo:**
 - Cuatro (4) celdas de línea.
 - Una (1) celda de transformador de potencia.
 - Una (1) celda de transformador de servicios auxiliares.
 - Una (1) medida de tensión en barras ubicada en la celda de servicios auxiliares.
 - Una (1) celda de partición de barras.
 - Una (1) celda de unión de barras.
 - Una (1) celda de batería de condensadores (no equipada).
- **Módulo 2 y 4, cada módulo:**
 - Cuatro (4) celdas de línea.
 - Una (1) medida de tensión en barras ubicada en la celda de unión de barras.
 - Una (1) celda de partición de barras.
 - Una (1) celda de unión de barras.
 - Una (1) posición de reserva (no equipada).

En el documento nº 4 “Planos” puede verse la disposición prevista de las celdas en el interior del edificio de la Subestación.

 <p>Bizkaiko Industri Ingeniariei Elkargo Ofiziala</p>	<p>Ikus-Onespen 00947/2024 11/12/2024</p>	<p>Elkargokidea Ricondo Rebollo, Alejandro (6775)</p>	<p>Ikus-Onespenak berme hauek ziurtatzen ditu: • Egilearen nortasun eta gaikuntza profesionala • Bere atribuzio eta kompetentzia profesionalak • Dokumentuaren berrikuzun formala • Ingeniariaren Erantzukizun Zibila Profesionalaren estaldura • Legeak ezarritako aldirako Erregistro eta Zaintza</p>
---	---	---	---

DOCUMENTO Nº 1 MEMORIA

Las celdas son del tipo “fases agrupadas” y baja presión de trabajo (0,4 bar de presión relativa). Están dotadas de interruptores automáticos y las diferentes funciones de cada circuito están compartimentadas para minimizar la extensión ante cualquier incidente interno, aparte de permitir realizar de forma segura trabajos de mantenimiento sin perturbar el servicio.

Las características eléctricas principales de estas celdas son las siguientes:

- Tipo de celdaBlindada, gas (natural o sintético)
- Servicio Continuo, interior
 - Temperatura ambiente-5 °C a + 40 °C
 - Tensión de aislamiento asignada24 kV
 - Tensión de servicio nominal.....20 kV
 - Tensión de ensayo 1 minuto 50 Hz50 kV
 - Tensión de ensayo a impulso tipo rayo onda 1,2/50 µs125 kV
 - Frecuencia50 Hz
 - Intensidad asignada de servicio continuo:
 - Derivación celdas de línea y batería.....630 A
 - Derivación celdas de transformador y partición1.600 A
 - Barras1.600 A
 - Intensidad de cortocircuito asignada (1s).....25 kA
 - Intensidad de cortocircuito (valor de cresta).....63 kA

Las características constructivas de cada celda son análogas, variando únicamente el aparellaje instalado en cada una de ellas de acuerdo con las necesidades para cada tipo de servicio.

La aparamenta con la que va dotada cada tipo de celda es el siguiente:

- Celda de transformador de potencia:
 - Un (1) interruptor automático.
 - Un (1) seccionador tripolar de aislamiento barras de tres posiciones, abierto, cerrado puesta a tierra.
 - Seis (6) transformadores de intensidad (dos por fase).
 - Nueve (9) terminales unipolares para conexión cables.

El visado acredita las siguientes garantías: 8
 • Identidad y habilitación profesional del autor
 • Sus atribuciones y competencias profesionales
 • Revisión formal del documento
 • Cobertura Responsabilidad Civil Profesional del Ingeniero
 • Registro y custodia por el periodo legal establecido

Colegiado
 Ricondo Rebollo, Alejandro (6775)

Visado
 00947/2024
 11/12/2024

Bizkaiko
 Industri Ingeniariei
 Elkargo Ofiziala



- Celda de línea:
 - Un (1) interruptor automático.
 - Un (1) seccionador tripolar de aislamiento barras de tres posiciones, abierto, cerrado y puesta a tierra.
 - Tres (3) transformadores de intensidad.
 - Tres (3) terminales unipolares para conexión cables.
 - Un (1) transformador de intensidad tipo toroidal para terna de cables de potencia
- Celda de batería de condensadores no equipada
- Celda de servicios auxiliares:
 - Un (1) interruptor-seccionador en carga, mando manual de tres posiciones abierto – cerrado - puesto a tierra.
 - Tres (3) fusibles.
 - Tres (3) terminales unipolares para conexión cables.
- Conjunto celdas partición y unión de barras con cable:
 - Un (1) interruptor automático (en celda de partición).
 - Dos (2) seccionadores tripolares de aislamiento barras de tres posiciones, abierto, cerrado y puesta a tierra (uno en cada celda).
 - Tres (3) transformadores de intensidad (en celda de partición).
 - Nueve (9) terminales unipolares para conexión cables (en cada celda).
- Medida:
 - Tres (3) transformadores de tensión de barras en cada semibarra.
- Celda de reserva no equipada

Ikus-Onespenak berme hauek ziurtatzen ditu:

- Egilearen nortasun eta gaikuntza profesionala
- Bere atribuzio eta kompetentzia profesionalak
- Dokumentuaren berrikuspen formala
- Ingeniariaren Erantzukizun Zibil Profesionalaren estaldura
- Legeak ezarritako aldirako Erregistro eta Zaintza

Elkargokidea

Ricoondo Rebollo, Alejandro (6775)

Ikus-Onespen

00947/2024
11/12/2024

Bizkaiko
Industri Ingeniariei
Elkargo Ofiziala



8.1.2 Características de los interruptores

Las características eléctricas más esenciales de los interruptores que incorporan las celdas son:

- Tensión de aislamiento asignada24 kV
- Tensión de servicio nominal20 kV
- Frecuencia50 Hz
- Intensidad asignada de servicio continuo:
 - Celdas de línea y batería.....630 A
 - Celdas de transformador y partición1.600 A
- Intensidad de cortocircuito asignada.25 kA
- Tensión de ensayo 1 minuto 50 Hz50 kV
- Tensión de ensayo a impulso tipo rayo onda 1,2/50 µs125 kV
- Duración nominal de la corriente de cortocircuito.....3 s
- Medio de aislamientoGas (natural o sintético)
de la propia celda
- Medio de extinción del arcoGas (natural o sintético)
- Ciclo nominal de maniobra asignadoO-0,3s-CO-15s-CO
 - Tipo de reenganche.....Trifásico

8.1.3 Características de los seccionadores de aislamiento y puesta a tierra

Las características eléctricas más esenciales de los seccionadores que incorporan las celdas son:

- Tensión de aislamiento asignada24 kV
- Tensión de servicio nominal20 kV
- Nivel de aislamiento a tierra y entre polos:
 - Tensión de ensayo 1 minuto 50 Hz50 kV
 - Tensión de ensayo a impulso tipo rayo onda 1,2/50 µs125 kV (val. cresta)
- Nivel de aislamiento sobre la distancia de seccionamiento:
 - Tensión de ensayo 1 minuto 50 Hz60 kV
 - Tensión de ensayo a impulso tipo rayo onda 1,2/50 µs145 kV (val. cresta)
- Intensidad asignada de servicio continuo:
 - Celdas de línea630 A
 - Celdas de transformador y partición1.600 A
- Intensidad admisible de corta duración (1 s).....25 kA (val. eficaz)
- Intensidad admisible (valor de cresta).....63 kA (val. cresta)

Los seccionadores son de accionamiento manual.

El visado acredita las siguientes garantías:

- Identidad y habilitación profesional del autor
- Sus atribuciones y competencias profesionales
- Revisión formal del documento
- Cobertura Responsabilidad Civil Profesional del Ingeniero
- Registro y custodia por el periodo legal establecido

Colegiado
 Ricondo Rebollo, Alejandro (6775)

Visado
 00947/2024
 11/12/2024

Bizkaiko
 Industri Ingeniarrien
 Elkargo Ofiziala



8.1.4 Características de los transformadores de intensidad

Las características eléctricas más esenciales de los transformadores de intensidad que incorporan las celdas son:

- Tensión de aislamiento asignada24 kV
- Tensión de servicio nominal.....20 kV
- Relación de transformación:
 - Posiciones de línea300-600/5 A
 - Posición de transformador.....750-1500/5-5-5 A
 - Posición de partición750-1500/5 A
- Potencias y clases de precisión (celda transformador):
 - Arrollamiento de medida.....10 VA Cl. 0,5
 - Arrollamiento de protección20 VA 5P20
 - Arrollamiento de medida (facturación)10 VA Cl. 0,2 S
- Potencias y clases de precisión (celda línea):
 - Arrollamientos de protección10 VA Cl. 0,5 5P20
- Potencias y clases de precisión (celda de partición):
 - Arrollamientos de protección20 VA - 5P20

Las celdas de línea llevarán un transformador de intensidad toroidal 30/1 A y carga 0,1 Ω para protección homopolar.

8.1.5 Características de los transformadores de tensión

Las características eléctricas más esenciales de los transformadores de tensión que incorporan las celdas son:

- Frecuencia50 Hz
- Tensión de aislamiento asignada24 kV
- Tensión de servicio nominal20 kV
- Relación de transformación:
 - Primer arrollamiento22/√3 : 0,110/√3 kV
 - Segundo arrollamiento22/√3 : 0,110/3 kV
- Potencias y clase de precisión (de potencias simultáneas):
 - Primer arrollamiento50 VA, Cl.0,5 - 3 P
 - Segundo arrollamiento50 VA, 3 P

Ikus-Onespenak bermezuak zizurkatzeko lekuak
 • Egilearen nortasun eta gaikuntza profesionala
 • Bere atribuzio eta kompetentzia profesionalak
 • Dokumentuaren berrikuzkizun formaia
 • Ingeniariaren Erantzukizun Zibila Profesionalaren estaldura
 • Legeak ezarritako aldirako Erregistro eta Zaintza

Elkargokidea
 Ricondo Rebollo, Alejandro (6775)

Ikus-Onespen
 00947/2024
 11/12/2024

Bizkaiko
 Industri Ingeniariei
 Elkargo Ofiziala



8.2 PARARRAYOS TENSIÓN 20 KV

Para proteger la instalación contra las sobretensiones de origen atmosférico, o las que por cualquier otra causa pudieran producirse, en cada una de las dos posiciones de transformador se dispondrá el montaje de un juego de tres (3) pararrayos conectados en derivación de la conexión de 20 kV al transformador, lo más cerca posible a las bornas de los transformadores de potencia.

Las características principales de los pararrayos previstas son:

- Tensión asignada21 kV
- Tensión máxima de servicio continuo17 kV
- Intensidad nominal de descarga (onda 8/20 µs)10 kA
- Clase de descarga.....1
- Tensión residual a impulsos tipo rayo (10 kA 8/20 µs)≤ 65 kV
- Tensión residual a impulsos tipo maniobra≤ 52 kV

Los pararrayos a utilizar serán de óxidos metálicos sin explosores con envoltorio polimérica.

Se instalarán un total de seis (6) pararrayos en 20 kV, tres por cada transformador.

El visado acredita las siguientes garantías:

- Identidad y habilitación profesional del autor
- Sus atribuciones y competencias profesionales
- Revisión formal del documento
- Cobertura Responsabilidad Civil Profesional del Ingeniero
- Registro y custodia por el periodo legal establecido

2

Visado

00947/2024
11/12/2024

Colegiado

Ricoondo Rebollo, Alejandro (6775)

Bizkaiko
Industri Ingeniariei
Elkargo Ofiziala



9. CARACTERÍSTICAS GENERALES

9.1 AISLAMIENTO

Los materiales que se emplearán en la ejecución de esta instalación serán adecuados y tendrán las características de aislamiento más apropiadas a su función.

Los niveles de aislamiento que se han adoptado para los aparatos se detallan en el apartado 1 del documento Anexo 1 “Cálculos Eléctricos”, excepto el transformador.

Para los aislamientos no regenerativos del transformador se han reducido los valores máximos según los valores indicados en el apartado 7.1.

9.2 DISTANCIAS MÍNIMAS

Las distancias mínimas que se adoptarán se detallan en el apartado 2 del documento Anexo 1 “Cálculos Eléctricos”.

Ikus-onespena berme hauek ziurtatzen ditu:
• Egilearen nortasun eta gaikuntza profesionala
• Bere atribuzio eta kompetentzia profesionalak
• Dokumentuaren berrikuspen formaia
• Ingeniariaren Erantzukizun Zibil Profesionaltaren estaldura
• Legeak ezarritako aldizkako Erregistro eta Zaintza

Elkargokidea
Ricoondo Rebollo, Alejandro (6775)

Ikus-onespen
00947/2024
11/12/2024

Bizkaito
Industri Ingeniariei
Elkargo Ofiziala



10. ESTRUCTURA METÁLICA, EMBARRADOS Y AISLADORES

10.1 ESTRUCTURA METÁLICA

10.1.1 Características generales estructura metálica

Los embarrados principales y auxiliares serán elegidos de forma que las temperaturas máximas previstas no provoquen calentamientos por encima de 40° C sobre la temperatura ambiente. Asimismo, soportarán los esfuerzos electrodinámicos y térmicos de las corrientes de cortocircuito previstas, sin que se produzcan deformaciones permanentes.

Para el desarrollo y ejecución de la instalación proyectada es necesario el montaje de una estructura metálica que sirva de apoyo y soporte de la aparamenta y los embarrados de intemperie, así como para el amarre de las líneas.

Tanto la estructura del pórtico como los soportes de la aparamenta se realizarán en base a estructuras tubulares de acero.

Toda la estructura metálica prevista será sometida a un proceso de galvanizado en caliente, una vez construida, con objeto de asegurar una eficaz protección contra la corrosión.

Estas estructuras se completan con herrajes y tornillería auxiliares para fijación de cajas de centralización, sujeción de cables y otros elementos accesorios.

Las cimentaciones necesarias para el anclaje de las estructuras se proyectarán teniendo en cuenta los esfuerzos aplicados, para asegurar la estabilidad al vuelco en las peores condiciones.

Los tipos de acero empleados para la construcción de estructuras metálicas, se establecen en función de sus características mecánicas y se identifican mediante un número que indica el valor mínimo garantizado del límite elástico expresado en N/mm².

En nuestro caso la estructura metálica empleada estará constituida por perfiles tubulares y en alfileres del tipo S-275-JR.

La designación de los aceros laminados en caliente para perfiles estructurales de uso general se indica en la Norma UNE-EN 10025.

En la tabla siguiente se recogen las designaciones aplicables a los aceros, utilizados para la fabricación de los perfiles estructurales de uso general, certificados y su correspondencia con las normas anteriores, ya fuera de uso.

Revisado y acreditado las siguientes garantías: 4

- Identidad y habilitación profesional del autor
- Sus atribuciones y competencias profesionales
- Revisión formal del documento
- Cobertura Responsabilidad Civil Profesional del Ingeniero
- Registro y custodia por el periodo legal establecido

Colegado de
Ricardo Rebollo, Alejandro (6775)

Visado
00947/2024
11/12/2024

Bizkaiko
Industri Ingeniarien
Elkargo Ofiziala



Designación		Estado de desoxidación	Sub-grupo ²⁾	Límite elástico mínimo, R _{eH} , en N/mm ² 1)							
Según EN 10027-1 y ECISIC-10	Según EN 10027-2			Espesor nominal, en milímetros							
				≤ 16	> 16	> 40	> 63	> 80	> 100	> 150	> 200
				≤ 40	≤ 63	≤ 80	≤ 100	≤ 150	≤ 200	≤ 250	
S275JR	1.0044	FN	BS	275	265	255	245	235	225	215	205

1) Los valores dados en la tabla se aplican a probetas longitudinales, "l", del ensayo de tracción. Para chapas bandas, planos ancho y bandas de anchura ≥ 600mm, se utiliza probeta transversal, "t". 2) BS = Aceros de base; QS = Aceros de calidad. 3) Sólo se fabrica en espesores normales ≤ 25mm. 4) No se aplica a: los perfiles U, los angulares y los perfiles comerciales. * A elección del fabricante

En todo caso, debe tenerse en cuenta que las únicas designaciones en vigor son las recogidas en la Norma UNE-EN 10025, según las especificaciones dadas en la Norma UNE-EN 10027 Parte 1 y en la Circular Informativa ECISIC 10 (CR 10260). Las designaciones actualmente en vigor figuran en la última columna de la tabla siguiente.

Designaciones			
Anteriores (fuera de uso)			Actual (en vigor)
UNE 36080:1973	UNE 36080:1985	UNE 36080:1990	UNE-EN 10025:1994
A 37 b	AE 235 B	Fe 360 B	S 235 JR
-	AE 235 B FN	Fe 360 B FN	S 235 JRG2
A 37 c	AE 235 C	Fe 360 C	S 235 JO
A 44 b	AE 275 B	Fe 430 B	S 275 JR
A 44 c	AE 275 C	Fe 430 C	S 275 JO
A 52 b	AE 355 B	Fe 510 B	S 355 JR
A 52 c	AE 355 C	Fe 510 C	S 355 JO
A 52 d	AE 355 D	Fe 510 D	S 355 J2G3

Mediante la certificación se verifica el cumplimiento de las características siguientes:

- Composición química, conforme a la Norma UNE-EN 10025.
- Características mecánicas (límite elástico, resistencia a tracción y alargamiento de rotura) conforme a la Norma UNE-EN 10025.
- Resiliencia, conforme a la Norma UNE-EN 10025.
- Características geométricas, dimensionales, de forma y peso, conforme a la norma correspondiente en cada caso.

DOCUMENTO Nº 1 MEMORIA

El fabricante de perfiles estructurales de uso general licenciatario de la Marca AENOR de producto certificado, garantiza que los perfiles suministrados cumplen todas las condiciones que, para la correspondiente clase de acero, se especifican en la Norma UNE-EN 10025 y en la pertinente norma de producto. Esta garantía se materializa mediante el marcado de los productos.

10.1.2 Estructura metálica necesaria en la instalación

En concreto la estructura metálica necesaria para el sistema de 132 kV de la instalación consta en esencia de:

- Cuatro (4) columnas con forma de “V” destinadas a formar los pórticos de amarre de las líneas de 132 kV.
- Dos (2) vigas para amarre de dichas líneas.
- Dos (2) soportes unipolares para montaje de transformadores de tensión de línea.
- Seis (6) soportes unipolares para montaje de conjunto aislador- autoválvulas asociados a las posiciones de línea.
- Ocho (8) soportes unipolares para montaje aisladores bajos de apoyo del embarrado secundario.
- Cuatro (4) soportes tripolares para montaje aisladores de apoyo del embarrado principal.
- Dos (2) soportes tripolares para montaje transformadores de tensión de barras.
- Dos (2) soportes tripolares para montaje aisladores de apoyo posición de transformador.
- Dos (2) soportes tripolares para montaje de autoválvulas sobre transformador.
- Cinco (5) soportes para los HIS ((2) líneas, (2) transformador y (1) partición de barras).

Las columnas del pórtico de amarre de la línea podrán soportar el tiro total previsto de los conductores y cables de tierra, sin que el desplazamiento en sus extremos exceda de 1/150 de su altura.

La viga del pórtico se calculará para soportar los tiros longitudinales de los conductores, sin que la flecha horizontal exceda de 1/200 de su luz, y las cargas verticales sin que la flecha en el plano vertical exceda de 1/300 de la luz.

El usado acredita las siguientes garantías:

- Identidad y habilitación profesional del autor
- Sus atribuciones y competencias profesionales
- Revisión formal del documento
- Cobertura Responsabilidad Civil Profesional del Ingeniero
- Registro y custodia por el periodo legal establecido

Colegiado
Ricoondo Rebollo, Alejandro (6775)

Visado
00947/2024
11/12/2024

Bizkaiko
Industri Ingeniarien
Elkargo Ofiziala



DOCUMENTO Nº 1 MEMORIA

La estructura metálica necesaria para el sistema de 20 kV consta en esencia de:

- Dos (2) cerramientos para las reactancias de puesta a tierra.
- Dos (2) soportes tripolares de embarrado de 20 kV en la salida de los transformadores, pararrayos y terminales de cable de potencia.
- Dos (2) soportes tripolares para pararrayos de 20 kV en cada transformador de potencia.
- Dos (2) estructuras para montaje de transformadores de servicios auxiliares.

Adicionalmente se dispondrá de:

- Una torre con estructura metálica de celosía para la fijación de la antena de comunicaciones.
- Estructura metálica necesaria para alumbrado, valla informativa etc.

En el documento nº 4 “Planos”, se acompañan los planos de implantación, planta y secciones generales de 132 y 20 kV, en los que se refleja la disposición que se ha dado al conjunto de la instalación.

10.2 EMBARRADOS

10.2.1 Descripción general y características de diseño

Los embarrados principales y auxiliares serán elegidos de forma que las temperaturas máximas previstas no provoquen calentamientos por encima de 40º C sobre la temperatura ambiente. Asimismo, soportarán los esfuerzos electrodinámicos y térmicos de las corrientes de cortocircuito previstas, sin que se produzcan deformaciones permanentes.

Los diseños han sido realizados en base a:

- Embarrados tubulares apoyados para las barras principales.
- Embarrado con cable para la conexión de los equipos híbridos a las barras principales y a las líneas, así como para el resto de las conexiones entre aparatos, lo que evita el doblado y el conformado de tubos, además de la utilización de conexiones elásticas para estos casos.

Ikus-Onespenak 8
Egilearen nortasun eta gaikuntza profesionala
• Bere atribuzio eta kompetentzia profesionalak
• Dokumentuaren berrikuspen formala
• Ingeniariaren Erantzukizun Zibil Profesionalaren estaldura
• Legeak ezarritako aldizkako Erregistro eta Zaintza

Elkargokidea
Ricardo Rebollo, Alejandro (6775)

Ikus-onespen
00947/2024
11/12/2024

Bizkaiko
Industri Ingeniariei
Elkargo Ofiziala



DOCUMENTO Nº 1 MEMORIA

A continuación, se reflejan las intensidades nominales y de diseño, tanto en régimen permanente como en condiciones de cortocircuito, apreciándose que se han elegido unos valores para el diseño de embarrados superiores a los nominales con un margen de seguridad suficiente:

- Sistema de 132 kV:
 - Intensidad nominal de la instalación: 175 A por transformador y 650 A como intensidad máxima de diseño de las líneas de alimentación típicas en 132 kV con conductor LA-200 HAWK (242-AL1/39-20SA).
 - Intensidad nominal de diseño: 800 A (determinada por el cable desnudo utilizado según características indicadas en apartado 10.2.2).
 - Intensidad de cortocircuito de diseño: 40 kA.
- Sistema de 20 kV:
 - Intensidad nominal de la instalación: 1.150 A en la conexión del transformador al sistema de celdas.
 - Intensidad nominal de diseño: 1.600 A para el sistema de celdas.
 - Intensidad de cortocircuito de diseño: 25 kA.

10.2.2 Embarrados de 132 kV

Las semibarras principales de 132 kV estarán constituidas por tubo de aleación de aluminio, de 100/90 mm de diámetro, equivalente a 1.495 mm² de sección nominal, que admite un paso de corriente permanente de 2.320 A, que equivale a una potencia nominal en el embarrado 530,4 MVA.

Estas barras tubulares irán soportadas por un juego de tres aisladores rígidos en uno de los extremos de cada semibarra soportados por una única estructura, mientras que en el otro extremo se utilizarán los aisladores de los seccionadores que conforman la posición de partición. Se instalará cable amortiguador en el interior del tubo.

Los puentes entre la aparamenta de las posiciones de línea, transformador y partición de barra y sus conexiones con su correspondiente semibarra se realizarán con cable desnudo de aluminio homogéneo, tipo Arbutus, de 26,04 mm de diámetro, equivalente a 402,8 mm² de sección nominal admitiendo un paso de corriente permanente de 800 A, que equivale a una potencia nominal en embarrado de 183 MVA.

La distancia mínima adoptada entre ejes de fase es de 2,5 m.

El visado acredita las siguientes garantías:

- Identidad y habilitación profesional del autor
- Sus atribuciones y competencias profesionales
- Revisión formal del documento
- Cobertura Responsabilidad Civil Profesional del Ingeniero
- Registro y custodia por el periodo legal establecido

Colectado de
Ricardo Rebollo, Alejandro (6775)

Visado
00947/2024
11/12/2024

Bizkaiko
Industri Ingeniarien
Elkargo Ofiziala



10.2.3 Embarrados de 20 kV

Para cada transformador de potencia de 40 MVA, en la salida de bornas del devanado secundario hasta su conexión con los terminales de los cables aislados, el embarrado estará constituido por tubo de aluminio de 80/64 mm de diámetro, que admite un paso de corriente permanente de 2.340 A, que equivale a una potencia nominal en el embarrado de 81,59 MVA.

La conexión entre los embarrados de salida de cada transformador de potencia de 40 MVA y la celda correspondiente de alimentación al módulo de celdas de 20 kV se hace a través de tres ternas de cable de potencia, tipo HEPRZ1 Al 400 mm², 12/20 kV y terminales flexibles, que proporcionan una intensidad máxima de 1.410 A por fase después de aplicarle los coeficientes correctores correspondientes a tipo de instalación y agrupación de ternas. Se empleará el mismo tipo de cable y número de ternas en la conexión entre las celdas de partición y unión de los módulos 1, 2, 3 y 4.

Los embarrados propios de las celdas, según diseño del fabricante, cumplen los valores indicados anteriormente, 1.600 A.

10.2.4 Aisladores soporte para 132 kV

Los embarrados rígidos, principales y secundarios, se sustentan sobre aisladores soporte del tipo columna, de las siguientes características:

- TipoC8-650
- Tensión de aislamiento asignada145 kV
- Tensión de servicio nominal132 kV
- Tensión de ensayo 1 minuto 50 Hz275 kV
- Tensión de ensayo a impulso tipo rayo onda 1,2/50 µs650 kV cresta
- Carga de rotura a flexión (embarrado tubular)8.000 N
- Carga de rotura a torsión (embarrado tubular).....4.000 Nm

El número de aisladores soporte a instalar de 132 kV es de treinta y dos (32) unidades.


Elkarrekin zuzendutako proiektuaren inguruko informazio gehiago lortzeko, jarraitu:

- Egilearen nortasun eta gaikuntza profesionala
- Bere atribuzio eta kompetentzia profesionalak
- Dokumentuaren berrikuspen formaia
- Ingeniariaren Erantzukizun Zibila Profesionalaren estaldura
- Legeak ezarritako aldirako Erregistro eta Zaintza

Elkargokidea
 Ricondo Rebollo, Alejandro (6775)

Ikus-Onespen
 00947/2024
 11/12/2024

Bizkaiko
 Industri Ingeniariei
 Elkargo Ofiziala



10.2.5 Aisladores soporte para 20 kV

Los embarrados de 20 kV en la salida de bornas de los transformadores de potencia, se sustentan sobre aisladores de apoyo de las siguientes características:

- Tipo C4-125
- Tensión de aislamiento asignada 24 kV
- Tensión de servicio nominal 20 kV
- Tensión de ensayo 1 minuto 50 Hz 50 kV
- Tensión de ensayo a impulso tipo rayo onda 1,2/50 µs 125 kV cresta
- Carga de rotura a flexión 4.000 N
- Carga de rotura a torsión 800 Nm

El número de aisladores soporte a instalar es de doce (12).

10.2.6 Piezas de conexión

Las uniones entre bornas de la aparamenta y conductores, así como las derivaciones de los embarrados, se realizarán mediante piezas de aleación de aluminio, de geometría adecuada y diseñadas para soportar las intensidades permanentes y de corta duración previstas sin que existan calentamientos localizados. Su tornillería será de acero inoxidable y quedará embutida en la pieza para evitar altos gradientes de tensión.

Con el fin de absorber las variaciones de longitud que se produzcan en los embarrados por efecto de cambio de temperaturas, se instalarán piezas de conexión elásticas, en los puntos más convenientes, que permitan la dilatación de los tubos sin producir esfuerzos perjudiciales en las bornas de la aparamenta.

También se instalarán en barras y salidas de líneas donde el conductor este en vertical puntos (estribos) para la conexión de tierras portátiles.

En el sistema de baja tensión de los transformadores de potencia, en las zonas en las que se utilice conductor desnudo, se utilizarán uniones de aleación de cobre con tornillería de acero inoxidable sin embutir y que cumplan las características indicadas anteriormente.

El visado acredita las siguientes garantías:

- Identidad y habilitación profesional del autor
- Sus atribuciones y competencias profesionales
- Revisión formal del documento
- Cobertura Responsabilidad Civil Profesional del Ingeniero
- Registro y custodia por el periodo legal establecido

Colegiado
 Ricondo Rebollo, Alejandro (6775)

Visado
 00947/2024
 11/12/2024

Bizkaiko
 Industri Ingeniarien
 Elkargo Ofiziala



11. RED DE TIERRAS

Para el estudio del sistema de puesta a tierra en la instalación se dispone de los datos de partida suministrados por el análisis de la red. Estos datos se obtienen a partir de los modelos, tratados informáticamente, de la red en las condiciones más desfavorables.

Se realizará el dimensionamiento de la red de tierras desde el punto de vista térmico con el fin de determinar la sección de los conductores y desde el punto de vista de la elevación de tensión en el terreno, tensiones que deben ser inferiores a las que marca el “Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión” y sus Instrucciones Técnicas Complementarias.

Para la instalación de puesta a tierra se ha diseñado una malla de tierra inferior enterrada a 0,60 m de profundidad sobre la cota de explanación, o lo que es lo mismo a la cota -0,75 m sobre la cota cero puesto que la cota explanación es la -0,15 m. La malla de tierra está compuesta por conductor de cobre de 150 mm² y con una separación media entre los conductores que la forman calculada de forma que se garantice que, en caso de intensidad drenada en el terreno por el hecho de una falta, no se supere en ningún punto de la instalación las tensiones de paso y de contacto admitidas por el Reglamento (ITC - RAT 13), reduciéndolas a niveles que anulen el peligro de electrocución del personal que transite tanto por el interior como por el exterior de la instalación.

Además, se instalarán picas de puesta a tierra de 19 mm de diámetro y 2 m de longitud, conectadas todas ellas a la malla, en todos aquellos puntos en los que se considere necesario mejorar la efectividad de la puesta a tierra, como por ejemplo en los bordes y las esquinas de la malla.

Cumplimentando la Instrucción Técnica Complementaria ITC – RAT 13, se conectarán a la tierra de protección todas las partes metálicas no sometidas a tensión normalmente, pero que pudieran estarlo como consecuencia de averías, sobretensiones por descarga atmosféricas o tensiones inductivas. Por este motivo, se unen a la malla: estructuras metálicas, bases de aparatos neutros de transformadores de potencia, reactancias, puertas metálicas de edificios, cerramientos metálicos, etc.

Estas conexiones se fijarán a la estructura y carcasas de la aparatación mediante tornillos y grapas especiales de aleación de cobre, que permitan no superar la temperatura de 200 °C en las uniones y que aseguren la permanencia de la unión.

Ikus-Orrespenak berme hauek ziurtatzen ditu:

- Egilearen nortasun eta gaitasuna profesionala
- Bere atribuzio eta kompetentzia profesionalak
- Dokumentuaren berrikuspen formala
- Ingeniariaren Erantzukizun Zibila Profesionalaren estaldura
- Legeak ezarritako aldizko Erregistro eta Zaintza

Elkargokidea
Ricoñdo Rebollo, Alejandro (6775)

Ikus-Orrespen
00947/2024
11/12/2024

Bizkaiko
Industri Ingeniariei
Elkargo Ofiziala



DOCUMENTO Nº 1 MEMORIA

Se hará uso de soldaduras aluminotérmicas Cadweld de alto poder de fusión, para las uniones bajo tierra, ya que sus propiedades son altamente resistentes a la corrosión galvánica.

En el Anexo 1 “Cálculos Eléctricos” se adjunta el cálculo de la malla de puesta a tierra.

En el documento nº 4 “Planos” del presente proyecto puede verse un plano con la red de tierra.

El visado acredita las siguientes garantías:

- Identidad y habilitación profesional del autor
- Sus atribuciones y competencias profesionales
- Revisión formal del documento
- Cobertura Responsabilidad Civil Profesional del Ingeniero
- Registro y custodia por el periodo legal establecido

Colegiado

Ricardo Rebollo, Alejandro (6775)

Visado

00947/2024
11/12/2024

Bizkaiko
Industri Ingeniariei
Elkargo Ofiziala



12. CUADROS DE CONTROL Y ARMARIOS DE PROTECCIONES

12.1 DESCRIPCIÓN GENERAL

Se ha previsto la instalación de un sistema integrado de protecciones y control, que englobará las siguientes funciones:

- Control local de la instalación.
- Registro de alarmas y oscilografía.
- Adquisición de datos para el telemando (alarmas, estados, órdenes).
- Remota de telemando.

El mando y control de la subestación transformadora, así como los equipos de protección y automatismo, se instalarán en armarios ubicados en la sala de control del edificio y en las propias celdas.

12.2 UNIDADES DE CONTROL

El Sistema Integrado de Protecciones y Control será de tipo digital y de configuración distribuida, estando formado por los siguientes elementos:

- Unidad de Control de Subestación (UCS) dispuesta en un armario de chapa de acero, en el que se ubicarán, además de la unidad de control propiamente dicha, una pantalla y un teclado en el frente, un reloj de sincronización GPS, una unidad de control para la adquisición de las señales de los servicios auxiliares y una bandeja para la instalación de los módems de comunicación tanto con el Telemando como con las consolas remotas y puesto de adquisición de protecciones a través de RTC (Red Telefónica Conmutada).
- Una Unidad de Control de Posición (UCP) por cada posición de 132 kV: línea, transformador y partición de barras. Estas UCPs tendrán funciones de control y medida, están constituidas por un rack de 19" y van alojadas en armarios en la sala de control del edificio.
- Una Unidad de Control de Posición (UCP) por cada posición de 20 kV: línea, transformador y partición de barras. Estas UCPs tendrán funciones de protección, control y medida, están constituidas por un rack de 19" y van alojadas en el cubículo de baja tensión de la propia celda.

Ikus-Onespenak berme hauek ziurtatzen ditu:

- Egilearen nortasun eta gaikuntza profesionala
- Bere atribuzio eta kompetentzia profesionalak
- Dokumentuaren berrikuzun formala
- Ingeniariaren Erantzukizun Zibil Profesionalaren estaldura
- Legeak ezarritako aldizako Erregistro eta Zaintza

Elkargokidea
Ricardo Rebollo, Alejandro (6775)

Ikus-Onespena
00947/2024
11/12/2024

Bizkaiko
Industri Ingeniariei
Elkargo Ofiziala



DOCUMENTO Nº 1 MEMORIA

- Una Unidad de Control de Servicios Generales (UCP) incorporada en la UCS en la que se centralizan y recogen las señales de tipo general de la subestación y las asociadas a los cuadros de servicios auxiliares y equipos rectificador-batería.

Las comunicaciones entre las diferentes UCP's y la UCS correspondiente se realizará a través de cable RJ45 y fibra óptica con cristal multimodo de 62,5/125 µm.

Desde cada UCP se podrá controlar y actuar localmente sobre la posición asociada, y desde la UCS se podrá controlar cualquiera de las posiciones, así como disponer de información relativa a medidas, alarmas y estado del sistema en general.

12.3 PROTECCIONES

12.3.1 Sistema de 132kV

Posición de línea:

- Protección principal configurada como protección de distancia (21) de tres fases y tierra funcionando en esquema de distancia escalonada con teleprotección, con función adicional de sobreintensidad direccional de neutro (67N) de reserva integrada, comprobación de sincronismo, con reenganche y vigilancia de bobinas incorporados.
- Protección secundaria configurada como protección diferencial de línea con enlace de comunicaciones con la protección o protecciones remotas y protección de distancia escalonada de apoyo.
- Teleprotección de tres órdenes.

Posición de partición:

- Protección de sobreintensidad direccional de fases y neutro (67-67N) con reenganche y vigilancia de bobinas incorporados.
- Relé de vigilancia de bobinas.

Posición de transformador:

- Protección de sobreintensidad de fases y neutro (50-51) con reenganche y vigilancia de bobinas incorporados.
- Relé de vigilancia de bobinas.

4

El visado acredita las siguientes garantías:

- Identidad y habilitación profesional del autor
- Sus atribuciones y competencias profesionales
- Revisión formal del documento
- Cobertura Responsabilidad Civil Profesional del Ingeniero
- Registro y custodia por el periodo legal establecido

Visado de Colegiado de Ricondo Rebollo, Alejandro (6775)

Visado 00947/2024 11/12/2024

Bizkaiko Industri Ingeniarien Elkargo Ofiziala



Posición de barras:

- Protección Diferencial de Barras y Fallo Interruptor (PDB).

12.3.2 Transformador

- Dos protecciones diferenciales de transformador (87) de dos devanados, con freno porcentual por armónicos, filtrado para corriente de neutro y función de imagen térmica incorporada. Incluye la
- Función de sobreintensidad de fases y neutro (50TZ-51G) para la protección instantánea de la reactancia de puesta a tierra y protección temporizada de neutro de reserva para faltas en el cable de potencia desde las bornas de baja del transformador hasta la posición de entrada de celdas.
- Relé para regulación automática de tensión (90/70) en carga del transformador con supervisión de las tomas del conmutador de tomas del transformador.

12.3.3 Sistema de 20 kV

Todas las funciones de protección del sistema de media tensión se basan en funciones de sobreintensidad y están integradas dentro de las propias unidades de control de posición (UCP) como un conjunto único.

Posición de línea:

- Una protección de sobreintensidad direccional de fases y neutro (67-67N) con reenganche , mínima frecuencia (81m), fallo de interruptor y vigilancia de bobinas incorporados.

Posición de partición:

- Protección de sobreintensidad de fases y neutro (50-51) con reenganche, fallo de interruptor y vigilancia de bobinas incorporados.

Posición de transformador:

- Protección de sobreintensidad de fases y neutro (50-51) con reenganche, mínima frecuencia (81m), fallo de interruptor y vigilancia de bobinas incorporados.

Ikus-Onespenak berme hauek ziurtatzen ditu:

- Egilearen nortasun eta gaikuntza profesionala
- Bere atribuzio eta kompetentzia profesionalak
- Dokumentuaren berrikuspen formala
- Ingeniariaren Erantzukizun Zibila Profesionalaren estaldura
- Legeak ezarritako aldirako Erregistro eta Zaintza

Elkarlanean
 Ricondo Rebollo, Alejandro (6775)

Ikus-Onespen
 00947/2024
 11/12/2024

Bizkaiko
 Industri Ingeniariei
 Elkargo Ofiziala



12.4 ARMARIOS DE CONTROL Y PROTECCIONES

En total se instalarán seis (6) armarios de control y protecciones, ubicados todos ellos en la sala de control.:

- Unidad de control de subestación UCS y mesa para consolas de control.
- Cinco (5) armarios de protecciones, control y medida, uno para cada posición de 132 kV de intemperie. En los armarios de las posiciones de transformador, se ubicarán también las protecciones de máquina.
- Armario para la Protección Diferencial de Barras.

Si en la etapa de desarrollo del proyecto se ha producido el cambio al nuevo sistema de control basado en el protocolo 61850, se requerirán adicionalmente tres (3) nuevos armarios:

- Armario de switches para la comunicación de los equipos de control y protección.
- Dos (2) armarios para las protecciones propias de la máquina y el control de cada uno de los transformadores de potencia a instalar.

Los armarios de control y protección estarán compuestos por chasis contruidos con perfiles metálicos, cerrados por paneles laterales fijos, acceso anterior con chasis pivotante y puerta frontal de cristal o policarbonato ignífugo, lo cual permite una gran visibilidad, protección contra polvo y suciedad, y fácil manejo y acceso a los aparatos instalados.

Las interconexiones entre la aparamenta y los armarios de protección, control y medida que componen la instalación, se realizarán con cables aislados de control sin halógenos.

En el documento nº4 "Planos" puede verse la disposición de armarios prevista en la sala de control.

El visado acredita las siguientes garantías:

- Identidad y habilitación profesional del autor
- Sus atribuciones y competencias profesionales
- Revisión formal del documento
- Cobertura Responsabilidad Civil Profesional del Ingeniero
- Registro y custodia por el periodo legal establecido

Visado
Colegiado
Ricardo Rebollo, Alejandro (6775)

Visado
00947/2024
11/12/2024

Bizkaiko
Industri Ingeniariei
Elkargo Ofiziala



13. MEDIDA

13.1 MEDIDA DE ENERGIA

No se requiere medida de energía para facturación en esta instalación.

13.2 RESTO DE MEDIDAS

La medida de las posiciones del parque de 132 kV, transformadores y sistema de 20 kV se recibirá en los equipos de control (UCPs) desde los transformadores de medida, bien de forma directa o a través de convertidores de medida. La necesidad de utilizar o no convertidores de medida, viene dada por las características del equipo de control.

Se utilizarán contadores externos al sistema de control para las lecturas de energía activa y reactiva en la parte de baja tensión del transformador. Posteriormente esta información se recogerá mediante pulsos en el equipo de control de la posición de baja del transformador.

En la tabla adjunta se indican las variables que se medirán en función de la posición:

Posición	VLin	VBarr	A	P	Q	Wh	Varr
Línea 132 kV	X		X	X	X		
Transformador 132 kV		X	X	X	X		
Transformador 20 kV			X	X	X	X	X
Línea 20 kV		X	X	X	X		
Barras		X					

14. TELECONTROL

La instalación se explotará en régimen abandonado, por lo que se dotará a la subestación de un sistema de Telecontrol y Telemando, el cual se encargará de recoger las señales, alarmas y medidas de la instalación para su transmisión a los centros remotos de operación.

La información a transmitir será tratada y preparada por el sistema de control integrado y la transmisión se realizará por fibra óptica, instalada en la línea eléctrica.

A través de esta vía de comunicación se podrán transmitir señales de teledisparo y realización de telemedida.

Ikus-Onespen berme hauek ziuratu: **7**
 • Egilearen nortasun eta gaikuntza profesionala
 • Bere atribuzio eta kompetentzia profesionalak
 • Dokumentuaren berrikuspen formala
 • Ingeñariaren Erantzukizun Zibila
 • Ingeñariaren estaldura
 • Legeak ezarritako aldirako Erregistro eta Zaintza

Elkargokidea: **Ricardo Rebollo, Alejandro (6775)**

Ikus-Onespen
 00947/2024
 11/12/2024

Bizkaiko
 Industri Ingeñarien
 Elkargo Ofiziala


15. SERVICIOS AUXILIARES

Los servicios auxiliares de la subestación estarán atendidos necesariamente por los dos sistemas de tensión de corriente alterna (c.a.) y de corriente continua (c.c.).

15.1 SERVICIOS AUXILIARES DE CORRIENTE ALTERNA

Se van a instalar dos (2) transformadores de 20/0,420-0,242 kV – 250 kVA de tipo intemperado, montados sobre soporte metálico, cuyas características se detallan en el apartado 7.4 del presente documento.

Estos transformadores de servicios auxiliares alimentan en baja tensión y a través de cables de sección adecuada al armario de distribución de servicios auxiliares de c.a. situado en la sala de control del edificio, donde se alojan los interruptores automáticos de las diversas salidas para servicios de corriente alterna a la subestación. Este armario de servicios auxiliares de c.a. dispondrá de un contador-registrador de energía activa para la medida de los consumos propios de la instalación.

La protección de estos transformadores de servicios auxiliares queda garantizada en el lado de alta tensión mediante fusible de alto poder de ruptura y en baja tensión por interruptor automático.

15.2 SERVICIOS AUXILIARES DE CORRIENTE CONTINUA

Para los servicios auxiliares de c.c. se ha proyectado la instalación de equipos compactos rectificador - batería de 125 Vcc. En condiciones normales los equipos funcionarán acoplados alimentando los servicios de control, fuerza y protecciones según reparto de cargas establecido.

Los equipos rectificador – batería de 125 Vcc. funcionan ininterrumpidamente e individualmente. Los equipos estarán diseñados y calculados para que en el caso de que uno de ellos este fuera de servicio, los otros sean capaces de suministrar la totalidad de los consumos de la instalación. Durante el proceso de carga y flotación su funcionamiento responde a un sistema prefijado que actúa automáticamente sin necesitar de ningún tipo de vigilancia o control, lo cual da mayor seguridad en el mantenimiento de un servicio permanente.

Desde estos equipos se alimentarán las barras del armario de distribución de servicios auxiliares de c.c. situado en la sala de control del edificio, donde se alojan los interruptores automáticos de las diversas salidas para servicios auxiliares de corriente continua a la subestación.

Visado

00947/2024

11/12/2024

Bizkaiko

Industri Ingeniarien

Elkargo Ofiziala

Ricardo Rebollo, Alejandro (6775)

Colegio de

Ingenieros

de

Electricidad

de

la

Basconia

de

Guipúzcoa

de

España

de

la

Comunidad

de

Madrid

de

España

de

la

Comunidad

de

Madrid

de

España

de

la

Comunidad

de

Madrid

de

España

de

la

Comunidad

de

Madrid

16. RELACIÓN DE BIENES Y DERECHOS AFECTADOS

En consecuencia con lo dispuesto en la Ley 24/2013, de 26 de Diciembre, del Sector Eléctrico y Real Decreto 1955/2000, de 1 de Diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica, se describen en la relación anexa los bienes y derechos afectados por la subestación eléctrica del objeto del presente proyecto, al objeto sea reconocida la utilidad pública, en concreto, de la citada instalación.

<p>Ikus-Onespenean bermehauek zuzentzen dira.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Egilearen nortasun eta gaikuntza profesionala • Bere atribuzio eta kompetentzia profesionalak • Dokumentuaren berrikuspen formala • Ingeniariaren Erantzukizun Zibila Profesionalaren estaldura • Legeak ezarritako aldizko Erregistro eta Zaintza 	<p>Elkargokidea Ricondo Rebollo, Alejandro (6775)</p>	<p>Ikus-Onespen 00947/2024 11/12/2024</p>	<p>Bizkaiko Industri Ingeniariei Elkargo Ofiziala</p> 
---	---	--	---

DOCUMENTO Nº 1 MEMORIA

Comunidad Valenciana

Finca Proyecto	Catastro					Titular	Domicilio	Afección			Calificación / Uso / Naturaleza
	Polígono	Parcela		Subparcela				Afección pleno dominio (m ²)	Servidumbre de Paso (m ²)	Ocupación Temporal (m ²)	
		Nº	Superficie Catastral (m ²)	Letra	Superficie Catastral (m ²)						
03143A001000330000FQ	1	33	21.961	-	-	-	-	6.432	0	0	Agrario

El visado acredita las siguientes garantías:

- Identidad y habilitación profesional del autor
- Sus atribuciones y competencias profesionales
- Revisión formal del documento
- Cobertura Responsabilidad Civil Profesional del autor
- Registro y custodia por el periodo legal establecido

Colegiado
 Riondo Rebollos, Alejandro (6775)

Visado
 00947/2024
 11/12/2024

Bizkaiko
 Industri Ingeniarien
 Elkargo Ofiziala



17. PLANIFICACIÓN

Se incluye a continuación una planificación del Proyecto con las principales etapas del mismo.

Planificación ST GRANADINA																												
Etapas Proyecto	MESES																											
	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14	M15	M16	M17	M18	M19	M20	M21	M22	M23	M24	M25	M26	M27	M28
i. Ingeniería (Básica y Desarrollo)																												
ii. Equipos Principales (Compra+Fabricación+Entrega)																												
iii. Construcción: Obra Civil																												
iv. Construcción: Montaje y Pruebas																												
v. Puesta en Servicio																												

Ikus-Onespenak berme hauek ziurtatzen ditu:
 1. Egilearen irizpateak eta gaikuntza profesionala berretsi izan direla eta konpetentzia profesionalak dokumentatuak direla. Dokumentuak berrikuspen formala egiteko eskaintzen dira. Erantzukizun Zibila Profesionalaren estaldura • Legeak ezarritako aldirako Erregistro eta Zaintza

Elkargokidea
 Ricondo Rebollo, Alejandro (6775)

Ikus-Onespen
 00947/2024
 11/12/2024

Bizkaito
 Industri Ingeniariei
 Elkargo Ofiziala



18. PLAZO DE EJECUCIÓN

La ejecución de la obra a realizar se estima en un plazo de 31 meses a partir de la obtención de todas las autorizaciones.

**El Ingeniero Industrial
D. Alejandro Ricondo Rebollo
Bilbao, Diciembre de 2024**

	<p>El visado acredita las siguientes garantías:</p> <ul style="list-style-type: none">• Identidad y habilitación profesional del autor• Sus atribuciones y competencias profesionales• Revisión formal del documento• Cobertura Responsabilidad Civil Profesional del Ingeniero• Registro y custodia por el periodo legal establecido
<p>Visado 00947/2024 11/12/2024</p>	<p>Colegiado Ricondo Rebollo, Alejandro (6775)</p>

PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO

NUEVA SUBESTACIÓN
TRANSFORMADORA
DE 132/20 kV

ST GRANADINA

(PROVINCIA DE ALICANTE/ COMUNIDAD
VALENCIANA)

ANEXO - 1

CÁLCULOS ELÉCTRICOS

Ikus-Onespenak berme hauek ziurtatzen ditu:

- Egilearen nortasun eta gaikuntza profesionala
- Bere atribuzio eta kompetentzia profesionalak
- Dokumentuaren berrikuzpen formaia
- Ingeniariaren Erantzukizun Zibil Profesionalaren estaldura
- Legeak ezarritako aldirako Erregistro eta Zaintza

Elkargokidea

Ricardo Rebollo, Alejandro (6775)

Ikus-Onespen

00947/2024
11/12/2024

Bizkaiko
Industri Ingeniariei
Elkargo Ofiziala



ÍNDICE

1.	<u>NIVELES DE AISLAMIENTO</u>	
2.	<u>DISTANCIAS MINIMAS</u>	
3.	<u>CÁLCULO EMBARRADOS</u>	
3.1	<u>EMBARRADOS RÍGIDOS</u>	
3.1.1	Cálculos eléctricos	8
3.1.2	Cálculos electromecánicos del embarrado principal	8
3.1.2.1	Hipótesis de diseño.	9
3.1.2.2	Condiciones de la instalación	9
3.1.2.3	Normativa aplicable	9
3.1.2.4	Características de los materiales / equipos a instalar	10
3.1.2.5	Cálculo mecánico del embarrado principal	11
3.1.2.5.1	Corriente de cortocircuito	11
3.1.2.5.2	Cargas sobre la estructura del tubo	11
3.1.2.5.3	Flecha en el tubo	11
3.1.2.5.4	Cargas sobre el aislador	11
3.1.2.5.5	Elongación del embarrado	21
3.1.2.5.6	Esfuerzo térmico en cortocircuito	21
3.2	<u>CONDUCTORES DE CABLE AISLADO</u>	22
3.2.1	Cálculos eléctricos	22
4.	<u>CÁLCULO DE TIERRAS INFERIORES</u>	23
4.1	<u>OBJETO</u>	23
4.2	<u>DATOS DE ENTRADA E HIPÓTESIS DE CÁLCULO</u>	23
4.2.1	Datos del sistema eléctrico	23
4.2.2	Datos del terreno y de los conductores de tierra	23
4.2.3	Datos geométricos	24
4.2.4	Dato intensidad de cortocircuito	24
4.3	<u>METODOLOGÍA Y HERRAMIENTA UTILIZADA</u>	25
4.4	<u>DATOS DE SALIDA: RESULTADOS</u>	26
4.4.1	Conductor de tierra	26

Revisado por: **2**
Escriba las siguientes garantías:

- Identidad y habilitación profesional del autor
- Sus atribuciones y competencias profesionales
- Revisión formal del documento
- Cobertura Responsabilidad Civil Profesional del Ingeniero
- Registro y custodia por el periodo legal establecido

Colgado

Ricardo Rebollo, Alejandro (6775)

Visado

00947/2024
11/12/2024

23

Bizkaiko
Industri Ingeniariei
Elkargo Ofiziala

23

B

23

i

24

C

25

26

26

ANEXO 1 – CÁLCULOS ELÉCTRICOS

4.4.2	Análisis intensidades aportadas por las líneas de Alta Tensión	2
4.4.3	Cálculo de tensiones de paso y contacto admisibles (ITC – RAT 13)	2
4.4.4	Cálculo de tensiones de paso y contacto transmitidas al terreno	2
4.5	<u>CONCLUSIÓN</u>	3
5.	<u>CÁLCULO DE ESTRUCTURAS METÁLICAS</u>	3
5.1	<u>DESCRIPCIÓN GENERAL</u>	3
5.2	<u>NORMATIVA APLICADA</u>	3
5.3	<u>MATERIALES UTILIZADOS</u>	3
5.4	<u>ACCIONES CONSIDERADAS</u>	3
5.4.1	Acciones permanentes (G)	3
5.4.2	Acciones variables (Q)	3
5.4.3	Acciones accidentales (A)	3
5.5	<u>COMBINACIONES DE CARGA</u>	3
5.6	<u>PÓRTICOS AMARRE DE LÍNEA</u>	3
5.6.1	Cargas	3
5.6.2	Datos de salida (resultados)	3
5.7	<u>SOPORTES DE LA APARAMENTA</u>	3
5.7.1	Cargas	3
5.7.2	Datos de salida (resultados)	3
6.	<u>CÁLCULO DE LAS CIMENTACIONES DE LA APARAMENTA</u>	4

Ikus-Onespen	00947/2024 11/12/2024	Bizkaiko Industri Ingeniariei Elkargo Ofiziala
Ikus-Onespen	Ricoondo Rebollo, Alejandro (6775)	Elegilearen nortasun eta gaitasun profesionala • Bere atribuzio eta kompetentzia profesionalak • Dokumentuaren berrikuspen formaia • Ingeniariaren Erantzukizun Zibil Profesionalaren estaldura • Legeak ezarritako aldirako Erregistro eta Zaintza

ANEXO 1 – CÁLCULOS ELÉCTRICOS

1. NIVELES DE AISLAMIENTO

Los materiales que se emplearán en esta instalación tendrán las características de aislamiento más apropiadas a su función.

Los niveles de aislamiento que se han adoptado, tanto para aparatos como para las distancias en el aire, según viene especificados en el “Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión” en su ITC – RAT 12, son los siguientes:

- En 132 kV, que corresponde a un valor normalizado de tensión más elevada para el material de 145 kV, se adopta el nivel de aislamiento nominal máximo, que soporta 650 kV de cresta a impulso tipo rayo y 275 kV eficaces a frecuencia industrial durante un minuto.
- En 20 kV, que corresponden a un valor normalizado de tensión más elevada para el material de 24 kV, se adopta el nivel de aislamiento nominal máximo, que soporta 125 kV de cresta a impulso tipo rayo y 50 kV eficaces a frecuencia industrial durante un minuto.

<p>El visado acredita las siguientes garantías:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Identidad y habilitación profesional del autor • Sus atribuciones y competencias profesionales • Revisión formal del documento • Cobertura Responsabilidad Civil Profesional del Ingeniero • Registro y custodia por el periodo legal establecido 	<p>4</p> <p>Colegiado Ricondo Rebollo, Alejandro (6775)</p>	<p>Visado 00947/2024 11/12/2024</p>	
---	--	---	---

ANEXO 1 – CÁLCULOS ELÉCTRICOS

2. DISTANCIAS MINIMAS

El vigente “Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión” en su ITC - RAT 12, especifica las normas a seguir para la fijación de las distancias mínimas a puntos en tensión.

Las distancias, en todo caso, serán siempre superiores a las especificadas en dicha norma las cuales se recogen en la siguiente tabla:

Tensión nominal. (kV)	Tensión soportada nominal a los impulsos tipo rayo. (kV cresta)	Distancia mínima fase-tierra en el aire. (cm)	Distancia mínima entre fases en el aire. (cm)
132	650	130	130
20	125	22	22

La altitud de la instalación es inferior de 1.000 m (cota 12 m sobre el nivel del mar), por lo tanto, las distancias mínimas no tendrán el factor de corrección por altura.

Distancias fase – tierra y entre fases:

- Sistema de 132 kV
 - Las distancias adoptadas entre ejes de fases y entre ejes y tierra son de 200 cm para la tensión de 132 kV, superiores por tanto a las mínimas exigidas.
- Sistema de 20 kV
 - En el sistema de 20 kV se utilizan cables aislados apantallados y aparamenta ba envolvente metálica aislada en gas a las presiones convenientes y de acuerdo con la Normas CEI aplicables, habiendo superado los ensayos tipo correspondientes y sienc sometidas a ensayos específicos en cada suministro.
 - En los únicos tramos de embarrado desnudo a montar, que son las salidas de l transformadores de potencia, se mantendrán distancias de 50 cm entre fases, superiores por tanto a las mínimas exigidas.

Ikus-Onespenak bermate hauek ziuratuzen ditu: 5

- Egilearen nortasun eta gaituntza profesionala
- Bere atribuzio eta kompetentzia profesionalak
- Dokumentuaren berrikuzpen formaia
- Ingeniariaren Erantzukizun Zibila Profesionalaren estaldura
- Legeak ezarritako aldirako Erregistro eta Zaintza

Elkarteak
 Ricondo Rebollo, Alejandro (6776)

Ikus-Onespenak
 00947/2024
 11/12/2024

Bizkaiko
 Industri Ingeniarien
 Elkargo Ofiziala



ANEXO 1 – CÁLCULOS ELÉCTRICOS

Distancias en pasillos de servicios y zonas de protección:

Según la instrucción ITC – RAT 15, punto 4.1.2., los elementos en tensión no protegidos que se encuentren sobre los pasillos deberán estar a una altura mínima H sobre el suelo, medida en centímetros, igual a $H = 250 + d$, siendo “ d ” la distancia expresada en centímetros de las tablas 2 y 3 de la ITC – RAT 12, dadas en función de la tensión soportada nominal a impulsos tipo rayo para la instalación.

- Para el parque de 132 kV, de la tabla 2, $d = 130$ cm. Por lo tanto:

$$H = 250 + 130 = 380 \text{ cm.}$$

El embarrado de interconexión entre aparatos se situará a una altura de 450 cm sobre el suelo, cumpliéndose por tanto, la exigencia mencionada anteriormente.

- Para el parque de 20 kV, de la tabla 1, $d = 22$ cm. Por lo tanto:

$$H = 250 + 22 = 272 \text{ cm.}$$

El embarrado de salida de los transformadores de potencia se situará a una altura de 506,5 cm sobre el suelo, cumpliéndose por tanto, la exigencia mencionada anteriormente.

- Por otra parte, todos los elementos en tensión en las zonas accesibles, están situados a una altura sobre el suelo superior a 230 cm, considerando en tensión la línea de contacto del aislador con su zócalo o soporte, si éste se encuentra puesto a tierra, cumpliendo de esta forma lo indicado en la instrucción ITC – RAT 15, punto 4.1.5.

Según la instrucción ITC – RAT 14 punto 6.1.1 e ITC – RAT 15 punto 4.1.1, tanto en instalaciones de interior como de exterior, la anchura de los pasillos de servicio tiene que ser suficiente para permitir la fácil maniobra e inspección de las instalaciones, así como el libre movimiento por los mismos de las personas y el transporte de los aparatos en las operaciones de montaje o revisión de los mismos.

Esta anchura no será inferior a la que a continuación se indica:

- Pasillos de maniobra con elementos en tensión a un solo lado 1,0 m.
- Pasillos de maniobra con elementos en tensión a ambos lados 1,2 m.
- Pasillos de inspección con elementos en tensión a un solo lado 0,8 m.
- Pasillos de inspección con elementos en tensión a ambos lados 1,0 m.

El visado acredita las siguientes garantías:

- Identidad y habilitación profesional del autor
- Sus atribuciones y competencias profesionales
- Revisión formal del documento
- Cobertura Responsabilidad Civil Profesional del Ingeniero
- Registro y custodia por el periodo legal establecido

Registro
Ricardo Rebollo, Alejandro (6775)

Visado
00947/2024
11/12/2024

Bizkaiko
Industri Ingeniariei
Elkargo Ofiziala



ANEXO 1 – CÁLCULOS ELÉCTRICOS

Distancias en zonas de protección contra contactos accidentales desde el exterior del recinto de la instalación:

- Según la instrucción ITC – RAT 15 punto 4.3.1, para cierres de enrejado de altura $K \geq 220$ cm, en este caso, la distancia en horizontal entre el cerramiento y las zonas en tensión debe ser superior a:

$$G = d + 150 = 130 + 150 = 280 \text{ cm}$$

Distancia que se cumple ampliamente según puede verse en el plano de Implantación y Secciones incluido en el documento nº 4 “Planos”.

Disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico RD 612/2001:



- Según la Tabla 1, “Distancias límites de las zonas de trabajo del R.D. 614/2001”, los valores de D_{PEL-1} (distancia en cm hasta el límite exterior de la zona de peligro cuando exista riesgo de sobretensión por rayo) para niveles de tensión de 132 kV y 20 kV serán de 180 y 72 cm respectivamente. Los elementos en tensión no protegidos, que se encuentren sobre los pasillos, deberán estar a una altura mínima sobre el suelo:

Para el sistema de 132 kV:

$$H = 250 + D_{PEL-1} + 10 \text{ (Margen de Seguridad)} = 250 + 180 + 10 = 440 \text{ cm}$$

Para el sistema de 20 kV:

$$H = 250 + D_{PEL-1} + 10 \text{ (Margen de Seguridad)} = 250 + 72 + 10 = 332 \text{ cm}$$

Ikus-Onespeak berme hauke zuziuratzzen ditu:	7
• Egilearen nortasun eta gaikuntza profesionala • Bere atribuzio eta kompetentzia profesionalak • Dokumentuaren berrikuspen formaia • Ingeniariaren Erantzukizun Zibil Profesionalaren estaldura • Legeak ezarritako aldizako Erregistro eta Zaintza	
Elkargokideak	Ricondo Rebollo, Alejandro (6775)
Ikus-Onespen	00947/2024 11/12/2024
Bizkaiko Industri Ingeniariei Elkargo Ofiziala	
	

ANEXO 1 – CÁLCULOS ELÉCTRICOS

3. CÁLCULO EMBARRADOS

3.1 EMBARRADOS RÍGIDOS

3.1.1 Cálculos eléctricos

Las semibarras principales de 132 kV estarán constituidas por tubo de aleación de aluminio, 100/90 mm de diámetro, equivalente a 1.495 mm² de sección nominal, que admite un paso de corriente permanente de 2.320 A, que equivale a una potencia nominal en el embarrado de 530,4 MVA.

El resto de embarrados de 132 kV (embarrados secundarios o embarrados bajos y puentes entre la apartamenta) se realizarán con cable desnudo de aluminio homogéneo, tipo Arbutus, de 26,04 mm de diámetro, equivalente a 402,8 mm² de sección nominal, que admite un paso de corriente permanente de 800 A, que equivale a una potencia nominal en el embarrado de 183 MVA.

Para cada transformador de potencia de 40 MVA, en la salida de bornas del devanado secundario hasta su conexión con los terminales de los cables aislados, el embarrado estará constituido por tubo de aluminio de 80/64 mm de diámetro, que admite un paso de corriente permanente de 2.340 A, que equivale a una potencia nominal en el embarrado de 81,59 MVA.

Como se puede observar, los valores obtenidos son muy superiores a la potencia instalada actual y prevista futura.

3.1.2 Cálculos electromecánicos del embarrado principal

A continuación, se presentan los cálculos justificativos de los embarrados rígidos utilizados en el sistema de 132 kV, así como los cálculos que justifican la elección de los aisladores.

Los cálculos se basan en el procedimiento de cálculo expuesto en la UNE-EN 60865-1.

Para los cálculos se considerará la barra correspondiente a la fase central, por ser esta la más afectada desde el punto de vista de esfuerzos de cortocircuito.

En cada tramo el embarrado se encuentra apoyado en un extremo y empotrado en el otro. Es decir, en uno de los extremos se permite el desplazamiento según el eje del embarrado y en el otro se encuentra rígidamente unido a la apartamenta.




El visado acredita las siguientes garantías:

- Identidad y habilitación profesional del autor
- Sus atribuciones y competencias profesionales
- Revisión formal del documento
- Cobertura Responsabilidad Civil Profesional del Ingeniero
- Registro y custodia por el periodo legal establecido

Visado
 00947/2024
 11/12/2024

Cobregado
 Ricordo Rebollo, Alejandro (6775)

Bizkaiko
 Industri Ingeniarien
 Elkargo Ofiziala

ANEXO 1 – CÁLCULOS ELÉCTRICOS

3.1.2.1 Hipótesis de diseño.

Para permitir evoluciones futuras del sistema eléctrico sin impacto en la nueva subestación, adoptan los siguientes valores de diseño, donde el factor R/X se tomará el valor típico de la red de 0,055:

HIPÓTESIS DE DISEÑO	
Zona Tipo (Altitud < 500m):	A
I_{cc} simétrica (I_k) [kA]:	15,46
R/X (sistema) [Ω/m]:	0,055
Frecuencia de Red (f) [Hz]:	50
Duración del cortocircuito (T_k) [seg]:	0,5
Temperatura montaje (T_f) [$^{\circ}C$]	25
Temperatura en servicio (T_i) [$^{\circ}C$]	80

Tabla 1. Hipótesis de diseño

Siendo las condiciones del vano las siguientes:

CONDICIONES DEL VANO	
Longitud de vano [m]:	10
Distancia entre fases [m]:	2,50
Anclajes:	Fijo - Deslizante

Tabla 2. Condiciones del vano

Nota: Se calcula el vano más desfavorable que se corresponde con las barras principales.

3.1.2.2 Condiciones de la instalación

La subestación se encuentra en una parcela ubicada en el término municipal de San Isidro, dentro de la provincia de Alicante. El citado municipio se encuentra a una altura de 12 msnm, es decir a una altitud menor a 500 m sobre el nivel del mar (Zona A según RAT).

3.1.2.3 Normativa aplicable

Los cálculos que se realizan a continuación cumplen con la normativa vigente en España referente a este tipo de instalaciones y está basado en las siguientes Normas y Reglamentos:

- Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23.
- Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueban el Reglamento sobre

Ikus-Onespenak baimenak ziurtatzen ditu:

- Egilearen nortasun eta gaikuntza profesionala
- Bere atribuzio eta kompetentzia profesionalak
- Dokumentuaren berrikuspen formaia
- Ingeniariaren Erantzukizun Zibila Profesionalaren estaldura
- Legeak ezarritako aldirako Erregistro eta Zaintza

Elkargokidea
Ricoondo Rebollo, Alejandro (6775)

Ikus-Onespen
00947/2024
11/12/2024

Bizkaiko
Industri Ingeniariei
Elkargo Ofiziala





ANEXO 1 – CÁLCULOS ELÉCTRICOS

condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09.

- Norma UNE EN 60865-1, Corrientes de cortocircuito, cálculo de efectos. Parte 1: Definiciones y métodos de cálculo.
- Norma UNE EN 60909-0, Corrientes de cortocircuito en sistemas trifásicos de corriente alterna.
- IEEE Std 605-2008. Guide for Bus Design in Air Insulated Substations.
- Norma VDE 0102.
- Norma DIN 43670.

3.1.2.4 Características de los materiales / equipos a instalar

Las características del embarrado rígido son las siguientes:

CONDUCTOR RÍGIDO	
Tubo:	100/90
Aleación:	AlMgSiO, 5 F22
Diámetro exterior (D) [mm]:	100
Diámetro interior (d) [mm]:	90
Espesor de la pared (e) [mm]:	5
Peso propio unitario (P_{pt}) [kg/m]:	4,030
Peso específico del conductor (W_c) [N/m ³]:	26.500
Sección Equivalente (S) [mm ²]:	1.492
Momento de inercia (J) [cm ⁴]:	168,812
Momento resistente (W) [cm ³]:	33,762
Módulo de elasticidad (Young) (E) [N/mm ²]:	69.000
Límite de fluencia mínimo del material (f_y) [N/mm ²]:	160
Coefficiente de dilatación lineal (α) [mm/m°C]:	0,023
Intensidad máxima [A]:	2.320
Capacidad térmica (S_{thr}) [A/mm ²]:	80,68

Tabla 3. Características conductor rígido

El visado acredita las siguientes garantías:

- Identidad y habilitación profesional del autor
- Sus atribuciones y competencias profesionales
- Revisión formal del documento
- Cobertura Responsabilidad Civil Profesional del Ingeniero
- Registro y custodia por el periodo legal establecido

Colegiado
 Ricondo Rebollo, Alejandro (6775)

Visado
 00947/2024
 11/12/2024

Bizkaiko
 Industri Ingeniariei
 Elkargo Ofiziala



ANEXO 1 – CÁLCULOS ELÉCTRICOS

Las características de los aisladores soporte son las siguientes:

CARACTERÍSTICAS AISLADORES	
Tipo Aislador:	C8-650
Carga de rotura a flexión [N]:	8.000
Carga de rotura a torsión [N]:	4.000
Altura del aislador (H _i) [mm]:	1.500
Altura de la pieza soporte (H _f) [mm]:	105

Tabla 4. Características aisladores soporte

Las características del cable antivibratorio son las siguientes:

CARACTERÍSTICAS CABLE ANTIVIBRATORIO	
Tipo Aislador:	ARBUTUS
Peso propio unitario (P _{pa}) [kg/m]:	1,111
Diámetro conductor (D _c) [mm]:	26,040
Sección Equivalente (S _a) [mm ²):	402,800

Tabla 5. Características aisladores soporte

3.1.2.5 Cálculo mecánico del embarrado principal

3.1.2.5.1 Corriente de cortocircuito

La intensidad de cresta (según UNE EN 60909-0) tiene un valor de:

$$I_p = \chi \cdot \sqrt{2} \cdot I_k''$$

Dónde:

χ = factor de la intensidad pico definido por la siguiente expresión:

$$\chi = 1,02 + 0,98 \cdot e^{-3R/X}$$

R/X = relación de impedancias equivalentes del sistema en el punto de cortocircuito, en este caso se tomará el valor típico de la red de 0,055.

Con lo que obtenemos los siguientes resultados:

CORRIENTE CORTOCIRCUITO	
Intensidad de cortocircuito simétrica (I _k '') [kA]:	15,460
Intensidad de Cresta (I _p) [kA]:	40,468
Factor X:	1,851

Tabla 6. Resultados corrientes de cortocircuito

¹ Calculada s/fabricante (DIN 43670) a Ambiente = 25°C y Tconductor = 80°C.

- Egilearen nortasun eta gaikuntza profesionala
- Bere atribuzio eta kompetentzia profesionalak
- Dokumentuaren berrikuspen formaia
- Ingeniariaren Erantzukizun Zibil Profesionalaren estaldura
- Legeak ezarritako aldizko Erregistro eta Zaintza

Ricardo Rebollo, Alejandro (6775)

00947/2024
11/12/2024

ANEXO 1 – CÁLCULOS ELÉCTRICOS

3.1.2.5.2 Cargas sobre la estructura del tubo

- Esfuerzos por peso propio:

$$F_c = P_{pt} \cdot g$$

Donde:

P_{pt} = peso propio unitario del conductor rígido.

$g = 9,81 \text{ m/s}^2$.

- Esfuerzos por peso propio del cable anti vibratorio:

$$F_{pa} = \frac{2}{3} P_{pa} \cdot g$$

Donde:

P_{pa} = peso propio unitario del cable anti vibratorio (tipo de cable "ARBUTUS", donde el $P_{pa} = 1,111 \text{ kg/m}$ obtenido de catálogo de fabricante).

$g = 9,81 \text{ m/s}^2$.

- Esfuerzos por hielo:

El peso unitario del hielo sobre los conductores de barras circulares se puede calcular con la siguiente expresión:

$$F_h = \pi \cdot w_1 \cdot r_1 \cdot (D + r_1)$$

Donde:

F_h = peso del hielo unitario sobre el conductor.

w_1 = peso específico del hielo (según Reglamento Líneas Aéreas Alta Tensión, apartado 3.1.2.1).

D = diámetro externo del conductor.

r_1 = espesor radial del hielo (según Reglamento Líneas Aéreas Alta Tensión, apartado 3.1.3).

El visado acredita las siguientes garantías: 2

- Identidad y habilitación profesional del autor
- Sus atribuciones y competencias profesionales
- Revisión formal del documento
- Cobertura Responsabilidad Civil Profesional del Ingeniero
- Registro y custodia por el periodo legal establecido

Colegiado
Ricoondo Rebollo, Alejandro (6775)

Visado
00947/2024
11/12/2024

Bizkaiko
Industri Ingeniarien
Elkargo Ofiziala



ANEXO 1 – CÁLCULOS ELÉCTRICOS

• Esfuerzos por viento:

La fuerza uniforme por viento se puede calcular con la siguiente expresión:

$$F_W = C \cdot V^2 \cdot (D + 2r_1) \cdot C_f \cdot K_Z \cdot G_f \cdot I$$

Donde:

F_W = fuerza del viento sobre el conductor.

C = constante (Ver 11.2, IEEE-605).

C_f = coeficiente de fuerza conductor tubular (Ver 11.2.3, IEEE-605).

K_Z = factor de exposición y altura (Ver punto 11.2.4, IEEE-605).

G_f = factor de ráfaga (Ver punto 11.2.5, IEEE-605).

V = velocidad del viento.

D = diámetro externo del conductor.

r_1 = espesor radial del hielo.

I = factor de importancia (Ver punto 11.2.6, IEEE-605).

• Esfuerzos por cortocircuito:

La fuerza estática por unidad de longitud entre dos conductores paralelos recorridos por una intensidad se obtiene de la expresión dada por la norma “UNE EN 60865-1”:

$$F_{sc} = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot \frac{\mu_0}{2 \cdot \pi \cdot a} (I_p)^2$$

Donde:

μ_0 = permeabilidad magnética del vacío.

a = distancia media entre fases.

I_p = intensidad de cresta.

ANEXO 1 – CÁLCULOS ELÉCTRICOS

Sustituyendo y operando:

ESFUERZOS EN EL TUBO	
Esfuerzo peso propio (F _c) [N/m]:	39,534
Esfuerzo peso propio C. Antivibratorio (F _{pa}) [N/m]:	7,266
Esfuerzo hielo (F _h) [N/m]:	0,000
W ₁ [N/m ³]:	8.820
r ₁ [N/m ³]:	0,000
Esfuerzo viento (F _w) [N/m]:	100,535
C:	0,613
C _f :	1,000
K _z :	1,109
G _f :	0,850
V [m/s]:	38,89
l:	1,15
Esfuerzo cortocircuito (F _{sc}) [N/m]:	113,462
μ ₀ [N/A ²]	4π * 10 ⁻⁷

Tabla 7. Resultados esfuerzos en tubo

Los esfuerzos dinámicos dependen a su vez de la frecuencia de vibración propia del tubo, que es función del tubo, el vano y los apoyos, y que permite calcular dos coeficientes que determinan el esfuerzo dinámico en cortocircuito sobre el tubo:

V_σ = factor que tiene en cuenta el efecto dinámico

V_r = factor que tiene en cuenta el reenganche

La frecuencia de vibración de un tubo está definida como:

$$f_c = \frac{\gamma}{l^2} \cdot \sqrt{\frac{E \cdot J}{m}}$$

Donde:

J: inercia de la sección del tubo.

m: masa unitaria del tubo.

E: Módulo de Young del material.

l: longitud del vano.

γ: coeficiente del tubo y los apoyos.

El visado acredita las siguientes garantías:

- Identidad y habilitación profesional del autor
- Sus atribuciones y competencias profesionales
- Revisión formal del documento
- Cobertura Responsabilidad Civil Profesional del Ingeniero
- Registro y custodia por el periodo legal establecido

Colegiados

Ricardo Rebollo, Alejandro (6775)

Visado

00947/2024
11/12/2024

Bizkaiko
Industri Ingeniariei
Elkargo Ofiziala



ANEXO 1 – CÁLCULOS ELÉCTRICOS

La relación entre la frecuencia de oscilación y la frecuencia nominal ($\frac{f_c}{50 \text{ Hz}}$) del sistema establece los valores de V_σ (UNE EN 60865-1 Fig. 4) y V_r (UNE EN 60865-1 Fig. 5)

La tensión de trabajo en el tubo por esfuerzo dinámico de cortocircuito, vale:

$$\sigma_m = V_\sigma \cdot V_r \cdot \beta \cdot \frac{F_{sc} \cdot l^2}{8 \cdot W}$$

Donde:

β : Coeficiente dependiente del tipo y número de soportes (UNE EN 60865-1 Tabla 3).

W : módulo resistente de la sección del tubo.

La tensión de trabajo total en el tubo vendrá dada por la suma geométrica de las tensiones producidas por los distintos esfuerzos, que se acumulan, en sus direcciones respectivas, a la calculada de cortocircuito. En este caso, y considerando todas las cargas uniformemente repartidas:

$$\sigma_i = \frac{1}{8} \times \frac{P \times l^2}{W}$$

Donde:

l = longitud del vano.

W = módulo resistente de la sección del tubo.

P = carga repartida que produce el esfuerzo.

Entonces:

Por viento:

$$\sigma_v = \frac{1}{8} \times \frac{F_w \times l^2}{W}$$

Por peso propio:

$$\sigma_p = \frac{1}{8} \times \frac{(F_p + F_{pa}) \times l^2}{W}$$

Ikus-Onespenak berme hauetaz zuzentzen ditu: 5

- Egilearen nortasun eta gaikuntza profesionala
- Bere atribuzio eta kompetentzia profesionalak
- Dokumentuaren berrikuspen formaia
- Ingeniariaren Erantzukizun Zibil Profesionalaren estaldura
- Legeak ezarritako aldirako Erregistro eta Zaintza

Elkargokidea
Ricoondo Rebollo, Alejandro (6775)

Ikus-Onespen
00947/2024
11/12/2024

Bizkaiko
Industri Ingeniarien
Elkargo Ofiziala



ANEXO 1 – CÁLCULOS ELÉCTRICOS

Por hielo:

$$\sigma_h = \frac{1}{8} \times \frac{F_h \times l^2}{W}$$

La tensión máxima tendrá un valor de:

$$\sigma_{to} = \sqrt{(\sigma_v + \sigma_m)^2 + (\sigma_p + \sigma_h)^2}$$

El coeficiente de seguridad del tubo frente al límite de fluencia está expresado como:

$$Coef. Seguridad = \frac{f_y}{\sigma_{to}}$$

Con lo que obtenemos los siguientes resultados:

TENSIONES EN EL TUBO	
Frecuencia vibración tubo (f _c) [Hz]:	2,669
Υ:	1,570
Relación Frecuencia oscilación y Frecuencia nominal:	0,053
Tensión de trabajo dinámica (σ _m) [N/mm ²]:	28,022
β:	1,000
V _σ :	0,374
V _r :	1,783
Tensión de trabajo de viento (σ _v) [N/mm ²]:	37,221
Tensión de trabajo de peso propio (σ _p) [N/mm ²]:	17,327
Tensión de trabajo de hielo (σ _h) [N/mm ²]:	0,000
Tensión de trabajo máxima (σ _{to}) [N/mm ²]:	67,505
Coeficiente de Seguridad	3,18

Tabla 8. Resultados tensiones en tubo

En cuanto al esfuerzo en cortocircuito, la norma “UNE EN 60865-1” establece que el tubo soporta los esfuerzos si se cumplen las siguientes condiciones:

Condición 1:

$$\sigma_{to} \leq q \cdot f_y$$

El visado acredita las siguientes garantías: **6**

- Identidad y habilitación profesional del autor
- Sus atribuciones y competencias profesionales
- Revisión formal del documento
- Cobertura Responsabilidad Civil Profesional del Ingeniero
- Registro y custodia por el periodo legal establecido

Colegiado
Ricoondo Rebollo, Alejandro (6775)

Visado
00947/2024
11/12/2024

Bizkaiko
Industri Ingeniariei
Elkargo Ofiziala



ANEXO 1 – CÁLCULOS ELÉCTRICOS

Donde:

f_y = límite de fluencia del material.

q = factor de resistencia del conductor, se calcula de la siguiente forma según la norma:

$$q = 1,7 \cdot \frac{1 - \left(1 - \frac{2 \cdot t}{D}\right)^3}{1 - \left(1 - \frac{2 \cdot t}{D}\right)^4}$$

Donde:

t = espesor del tubo según UNE EN 60865-1 Tabla 4).

Con lo cual se tendrán los siguientes resultados:

CONDICIÓN 1	
Tensión de trabajo máxima (σ_{10}) [N/mm ²]:	67,505
Factor de resistencia del conductor (q):	1,340
Límite de fluencia mínimo del material (f_y) [N/mm ²]:	160
Verificación condición 1:	Cumple

Tabla 9. Verificación condición 1

Condición 2:

$$\sigma_v + \sigma_m \leq f_y$$

Se tienen los siguientes resultados:

CONDICIÓN 2	
Tensión mecánica causada por fuerzas de conductores principales (σ_m) + (σ_v) [N/mm ²]:	65,243
Límite de fluencia mínimo del material (f_y) [N/mm ²]:	160
Verificación condición 2:	Cumple

Tabla 10. Verificación condición 2

ANEXO 1 – CÁLCULOS ELÉCTRICOS

3.1.2.5.3 Flecha en el tubo

La flecha para un vano se obtiene de la expresión:

$$f_{max} = \frac{P \cdot l^4}{185 \cdot E \cdot J}$$

Donde:

P: fuerza vertical por unidad de longitud (resultante de la suma del esfuerzo del peso propio (F_c), del esfuerzo del peso propio del cable antivibratorio (F_{pa}) y del esfuerzo del hielo (F_h) de la Tabla 6 del presente documento).

l: Longitud del vano.

E: Módulo de elasticidad del material.

J: Momento de inercia de la sección.

Se debe verificar:

$$f_{m\acute{a}x} \leq \frac{l}{300}$$

La carga a considerar en este caso es el peso propio del tubo, más el cable anti vibratorio y el manguito de hielo. Sustituyendo:

FLECHA EN EL TUBO	
Flecha máxima (fmáx) [cm]:	2,17
Longitud/300 [cm]:	3,33
Verificación:	Cumple

Tabla 11. Resultados flecha en el tubo

3.1.2.5.4 Cargas sobre el aislador

La carga total sobre un aislador montado verticalmente y que soporta barras horizontales, es la suma de las fuerzas en cantilever actuando sobre el aislador, multiplicadas por los factores de sobrecarga.

El visado acredita las siguientes garantías: 8

- Identidad y habilitación profesional del autor
- Sus atribuciones y competencias profesionales
- Revisión formal del documento
- Cobertura Responsabilidad Civil Profesional del Ingeniero
- Registro y custodia por el periodo legal establecido

Colegiado

Ricardo Rebollo, Alejandro (6775)

Visado

00947/2024
11/12/2024

Bizkaiko
Industri Ingeniarien
Elkargo Ofiziala





ANEXO 1 – CÁLCULOS ELÉCTRICOS

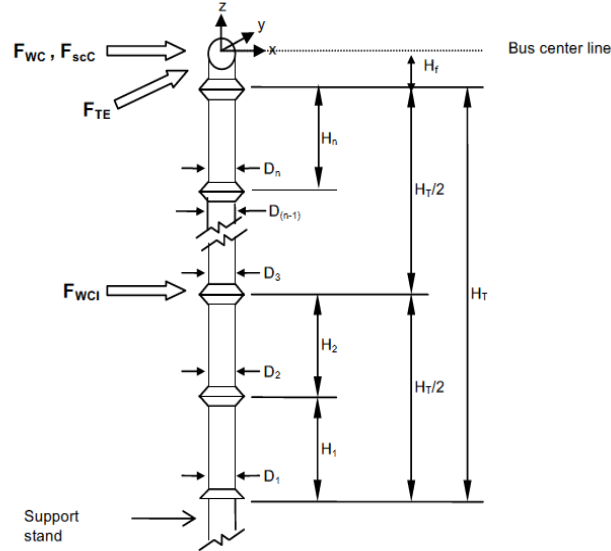


Figura 1. Cargas sobre un aislador montado verticalmente (IEEE Std 605-2008)

La carga total sobre el aislador montado verticalmente viene dada por la expresión:

$$F_c = \sqrt{\left(\frac{F_{WCI}}{2} + \frac{(H_T + H_f)F_{WC}}{H_T} + \frac{(H_T + H_f)F_{scc}}{H_T}\right)^2 + \left(F_{TE} \left(\frac{H_T + H_f}{H_T}\right)\right)^2}$$

Donde:

F_c = Carga del aislador montado verticalmente

H_T = Altura total del aislador soporte

H_f = Altura sobre el aislador al centro de barra

F_{WCI} = Fuerza en Cantiliver del viento sobre el aislador (IEEE Std 605-2008):

$$F_{WCI} = F_w \cdot H_T$$

F_{WC} = Fuerza transmitida en las barras por el viento (IEEE Std 605-2008):

$$F_{WC} = F_w \cdot L_E$$

Donde:

L_E = 5/8 · Longitud Vano (ver Tabla 18 del IEEE Std 605-2008. Guide for Bus Design Air Insulated Substations).

ANEXO 1 – CÁLCULOS ELÉCTRICOS

F_{ScC} = Fuerza transmitida en las barras por corto circuito (IEEE Std 605-2008):

$$F_{ScC} = F_{SC} \cdot L_E$$

Donde:

L_E = 5/8 · Longitud Vano (ver Tabla 18 del IEEE Std 605-2008. Guide for Bus Design in Air Insulated Substations)

F_{TE} = Fuerza Térmica sin conectores (IEEE Std 605-2008):

$$F_{TE} = E \cdot \alpha \cdot S \cdot (T_f - T_i)$$

Donde:

E = Módulo de elasticidad (Young).

α = Coeficiente de dilatación lineal.

S = sección equivalente.

T_f = temperatura montaje (80°C).

T_i = temperatura en servicio (25°C).

Sustituyendo y operando:

CARGAS SOBRE EL AISLADOR	
Carga del aislador montado verticalmente (F_c) [N]:	1.512,9
F_{wci} [N]:	150,802
H_T [m]:	1,50
H_f [m]:	0,11
F_{wc} [N]:	628,341
F_{ScC} [N]:	709,141
F_{TE} [N]:	130,252
Coeficiente de seguridad:	5,29
Verificación:	Cumple

Tabla 12. Resultados cargas sobre aislador soporte

El visado acredita las siguientes garantías:

- Identidad y habilitación profesional del autor
- Sus atribuciones y competencias profesionales
- Revisión formal del documento
- Cobertura Responsabilidad Civil Profesional del Ingeniero
- Registro y custodia por el periodo legal establecido

Colegiado

Ricardo Rebollo, Alejandro (6775)

Visado

00947/2024
11/12/2024

Bizkaiko
Industri Ingeniarien
Elkargo Ofiziala

B



C

ANEXO 1 – CÁLCULOS ELÉCTRICOS

3.1.2.5.5 Elongación del embarrado

El tubo que forma el embarrado, por efectos térmicos se dilatará, de acuerdo con la expresión:

$$\Delta l = l_0 \cdot \alpha \cdot \Delta \theta$$

Donde:

l_0 = longitud inicial del tubo

α = coeficiente de dilatación lineal del tubo

$\Delta \theta$ = incremento de temperatura entre la de montaje y la de servicio

Sustituyendo adecuadamente cada variable por el valor correcto resulta:

ELONGACIÓN DEL EMBARRADO	
Elongación del embarrado (Δl) [mm]:	12,65
$\Delta \theta$ (°C):	55,0

Tabla 13. Resultados elongación del embarrado

Dada la elongación del vano se instalarán piezas especiales que permitan absorber esta dilatación.

3.1.2.5.6 Esfuerzo térmico en cortocircuito

La intensidad térmica en cortocircuito viene dada según “UNE EN 60865-1” por la expresión:

$$I_{th} = I''_k \cdot \sqrt{(m + n)}$$

Donde:

m = factor de disipación térmica correspondiente a la componente de corriente continua.

n = factor de disipación térmica correspondiente a la componente de corriente alterna.

I''_k = intensidad de cortocircuito.

Los conductores desnudos tienen una resistencia térmica de cortocircuito suficiente si la densidad de corriente térmica de corta duración, S_{th} , cumple la relación siguiente, para todos los valores de T_k :

$$S_{th} < S_{thr} \sqrt{\frac{Tkr}{T_k}}$$

Donde:

S_{th} = Densidad de corriente térmica equivalente de corta duración ($S_{th} = \frac{I_{th}}{A}$)

Ikus-Onespenak berme hauek ziuratzeko:

- Egilearen nortasun eta gaikuntza profesionala
- Bere atribuzio eta kompetentzia profesionalak
- Dokumentuaren berrikuspen formaia
- Ingeniariaren Erantzukizun Zibil Profesionalaren estaldura
- Legeak ezarritako aldirako Erregistro eta Zaintza

Elkargokidea
Ricoondo Rebollo, Alejandro (6775)

Ikus-Onespen
00947/2024
11/12/2024

Bizkaiko
Industri Ingeniariei
Elkargo Ofiziala



ANEXO 1 – CÁLCULOS ELÉCTRICOS

S_{thr} = Valor asignado de la densidad de corriente soportada de corta duración durante 1s
 80,68 A/mm²

T_{kr} = Tiempo de corta duración asignado (1s)

T_k = Duración de la corriente de cortocircuito (0,5s)

Sustituyendo y operando:

ESFUERZO TÉRMICO DE CORTOCIRCUITO	
Intensidad térmica de cortocircuito (I _{th}) [kA]:	16,39
m:	0,124
n:	1,00
Densidad térmica equivalente (S _{th}) [A/mm ²]:	10,98
Verificación Condición del embarrado:	Cumple

Tabla 14. Resultados esfuerzo térmico de cortocircuito

3.2 CONDUCTORES DE CABLE AISLADO

3.2.1 Cálculos eléctricos

La conexión entre los embarrados de salida del transformador de potencia de 40 MVA y la celda de alimentación al módulo de 20 kV se hace a través de tres ternas de cable de potencia, tipo HEPRZ1 AI 400 mm², 12/20 kV y terminales flexibles, que proporcionan una intensidad máxima de 1.533 A por fase después de aplicarle los coeficientes correctores correspondientes a tipo de instalación y agrupación de ternas, que equivale a una potencia nominal de 53,1 MVA.

La conexión entre la salida del transformador de potencia de 40 MVA con la reactancia y la resistencia, se realizará con una terna de cable de potencia tipo HEPRZ1 AI 240 mm², 12/20 kV que proporcionan una intensidad máxima de 414 A por fase, que equivale a una potencia nominal de 14,3 MVA.

La conexión entre el transformador de servicios auxiliares y su celda correspondiente, se realizará con una terna de cable de potencia, tipo HEPRZ1 AI 50 mm², 12/20 kV que proporcionan una intensidad máxima de 150 A por fase, que equivale a una potencia nominal de 5,2 MVA.

Como se puede observar, los valores obtenidos son muy superiores a la potencia instalada actual prevista futura.

El visado acredita las siguientes garantías:

- Identidad y habilitación profesional del autor
- Sus atribuciones y competencias profesionales
- Revisión formal del documento
- Cobertura Responsabilidad Civil Profesional del Ingeniero
- Registro y custodia por el periodo legal establecido

Visado

Ricardo Rebollo, Alejandro (6775)

Visado

00947/2024
11/12/2024

Visado

Bizkaiko Industri Ingeniarien Elkargo Ofiziala



ANEXO 1 – CÁLCULOS ELÉCTRICOS

4. CÁLCULO DE TIERRAS INFERIORES

4.1 OBJETO

Toda instalación eléctrica debe disponer de una protección o instalación de tierra diseñada en forma tal que, en cualquier punto normalmente accesible del interior o exterior de la instalación eléctrica donde las personas puedan circular o permanecer, y exista el riesgo de que puedan estar sometidas a una tensión peligrosa durante cualquier defecto en la instalación eléctrica o en la red unida a ella, estas queden protegidas.

El presente cálculo tiene verificar la malla de la ST GRANADINA (132/20 kV). Se tiene en consideración la ITC – RAT 13 del “Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión”.

4.2 DATOS DE ENTRADA E HIPÓTESIS DE CÁLCULO

4.2.1 Datos del sistema eléctrico

- Frecuencia 50 Hz
- Relación impedancias (X/R) 20
- Tiempo despeje falta (t_f) 0,5 s
- Relación de tensiones 132/20 kV

4.2.2 Datos del terreno y de los conductores de tierra

- Profundidad a la que está enterrada la malla (h) 0,6 m
- Espesor capa superficial de grava 0,1 m
- Resistividad capa superficial (ρ_s) 3000 Ohm.m¹
- Resistividad media del terreno (ρ) 250 Ohm.m
- Cable de tierra del conductor Cu 150 mm²

Datos de cable de cobre:

- Coef. térmico resistividad (20°C) $\alpha_r = 0,00393 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$
- Coeficiente ($1/\alpha_0$ a 0°C) $K_0 = 234 \text{ } ^\circ\text{C}$
- Resistividad 20°C $\rho_r = 1,72 \text{ } \mu\Omega/\text{cm}$
- Factor Capacidad Térmica $\text{TCAP}=3,42 \text{ J}/\text{cm}^3/^\circ\text{C}$
- Temperatura máxima admisible $T_m=300^\circ\text{C}$

¹ Resistividad estimado acorde a ITC - RAT 13

ITC-RAT 13
 Egilearen nortasun eta gaikuntza profesionala
 Bere atribuzio eta kompetentzia profesionalak
 Dokumentuaren berrikuspen formala
 Ingeniariaren Erantzukizun Zibil Profesionalaren estaldura
 Legeak ezarritako aldirako Erregistro eta Zaintza

Elkargokidea
 Ricondo Rebollo, Alejandro (6775)

Ikus-Onespen
 00947/2024
 11/12/2024

Bizkaiko
 Industri Ingeniarien
 Elkargo Ofiziala





4.2.3 Datos geométricos

La malla de tierras de la ST Granadina tiene la tipología que se indica a continuación:

- Longitud del lado mayor de la malla (Lx) 67 m
- Longitud del lado menor de la malla (Ly) 62 m
- Número de picas (e) 22
- Longitud de las picas (L_e) 2 m

La malla de tierras, sobresale un metro del cerramiento de la subestación. El cerramiento de la subestación se encuentra conectado a la malla de tierras.

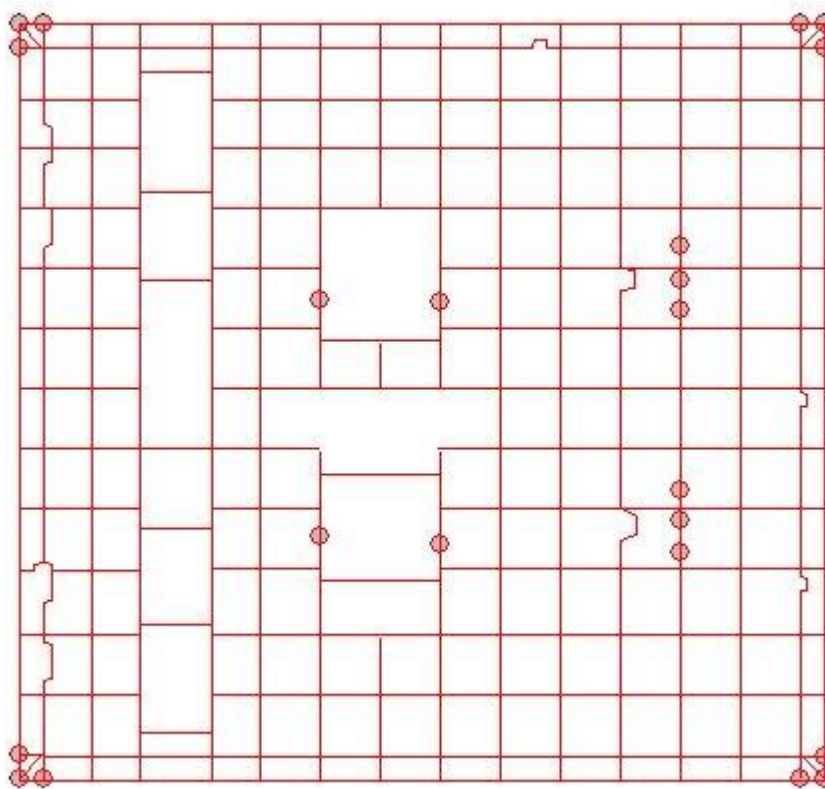


Figura 1: Detalle de la malla de tierra de la subestación

4.2.4 Dato intensidad de cortocircuito

Para obtener la intensidad de cortocircuito en un punto de la subestación se utilizan programas capaces de realizar el análisis de la red de alta tensión bajo distintas hipótesis de fallo.

El visado acredita las siguientes garantías: 4

- Identidad y habilitación profesional del autor
- Sus atribuciones y competencias profesionales
- Revisión formal del documento
- Cobertura Responsabilidad Civil Profesional del Ingeniero
- Registro y custodia por el periodo legal establecido

Colegiado

Ricardo Rebollo, Alejandro (6775)

Visado

00947/2024
11/12/2024

Bizkaiko
Industri Ingeniariei
Elkargo Ofiziala



ANEXO 1 – CÁLCULOS ELÉCTRICOS

La intensidad de cortocircuito considerada para la malla de tierras de la ST Granadina tiene en cuenta un horizonte temporal amplio para contemplar la evolución futura de la red, así como las aportaciones de las líneas que puede albergar en su desarrollo final.

A tal efecto de acuerdo a los datos disponibles, los cortocircuitos monofásicos ($3 \cdot I_0$) más perjudiciales en cada nivel de tensión son los siguientes:

- 132 kV $\rightarrow 10.800,6 \text{ A}^2$

Sin embargo, el diseño de la instalación se va a aplicar un coeficiente de mayoración de 1,3 para tener en consideración aumento por instalación de futura generación o desarrollos de red no planificados hasta el momento, de modo que: $(3 \cdot I_0) = 10.800,6 \times 1,3 = 14.040,78 \text{ A}$.

4.3 METODOLOGÍA Y HERRAMIENTA UTILIZADA

El método a emplear está basado en el programa ETAP V.21.0.2. El Software emplea diferentes módulos de cálculo basados en leyes físicas universalmente reconocidas. La base de cálculo principal es la resolución de las Ecuaciones de Maxwell empleando el método de las imágenes. Estas ecuaciones son simplificadas (por ejemplo no consideran la inductancia mutua entre conductores dado que son fenómenos de baja frecuencia).

Los datos obtenidos se contrastarán con la Instrucción Técnica Complementaria ITC-RAT 13 del Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión (Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo).

El proceso desarrollado se ajusta al siguiente esquema:

- a) Determinación de la resistividad del terreno natural
- b) Estudio de la intensidad de cortocircuito y su distribución dentro del sistema de puesta a tierra, es decir, los porcentajes de la misma que se derivan por los hilos de guarda de las líneas aéreas conectadas a la ST, por las pantallas de las líneas subterráneas conectadas a la ST y por la tierra de referencia a través de las puestas tierra remotas. Asimismo, se estudiará el porcentaje de la corriente de defecto que fluye entre la malla de la ST y el terreno circundante provocando la elevación del potencial del mismo (GPR).

² Dato obtenido de la herramienta de software PSS/E al aplicar la metodología desarrollada en el Manual de Métodos titulado "Estudios Estáticos de redes Eléctricas"

ANEXO 1 – CÁLCULOS ELÉCTRICOS

Todo ello según las normas:

- UNE-EN 50522
- UNE-EN 60909
- IEEE Std80-2013

c) Obtención de las tensiones de paso y de contacto presentes en la subestación según el diseño de la malla de puesta a tierra mediante el software seleccionado.

d) Verificación del diseño seguro de la malla de puesta a tierra, según el contraste de las tensiones de paso y contacto obtenidas con ETAP y las tensiones de paso y contacto admisibles.

e) En el caso que la malla prevista de la SET Granadina no cumpla con las tensiones de contacto o paso mínimas admisibles en el ITC-RAT-13, se realizarán las modificaciones pertinentes a la red de tierras prevista de forma tal que el diseño sea seguro.

4.4 DATOS DE SALIDA: RESULTADOS

4.4.1 Conductor de tierra

- $3 \cdot I_0 \text{ total} = 14,040 \text{ kA}$ Suma fasorial total de Intensidad de falta
- $t_f = 0,5 \text{ s}$ tiempo defecto
- $T_a = 40 \text{ }^\circ\text{C}$ Temperatura ambiente

Según el ITC RAT 13, a efectos de dimensionado de las secciones, el tiempo mínimo a considerar para duración del defecto, a la frecuencia de la red será de un segundo, no pudiéndose superar una densidad de corriente para el cobre de 160 A/mm^2 (considerando que se admite un aumento de la temperatura final del cable de 300° , sin suponer riesgo de incendio) se obtiene, para el cobre:

$$S_{min} = \frac{3 \cdot I_0 \text{ total}}{160 \left(\frac{A}{mm^2}\right) \cdot 1,2} = \frac{14.040,78}{160 \left(\frac{A}{mm^2}\right) \cdot 1,2} = 73,129 \text{ mm}^2$$

Por lo tanto, se elige como **sección** para los conductores de puesta a tierra de estructura bajantes y aparatos, así como de la malla de tierra: $S = 150 \text{ mm}^2$.

El visado acredita las siguientes garantías: **6**

- Identidad y habilitación profesional del autor
- Sus atribuciones y competencias profesionales
- Revisión formal del documento
- Cobertura Responsabilidad Civil Profesional del Ingeniero
- Registro y custodia por el periodo legal establecido

Colegiado
Ricoondo Rebollo, Alejandro (6775)

Visado
00947/2024
11/12/2024

Bizkaiko
Industri Ingeniariei
Elkargo Ofiziala



4.4.2 Análisis intensidades aportadas por las líneas de Alta Tensión

Para estimar el porcentaje de la intensidad de corto que deriva hacia la malla, se utiliza la siguiente gráfica de la norma IEEE-80-2013. Esta norma es de uso extendido en el cálculo de redes de tierra de subestaciones.

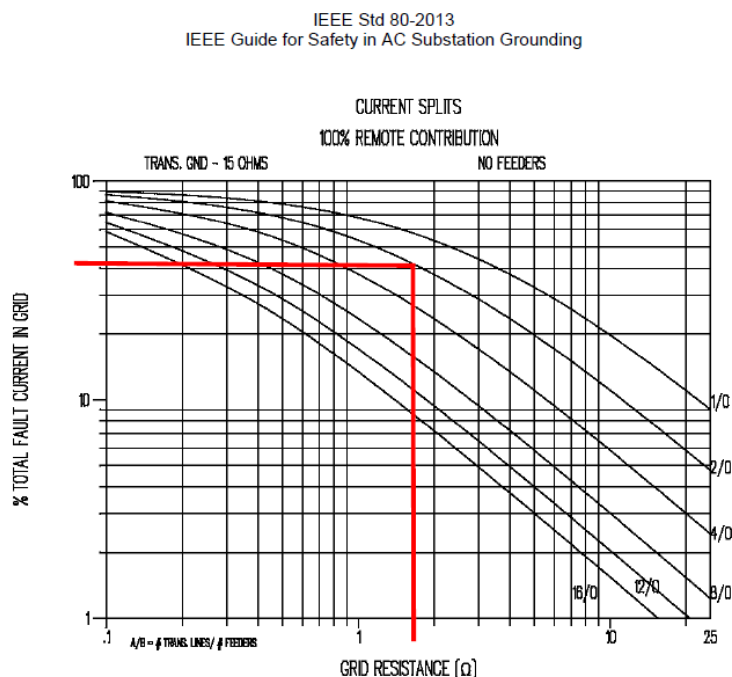


Figure C.13—Curves to approximate split factor S_f

Por el número de líneas aéreas instalados en la subestación se considera que en caso el fallo la contribución a la falta será mayoritariamente remota (2 líneas aéreas de 132 kV sin considerar líneas de 20).

Con esas consideraciones, y para 2 líneas y una resistencia de puesta a tierra de la malla de 1,6 Ω (se obtiene de los resultados del cálculo del programa informático como se verá posteriormente se estima un coeficiente reductor del 0,42.

Por tanto, la corriente de defecto a tener en cuenta en la simulación será:

$$I_{cc} = 3I_0 \times S_f = 10,8006 \times 0,42 = 5,896 \text{ kA}$$

Las líneas de 20 kV no se consideran de forma conservadora, al estudiar el caso más desfavorable de que el aporte al cortocircuito viene de las líneas de 132 kV

ANEXO 1 – CÁLCULOS ELÉCTRICOS

4.4.3 Cálculo de tensiones de paso y contacto admisibles (ITC – RAT 13)

Valores admisibles de la tensión de contacto aplicada U_{ca} en función de la duración de la corriente de falta t_f :

Duración de la corriente de falta, t_f (s)	Tensión de contacto aplicada admisible, U_{ca} (V)
0.05	735
0.10	633
0.20	528
0.30	420
0.40	310
0.50	204
1.00	107
2.00	90
5.00	81
10.00	80
> 10.00	50

A efectos de los cálculos para el proyecto, para determinar las máximas tensiones de contacto y paso admisibles se podrán emplear las expresiones siguientes:

$$U_c = U_{ca} \left[1 + \frac{R_{a1} + R_{a2}}{2 Z_B} \right] = U_{ca} \left[1 + \frac{\frac{R_{a1}}{2} + 1,5 \rho_s}{1000} \right] \quad (1)$$

$$U_p = U_{pa} \left[1 + \frac{2R_{a1} + 2R_{a2}}{Z_B} \right] = 10 U_{ca} \left[1 + \frac{2R_{a1} + 6 \rho_s}{1000} \right] \quad (2)$$

Dónde:

- Ra** Resistencia adicional total suma de las resistencias adicionales individuales.
- Ra1** Es, por ejemplo, la resistencia equivalente del calzado de un pie cuya suela sea aislante. Se puede emplear como valor 2000 Ω . Se considerará nula esta resistencia cuando las personas puedan estar descalzas, en instalaciones situadas en lugares tales como jardines, piscinas, campings, y áreas recreativas.
- Ra2** Resistencia a tierra del punto de contacto con el terreno de un pie. $Ra2=3ps$, donde ps es la resistividad del suelo cerca de la superficie.
- Uca** Tensión de contacto aplicada admisible, la tensión a la que puede estar sometido el cuerpo humano entre una mano y los pies.
- Upa** Tensión de paso aplicada admisible, la tensión a la que puede estar sometido el cuerpo humano entre los dos pies. ($Upa=10 Uca$).

El visado acredita las siguientes garantías:

- Identidad y habilitación profesional del autor
- Sus atribuciones y competencias profesionales
- Revisión formal del documento
- Cobertura Responsabilidad Civil Profesional del Ingeniero
- Registro y custodia por el periodo legal establecido

Colegiado
Ricoondo Rebollo, Alejandro (6775)

Visado
00947/2024
11/12/2024

Bizkaiko
Industri Ingeniariei
Elkargo Ofiziala



ANEXO 1 – CÁLCULOS ELÉCTRICOS

- Uc** Tensión de contacto máxima admisible en la instalación que garantiza la seguridad de las personas considerando resistencias adicionales (por ejemplo, resistencia a tierra del punto de contacto, calzado, presencia de superficies de material aislante).
- Up** Tensión de paso máxima admisible en la instalación que garantiza la seguridad de las personas considerando resistencias adicionales (por ejemplo, resistencia a tierra del punto de contacto, calzado, presencia de superficies de material aislante).

Para calcular la resistividad superficial aparente del terreno en los casos en que el terreno se recubre de una capa adicional de elevada resistividad (grava, hormigón, etc.) se multiplicará el valor de la resistividad de la capa de terreno adicional, por un coeficiente reductor. El coeficiente reductor se obtendrá de la expresión siguiente:

$$C_s = 1 - 0,106 \cdot \left(\frac{1 - \frac{\rho}{\rho^*}}{2h_s + 0,106} \right) \quad (3)$$

- CS** Coeficiente reductor de la resistividad de la capa superficial.
- hs** Espesor de la capa superficial, en metros.
- ρ** Resistividad del terreno natural.
- ρ*** Resistividad de la capa superficial.

Resultados obtenidos:

Cs Coeficiente reductor	0,6824
E contacto admisible (UC)(grava)	1.034,50 V
E paso admisible (UP)	35.260,0 V

4.4.4 Cálculo de tensiones de paso y contacto transmitidas al terreno

Resultados obtenidos:

E contacto máxima transferida (Uc)	1018,0 V
E paso máxima transferida (Up)	1219,7 V

Ilus-Onespentak berme hauek ziurtatzen ditu:
 • Egilearen nortasun eta gaituntasun profesionala
 • Bere atribuzio eta kompetentzia profesionalak
 • Dokumentuaren berrikuspen formaia
 • Ingeniariaren Erantzukizun Zibila Profesionalaren estaldura
 • Legeak ezarritako aldizako Erregistro eta Zaintza

Elkargokidea
 Ricondo Rebollo, Alejandro (6775)

Ikus-Onespen
 00947/2024
 11/12/2024

Bizkaiko
 Industri Ingeniariei
 Elkargo Ofiziala



ANEXO 1 – CÁLCULOS ELÉCTRICOS

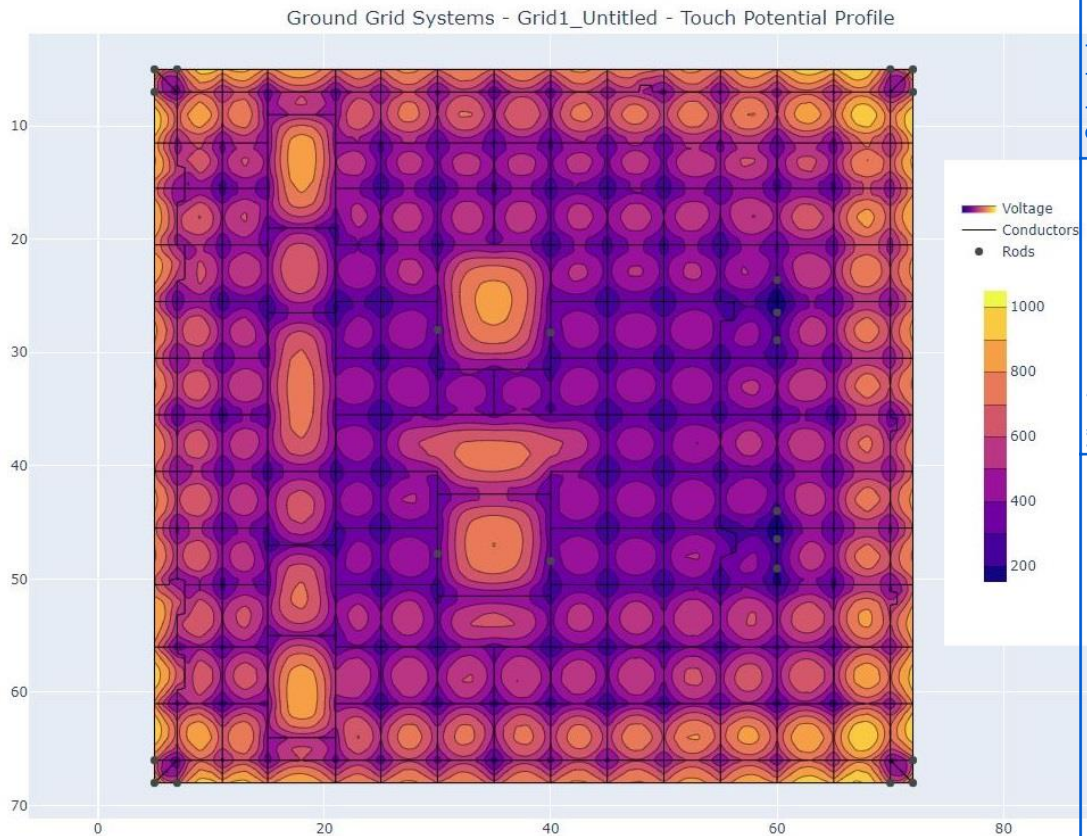
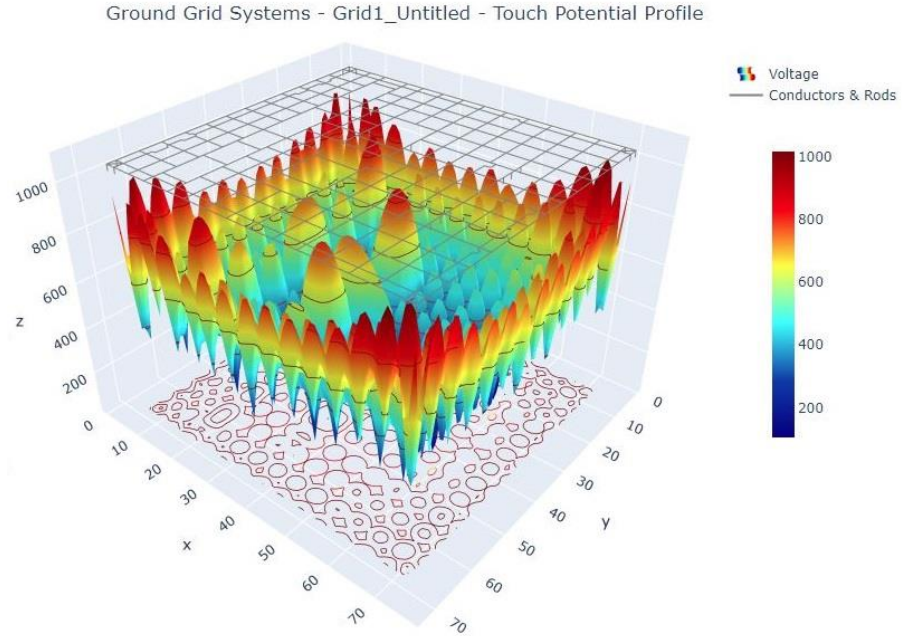


Figura 2: Mapa de tensiones de contacto en la instalación

El visado acredita las siguientes garantías: 0

- Identidad y habilitación profesional del autor
- Sus atribuciones y competencias profesionales
- Revisión formal del documento
- Cobertura Responsabilidad Civil Profesional del Ingeniero
- Registro y custodia por el periodo legal establecido

Colegiado
Ricoondo Rebollo, Alejandro (6775)

Visado
00947/2024
11/12/2024

Bizkaiko
Industri Ingeniariaren
Elkargo Ofiziala



ANEXO 1 – CÁLCULOS ELÉCTRICOS

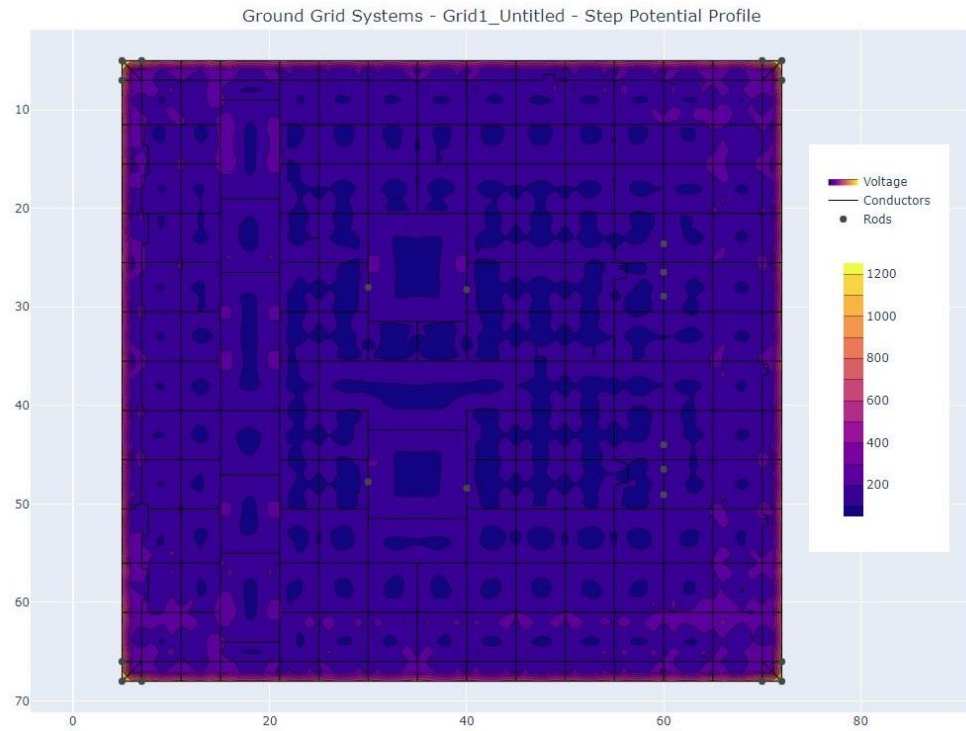
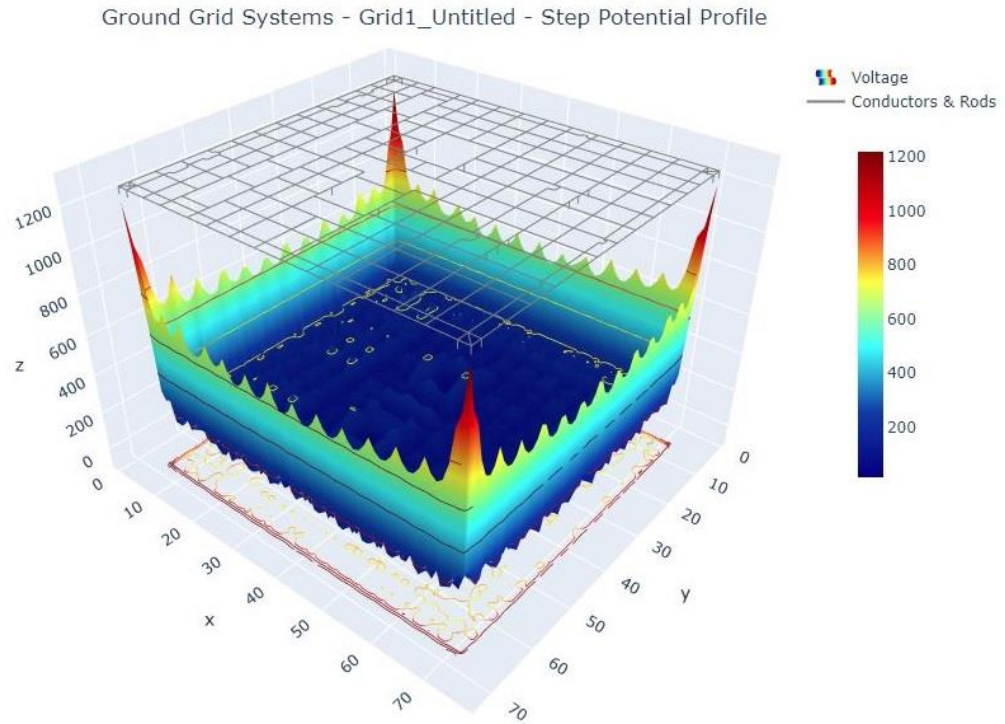


Figura 3 : Mapa de tensiones de paso en la instalación

Ikus-Onespenak berme hauek ziurtatzen ditu: **1**

- Egilearen nortasun eta gaikuntza profesionala
- Bere atribuzio eta kompetentzia profesionalak
- Dokumentuaren berrikuzkuzen formaia
- Ingeniariaren Erantzukizun Zibil Profesionalaren estaldura
- Legeak ezarritako aldizako Erregistro eta Zaintza

Elkargokidea

Ricardo Rebollo, Alejandro (6775)

Ikus-Onespen


00947/2024
11/12/2024

Bizkaiko
Industri Ingeniariei
Elkargo Ofiziala



ANEXO 1 – CÁLCULOS ELÉCTRICOS

4.5 CONCLUSIÓN

El criterio a seguir: $E_C < E_{CA}$ y $E_P < E_{PA}$  CUMPLE

	CRITERIO	RESULTADOS	
E_{contacto}	$U_C < U_{C\text{MAX}}$	1018,00 V < 1.034,50 V	CUMPLE REGLAMENTO
E_{paso}	$U_P < U_{P\text{MAX}}$	1219,70 V < 35.260,00 V	CUMPLE REGLAMENTO

5. CÁLCULO DE ESTRUCTURAS METÁLICAS

5.1 DESCRIPCIÓN GENERAL

Todas las estructuras metálicas a emplear en la instalación corresponden a diseños normalizados de I-DE Redes Eléctricas Inteligentes S.A.U.

La estructura metálica a construir y montar en la instalación, corresponderá a los pórticos de las líneas de 132 kV, a los soportes de la aparamenta del mismo sistema de tensión, así como los soportes en el sistema de 20 kV correspondientes a los transformadores de servicios auxiliares y embarrados de salida de los transformadores de potencia.

Estas estructuras estarán formadas por perfiles tubulares de acero en los pilares coronados en su parte superior por perfiles metálicos para sujeción de la aparamenta. Se complementan con herrajes y tortillería auxiliares para fijación de cajas de centralización, sujeción de cables y otros elementos accesorios.

5.2 NORMATIVA APLICADA

Códigos:

- EC-21 Código Estructural
- RLAT: Reglamento de líneas eléctricas aéreas de alta tensión

Normas:

- Acciones: UNE-EN 1990
- Viento: RLAT, IAP-11

El visado acredita las siguientes garantías:

- Identidad y habilitación profesional del autor
- Sus atribuciones y competencias profesionales
- Revisión formal del documento
- Cobertura Responsabilidad Civil Profesional del Ingeniero
- Registro y custodia por el periodo legal establecido

Visado
00947/2024
11/12/2024

Ricardo Rebollo, Alejandro (6775)

Visado
00947/2024
11/12/2024

Bizkaiko
Industri Ingeniariei
Elkargo Ofiziala



ANEXO 1 – CÁLCULOS ELÉCTRICOS

- Sismo: NCSE-02
- Otras: CTE DB SE-A, CTE DB SE-AE

5.3 MATERIALES UTILIZADOS

El material utilizado para la ejecución de la estructura es el acero laminado y posteriormente galvanizado para conferirle así una capa de protección frente a las agresiones externas.

Sus características se detallan a continuación:

- Tipo aceroAcero laminado S 275 JR
- Límite elástico2.804 kg/cm²
- Tensión de rotura4.027 kg/cm²
- Peso específico7,85 kg/dm³
- Coeficiente de Poisson ν_s 0,3
- Coeficiente de dilatación1.2·10⁻⁵ m/m⁰C
- Coeficiente de minoración1,10; 1,10; 1,25

5.4 ACCIONES CONSIDERADAS

5.4.1 Acciones permanentes (G)

Contempla el peso propio de la estructura (se consideran las dimensiones de la sección transversal de los perfiles multiplicadas por su peso específico 7,85 kg/dm³) y de los cables y cadenas (según catálogo), así como del tiro de los mencionados conductores (valor dado por los cálculos del Personal de Líneas de la Compañía).

5.4.2 Acciones variables (Q)

Las acciones variables (Q) son aquellas que pueden actuar o no sobre la estructura, como son:

- Las debidas al uso o carga operacional por mantenimiento: se considera una carga de 100 kg vertical y hacia abajo, simulando el peso de un operario.
- Las acciones climáticas, como la carga de viento.
- La acción del viento se asimila a una fuerza perpendicular a la superficie de cada punto expuesto a la presión estática. El reparto se distribuye de manera continua en cada barra en dos direcciones perpendiculares “x” y “z”.
- Según el Reglamento de líneas eléctricas aéreas de alta tensión, se ha considerado una velocidad del viento de v=140km/h ya que se trata de líneas de categoría especial.

ikus-Onespenak berme hauek ziuratzeko: **3**
 • Egilearen nortasun eta gaikuntza profesionala
 • Bere atribuzio eta kompetentzia profesionalak
 • Dokumentuaren berrikuspen formaia
 • Ingeniariaren Erantzukizun Zibila Profesionalaren estaldura
 • Legeak ezarritako aldizkako Erregistro eta Zaintza

Elkarri
 Ricondo Rebollo, Alejandro (6775)

ikus-Onespen
 00947/2024
 11/12/2024

Bizkaiko
 Industri Ingeniariei
 Elkargo Ofiziala




ANEXO 1 – CÁLCULOS ELÉCTRICOS

De este modo:

Fuerza del viento sobre superficies planas:

- $F_c = A_p \cdot q = A_p \cdot \left[100 \cdot \left(\frac{v}{120} \right)^2 \right] = A_p \cdot \left[100 \cdot \left(\frac{140}{120} \right)^2 \right] = (A_p \cdot 136,11) \text{ daN} = (A_p \cdot 138,83) \text{ kg}$

Siendo: A_p el área proyectada en el plano normal a la dirección del viento, en m^2 .

Fuerza del viento sobre superficies curvas:

- $F_c = A_p \cdot q = A_p \cdot \left[70 \cdot \left(\frac{v}{120} \right)^2 \right] = A_p \cdot \left[70 \cdot \left(\frac{140}{120} \right)^2 \right] = (A_p \cdot 97,28) \text{ daN} = (A_p \cdot 97,18) \text{ kg}$

Siendo: A_p el área proyectada en el plano normal a la dirección del viento, en m^2 .

Adicionalmente, las cargas de viento en elementos cercanos no se proyectan en su totalidad sino que se aplicará un coeficiente de resguardo o apantallamiento en función de la separación a la que se encuentre y de la altura de los mismos, según lo indicado en la normativa española IAP-11 como se detalla a continuación.

$$\lambda = A_n / A_{tot}$$

siendo:

- λ relación de solidez correspondiente al elemento de barlovento más próximo
- A_n área sólida neta o real (descontando los huecos) que el elemento de barlovento presenta al viento
- A_{tot} área bruta o total (sin descontar huecos) del elemento de barlovento delimitada por su contorno externo

Y donde s_r es el espaciamiento relativo, definido como:

$$s_r = s / h_p$$

siendo:

- s_r espaciamiento relativo entre el elemento de barlovento y el de sotavento
- s distancia horizontal entre las superficies de ambos elementos, proyectadas sobre un plano perpendicular a la dirección del viento
- h_p altura protegida u ocultada por el elemento de barlovento

El visado acredita las siguientes garantías:

- Identidad y habilitación profesional del autor
- Sus atribuciones y competencias profesionales
- Revisión formal del documento
- Cobertura Responsabilidad Civil Profesional del Ingeniero
- Registro y custodia por el periodo legal establecido

Colegiado

Ricardo Rebollo, Alejandro (6775)

Visado

00947/2024
11/12/2024

Bizkaiko
Industri Ingeniarien
Elkargo Ofiziala



ANEXO 1 – CÁLCULOS ELÉCTRICOS

ESPACIAMIENTO RELATIVO s_r	RELACIÓN DE SOLIDEZ λ					
	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	$\geq 0,6$
0,5	0,75	0,40	0,31	0,22	0,13	0,06
1	1,00	0,82	0,64	0,46	0,28	0,10
2	1,00	0,84	0,68	0,52	0,36	0,20
3	1,00	0,86	0,72	0,59	0,45	0,31
4	1,00	0,89	0,78	0,68	0,57	0,46
5	1,00	1,00	0,92	0,85	0,77	0,69
6	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

5.4.3 Acciones accidentales (A)

Las acciones accidentales (A) son aquellas que pueden actuar con una pequeña probabilidad de ocurrencia, generalmente de corta duración y con efectos importantes.

- **Sismo:** se realiza un estudio dinámico a través de cargas sísmicas debido a que el coeficiente de aceleración sísmica básico es superior a 0,04-g, siendo g la aceleración de la gravedad. En concreto, se toma el valor de 0,22-g ya que es el más desfavorable para España.

Aplicando la normativa sismorresistente NCSE-02, la aceleración sísmica de cálculo es de 0,23-g.

El valor de la fuerza sísmica es el producto de la aceleración sísmica de cálculo por la masa del elemento, aplicado en el centro de gravedad.

Según la mencionada NCSE-02, las cargas sísmicas aplican la regla del 30%, es decir, que en la dirección horizontal y perpendicular a la dominante se aplica un 30% de la fuerza total de la dominante. Además, se desprecia la componente vertical de la carga sísmica debido a las cortas luces que hay entre los soportes y a la flexibilidad relativa de los conductores.

- **Hipótesis de Ruptura de Cable** (aplicable en pórticos): se trata de una situación accidental que se produce, como el propio nombre indica, por la ruptura de uno de los cables del pórtico.
- **Fuerza de cortocircuito** (aplicable en apartamentos): Se empleará la resistencia máxima de los aisladores para el embarrado calculado.

Ikus-Onespenak berme hauek ziurtatu dituzte: 5

- Egilearen nortasun eta gaikuntza profesionala
- Bere atribuzio eta kompetentzia profesionalak
- Dokumentuaren berrikuspen formaia
- Ingeniariaren Erantzukizun Zibila Profesionalaren estaldura
- Legeak ezarritako aldizko Erregistro eta Zaintza

Elkarrizketa
 Ricondo Rebollo, Alejandro (6775)

Ikus-Onespena
 00947/2024
 11/12/2024

Bizkaiko
 Industri Ingeniarien
 Elkargo Ofiziala





ANEXO 1 – CÁLCULOS ELÉCTRICOS

5.5 COMBINACIONES DE CARGA

Tomando como base los coeficientes de combinación de Eurocódigo los valores a utilizar para la mayorización y combinación de las acciones serán los siguientes:

Coeficientes de mayorización:

Tipo de carga	Coeficiente de mayorización
Cargas permanentes	1,35
Cargas variables	1,50
Cargas de viento no simultáneas	1,50
Cargas de sismo no simultáneas	1,00
Cargas accidentales	1,00

Coeficientes de combinación o concomitancia:

Tipo de carga	Ψ_0	Ψ_1	Ψ_2
Cargas gravitatorias	0,70	0,50	0,30
Cargas de viento	0,60	0,50	0,00

5.6 PÓRTICOS AMARRE DE LÍNEA

5.6.1 Cargas

- Peso propio de la estructura: Densidad = 7.850 kg/m³
- Peso propio del cable y cadenas: En dirección descendente en el eje Y 105 kg - dispuesto sobre la viga en cada una de las fases.
- Tiro de los cables de fase (132 kV):
 - Total por fase (ángulo de 15° entre fuerzas): 1.069,5 kg
 - Desglosado por fase en las tres direcciones del espacio:
 - Dirección eje X: 268 kg
 - Dirección eje Y: 268 kg
 - Dirección eje Z: 1.000 kg
- Tiro de los cables de tierra (132 kV):
 - Total por fase (ángulo de 15° entre fuerzas): 855,5 kg
 - Desglosado por fase en las tres direcciones del espacio:
 - Dirección eje X: 214,5 kg
 - Dirección eje Y: 214,5 kg
 - Dirección eje Z: 800 kg
- Sobrecarga por mantenimiento: En dirección descendente en el eje Y 100 kg - dispuesto en el centro de vano de la viga.

El visado acredita las siguientes garantías:

- Identidad y habilitación profesional del autor
- Sus atribuciones y competencias profesionales
- Revisión formal del documento
- Cobertura Responsabilidad Civil Profesional del Ingeniero
- Registro y custodia por el periodo legal establecido

Colgado
Ricoondo Rebollo, Alejandro (6775)

Visado
00947/2024
11/12/2024

Bizkaiko
Industri Ingeniariei
Elkargo Ofiziala



ANEXO 1 – CÁLCULOS ELÉCTRICOS

- Viento aplicado de forma continua en las caras, con un valor de $q = 138,83 \text{ kg/m}^2$ sobre superficies planas y $q = 97,18 \text{ kg/m}^2$ sobre superficies curvas (según indicado en el apartado anterior)
- Sismo: Se considera sismo según NCSE-02, con un valor de aceleración sísmica básica de 0,22 y una K de 1,1, que es el máximo nivel que nos podemos encontrar en España. Se aplica la regla del 30%.
- Ruptura de cable: Se trata de una hipótesis cuyo valor es del mismo valor y dirección, pero de sentido contrario a uno de los tiros del cable (que se supone roto).

5.6.2 Datos de salida (resultados)

En el cálculo se analizan los siguientes aspectos:

- Se realiza un cálculo de primer orden.
- Vigas:
 - Yp: Pandeo se comprueba como intraslacional ($\beta=1,00$)
 - Zp: Pandeo se comprueba como intraslacional
- Pilares:
 - Yp: Pandeo se comprueba como intraslacional ($\beta=1,00$)
 - Zp: Pandeo se comprueba como intraslacional
- Diagonales:
 - Yp: Pandeo se comprueba como intraslacional ($\beta=1,00$)
 - Zp: Pandeo se comprueba como intraslacional
- Esbeltez reducida máxima a compresión 2,50.
- Esbeltez reducida máxima a tracción 2,50.
- Se comprueba pandeo Lateral (intervalos de comprobación cada 30 cm).
- Se comprueba abolladura del alma (intervalos de comprobación cada 30 cm).
- Se considera deformación por cortante.
- Comprobación tensiones del acero: Se comprueba que todos los ratios, correspondientes cada una de las barras que conforman el pórtico son menores de la unidad (100%).

ANEXO 1 – CÁLCULOS ELÉCTRICOS

- Comprobación de las flechas: Se comprueban los valores de los elementos más desfavorables, es decir, aquellos donde la flecha y la contraflecha son de mayor valor.

Para ello las flechas y contraflechas instantáneas por sobrecarga, correspondientes al soporte metálico, deben ser menores a $L / 350$, y las totales menores a $L / 150$.

Cuando se trata de un nodo que no está apoyado, sino en voladizo, la longitud se multiplica por dos.

- Comprobación de los desplazamientos: Del mismo modo se analizan los elementos que están sometidos a mayor desplazamiento y giro en cada una de las tres direcciones del espacio. La comprobación consiste en confirmar que los desplazamientos horizontales, correspondientes al soporte metálico, son menores a $H/250$; y los verticales a $2 \cdot L/300$.

5.7 SOPORTES DE LA APARAMENTA

5.7.1 Cargas

- Peso propio de la estructura: Densidad = 7.850 kg/m^3
- Peso propio del cable y cadenas: En dirección descendente en el eje Y peso propio del equipo.
- Sobrecarga por mantenimiento: En dirección descendente en el eje Y 100 kg.
- Viento aplicado de forma continua en las caras, con un valor de $q = 138,83 \text{ kg/m}^2$ sobre superficies planas y $q = 97,18 \text{ kg/m}^2$ sobre superficies curvas (según indicado en el apartado anterior)
- Sismo: Se considera sismo según NCSE-02, con un valor de aceleración sísmica básica de 0,22 y una K de 1,1, que es el máximo nivel que nos podemos encontrar en España. Se aplica la regla del 30%.
- Carga electromecánica: En dirección positiva y negativa en el eje Z máxima resistencia en los aisladores en el embarrado.

5.7.2 Datos de salida (resultados)

En el cálculo se analizan los siguientes aspectos:

- Se realiza un cálculo de primer orden.
- Vigas:

El visado acredita las siguientes garantías:

- Identidad y habilitación profesional del autor
- Sus atribuciones y competencias profesionales
- Revisión formal del documento
- Cobertura Responsabilidad Civil Profesional del Ingeniero
- Registro y custodia por el periodo legal establecido

Colegiado
Ricoondo Rebollo, Alejandro (6775)

Visto de
00947/2024
11/12/2024

Bizkaiko
Industri Ingeniarien
Elkargo Ofiziala



ANEXO 1 – CÁLCULOS ELÉCTRICOS

- Yp: Pandeo se comprueba como intraslacional ($\beta=1,00$)
- Zp: Pandeo se comprueba como intraslacional
- Pilares:
 - Yp: Pandeo se comprueba como intraslacional ($\beta=1,00$)
 - Zp: Pandeo se comprueba como intraslacional
- Diagonales:
 - Yp: Pandeo se comprueba como intraslacional ($\beta=1,00$)
 - Zp: Pandeo se comprueba como intraslacional
- Esbeltez reducida máxima a compresión 2,50.
- Esbeltez reducida máxima a tracción 2,50.
- Se comprueba pandeo lateral (intervalos de comprobación cada 30 cm).
- Se comprueba abolladura del alma (intervalos de comprobación cada 30 cm).
- Vanos y voladizos:
 - Comprobación de flecha instantánea por sobrecarga: flecha relativa $L / 350$.
 - Comprobación de flecha total: flecha relativa $L / 150$.
 - Se considera deformación por cortante.
 - Se comprueban desplazamientos horizontales máximos: $H / 250$.
 - Se comprueban desplazamientos horizontales máximos: $H / 250$
 - Comprobación tensiones del acero: Se comprueba que todos los ratios, correspondientes a cada una de las barras que conforman el pórtico son menores de la unidad (100%).
 - Comprobación de las flechas: Se comprueban los valores de los elementos más desfavorables, es decir, aquellos donde la flecha y la contraflecha son de mayor valor. Para ello las flechas y contraflechas instantáneas por sobrecarga, correspondientes a soporte metálico, deben ser menores a $L / 350$, y las totales menores a $L / 150$. Cuando se trata de un nodo que no está apoyado, sino en voladizo, la longitud se multiplica por dos.
- Comprobación de los desplazamientos: Del mismo modo se analizan los elementos que están sometidos a mayor desplazamiento y giro en cada una de las tres direcciones de

Ikus-Onespenak berme hauek ziurtatzen ditu:

- Egilearen nortasun eta gaikuntza profesionala
- Bere atribuzio eta kompetentzia profesionalak
- Dokumentuaren berrikuzpen formaia
- Ingeniariaren Erantzukizun Zibil Profesionalaren estaldura
- Legeak ezarritako aldirako Erregistro eta Zaintza

Elkargokidea

Ricondo Rebollo, Alejandro (6775)

Ikus-Onespen

00947/2024
11/12/2024

Bizkaiko
Industri Ingeniariei
Elkargo Ofiziala



PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO
 NUEVA SUBESTACIÓN
 TRANSFORMADORA DE 132/20 kV
 ST GRANADINA

ANEXO 1 – CÁLCULOS ELÉCTRICOS

espacio. La comprobación consiste en confirmar que los desplazamientos horizontales correspondientes al soporte metálico, son menores a $H/250$; y los verticales a $2 \cdot L/300$.

El visado acredita las siguientes garantías:

- Identidad y habilitación profesional del autor
- Sus atribuciones y competencias profesionales
- Revisión formal del documento
- Cobertura Responsabilidad Civil Profesional del Ingeniero
- Registro y custodia por el periodo legal establecido

Colegiado

Ricardo Rebollo, Alejandro (6775)

Visado

00947/2024
11/12/2024

Bizkaiko
Industri Ingeniarien
Elkargo Ofiziala



ANEXO 1 – CÁLCULOS ELÉCTRICOS

6. CÁLCULO DE LAS CIMENTACIONES DE LA APARAMENTA

Por tratarse de una subestación normalizada por I-DE Redes Eléctricas Inteligentes S.A.U. las cimentaciones de la aparamenta están tabuladas, por lo que no se considera necesario incluir cálculos de forma específica en el presente proyecto.

Para su cálculo se tuvieron en cuenta las siguientes hipótesis de cálculo:

- Velocidad del viento
- Presión del viento sobre las superficies curvas
- Presión del viento sobre las superficies planas
- Peso del equipo
- Esfuerzos electrodinámicos sobre soportes unipolares.

Teniendo en cuenta estos esfuerzos, se asegura la estabilidad al vuelco en las peores condiciones y el coeficiente de seguridad mínimo obtenido es superior a 1,5.

 <p>Bizkaiko Industri Ingeniariei Elkargo Ofiziala</p>	<p>Ikus-Onespen 00947/2024 11/12/2024</p>	<p>Elkargokidea Ricoondo Rebollo, Alejandro (6775)</p>	<p>Ikus-Onespenak bermatu hauek ziurtatzen ditu: 1 • Egilearen nortasun eta gaitzuntza profesionala • Bere atribuzio eta kompetentzia profesionalak • Dokumentuaren berrikuspen formaia • Ingeniariaren Erantzukizun Zibil Profesionalaren estaldura • Legeak ezarritako aldizako Erregistro eta Zaintza</p>
---	---	--	--

PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO

NUEVA SUBESTACIÓN
TRANSFORMADORA
DE 132/20 kV

ST GRANADINA

(PROVINCIA ALICANTE / COMUNIDAD VALENCIANA)

ANEXO - 2

CAMPOS MAGNÉTICOS

El visado acredita las siguientes garantías:

- Identidad y habilitación profesional del autor
- Sus atribuciones y competencias profesionales
- Revisión formal del documento
- Cobertura Responsabilidad Civil Profesional del Ingeniero
- Registro y custodia por el periodo legal establecido

Colegiado

Ricardo Rebollo, Alejandro (6775)

Visado


00947/2024
11/12/2024

Bizkaiko
Industri Ingeniariei
Elkargo Ofiziala



ÍNDICE

1.	<u>OBJETO</u>	2
2.	<u>NORMATIVA VIGENTE</u>	2
3.	<u>CRITERIOS DE APLICACIÓN</u>	2
4.	<u>CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN</u>	2
5.	<u>ANÁLISIS DE CAMPOS MAGNÉTICOS</u>	5
5.1	<u>CRITERIOS Y CONSIDERACIONES</u>	5
5.2	<u>APLICACIÓN DE SUPERPOSICIÓN</u>	6
6.	<u>RESULTADOS OBTENIDOS</u>	6
6.1	<u>ACOMETIDA 132 KV EN AEREO (ENTRADA-SALIDA)</u>	7
6.2	<u>ACOMETIDAS SUBTERRÁNEAS DE 20 KV CUADRUPLE CIRCUITO.</u>	8
7.	<u>CONCLUSIONES</u>	9
8.	<u>PLANOS</u>	9

 Bizkaito Industri Ingeniariei Elkargo Ofiziala	Ikus-Onespen 00947/2024 11/12/2024	Elkargokidea Ricondo Rebollo, Alejandro (6775)	Ikus-Onespenak berme hauek ziurtatzen ditu:
			• Egilearen nortasun eta gaikuntza profesionala • Bere atribuzio eta kompetentzia profesionalak • Dokumentuaren berrikuspen formala • Ingeniariaren Erantzukizun Zibil Profesionalaren estaldura • Legeak ezarritako aldirako Erregistro eta Zaintza

ANEXO 2 – CAMPOS MAGNÉTICOS

1. OBJETO

El objeto de este anexo es el análisis de las emisiones magnéticas en el entorno exterior inmediato de la subestación eléctrica ST GRANADINA 132/20 kV.

El estudio comprende el cálculo de los niveles máximos del campo magnético que, por razón de la actividad de la subestación, puedan alcanzarse en dicho entorno, y su evaluación comparativa con los límites establecidos en la normativa vigente en términos de límites técnicos en relación a las condiciones de protección a las emisiones radioeléctricas y medidas de protección sanitaria establecidas en dicha normativa.

Por otro lado, en el RD 337/2014 (Reglamento de Subestaciones) se indica que se deberá realizar cálculos para comprobar que no se supera el valor establecido en el Real Decreto 1066/2001

2. NORMATIVA VIGENTE

- Reglamento que establece condiciones de protección del dominio público radioeléctrico, restricciones a las emisiones radioeléctricas y medidas de protección sanitaria frente a emisiones radioeléctricas (Aprobado por Real Decreto 1066/2001, de 28 de septiembre, B.O.E. núm. 234 de 29/09/2001).
- 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 por Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, B.O.E. núm. 139 de 09/06/2014).

El visado acredita las siguientes garantías:

- Identidad y habilitación profesional del autor
- Sus atribuciones y competencias profesionales
- Revisión formal del documento
- Cobertura Responsabilidad Civil Profesional del Ingeniero
- Registro y custodia por el periodo legal establecido

Colegiado
Ricoondo Rebollo, Alejandro (6775)

Visado
00947/2024
11/12/2024

Bizkaiko
Industri Ingeniariei
Elkargo Ofiziala



ANEXO 2 – CAMPOS MAGNÉTICOS

3. CRITERIOS DE APLICACIÓN

En el RD 1066/2001, se han establecido en el punto 3.1 Niveles de Campo, los niveles referencia para campos eléctricos y magnéticos, según cuadro adjunto.

3.1 Niveles de campo.

CUADRO 2

Niveles de referencia para campos eléctricos, magnéticos y electromagnéticos (0 Hz-300 GHz, valores rms imperturbados)

Gama de frecuencia	Intensidad de campo E (V/m)	Intensidad de campo H (A/m)	Campo B (μT)	Densidad de potencia equivalente de onda plana (W/m ²)
0-1 Hz	—	3,2 × 10 ⁴	4 × 10 ⁴	
1-8 Hz	10.000	3,2 × 10 ⁴ /f ²	4 × 10 ⁴ /f ²	
8-25 Hz	10.000	4.000/f	5.000/f	
0,025-0,8 kHz	250/f	4/f	5/f	—
0,8-3 kHz	250/f	5	6,25	—
3-150 kHz	87	5	6,25	—
0,15-1 MHz	87	0,73/f	0,92/f	—
1-10 MHz	87/f ^{1/2}	0,73/f	0,92/f	—
10-400 MHz	28	0,73/f	0,092	2
400-2.000 MHz	1,375 f ^{1/2}	0,0037 f ^{1/2}	0,0046 f ^{1/2}	f/200
2-300 GHz	61	0,16	0,20	10

RD 1066/2001

Niveles de Referencia:

Rango de Frecuencia Campo B
0,025-0,8 kHz 5/f (μT)

Por lo tanto,
$$\frac{5}{f} = \frac{5}{0,05kHz} = 100 \alpha T \text{ (Nivel de Referencia)}$$

Para el campo magnético generado a la frecuencia industrial de 50 Hz, el nivel de referencia establecido es 100 microteslas (100 μT).

4. CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN

La ST GRANADINA es una Subestación Eléctrica Transformadora 132/20 kV con todos los equipos eléctricos relativos a los sistemas de 132 kV instalados en intemperie y los equipos relativos al sistema de 20 kV instalados en el interior de edificios.

Ikus-Onespenak berriak hauek ziurtatzen ditu: **4**

- Egilearen nortasun eta gaikuntza profesionala
- Bere atribuzio eta kompetentzia profesionalak
- Dokumentuaren berrikuspen formala
- Ingeniariaren Erantzukizun Zibila Profesionalaren estaldura
- Legeak ezarritako aldirako Erregistro eta Zaintza

Elkargokidea
Ricoñdo Rebollo, Alejandro (6775)

Ikus-Onespen
00947/2024
11/12/2024

Bizkaito
Industri Ingeniariei
Elkargo Ofiziala



ANEXO 2 – CAMPOS MAGNÉTICOS

De acuerdo con el Real Decreto 1066/2001 en el que se aconseja tomar medidas que limitan las radiaciones de campo eléctrico y magnético, describimos aquellos criterios que Iberdrola Distribución Eléctrica ha tomado para minimizar la emisión de campos electromagnéticos y poder así cumplir los límites establecidos en el mismo.

- Los cables subterráneos que poseen una pantalla metálica atenúan el campo eléctrico. Además, si son distribuidos en ternas, de tal forma que se compensa el campo magnético que genera cada cable, lo que supone un eficaz método de reducir las emisiones magnéticas.
- Equipos eléctricos como GISes y celdas son equipos blindados por carcasas metálicas que anulan el campo eléctrico y disminuyen el campo magnético, además se encuentran alejados del cerramiento y protegidos en el interior de un edificio.
- Los transformadores de potencia se encuentran en intemperie / interior separados una distancia prudencial del cerramiento minimizando de esta forma las emisiones al exterior.
- Zanjas y atarjeas de cables se diseñan retranqueadas del cerramiento para minimizar las emisiones de campo magnéticos de las mismas.
- Las acometidas de cables de AT/MT se encuentran distribuidas en diferentes puntos como medida de limitar el valor máximo de campo magnético.

5. ANÁLISIS DE CAMPOS MAGNÉTICOS

Se ha realizado un análisis y estudio de la emisión magnética producida por cada uno de los equipos eléctricos que constituyen la ST GRANADINA a través del programa simulación campos magnéticos Oersted Versión 9.2 (de la empresa Integrated Engineering Software).

Los resultados obtenidos a través de la simulación informática son corroborados por las mediciones y muestras de campo magnético realizadas en otras instalaciones de características similares o en funcionamiento por todo el territorio nacional.

5.1 CRITERIOS Y CONSIDERACIONES

El estudio se realiza para los requerimientos de campos fuera de los límites de la subestación, por lo que no se darán valores de campo interiores, por ser zona privada e inaccesible al público.

El uso acreditado de las siguientes garantías:




- Identidad y habilitación profesional del autor
- Sus atribuciones y competencias profesionales
- Revisión formal del documento
- Cobertura Responsabilidad Civil Profesional del Ingeniero
- Registro y custodia por el periodo legal establecido

5

Collegio Ricondo Rebollo, Alejandro (6775)

Visto el 00947/2024 11/12/2024

Bizkaiko Industri Ingeniarrien Elkargo Ofiziala

ANEXO 2 – CAMPOS MAGNÉTICOS

Únicamente se consideran como fuentes de campo magnéticos los equipos y cables eléctricos existentes en el interior del cerramiento, no así los tramos de cable que pudiera haber en el exterior del cerramiento y otros equipos eléctricos ajenos a la subestación que pudiera haber en el exterior.

Para realizar el estudio, se ha considerado con un grado de carga del 100% en cada uno de los principales equipos (transformadores, líneas,...), para considerar una situación en la que presentaría el mayor grado de emisión de campos.

Una vez conocidos los valores genéricos de campo magnético de cada uno de los elementos potencialmente generadores del mismo, mediante estudios realizados para el fin, se estipulan los valores reales teniendo en cuenta la superposición de los mismos. Los valores obtenidos se representan en el plano incluido en el documento nº 4 “Planos” que muestra en planta el contorno exterior de la parcela de la subestación.

5.2 APLICACIÓN DE SUPERPOSICIÓN

Con la finalidad de conocer el valor real del campo magnético generado por el conjunto de dos o más elementos, hay que aplicar la superposición, es decir, aplicar el concepto de que el campo magnético existente en un punto, es la suma del campo magnético generado por cada una de las fuentes de campo magnético en ese preciso punto.

Hay que considerar que el campo magnético es una magnitud vectorial, por lo que la suma a realizar en citados puntos es vectorial.

6. RESULTADOS OBTENIDOS

A continuación se muestran los resultados del campo magnético generado por las principales fuentes de campo magnético de la subestación transformadora:

Las simulaciones y mediciones manifiestan un máximo nivel de campo magnético de 17 μ T, en contorno este de la subestación. Estos niveles de campo disminuyen a medida que nos alejamos de la subestación, de tal forma que a 15 metros de la instalación estos niveles descienden a 3, a 22 metros de la instalación a 1 μ T, a 33 metros de la instalación estos niveles descienden a 0,5 μ T.

Ikus-Ongaitzak bermateko zuzentzen ditu: 6

- Egilearen nortasun eta gaikuntza profesionala
- Bere atribuzio eta kompetentzia profesionalak
- Dokumentuaren berrikuspen formala
- Ingeniariaren Erantzukizun Zibil Profesionalaren estaldura
- Legeak ezarritako aldizko Erregistro eta Zaintza

Elkargokidea
Ricardo Rebollo, Alejandro (6775)

Ikus-Ongaitzen
00947/2024
11/12/2024

Bizkaiko
Industri Ingeniarien
Elkargo Ofiziala



ANEXO 2 – CAMPOS MAGNÉTICOS

6.1 ACOMETIDA 132 KV EN AEREO (ENTRADA-SALIDA)

Tenemos un pico de **17 μT** bajo el pórtico y a 1m de altura sobre el suelo:

- A 15 m separado de la proyección en planta de la línea..... **3 μT**
- A 22 m separado de la proyección en planta de la línea..... **1 μT**
- A 33 m separado de la proyección en planta de la línea..... **0,3 μT**

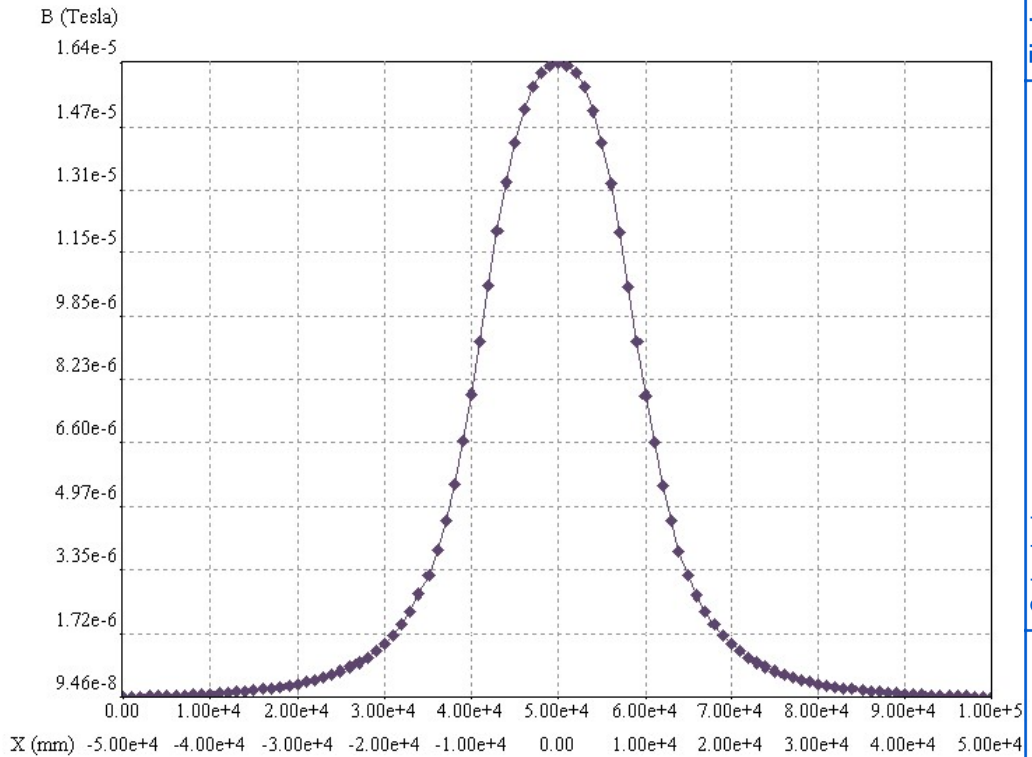


Ilustración 1. Acometida 132 kV en aéreo (Entrada-Salida)

El visado acredita las siguientes garantías: **7**

- Identidad y habilitación profesional del autor
- Sus atribuciones y competencias profesionales
- Revisión formal del documento
- Cobertura Responsabilidad Civil Profesional del Ingeniero
- Registro y custodia por el periodo legal establecido

Colegiado
Ricoondo Rebollo, Alejandro (6775)

Visado
00947/2024
11/12/2024

Bizkaiko
Industri Ingeniariei
Elkargo Ofiziala



ANEXO 2 – CAMPOS MAGNÉTICOS

6.2 ACOMETIDAS SUBTERRÁNEAS DE 20 KV CUADRUPLE CIRCUITO.

Tenemos un pico de **3,5 μT** encima de la línea y a 1m de altura sobre el suelo:

- A 3 m separado de la proyección en planta de la línea..... **1 μT**
- A 5 m separado de la proyección en planta de la línea..... **0,3 μT**

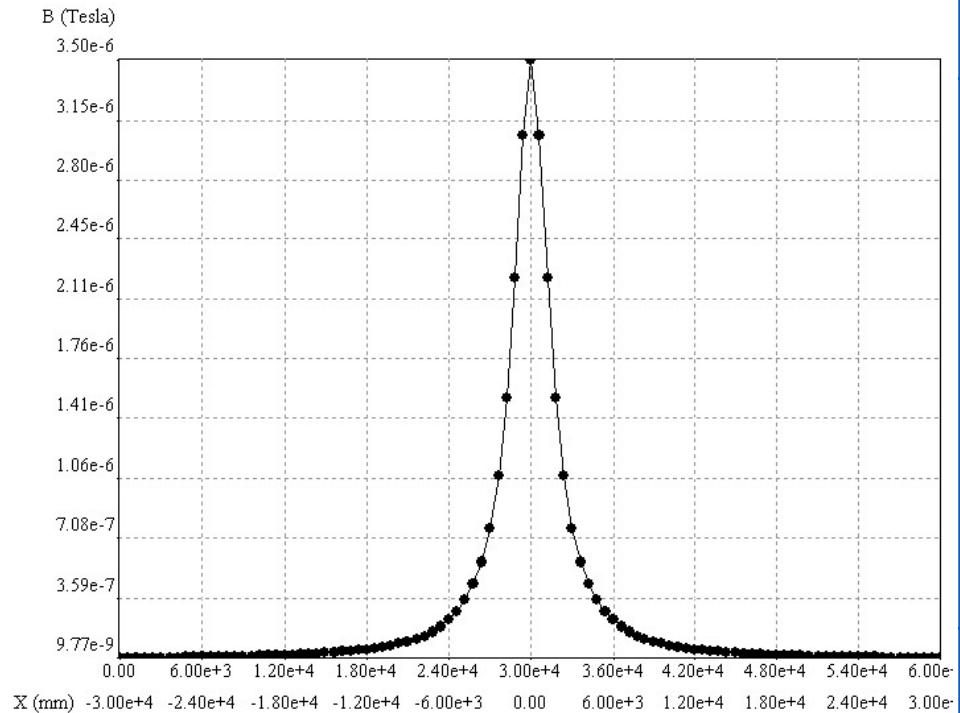


Ilustración 2. Acometida subterráneo 20 kV cuadruple circuito

El resto de fuentes de campo magnético como el aparellaje, no es simulado dado que los valores de emisión en el exterior son despreciables. En cuanto al edificio de control y celdas: albergan sus distintas dependencias equipos de baja tensión de control, y las celdas, por lo que las intensidades existentes por estos equipos son bajas, luego igualmente son bajos los campos magnéticos generados y se consideran despreciables frente a los descritos en el apartado anterior.

Ikus-Onespenak berme hauek ziurtatzen ditu: 8

- Egilearen nortasun eta gaikuntza profesionala
- Bere atribuzio eta kompetentzia profesionalak
- Dokumentuaren berrikuzpen formaia
- Ingeniariaren Erantzukizun Zibil Profesionalaren estaldura
- Legeak ezarritako aldirako Erregistro eta Zaintza

Elkargokidea

Ricardo Rebollo, Alejandro (6775)

Ikus-Onespen

00947/2024
11/12/2024

Bizkaiko
Industri Ingeniariei
Elkargo Ofiziala



ANEXO 2 – CAMPOS MAGNÉTICOS

7. CONCLUSIONES

Como conclusión sobre los análisis realizados en cuanto a la actividad de la ST GRANADINA en las condiciones más desfavorables de funcionamiento, los límites de radiación emitidos están muy por debajo de los límites técnicos establecidos en la normativa vigente, documentación enumerada en el apartado 2 “Normativa Vigente”.

Por consecuencia, se puede decir que las medidas correctoras tomadas en el diseño de la instalación y enumeradas en el apartado 4 “Características de la instalación” son suficientes para cumplir la normativa nacional e internacional de emisiones magnéticas.

8. PLANOS

En el documento nº 4 “Planos”, de este proyecto, se incluyen un plano con la representación de las líneas de campo magnético originadas en las proximidades de la subestación.

<p>El visado acredita las siguientes garantías:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Identidad y habilitación profesional del autor • Sus atribuciones y competencias profesionales • Revisión formal del documento • Cobertura Responsabilidad Civil Profesional del Ingeniero • Registro y custodia por el periodo legal establecido
<p>Colegiado Ricoondo Rebollo, Alejandro (6775)</p>
<p>Visado 00947/2024 11/12/2024</p>
<p>Bizkaiko Industri Ingeniariei Elkargo Ofiziala</p> 

PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO

NUEVA SUBESTACIÓN
TRANSFORMADORA
DE 132/20 kV

ST GRANADINA

(PROVINCIA ALICANTE / COMUNIDAD VALENCIANA)

ANEXO - 3

SISTEMA DE ALUMBRADO Y FUERZA

Ikus-Onespenak berme hauek ziurtatzen ditu:

- Egilearen nortasun eta gaikuntza profesionala
- Bere atribuzio eta kompetentzia profesionalak
- Dokumentuaren berrikuspen formala
- Ingeniariaren Erantzukizun Zibil Profesionalaren estaldura
- Legeak ezarritako aldirako Erregistro eta Zaintza

Elkargokidea

Ricardo Rebollo, Alejandro (6775)

Ikus-Onespen

00947/2024
11/12/2024

Bizkaiko
Industri Ingeniariei
Elkargo Ofiziala



ÍNDICE

1. OBJETO
2. ALUMBRADO Y FUERZA INTERIOR EDIFICIOS
 - 2.1 DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO
 - 2.2 INSTALACIÓN DE ALUMBRADO
 - 2.3 INSTALACIÓN DE FUERZA
 - 2.4 CABLES Y CONEXIONADO
3. ALUMBRADO EXTERIOR
4. PLANOS

Revisado por: **2**

- Exigencias las siguientes garantías:
- Identidad y habilitación profesional del autor
 - Sus atribuciones y competencias profesionales
 - Revisión formal del documento
 - Cobertura Responsabilidad Civil Profesional del Ingeniero
 - Registro y custodia por el periodo legal establecido

4

4

4

6

Colegiado
 Ricondo Rebollo, Alejandro (6775)

Visado
 00947/2024
 11/12/2024

Bizkaiko
 Industri Ingeniarrien
 Elkargo Ofiziala



ANEXO 3 – SISTEMA DE ALUMBRADO Y FUERZA

1. OBJETO

El presente anexo tiene como objeto describir el sistema de alumbrado y fuerza proyectado para la ST GRANADINA 132/20 kV.

La tensión de alimentación será de (3Ø + N) 400/230 Vca. y 50 Hz.

2. ALUMBRADO Y FUERZA INTERIOR EDIFICIOS

2.1 DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO

La instalación cuenta con las siguientes salas:

- Sala de control.
- Sala de comunicaciones
- Sala de celdas (4).

En la sala de control se instalarán los cuadros de alumbrado y fuerza, desde donde se distribuirán las conexiones eléctricas hacia las distintas zonas de la instalación.

2.2 INSTALACIÓN DE ALUMBRADO

Con el fin de definir el sistema adecuado de alumbrado, se establecen los siguientes niveles lumínicos en función de cada una de las salas:

- Sala de control: 500 lux.
- Sala de comunicaciones: 500 lux
- Salas de celdas: 200 lux.

El sistema de iluminación de interior para el edificio se compone de:

- Alumbrado general mediante pantallas tipo LED. Se instalarán en todas las salas y su ubicación y número será el resultante del cálculo luminotécnico.
- Alumbrado de emergencia LED de identificación de puertas de salida y vías de escape mediante equipos autónomos. Estos elementos, ante la falta de alimentación, se encenderán automáticamente.
- Alumbrado de emergencia general, realizado por las mismas pantallas LED del alumbrado general, con una autonomía mínima de dos horas de funcionamiento ante la falta de corriente.

Ikus-Onespenak berriak hauek ziurtatzen ditu: **3**

- Egilearen nortasun eta gaikuntza profesionala
- Bere atribuzio eta kompetentzia profesionalak
- Dokumentuaren berrikuzkuzen formaia
- Ingeniariaren Erantzukizun Zibil Profesionalaren estaldura
- Legeak ezarritako aldizako Erregistro eta Zaintza

Elkargokidea
Ricardo Rebollo, Alejandro (6775)

Ikus-Onespen
00947/2024
11/12/2024

Bizkaiko
Industri Ingeniariei
Elkargo Ofiziala

B

ii

C

ANEXO 3 – SISTEMA DE ALUMBRADO Y FUERZA

alterna de alimentación. El nivel de iluminación será el 50% del normal, por lo que no puede considerarse un alumbrado de trabajo.

La alimentación se realizará mediante c.a., procedente del armario de distribución de alumbrado por medio de circuitos protegidos con interruptores magnetotérmicos y relé diferencial.

2.3 INSTALACIÓN DE FUERZA

Se van a instalar los siguientes elementos:

El sistema de fuerza en el interior de las salas se compone de:

- En la sala control y en cada sala de celdas: un cuadro protegido IP-44 conteniendo una toma de corriente de 2P+T-16 A 230 V, una toma de corriente cetact de 3P+T-16 A 6h 380-415 V con protecciones magnetotérmicas 2P-16 A y 3P-16 A curva C de 6 kA.
- En sala de comunicaciones: un cuadro protegido IP-44, conteniendo dos tomas de corriente de 2P+T-16 A 230 V, con protección magnetotérmica 2P-16 A curva C de 6 kA.
- En falso suelo de la sala de control se instalará punto ofimático con dos enchufes tipo schuko, toma de teléfono y de datos.

2.4 CABLES Y CONEXIONADO

Las instalaciones de alumbrado y fuerza se completan con el cableado, conexionado, cajas de derivación incluyendo bornas, molduras o canalizaciones para cuatro canales con tabiques separadores y molduras simples de derivación.

El cableado responderá a las siguientes características:

- Tensión máxima de servicio750 V
- Sección mínima2,5 mm²

y garantizará una caída de tensión inferior al 3% en los circuitos de alumbrado y del 5 % en los circuitos de fuerza, según establece el R.E.B.T, Real Decreto 842/2002.

3. ALUMBRADO EXTERIOR

El recinto correspondiente al parque de intemperie, acceso y exteriores del edificio, irán dotado de iluminación normal adoptando criterios de uniformidad y evitando los deslumbramientos hacia el exterior, habiéndose adoptado los tipos de proyectores y farolas considerados más idóneos.

4

El visado acreditado por las siguientes garantías:

- Identidad y habilitación profesional del autor
- Sus atribuciones y competencias profesionales
- Revisión formal del documento
- Cobertura Responsabilidad Civil Profesional del Ingeniero
- Registro y custodia por el periodo legal establecido

Colegiado de
 Ricondo Rebollo, Alejandro (6775)

Visado
 00947/2024
 11/12/2024

Bizkaiko
 Industri Ingeniarrien
 Elkargo Ofiziala



ANEXO 3 – SISTEMA DE ALUMBRADO Y FUERZA

Con el fin de definir el sistema adecuado de alumbrado, se establecen los siguientes niveles lumínicos en función de la zona de la instalación:

- Parque: 20 lux.
- Vial principal de acceso: 50 lux.
- Perímetro: 5 lux.

El sistema de iluminación de exterior se compone de:

- Alumbrado general del parque de intemperie, mediante proyectores de tecnología LED, colocados sobre columnas de acero galvanizado a 3-4 m de altura.
- Alumbrado del vial principal de acceso y cerramiento mediante farolas con tecnología LED. Las farolas se dispondrán junto al cerramiento cada 15 - 20 m. Este alumbrado se considera de tipo ornamental.
- Alumbrado exterior del edificio sobre las puertas de acceso, mediante plafones de aplique tipo LED para la iluminación de las puertas y zona de muelles. Este alumbrado se considera de tipo ornamental.
- Alumbrado de la puerta de acceso de la instalación mediante dos luminarias de tipo LED. Este alumbrado se considera de tipo ornamental.
- Alumbrado de emergencia compuesto por luminarias adicionales que se instalarán en el mismo báculo o soporte del alumbrado general, y del alumbrado de viales principales y perimetral.

El encendido del alumbrado definido como de tipo ornamental funcionará en manual o automático, incorporándose un reloj astronómico que controlará el encendido – apagado automático. Este es el alumbrado que se considera necesario para el acceso a la instalación.

El alumbrado del parque de intemperie permanecerá en condiciones normales apagado a efectos de reducir la contaminación lumínica. Se encenderá con la acción voluntaria de un operario actuando en el cuadro de distribución de alumbrado ubicado en la sala de control.

El alumbrado de emergencia, compuesto por unidades autónomas que se incorporan en los soportes, se encenderá de forma automática ante falta de c.a. a efectos de señalar vías de escape y tendrá una autonomía mínima de una hora.

Ikus-Onespenak berme hauetara zuzentzen ditu: 5

- Egilearen nortasun eta gaikuntza profesionala
- Bere atribuzio eta kompetentzia profesionalak
- Dokumentuaren berrikuspen formala
- Ingeniariaren Erantzukizun Zibil Profesionaltaren estaldura
- Legeak ezarritako aldizko Erregistro eta Zaintza

Elkarrizkidea
Ricoñdo Rebollo, Alejandro (6775)

Ikus-Onespen
00947/2024
11/12/2024

Bizkaiko
Industri Ingeniariei
Elkargo Ofiziala



ANEXO 3 – SISTEMA DE ALUMBRADO Y FUERZA

La alimentación se realizará mediante c.a., procedente del armario de distribución de alumbrado por medio de circuitos protegidos con interruptores magnetotérmicos y relé diferencial.

4. PLANOS

Los planos de las instalaciones de alumbrado y fuerza se encuentran en el documento nº 4 “Planos”.

<p>El visado acredita las siguientes garantías: 6</p> <ul style="list-style-type: none"> • Identidad y habilitación profesional del autor • Sus atribuciones y competencias profesionales • Revisión formal del documento • Cobertura Responsabilidad Civil Profesional del Ingeniero • Registro y custodia por el periodo legal establecido 	<p>Colegiado Ricondo Rebollo, Alejandro (6775)</p>	<p>Visado 00947/2024 11/12/2024</p>	 <p>Bizkaiko Industri Ingeniariei Elkargo Ofiziala</p>
---	---	---	---

PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO

NUEVA SUBESTACIÓN
TRANSFORMADORA
DE 132/20 kV

ST GRANADINA

(PROVINCIA ALICANTE / COMUNIDAD VALENCIANA)

ANEXO - 4

VENTILACIÓN Y CLIMATIZACIÓN

Ikus-Onespenak berme hauek ziurtatzen ditu:

- Egilearen nortasun eta gaikuntza profesionala
- Bere atribuzio eta kompetentzia profesionalak
- Dokumentuaren berrikuspen formala
- Ingeniariaren Erantzukizun Zibil Profesionalaren estaldura
- Legeak ezarritako aldirako Erregistro eta Zaintza

Elkargokidea

Ricordo Rebollo, Alejandro (6775)

Ikus-Onespen

00947/2024
11/12/2024

Bizkaiko
Industri Ingeniariei
Elkargo Ofiziala



ÍNDICE

1. OBJETO
2. EDIFICIOS
3. DESCRIPCIÓN DE LOS SISTEMAS DE VENTILACIÓN Y CLIMATIZACIÓN
 - 3.1 SALAS DE CELDAS
 - 3.2 SALA DE CONTROL Y COMUNICACIONES
4. PLANOS

<p>Revisado por: 2</p> <p>Expediente: 2</p> <p>las siguientes garantías:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Identidad y habilitación profesional del autor • Sus atribuciones y competencias profesionales • Revisión formal del documento • Cobertura Responsabilidad Civil Profesional del Ingeniero • Registro y custodia por el periodo legal establecido 	<p>3</p> <p>4</p> <p>Colegiado Ricoondo Rebollo, Alejandro (6775)</p>	<p>Visado 00947/2024 11/12/2024</p>	<p>Bizkaiko Industri Ingeniariei Elkargo Ofiziala</p> 
--	---	---	---

ANEXO 4 – VENTILACIÓN Y CLIMATIZACIÓN

1. OBJETO

El presente anexo tiene como objeto definir los requisitos técnicos y realizar la descripción del sistema de ventilación y climatización, así como de los equipos a instalar en las salas de la ST GRANADINA, con el fin de mantener unas condiciones ambientales óptimas para el correcto funcionamiento de los equipos instalados.

2. EDIFICIOS

La instalación cuenta con las siguientes salas:

- Sala de control.
- Sala de comunicaciones.
- Salas de celdas (4).

3. DESCRIPCIÓN DE LOS SISTEMAS DE VENTILACIÓN Y CLIMATIZACIÓN

A continuación se definen las características generales de cada sistema de ventilación y climatización instalado en cada una de las salas del edificio.

3.1 SALAS DE CELDAS

Cada sala de celdas dispondrá de una unidad de aire acondicionado mural, sistema Split, tipo partido, con bomba de calor aire-aire, gama súper inverter con refrigerante R32, con capacidad de refrigeración de 5,0 kW y capacidad de calefacción de 7,0 kW.

3.2 SALA DE CONTROL Y SALA DE COMUNICACIONES

Dado que la sala de control aloja equipos electrónicos y así mismo actúa como sala central de la subestación para el personal, por motivos de su trabajo normal de operación local y mantenimiento, es necesario climatizarla para mantener en ella una temperatura adecuada.

Para la climatización de la sala de control se instalarán dos unidades de aire acondicionado mural, sistema Split, tipo partido, con bomba de calor aire-aire, gama súper inverter con refrigerante R32, con capacidad de refrigeración de 5,0 kW y capacidad de calefacción de 7,0 kW.

Para la climatización de la sala de comunicaciones se instalará una unidad de aire acondicionado mural, sistema Split, tipo partido, con bomba de calor aire-aire, gama súper inverter con refrigerante R32, con capacidad de refrigeración de 5,0 kW y capacidad de calefacción de 7,0 kW.

Ikus-Onespeak Orriak hauek ziurtatzen ditu: **3**

- Egilearen nortasun eta gaikuntza profesionala
- Bere atribuzio eta kompetentzia profesionalak
- Dokumentuaren berrikuspen formala
- Ingeniariaren Erantzukizun Zibila Profesionalaren estaldura
- Legeak ezarritako aldizko Erregistro eta Zaintza

Elkargokidea
Ricondo Rebollo, Alejandro (6775)

Ikus-Onespen
00947/2024
11/12/2024

Bizkaiko
Industri Ingeniarien
Elkargo Ofiziala

ii

C

ANEXO 4 – VENTILACIÓN Y CLIMATIZACIÓN

Las unidades compensarán las pérdidas térmicas de los equipos de la sala de control y sala de comunicaciones enfriando en verano y calentando en invierno, con funcionamiento regulado por termostato.

Así mismo se incorporará en la sala de control, próximo a la ubicación a los equipos cargador – batería, una ventilación forzada mediante un extractor de arranque manual para la extracción de los gases producidos durante operaciones de carga excepcional de estos equipos en fase de mantenimiento. Durante el funcionamiento normal de los equipos cargador – batería en régimen de flotación se considera la ventilación natural que también incorpora la sala.

4. PLANOS

Los planos de las instalaciones de ventilación y climatización del edificio se encuentran en el documento nº 4 “Planos”.

Quiénes garantiza: 4

- Identidad y habilitación profesional del autor
- Sus atribuciones y competencias profesionales
- Revisión formal del documento
- Cobertura Responsabilidad Civil Profesional del Ingeniero
- Registro y custodia por el periodo legal establecido

Colegiado
 Ricondo Rebollo, Alejandro (6775)

Visado
 00947/2024
 11/12/2024

Bizkaiko
 Industri Ingeniarrien
 Elkargo Ofiziala



PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO

NUEVA SUBESTACIÓN
TRANSFORMADORA
DE 132/20 kV

ST GRANADINA

(PROVINCIA ALICANTE/ COMUNIDAD VALENCIANA)

ANEXO - 5

SISTEMA CONTRAINCENDIOS

Ikus-Onespenak berme hauek ziurtatzen ditu:

- Egilearen nortasun eta gaikuntza profesionala
- Bere atribuzio eta kompetentzia profesionalak
- Dokumentuaren berrikuspen formala
- Ingeniariaren Erantzukizun Zibil Profesionalaren estaldura
- Legeak ezarritako aldirako Erregistro eta Zaintza

Elkargokidea

Ricordo Rebollo, Alejandro (6775)

Ikus-Onespen

00947/2024
11/12/2024

Bizkaiko
Industri Ingeniariei
Elkargo Ofiziala



ÍNDICE

1.	<u>REGLAMENTACIÓN</u>	
2.	<u>MEDIDAS ADOPTADAS</u>	
2.1	<u>SECTORIZACIÓN</u>	
2.2	<u>EXIGENCIA DE COMPORTAMIENTO AL FUEGO DE LOS MATERIALES</u>	
2.3	<u>EXIGENCIA DE COMPORTAMIENTO AL FUEGO DE ELEMENTOS PORTANTES</u>	4
2.4	<u>RESISTENCIA AL FUEGO DE ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS CERRAMIENTO</u>	5
2.5	<u>EVACUACIÓN</u>	5
2.6	<u>VENTILACIÓN Y ELIMINACIÓN DE HUMOS Y GASES</u>	5
2.7	<u>INSTALACIONES TÉCNICAS DE SERVICIOS</u>	6
3.	<u>REQUISITOS DE LAS INSTALACIONES</u>	6
4.	<u>DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS</u>	6
4.1	<u>GENERALES</u>	6
4.2	<u>DESCRIPCIÓN SISTEMA DE DETECCIÓN Y ALARMA DE INCENDIOS</u>	6
4.3	<u>RED ELECTRICA DE CONEXIÓN</u>	6
4.4	<u>MEDIOS COMPLEMENTARIOS DE EXTINCIÓN</u>	6
5.	<u>SISTEMA ALUMBRADO DE EMERGENCIA</u>	9
6.	<u>SEÑALIZACIÓN</u>	9
7.	<u>PLANOS</u>	9

El visado acredita las siguientes garantías:

- Identidad y habilitación profesional del autor
- Sus atribuciones y competencias profesionales
- Revisión formal del documento
- Cobertura Responsabilidad Civil Profesional del Ingeniero
- Registro y custodia por el periodo legal establecido

Colgado
 Ricoando Rebollo, Alejandro (6775)

Visado
 00947/2024
 11/12/2024

Bizkaiko
 Industri Ingeniariei
 Elkargo Ofiziala



ANEXO 5 – SISTEMA CONTRAINCENDIOS

1. REGLAMENTACIÓN

La instalación del sistema contraincendios adoptado para la ST GRANADINA es diseñado y construido de acuerdo con todas las normas, reglas técnicas y reglamentos (aplicados en su última edición) que son de obligado cumplimiento:

- Reglamento de Instalaciones de Protección Contra Incendios (RIPCI) (Aprobado por Real Decreto 513/2017, de 22 de mayo, B.O.E. núm. 139 de 12/06/2017).
- Reglamento de Seguridad Contra Incendios en los Establecimientos Industriales (RSCIEI) (Aprobado por Real Decreto 2267/2004, de 3 de diciembre, B.O.E. núm. 303 de 17/12/2014).
- Reglamento de equipos a presión y sus instrucciones técnicas complementarias (Aprobado por Real Decreto 809/2021, de 21 de septiembre, B.O.E. núm. 243 de 11/10/2021).
- Código Técnico de la Edificación (CTE) (Aprobado por Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, B.O.E. núm. 74 de 28/03/2006).
- 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 por Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, B.O.E. núm. 139 de 09/06/2014).
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y sus instrucciones técnicas complementarias (ITC) BT 01 a BT 51 (Aprobado por Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, B.O.E. núm. 224 de 18/09/2002).
- Disposiciones de aplicación de la Directiva 2014/68/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 15 de mayo de 2014, relativa a la armonización de las legislaciones de los Estados miembros sobre la comercialización de equipos a presión.
- Normas UNE que sean de aplicación.
- Reglas Técnicas CEPREVEN que se citan.

En particular se debe tener en cuenta los reglamentos o normativa que sean de aplicación emitidos por la Comunidad Valenciana y el Ayuntamiento de San Isidro.

En cualquier caso, el cumplimiento con las reglamentaciones nacionales o locales será siempre una condición obligatoria.

Ikus-Ordezpenak berme hauek ziurtatzen ditu: **3**

- Egilearen nortasun eta gaikuntza profesionala
- Bere atribuzio eta kompetentzia profesionalak
- Dokumentuaren berrikuspen formala
- Ingeniariaren Erantzukizun Zibil Profesionalaren estaldura
- Legeak ezarritako aldizko Erregistro eta Zaintza

Zikargokidea
Ricardo Rebollo, Alejandro (6775)

Ikus-Ordezpenak
00947/2024
11/12/2024

Bizkaiko
Industri Ingeniariei
Elkargo Ofiziala



ANEXO 5 – SISTEMA CONTRAINCENDIOS

Las instalaciones eléctricas asociadas al sistema deberán diseñarse y construirse de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico de BT y los materiales y equipos deberán responder a las normas UNE, o en su defecto, CEI aplicables.

Este sistema contra Incendios será objeto de un Proyecto Parcial Específico debidamente visado, a desarrollar por el adjudicatario del mismo.

2. MEDIDAS ADOPTADAS

2.1 SECTORIZACIÓN

Según el Anexo II del Reglamento de Seguridad Contra Incendios en los Establecimientos Industriales, se permite establecer la superficie total del edificio como sector de incendio, pero en cumplimiento de la Instrucción Técnica Complementaria ITC - RAT 14 del “Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión” se va a realizar una sectorización que aisle cada sala de forma independiente, evitando la propagación de la llama entre sectores.

De esta forma se obtienen sectores de incendio diferentes: sala de control, sala de comunicaciones y cada una de las salas de celdas de MT (4), sectores que se caracterizan por un riesgo de incendio bajo dado el tipo de materiales que contienen y su ocupación.

2.2 EXIGENCIA DE COMPORTAMIENTO AL FUEGO DE LOS MATERIALES

El grado de reacción al fuego de los revestimientos del techo y paredes y suelos cumplirá con lo establecido en la normativa, BFL-s2 o más favorable en suelos y clase C-s3d0, o más favorable, en paredes y techos. De todos modos, los productos de construcción pétreos cerámicos y metálicos, así como los morteros, hormigones o yesos empleados están considerados de clase A1.

Respecto a los productos situados en falsos suelos, todos los cables utilizados son r propagadores de incendio y con emisión de humo y opacidad reducida.

2.3 EXIGENCIA DE COMPORTAMIENTO AL FUEGO DE ELEMENTOS PORTANTES

Para una instalación de las características de la ST GRANADINA, la reglamentación vigente establece una estabilidad al fuego R 30 (EF-30) para plantas sobre rasante y R 60 (EF-60) para plantas bajo rasante.

El visado acredita las siguientes garantías: 4

- Identidad y habilitación profesional del autor
- Sus atribuciones y competencias profesionales
- Revisión formal del documento
- Cobertura Responsabilidad Civil Profesional del Ingeniero
- Registro y custodia por el periodo legal establecido

Colegado
Ricoondo Rebollo, Alejandro (6775)

Visado
00947/2024
11/12/2024

Bizkaiko
Industri Ingeniariei
Elkargo Ofiziala



ANEXO 5 – SISTEMA CONTRAINCENDIOS

I-DE Redes Eléctricas Inteligentes exige para la estructura de sus edificios una estabilidad al fuego R 120 (EF-120), muy superior a la exigida por la norma.

2.4 RESISTENCIA AL FUEGO DE ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS CERRAMIENTO

Para todos los cerramientos o delimitadores la norma exige un comportamiento ante el fuego inferior a la estabilidad al fuego de la estructura de su zona de incendio. Esto supone exigir R 60 (EF-60) en sótanos y R 30 (EF-30) en plantas sobre rasante.

Para todas las salas anteriormente descritas, los elementos compartimentadores de estas salas deben alcanzar una resistencia al fuego de 120 minutos.

Los huecos de paso de cables entre salas quedarán sellados adecuadamente mediante una barrera para alcanzar un grado de resistencia de 120 minutos.

Todas las puertas peatonales de paso entre sectores tendrán una resistencia al fuego EI2 90 (RF-90) muy superior a la exigida en la norma. Todos los huecos que comuniquen sectores de incendio con otros sectores estarán obturados para mantener la misma resistencia al fuego del sector de incendio.

2.5 EVACUACIÓN

No son exigibles medidas de evacuación especiales por cuanto que la subestación transformadora se opera por telemando desde el Centro Regional de Operación correspondiente y la presencia de personal de forma continuada es nula.

De todos modos, la evacuación debe satisfacer lo indicado en el anexo II, puntos 6.2, 6.3, 6.4 y 6.5, del RSCIEI y la sección SI-3 del documento básico DB-SI del CTE.

Debe tenerse particularmente presente lo indicado en el anexo II, punto 6.3, del RSCIEI acerca de las distancias máximas de los recorridos de evacuación, que prevalecen sobre lo establecido en el CTE. Por las características de la ST GRANADINA y contando con una ocupación inferior a 20 personas, la longitud del recorrido de evacuación no debe ser mayor de 50 m, sea cual sea el número de salidas.

2.6 VENTILACIÓN Y ELIMINACIÓN DE HUMOS Y GASES

No es necesario implementar un sistema de evacuación de humos.

Se utilizarán los extractores existentes en salas de celdas y control para, en funcionamiento manual, facilitar la evacuación de humos y gases en caso de necesidad.

Ikus-Orduak berme hauetara zuzentzen ditu: 5

- Egilearen nortasun eta gaikuntza profesionala
- Bere atribuzio eta kompetentzia profesionalak
- Dokumentuaren berrikuspen formala
- Ingeniariaren Erantzukizun Zibil Profesionalaren estaldura
- Legeak ezarritako aldizako Erregistro eta Zaintza

Ikargokidea
Ricardo Rebollo, Alejandro (6775)

Ikus-Orduak
00947/2024
11/12/2024

Bizkaiko
Industri Ingeniariei
Elkargo Ofiziala



ANEXO 5 – SISTEMA CONTRAINCENDIOS

2.7 INSTALACIONES TÉCNICAS DE SERVICIOS

En lo referente a los cables de potencia de media y alta tensión serán de tipo “AS” o Alta Seguridad por su mayor resistencia al fuego, sin emisión de halógenos y con emisión de humo y opacidad reducida.

Los cables de control deberán ser no propagadores de llama, sin emisión de halógenos y con emisión de humo y opacidad reducida. Se aplicará a modo de cortafuegos, aproximadamente cada 3 m y en los cruces de las bandejas de cables, una longitud de 1 m de pintura intumescente, logrando un grado de resistencia al fuego de 90 minutos.

A ambos lados de los pasamuros o pasos de cables entre salas (sectores de incendio), incluidos los pasos verticales de los cables de potencia entre las celdas de partición y unión que conectan distintos módulos, se aplicará una longitud de 1 m de pintura intumescente.

3. REQUISITOS DE LAS INSTALACIONES

Según el Reglamento de Seguridad Contra Incendios en los Establecimientos Industriales, en su artículo 14, todos los aparatos, equipos, sistemas y componentes de las instalaciones de protección contra incendios, así como el diseño, ejecución, puesta en funcionamiento y mantenimiento de sus instalaciones deben cumplir lo preceptuado en el Reglamento de Instalaciones de Protección Contra Incendios (RIPCI).

4. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

4.1 GENERALES

La instalación de detección y alarma de incendios se ajustará a lo indicado en la EN54 “Sistemas de Alarma y Detección de Incendios” y en la Regla Técnica CEPREVEN RT3-DET.

Se deberá cumplir con lo indicado en el Reglamento (UE) nº 305/2011 del Parlamento Europeo del Consejo, de 9 de marzo de 2011, por el que se establecen condiciones armonizadas para comercialización de productos de construcción y se deroga la Directiva 89/106/CEE del Consejo.

El sistema de detección y alarma de incendios deberá cubrir todas las dependencias en que está dividido el edificio, incluido el falso suelo y teniendo en cuenta la configuración de los mismos por existencia de vigas que formen alveolos, y controlará los elementos de control y actuación del sistema de extinción previsto para la subestación.

6

El visado acredita las siguientes garantías:

- Identidad y habilitación profesional del autor
- Sus atribuciones y competencias profesionales
- Revisión formal del documento
- Cobertura Responsabilidad Civil Profesional del Ingeniero
- Registro y custodia por el periodo legal establecido

Revisado por
Ricardo Rebollo, Alejandro (6775)

Visado
00947/2024
11/12/2024

Bizkaiko
Industri Ingeniariei
Elkargo Ofiziala



ANEXO 5 – SISTEMA CONTRAINCENDIOS

El sistema de protección contra incendios a instalar estará constituido por los siguientes elementos:

- Sistema de detección y alarma de incendios.
- Red eléctrica de interconexión.
- Medios complementarios de extinción.

Los cálculos, definición de equipos y diseño definitivo del sistema, serán desarrollados por la empresa instaladora mediante el correspondiente proyecto visado para la instalación.

4.2 DESCRIPCIÓN SISTEMA DE DETECCIÓN Y ALARMA DE INCENDIOS

El sistema de detección y alarma de incendios estará compuesto por los siguientes equipos:

Centralita de Incendio (Central Maestra):

El sistema contará con una central maestra para el mando y señalización del sistema. Se instalará en la sala control del edificio.

La central llevará incorporada una batería de corriente continua a 24 Vcc con cargador automático que permitirá la continuidad de la alimentación de forma automática, en caso de fallo de la red, durante 72 horas en reposo y 30 minutos en alarma.

Desde esta central se transmitirán las señales de alarma de fuego, activación del sistema de detección y alarma de incendios, y defecto del sistema de protección contra incendios.

Detectores:

En las distintas dependencias de los edificios se instalarán detectores de las características que se indican a continuación, siendo la señal de dos detectores de la misma sala la que activará la alarma de incendios en la central de señalización y mando:

- Sala de control: detectores ópticos.
- Sala de comunicaciones: detectores ópticos.
- Salas de celdas: detectores óptico-térmicos.

Sistema manual de alarmas de incendios:

En las distintas dependencias de los edificios, se instalarán pulsadores de alarma, situados en lugares fácilmente accesibles y señalizados con carteles indicadores con anagrama, texto y borc

ANEXO 5 – SISTEMA CONTRA INCENDIOS

fotoluminiscente. Esta alarma es de carácter telemandada al centro regional de operaciones Iberdrola.

Medios de alarma acústicos:

Se dispondrá de un sistema de alarmas acústicas en las zonas vigiladas por el sistema de detección que se activarán automáticamente al detectarse un incendio.

Armario Señales:

Armario de interconexión del sistema de protección contra incendios con el resto de sistemas de la subestación: antiintrusos, ventilación, telecontrol etc...

4.3 RED ELECTRICA DE CONEXIÓN

El cableado de interconexión entre la central de señalización y mando y los diferentes elementos externos (detectores, pulsadores de alarma, etc.) se realizará con conductores resistentes al fuego que superen los requisitos exigidos por las normas CEI 331, UNE 20 432 y UNE 20 432-1. El tendido de los cables se realizará bajo canaleta.

En el armario de señales se instalarán módulos de control y monitores para las interconexiones con los demás sistemas de la subestación: control, sistema ventilación y sistema vigilancia.

4.4 MEDIOS COMPLEMENTARIOS DE EXTINCIÓN

Se instalarán extintores de incendio portátiles en todos los sectores de incendio de la subestación.

Los extintores y su agente extintor serán seleccionados e instalados de acuerdo con lo indicado en el apéndice I del RIPCI y en el anexo III, punto 8, del RSCIEI.

El emplazamiento de los extintores portátiles de incendio permitirá que sean fácilmente visibles y accesibles, estarán situados próximos a los puntos donde se estime mayor probabilidad de iniciarse el incendio y su distribución será tal que el recorrido máximo horizontal, desde cualquier punto del sector de incendio hasta el extintor, no supere 15 m.

El número de extintores en cada una de las salas del edificio vendrá determinado por las dimensiones de las mismas.

La dotación mínima prevista para la instalación será de:

- Sala de Control: 1 extintor de CO₂ de 5 kgs (Eficacia 89B).
- Sala de Comunicaciones: 1 extintor de CO₂ de 5 kgs (Eficacia 89B).

El visado acredita las siguientes garantías:

- Identidad y habilitación profesional del autor
- Sus atribuciones y competencias profesionales
- Revisión formal del documento
- Cobertura Responsabilidad Civil Profesional del Ingeniero
- Registro y custodia por el periodo legal establecido

Colegiado: Ricondo Rebollo, Alejandro (6775)

Visado: 00947/2024
11/12/2024

Bizkaiko Industri Ingeniarien Elkargo Ofiziala

ANEXO 5 – SISTEMA CONTRA INCENDIOS

- Salas de Celdas (por sala): 1 extintor de CO₂ de 5 kgs (Eficacia 89B).
- Parque Intemperie: Un extintor móvil sobre ruedas de polvo seco ABC 50 kg (eficacia 233B) por cada transformador, situados a una distancia máxima de 15 m de los transformadores.

5. SISTEMA ALUMBRADO DE EMERGENCIA

Se instalará un sistema de alumbrado de emergencia en todos los sectores de incendio de la subestación, que se encargará de proporcionar la visibilidad necesaria para una correcta evacuación del personal en situación de emergencia.

6. SEÑALIZACIÓN

Todas las salidas de uso habitual o de emergencia y los medios manuales de protección contra incendios deben quedar perfectamente señalizados. Por ello, se señalizarán las salidas y todos los extintores con carteles de poliestireno con anagrama, texto y borde fotoluminiscente.

7. PLANOS

En el documento nº 4 “Planos” se incluye plano de detalle orientativo de los sistemas de protección contra incendios a instalar.

	Bizkaiko Industri Ingeniariei Elkargo Ofiziala	Ikus-Onespen 00947/2024 11/12/2024	Elkargotokia Ricoñdo Rebollo, Alejandro (6775)	Ikus-Onespenak bermatzen ditu: • Egilearen nortasun eta gaikuntza profesionala • Bere atribuzio eta kompetentzia profesionalak • Dokumentuaren berrikuspen formala • Ingeniariaren Erantzukizun Zibila Profesionalaren estaldura • Legeak ezarritako aldirako Erregistro eta Zaintza
--	--	--	---	---