

**Universidad Nacional de Ingeniería**

**Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica**



TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

**Uso de gases alternativos al SF<sub>6</sub> para aplicaciones en equipos de  
alta tensión**

Para obtener el título profesional de Ingeniero Electricista

Elaborado por

Antonio Chusho Silva

 [0009-0006-6292-135X](https://orcid.org/0009-0006-6292-135X)

Asesor

Mg. Ing. Carlos Alberto Huayllasco Montalva

 [0000-0002-3335-0926](https://orcid.org/0000-0002-3335-0926)

LIMA – PERÚ

2024

---

Citar/How to cite	Chusho Silva [1]
Referencia/Reference	[1] A. Chusho Silva, “ <i>Uso de gases alternativos al SF6 para aplicaciones en equipos de alta tensión</i> ” [Trabajo de Suficiencia Profesional]. Lima (Perú): Universidad Nacional de Ingeniería, 2024.
Estilo/Style: IEEE (2020)	

---



---

Citar/How to cite	(Chusho, 2024)
Referencia/Reference	Chusho, A. (2024). <i>Uso de gases alternativos al SF6 para aplicaciones en equipos de alta tensión</i> . [Trabajo de Suficiencia Profesional, Universidad Nacional de Ingeniería]. Repositorio institucional Cybertesis UNI.
Estilo/Style: APA (7ma ed.)	

---

### ***Dedicatoria***

*A mi esposa y a mis hijas por el apoyo y paciencia en este proceso, así como el continuo aliento y consejos para lograr el objetivo de titularme. También a mi madre que me enseñó a trabajar muy duro para lograr mis objetivos.*

## **Agradecimientos**

Agradezco a mi Alma Mater por haberme permitido aprender todos los conceptos necesarios para ser aplicados durante mi carrera. Del mismo modo a los profesores y todo el personal que labora en la Universidad Nacional de Ingeniería que hacen que los profesionales que salen de esta institución tengan un gran reconocimiento en el sector.

## Resumen

Durante muchos años los fabricantes de equipamiento eléctrico en alta tensión han venido utilizando el gas SF<sub>6</sub> que tiene excelentes características dieléctricas y casi nulos niveles de toxicidad, lo cual ha permitido que desarrollen importantes soluciones para el sector. Se ha reemplazado los grandes interruptores de aceite o en aire por interruptores más pequeños y maniobrables que utilizan SF<sub>6</sub>. De igual manera se ha podido reemplazar subestaciones en aire conformada por diferentes equipos y componentes, por subestaciones totalmente encapsuladas en gas, que reducen enormemente los espacios y labores relacionadas a este tipo de instalaciones. Luego encontrado soluciones intermedias como los equipos híbridos para aplicaciones puntuales en las que sus prestaciones son útiles como por ejemplo en subestaciones móviles. Pero todo este desarrollo tecnológico ahora se ve amenazado debido a que este gas dieléctrico ha sido catalogado como un gas de efecto invernadero y con un gran potencial de daño a la capa de ozono. Entonces es momento de hacer un cambio importante en el desarrollo de esta tecnología porque debemos buscar alternativas para reemplazar el uso del SF<sub>6</sub> con soluciones amigables con el medio ambiente y que permitan un desarrollo sostenible. Este trabajo busca analizar los gases alternativos existentes en el mercado ante esta problemática.

Palabras clave - Gas SF<sub>6</sub>, subestaciones, alta tensión, gases alternativos.

## Abstract

For many years, the manufacturers of high voltage electrical equipment have been using SF<sub>6</sub> gas, which has excellent dielectric characteristics and almost zero levels of toxicity, characteristics allowed them to develop important solutions for the electrical industry. Large oil or air circuit breakers have been replaced by smaller ones, more maneuverable. In the same way, it has been possible to replace air substations composed by different equipment and components, by gas insulated substations, which reduce the spaces and work related to this type of installation. Later, intermediate solutions were found, such as hybrid equipment for specific applications in which its features are useful, such mobile substations. But all this technological development is now threatened because this dielectric gas has been classified as a greenhouse gas with a great potential for damaging the ozone layer. Then it is time to make an important change in the development of this technology because we must look for alternatives to replace the use of SF<sub>6</sub> with solutions that are friendly to the environment and that allow sustainable development. This work looks for to analyze the existing alternatives gases in the market to the face this problem.

Key words – SF<sub>6</sub> gas, substations, high voltage, alternative gases.

# Tabla de Contenido

<b>Resumen .....</b>	<b>v</b>
<b>Abstract.....</b>	<b>vi</b>
<b>Introducción.....</b>	<b>xiii</b>
<b>Capítulo I. Parte Introductoria del Trabajo .....</b>	<b>1</b>
1.1 Generalidades.....	1
1.2 Descripción del problema de investigación.....	1
1.2.1 <i>Situación problemática</i> .....	1
1.2.2 <i>Problema a resolver</i> .....	2
1.3 Objetivos del estudio .....	2
1.3.1 <i>Objetivo general</i> .....	2
1.3.2 <i>Objetivos específicos</i> .....	2
1.3.3 <i>Indicadores de Logro de los Objetivos</i> .....	3
1.4 Antecedentes investigativos .....	4
<b>Capítulo II. Marco Teórico y Conceptual .....</b>	<b>7</b>
2.1 Marco Teórico .....	7
2.1.1 <i>Hexafluoruro de Azufre (SF<sub>6</sub>)</i> .....	7
2.1.2 <i>Uso del SF<sub>6</sub> en Equipamiento en Alta Tensión</i> .....	9
2.1.3 <i>Normativas y Legislación Aplicables</i> .....	37
2.1.4 <i>Protocolo de Kyoto</i> .....	39
2.2 Marco Conceptual .....	40
2.2.1 <i>Consideraciones Ambientales</i> .....	40
2.2.2 <i>Consideraciones de Seguridad</i> .....	41
2.2.3 <i>Emisiones de SF<sub>6</sub> en Instalaciones en Alta Tensión</i> .....	42
2.2.4 <i>Desempeño dieléctrico de los gases alternativos al SF<sub>6</sub></i> .....	45
<b>Capítulo III. Desarrollo del trabajo de investigación .....</b>	<b>59</b>
3.1 Descripción del Proyecto.....	59

3.1.1	<i>Ámbito de aplicación</i> .....	59
3.1.2	<i>Características generales del sistema a analizar</i> .....	61
3.2	Proceso de definición de parámetros técnicos .....	63
3.2.1	<i>Estimación de la cantidad de activos a analizarse</i> .....	63
3.2.2	<i>Estimación de la cantidad de otros activos a analizarse</i> .....	65
3.3	Proceso de definición de parámetros económicos .....	67
3.3.1	<i>Estimación de costos por almacenamiento y reciclaje del gas SF<sub>6</sub></i> .....	67
3.4	Comparación del desempeño dieléctrico.....	77
3.5	Alternativas no analizadas.....	80
	<b>Capítulo IV Análisis y Discusión de Resultados</b> .....	<b>81</b>
4.1	Análisis del impacto económico para la reducción del uso de SF <sub>6</sub> en instalaciones eléctricas en Alta Tensión.....	81
4.1.1	Manipulación de Gas SF <sub>6</sub> en instalaciones existentes y nuevas.....	81
4.1.2	Disposición de gas SF <sub>6</sub> Almacenado.....	82
4.1.3	<i>Cambio de Equipamiento en Alta Tensión que utilicen gases alternativos</i> .....	83
4.2	Comparación Dieléctrica de los gases. ....	84
4.3	Incentivos por Normatividad o Legislación vigente. ....	84
4.4	Intangibles: Sostenibilidad y Medio Ambiente.....	85
	<b>Conclusiones</b> .....	<b>88</b>
	<b>Recomendaciones</b> .....	<b>90</b>
	<b>Referencias Bibliográficas</b> .....	<b>93</b>
	<b>Anexos</b> .....	<b>97</b>

## Lista de Tablas

Tabla 1 Indicadores del logro de objetivos (Elaboración Propia).....	3
Tabla 2 Valores del potencial de calentamiento de la tierra de los principales gases de efecto invernadero. ....	9
Tabla 3 Tabla de referencia de condiciones de servicio relevantes para GIS .....	12
Tabla 4 Niveles de aislamiento asignados para las tensiones asignadas del rango I, serie I .....	12
Tabla 5 Niveles de aislamiento asignados para las tensiones asignadas del rango I, serie II (basados en la práctica común de algunos países, incluido Estados Unidos).....	13
Tabla 6 Niveles de aislamiento asignados para las tensiones asignadas del rango II ....	14
Tabla 7 Niveles de aislamiento suplementarios para las tensiones asignadas del rango II (basados en la práctica común de algunos países, incluido Estados Unidos).....	15
Tabla 8 Niveles de aislamiento asignados para equipos con tensión asignada en el rango I .....	16
Tabla 9 Niveles de aislamiento asignados para equipos con tensión asignada en el rango II .....	17
Tabla 10 Plantilla con los requisitos de continuidad de servicio de subestaciones encapsuladas en gas .....	19
Tabla 11 Emisiones de gas SF <sub>6</sub> en Sudamérica .....	44
Tabla 12 Principales efectos toxicológicos de los gases alternativos analizados .....	52
Tabla 13 Principales propiedades ambientales de los gases .....	53
Tabla 14 Cantidad de gas SF <sub>6</sub> en Interruptores, en kg, por nivel de tensión a considerar .....	62
Tabla 15 Cantidad de gas SF <sub>6</sub> por bahía de subestaciones GIS, en kg, por nivel de tensión a considerar.....	63
Tabla 16 Resumen de cantidad gas SF <sub>6</sub> presente en interruptores de potencia por nivel de tensión.....	64
Tabla 17 Resumen de cantidad gas SF <sub>6</sub> presente subestaciones encapsuladas en gas por nivel de tensión.....	64

Tabla 18 Cantidad gas SF6 que se emite al medio ambiente producto de la fuga de este gas en las instalaciones existentes.....	66
Tabla 19 Información sobre la cantidad de gas almacenado en botellas como inventario de la empresa Enel Perú .....	67
Tabla 20 Determinación de la cantidad de botellas de gas almacenado en las instalaciones de la empresa Enel Perú .....	68
Tabla 21 Cálculo del costo para el reciclaje o eliminación del gas almacenado en las instalaciones de la empresa Enel Perú .....	70
Tabla 22 Determinación del Costo por la eliminación de SF6 .....	70
Tabla 23 Principales parámetros y consideraciones a ser utilizadas en el análisis .....	75
Tabla 24 Precios referenciales de las alternativas planteadas .....	76
Tabla 25 Resumen de la comparación entre los gases materia del estudio .....	78
Tabla 26 Propiedades de las mezclas de gases Novec en relación con el SF6 .....	79
Tabla 27 Propiedades de las mezclas de gases Novec en relación con el SF6 .....	79
Tabla 28 Costos de eliminación del gas SF6 en las instalaciones del país .....	82

## Lista de Figuras

Figura 1 Configuraciones básicas de envolventes .....	21
Figura 2 Vista de corte de una envolvente de GIS .....	22
Figura 3 Diagrama de gases unifilar compartimentada .....	24
Figura 4 Disposición 3D de una subestación GIS .....	24
Figura 5 Imagen de un equipo GIS híbrido .....	26
Figura 6 Estimaciones basadas en una bahía GIS de cable con doble barra.....	28
Figura 7 Desarrollo de interrupción de una falla trifásica.....	30
Figura 8 Imágenes de interruptores en Alta Tensión.....	34
Figura 9 Interruptores en Alta Tensión.....	34
Figura 10 Capacidad de corte interruptores en aire, en vacío y en SF6.....	37
Figura 11 Emisiones de gas SF6 .....	43
Figura 12 Curva del total de emisiones de SF6 calculadas en base a las estimaciones de la producción de este gas versus las nuevas instalaciones.....	45
Figura 13 Curva característica de la Tensión de Ruptura del R12 con Aire y considerando electrodos de separación de 6 mm. ....	46
Figura 14 Curva característica de la Tensión de Ruptura del R134 con Aire y considerando electrodos de separación de 6 mm .....	46
Figura 15 Curva característica de la Tensión de Ruptura del R12 con Nitrógeno y considerando electrodos de separación de 6 mm .....	47
Figura 16 Curva característica de la Tensión de Ruptura del R134 con Nitrógeno y considerando electrodos de separación de 6 mm .....	47
Figura 17 Curva característica de la Tensión de Ruptura del SF6 y el R12 considerando electrodos de separación de 10 mm. ....	48
Figura 18 Curva característica de la Tensión de Ruptura del SF6 y el R134 considerando electrodos de separación de 10 mm. ....	48
Figura 19 Curvas características de la Tensión de Ruptura de los gases Novec versus el gas SF6, considerando electrodos de separación de 2.5 mm .....	50

Figura 20 Curvas características de la Tensión de Ruptura de la mezcla de gases Novec con CO2 y Aire versus el gas SF6 .....	51
Figura 21 Autorrecuperación del aislamiento del gas R134 .....	54
Figura 22 Autorrecuperación del aislamiento del gas R12 .....	54
Figura 23 Curvas de la temperatura de licuefacción de gas R134 en su estado puro, en comparación con el SF6, Nitrógeno y el Aire .....	56
Figura 24 Curvas de la temperatura de licuefacción de gas R12 en su estado puro, en comparación con el SF6, Nitrógeno y el Aire. ....	56
Figura 25 Curvas de la temperatura de licuefacción de mezcla de gases con N2.....	57
Figura 26 Cantidad de Interruptores por nivel de tensión a considerar .....	60
Figura 27 Cantidad de bahías de Subestaciones GIS por nivel de tensión a considerar.	61
Figura 28 Plan de Desarrollo de la tecnología G3 de General Electric “Roadmap” .....	72
Figura 29 Diagrama de gases de la subestación modelo a considerar .....	74
Figura 30 Vista de planta de la subestación modelo a considerar.....	74

## Introducción

En promedio la demanda de Energía Eléctrica como resultante de la actividad económica en el país y en todo el mundo ha venido creciendo en forma constante y con ella la necesidad de reforzar los sistemas eléctricos de transmisión, distribución y generación. Incluso en esta época de pandemia que ha afectado el crecimiento de las diferentes áreas de negocio y producción, deteniendo el incremento de la demanda eléctrica en todo el mundo. Esa situación también afecto el crecimiento local al verse reducida la inversión en los diferentes sectores, pero sobre todo la inversión minera cuyas exigencias de demanda de energía eléctrica son bastante considerables. Felizmente esta situación se viene revirtiendo y la mayoría de las actividades económicas tradicionales vienen retomando sus actividades, mientras que otras nuevas que se desarrollaron durante este periodo de aislamiento social vienen afianzándose en sus respectivos sectores.

En líneas generales, incluso con los efectos post-pandemia, el desarrollo económico del país ha mostrado crecimiento y mejoras sustanciales, y nuestro sector eléctrico hasta ahora ha satisfecho el crecimiento del consumo con diferentes fuentes de energía, que en su mayoría es fuentes renovables como las hidroeléctricas, o fuentes fósiles como el gas natural. Sin embargo, hacia el futuro, no solo es necesario incrementar la matriz de fuentes renovables como los generadores eólicos o solares, sino que también se hace necesario optimizar el uso de dichas fuentes de energía, y que el propio sistema nos permita a largo plazo dar sostenibilidad al crecimiento económico con energía segura, eficiente y sobre todo sostenible.

Esta situación y tendencias plantean para el Perú nuevos desafíos los cuales deberían estar siendo considerados y analizados mediante una política de estado en el campo energético que debe servir para garantizar abastecimiento del consumo en un marco de desarrollo sostenible en todo sentido.

Del mismo modo la Sostenibilidad debe estar asociada a reducir el impacto ambiental que nuestro sector viene haciendo sobre el planeta.

# Capítulo I. Parte Introductoria del Trabajo

## 1.1 Generalidades

En principio se busca definir el ámbito de nuestro estudio al incluir los equipos y sistemas en alta tensión que el gas SF<sub>6</sub> como medio dieléctrico para su operación, valores promedio de fuga de gas al medio ambiente, el almacenaje o eliminación del gas remanente, medidas de seguridad para el tratamiento de este en las instalaciones eléctricas.

La información que se considerará está relacionada con documentación pública o proporcionada por los usuarios de las empresas que cuentan con estos sistemas, información de equipos que publica el Comité de Operación del Sistema en su página web oficial, datos históricos, documentación disponible de estudios similares realizados y la información de los diferentes fabricantes que vienen desarrollando tecnologías con gases alternativos.

## 1.2 Descripción del problema de investigación

### 1.2.1 Situación problemática

Las subestaciones en Alta Tensión son instalaciones con equipos que por lo general emplean el Hexafluoruro de Azufre (SF<sub>6</sub>). Este es un gas que tiene características dieléctricas que han permitido el desarrollo de tecnologías como las subestaciones encapsuladas en gas, equipos híbridos, los interruptores de potencia para reducir el efecto del arco eléctrico, etc. En pocas palabras han permitido reducir las dimensiones de las instalaciones eléctricas en general y de esta manera poder utilizar terrenos de menores dimensiones o edificaciones subterráneas, reducir recursos utilizados para las obras civiles y trabajos de instalación en general.

Pero estas excelentes características dieléctricas del SF<sub>6</sub> ahora se ven enfrentadas con la designación que recibió en el Protocolo de Kioto, ahora considerado uno de los

gases que producen efecto invernadero, siendo 1 kg de SF6 equivalente a 22.8 Ton CO2. El SF6 no es absorbido por el proceso de fotosíntesis de las plantas. Su acumulación en la atmósfera es permanente por muchos años. Es decir que el daño producido por la exposición de este gas a la atmósfera podría ser considerado mayor al beneficio que tiene su uso, pero no podemos prescindir de el en su totalidad aún.

### **1.2.2 Problema a resolver**

El problema no solo pasa por dejar de utilizar SF6 o reducir su uso en instalaciones nuevas, sino también el manejo de este tipo de gas en las instalaciones existentes y la eliminación del gas utilizado en equipos o instalaciones que pasan al desuso por deterioro, o al culminar su vida útil.

Entonces el escenario actual, nos lleva a la disyuntiva de definir entre: seguir utilizando equipos con gas SF6 o buscar alternativas que puedan considerarse viables no solo para el cumplimiento técnico técnico y sino sobre en el aspecto económico, que permita la reducción del uso de este gas debido a su nocividad al medio ambiente.

## **1.3 Objetivos del estudio**

### **1.3.1 Objetivo general**

Desarrollar y plantear alternativas para reducir el uso del Hexafluoruro de Azufre (SF6) en las instalaciones eléctricas en Alta Tensión. Así como la gestión en la reducción de emisiones del gas SF6 en instalaciones existentes y el manejo de los remanentes almacenados de antiguas instalaciones.

### **1.3.2 Objetivos específicos**

- Estimar la cantidad de activos, principales equipos en Alta Tensión que utilicen SF6 y que se encuentren en el sistema eléctrico.

- Estimar la cantidad de gas SF<sub>6</sub> que se pierde al medio ambiente y la cantidad que almacenan las empresas de electricidad y/o propietarios de subestaciones en Alta Tensión.
- Estimar el impacto económico de utilizar y manipular el gas SF<sub>6</sub> en instalaciones en Alta Tensión.
- Definir el impacto para cambiar instalaciones que utilicen SF<sub>6</sub> por instalaciones que utilicen gases alternativos.

### 1.3.3 Indicadores de Logro de los Objetivos

Con el fin de cuantificar el logro de los Objetivos Específicos planteados, establecemos los indicadores presentados en la Tabla N° 1.

**Tabla 1**

*Indicadores del logro de objetivos (Elaboración Propia)*

<b>Objetivo Específico</b>	<b>Indicador de logro</b>	<b>Métrica</b>
Estimar la cantidad de activos, principales equipos en Alta Tensión que utilicen SF <sub>6</sub> y que se encuentren en el sistema eléctrico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Definir tipos de equipos que utilizan SF<sub>6</sub>.</li> <li>• Definir las cantidades por tipo de equipo en las Principales Subestaciones de Transmisión y Generación.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tipos de equipos.</li> <li>• Cantidad de equipos</li> </ul>
Estimar la cantidad de gas SF <sub>6</sub> que se pierde al medio ambiente y la cantidad que almacenan las empresas de electricidad y/o propietarios de subestaciones en Alta Tensión	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estimar la cantidad de SF<sub>6</sub> que se pierde por efecto de la baja de presión del equipamiento que utiliza este gas.</li> <li>• Estimar la cantidad de gas SF<sub>6</sub> que almacenan estas empresas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cantidad de SF<sub>6</sub> en kg.</li> </ul>
Estimar el impacto económico de utilizar y manipular el gas SF <sub>6</sub> en instalaciones en Alta Tensión	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estimar el costo de almacenaje de SF<sub>6</sub>.</li> <li>• Estimar el costo de alquiler de equipos para la manipulación de este gas.</li> <li>• Estimar el costo de la eliminación de este gas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dólares Americanos.</li> <li>• Dólares Americanos por día.</li> <li>• Dólares Americanos por kg.</li> </ul>

---

Definir el impacto para cambiar instalaciones que utilicen SF <sub>6</sub> por instalaciones que utilicen gases alternativos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estimar los costos de cambiar una subestación existente en SF<sub>6</sub> por una nueva subestación que utilice gases alternativos.</li> <li>• Estimar la diferencia de costos al utilizar una nueva subestación que utilice gases alternativos, en lugar de utilizar una subestación en SF<sub>6</sub>.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dólares Americanos.</li> <li>• Porcentaje (%)</li> </ul>
--	--	---

---

Comparación del desempeño dieléctrico de los gases alternativos al SF <sub>6</sub> .	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Definir parámetros de comparación.</li> <li>• Determinar los valores de estos gases alternativos comparándolos con el gas SF<sub>6</sub></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comparación de los valores determinados para estos gases.</li> </ul>
--	--	---

---

#### 1.4 Antecedentes investigativos

Si bien el SF<sub>6</sub> no tendría cualidades peligrosas como ser un gas tóxico o inflamable y por el contrario sus excelentes cualidades dieléctricas, es considerado en la lista de gases de efecto invernadero como el que tiene un mayor potencial de contribuir al calentamiento global. En ese sentido, se han venido desarrollando estudios para encontrar alternativas al SF<sub>6</sub>.

El documento: "Comparison Between Different Gases Used as Insulation Medium in High Voltage Technology and Their Effect on the Environment", EEET realizado por Rzhouq et al., (2023), hace un estudio comparativo entre diferentes tipos de gases que se vienen desarrollando. Entre estos gases tenemos el Diclorodifluorometano R12 (CCl<sub>2</sub>F<sub>2</sub>), el Tetrafluoroetano R134 (CH<sub>2</sub>FCF<sub>3</sub>), el Fluoroketone Novec 5110 ((CF<sub>3</sub>)<sub>2</sub>CFC(O)CF<sub>3</sub>) y el Fluoronitrilo Novec 4710 ((CF<sub>3</sub>)<sub>2</sub>CFCN). Teniendo los dos primeros gases mejores características dieléctricas que el SF<sub>6</sub>, pero como efectos tóxicos nocivos, mientras que

los otros dos tienen características similares a condiciones especiales sin tener efectos tóxicos ni dañara el medio ambiente.

Por otro lado, según cita el documento “Recent Development of Two Alternative Gases to SF6 for High Voltage Electrical Power Applications” MDPI realizado por Owens et al. (2021) menciona que desde hace algunas décadas los fabricantes empezaron a buscar el desarrollo de gases alternativos al SF6, debido a que este es considerado un gas de efecto invernadero. Sobre todo, con la instalación de las primeras subestaciones encapsuladas en gas a partir de finales de 1960.

El documento indica que en el mercado se puede encontrar alternativas de gas dieléctrico como lo son: Novec 4710 y el Novec 5110, mostrando estas mixturas de gases algunas características como las siguientes:

- Son consideradas de bajo impacto ambiental, al tener un bajo potencial de incremento del calentamiento global,
- El tiempo de vida de estas mixturas de gases, trae como consecuencia una acumulación de estos en nuestra atmósfera,
- En comparación con el gas SF6, estos gases alternativos presentan una reducción substancial en las emisiones, valor que es mayor al 99,9% en aplicaciones en Alta Tensión.
- Cuando son utilizadas a altas presiones, presentan características dieléctricas similares al SF6.
- Son considerados gases seguros para ser manipulados por el hombre, luego de haber sido en una serie de estudios toxicológicos.
- A pesar de las ventajas mostradas de estos gases alternativos, hoy sería contraproducente limitar los equipos en alta tensión al uso de estos gases en lugar del SF6.

Estas tecnologías se encuentran en continuo desarrollo por parte de los fabricantes de este tipo de equipos para poder suplir una demanda futura que nace por la necesidad

de reducir el impacto en el medio ambiente y al mismo tiempo cumplir con las regulaciones que cada país y que buscan garantizar la Sostenibilidad en todos los ámbitos posibles.

Cuando mencionamos el desarrollo de alternativas, no solo hablamos de algún tipo de mezcla de gases en base a Fluoronitrilos, sino al uso de otro tipo de aislamiento como derivados del CO<sub>2</sub> o equipos que trabajen en vacío, cada alternativa con las respectivas limitaciones que cada tecnología tiene.

## Capítulo II. Marco Teórico y Conceptual

### 2.1 Marco Teórico

#### 2.1.1 Hexafluoruro de Azufre ( $SF_6$ )

El Hexafluoruro de Azufre es un gas inerte que tiene excelentes características dieléctricas, las que han propiciado la generalización de su uso para la fabricación de equipamiento eléctrico en media y alta tensión.

Sosa (2022) indica las características químicas principales del Hexafluoruro de Azufre son:

- Fórmula Química:  $SF_6$
- Peso molecular y composición química:
  - o Peso molecular: 146,6
  - o Contenido de Azufre: 21,95%
  - o Contenido de Fluor: 78,05%
- Solubilidad:
  - o En agua (25°C, 1 atm): 0,001 ml/ml
  - o En aceite dieléctrico: 0,297 ml/ml
- Constantes críticas:
  - o Temperatura crítica: 45,64 °C
  - o Presión crítica: 38,6990 bar
  - o Densidad crítica: 0,725 g/cm<sup>3</sup>
  - o Volumen crítico molar:

También indica que se logró sintetizar por primera vez, a partir de una acción directa de gas de fluor sobre el azufre, en el año 1900. Luego de esto se logra demostrar que este gas tiene un gran estabilidad química al ser expuesto ante un arco eléctrico, lo cual permitía prever que estábamos ante un gran aislante eléctrico, que contaba con una rigidez dieléctrica muy superior a la rigidez dieléctrica del aire en condiciones normales.

Por su parte este gas  $SF_6$ , cuenta con las siguientes características:

- Inodoro (En condiciones normales de presión y temperatura (presión absoluta: 1,013 hPa, temperatura: 20°C).

- Incoloro En condiciones normales de presión y temperatura (presión absoluta: 1,013 hPa, temperatura: 20°C).
- No tóxico.
- Muy estable.
- No inflamable.

Del mismo modo se indica que el uso de este gas no es exclusividad de las aplicaciones eléctricas, sino que tiene un uso en otras áreas como aislamiento fónico, gas trazador de minas, y otras aplicaciones diferentes.

De acuerdo con la Revista Electro Industria (2011), este gas de procedencia artificial que se obtiene a 300 °C fue descubierto en 1901 por Henri Moissan mientras experimentaba con sales de Fluor. Este gas tiene las siguientes características:

- Tiene un peso de 6,16 g/l a 20°C y presión ambiente (es decir aproximadamente cinco veces más pesado que el aire).
- En su estado puro es inodoro, incoloro e inerte.
- Cuenta con una gran estabilidad química y electronegatividad.
- Para nuestro análisis las características principales son su alta rigidez dieléctrica y capacidad para recombinarse.

Estas últimas características han hecho que se convierta en un gas indispensable para ser usado en el diseño y fabricación de cámaras de corte de interruptores en alta y media tensión, así como de subestaciones encapsuladas en gas.

Por su parte el SF6 es un gas de alto potencial de efecto invernadero, como se indica en el documento “Aplicaciones del SF6 en la Industria Eléctrica y su Impacto en el Medio Ambiente” que fue publicado por Flores et al. (2012), en este documento se presenta una tabla que muestra el efecto de este gas en referencia al efecto que produce el CO2 en el medio ambiente, tabla 2 que presentamos a continuación:

**Tabla 2**

Valores del potencial de calentamiento de la tierra de los principales gases de efecto invernadero.

Especie	Tiempo de vida (años)	Potencial Calentamiento Global (en kg equivalentes de CO <sub>2</sub> )		
		20 años	100 años	500 años
CO <sub>2</sub>	variable	1	1	1
CH <sub>4</sub>	12 +/- 13	56	21	6,5
N <sub>2</sub> O	120	280	310	170
HFC-23	264	9 200	11 700	9 800
HFC-32	5,6	2 100	650	200
SF <sub>6</sub>	3 200	16 300	23 900	34 900
Perfluorometano	50 000	4 400	6 500	10 000
Perfluoroetano	10 000	6 200	9 200	14 000
Perfluorohexano	3 200	5 000	7 400	10 700

Nota: Adaptado de (Flores et al., 2012)

En esta Tabla se puede ver claramente que el efecto de potencial calentamiento global es mucho más marcado en el caso del SF<sub>6</sub>. Es por esta razón que se vuelve muy importante el adecuado tratamiento de este gas, que se viene utilizando en gran medida en la fabricación de equipamiento eléctrico en Alta Tensión.

### 2.1.2 Uso del SF<sub>6</sub> en Equipamiento en Alta Tensión

Como se ha indicado, debido a las características del Hexafluoruro de Azufre, la utilización de este en la manufactura de equipamiento eléctrico se ha vuelto fundamental para el desarrollo de estos equipos.

Hay una breve reseña de los orígenes de este tipo de equipos en el documento, Flores et al. (2012) indica que la empresa General Electric inició los primeros diseños que utilizaban SF<sub>6</sub> en aplicaciones eléctricas a partir de 1937, para luego salir al mercado en 1967 con interruptores en SF<sub>6</sub> en media y alta tensión como alternativa a los interruptores de aire comprimido. Este hito marca el inicio del reemplazo progresivo de otras tecnologías por equipos en SF<sub>6</sub>, copando el mercado en sus diferentes aplicaciones hasta la fecha. Estas tecnologías ya no se utilizan para fabricar equipos en alta tensión por haber sido reemplazadas por equipos que utilizan SF<sub>6</sub> como medio dieléctrico. Tecnologías como interruptores en gran volumen de aceite o pequeño volumen de aceite han venido siendo

reemplazados debido a su poca confiabilidad y fallas constantes que obligaban a indisponer de las instalaciones en la que estaban conectados.

Los principales equipos en alta tensión que utilizan SF6 son las subestaciones encapsuladas en gas y los interruptores de potencia. Algunos fabricantes han desarrollado transformadores de medida con aislamiento en SF6 y algunos transformadores que utilizan este gas como aislamiento, pero no será materia de este análisis porque su utilización no ha sido muy difundida y existen pocas unidades instaladas.

### **Subestaciones encapsuladas en gas**

Las primeras subestaciones encapsuladas en gas llegaron al mercado a finales de los años 60, inicialmente con tensiones hasta 170 kV y actualmente llegando a soluciones hasta 800 kV (Ramírez, 2003). Este tipo de subestaciones de subestaciones encapsuladas en gas (GIS), que Mejia y Villegas también llama “blindadas” presentan ventajas marcadas sobre las subestaciones convencionales (AIS), las que resumimos a continuación:

- Se requieren áreas reducidas para la instalación de estos equipos, dependiendo de la configuración el espacio ocupado por una GIS sería solo del 10% al 15% del espacio ocupado por una subestación AIS. Por lo tanto, tienen un menor impacto en la utilización de espacios y sobre todo visual. Esta característica hace que esta solución sea preferida para ser utilizada en subestaciones que deban estar instaladas en redes de alta tensión dentro de las ciudades.
- Cuentan con una gran flexibilidad en su diseño, permitiendo que se pueda instalar a la intemperie, dentro de construcciones civiles, o incluso en soluciones contenerizadas.
- Otra característica es que las extensiones de barras o de bahías en una subestación GIS son mucho más fáciles de realizar y en menos tiempo de corte de servicio
- Estos equipos por estar encapsulados, y tener todos sus componentes aislados en gas, tienen una mejor performance ante ambientes más agresivos y contaminantes como el caso de la industria minera o del cemento.

- Las subestaciones encapsuladas en gas se pueden utilizar en instalaciones ubicadas en grandes altitudes, sin tener que hacer correcciones por altura de la mayoría de sus componentes. Por ejemplo, las subestaciones en alturas superiores a los 3000 m.s.n.m. y con niveles de tensión de 245 kV o superiores pueden utilizar subestaciones encapsuladas en gas de ese mismo nivel de tensión y solo cambiar los bushings externos por unos de mayor línea de fuga que cumplan con la respectiva corrección por altura.
- Además, por estas características de estar encapsuladas, resultan ser más seguras para los operarios y el personal de subestación.
- Los mantenimientos son más reducidos y por lo tanto hay un ahorro importante en este rubro. Algunos fabricantes indican que, haciendo inspecciones periódicas, estos equipos no necesitarían mantenimientos sino a partir del año 20 de su fabricación.
- Los periodos de vida útil de estos equipos suelen mayores a las soluciones convencionales, al igual que los grados de confiabilidad y disponibilidad de estas subestaciones.
- Otra ventaja que se traduce en ahorro es el tiempo de instalación y pruebas, así como los trabajos de obras civiles necesarios y la cantidad de cables de control y medición utilizados.

Las características comunes de las subestaciones encapsuladas en gas, que deben ser incluidas en las especificaciones técnicas tanto para subestaciones GIS como equipamiento convencional, son las siguientes:

- Condiciones de Servicio, que de acuerdo con la Norma IEC 62271-1 son indicados en la Tabla 3 que indica las referencias para este tipo de equipamiento.

**Tabla 3**

Tabla de referencia de condiciones de servicio relevantes para GIS

Ítem	Estándar		Especiales	
	Interior	Exterior	Interior	Exterior
Temperatura ambiente:				
- Mínima, °C	-5 o -25	-25 o -40	-25	-50
- Máxima, °C	+40	+40	+50	+50
Radiación solar, W/m <sup>2</sup>	-	1 000	-	>1 000
Altitud, msnm	1 000	1 000	> 1 000	> 1 000
Grado de severidad de la contaminación del sitio, de acuerdo a norma IEC//TS 60815-203	-	c	c, d o e	d o e
Capa de hielo, mm	-	1, 10 o 20	-	>20
Viento, m/s	-	34	-	>34
Humedad, %	95	100	98	100
Condensación o precipitación	Ocasional	Sí	Sí	Sí
Clase de vibración	-	-	IEC 62271-207 IEC/TR 62271-300	IEC 62271-207 IEC/TR 62271-300

Nota: Adaptado de (Ramirez, 2003)

- Tensión asignada ( $U_r$ ), valores que se aplican de acuerdo con la norma IEC 62271-1 y descritas en las tablas 4 al 7 siguientes:

**Tabla 4**

Niveles de aislamiento asignados para las tensiones asignadas del rango I, serie I

Tensión asignada $U_r$ (kV <sub>r.m.s.</sub> )	Tensión soportada asignada de corta duración a frecuencia industrial $U_d$ (kV <sub>r.m.s.</sub> )		Tensión soportada asignada al impulso tipo rayo $U_p$ (kV <sub>p</sub> )	
	Valor común	Sobre la distancia de seccionamiento	Valor común	Sobre la distancia de seccionamiento
3,6	10	12	20	23
			40	46
7,2	20	23	40	46
			60	70
12	28	32	60	70
			75	85
17,5	38	45	75	85
			95	110
24	50	60	95	110
			125	145
36	70	80	145	165
			170	195
40,5	80	90	185	215
52	95	110	250	290

<b>72,5</b>	140	160	325	375
<b>100</b>	150	175	380	440
	185	210	450	520
<b>123</b>	185	210	450	520
	230	265	550	630
<b>145</b>	230	265	550	630
	275	315	650	750
<b>170</b>	275	315	650	750
	325	375	750	860
<b>245</b>	360	415	850	950
	395	460	950	1 050
	460	530	1 050	1 200

Nota: Adaptado de (Ramirez, 2003)

**Tabla 5**

*Niveles de aislamiento asignados para las tensiones asignadas del rango I, serie II (basados en la práctica común de algunos países, incluido Estados Unidos)*

Tensión asignada $U_r$ (kV <sub>r.m.s.</sub> )	Tensión soportada asignada de corta duración a frecuencia industrial $U_d$ (kV <sub>r.m.s.</sub> )		Tensión soportada asignada al impulso tipo rayo $U_p$ (kV <sub>p</sub> )	
	Valor común	Sobre la distancia de seccionamiento	Valor común	Sobre la distancia de seccionamiento
<b>4,76</b>	19	2	60	66
<b>8,25</b>	36	40	95	105
<b>15</b>	36	40	95	105
<b>15,5</b>	36	40	95	105
	50	55	110	121
<b>25,8</b>	60	66	125	138
			150	165
<b>27</b>	60	66	125	138
	70	77	150	165
<b>38</b>	70	78	150	165
	80	88	170	187
	95	105	200	220
<b>48,3</b>	105	115	250	275
	120	132		
<b>72,5</b>	160	-	350	385
	175	193		

<b>123</b>	260	286	550	-
	280	308		605
<b>145</b>	310	-	650	-
	335	369		715
<b>170</b>	365	-	750	-
	385	424		825
<b>245</b>	425	-	900	-
	465	512		990

Nota: Adaptado de (Ramirez, 2003)

**Tabla 6**

*Niveles de aislamiento asignados para las tensiones asignadas del rango II*

Tensión asignada $U_r$ (kV <sub>r.m.s.</sub> )	Tensión soportada asignada de corta duración a frecuencia industrial $U_d$ (kV <sub>r.m.s.</sub> )		Tensión soportada asignada al impulso tipo manobra $U_s$ (kV <sub>p</sub> )			Tensión soportada asignada al impulso tipo rayo $U_p$ (kV <sub>p</sub> )	
	Entre fase y tierra y entre fases	Entre bornes del equipo de conexión abierto o sobre la distancia de seccionamiento	Entre fases y tierra, y entre bornes del equipo de conexión abierto	Entre fases	Sobre la distancia de seccionamiento	Entre fase y tierra, y entre fases	Entre bornes del equipo de conexión abierto o sobre la distancia de seccionamiento
<b>300</b>	395	435	750	1 125	700 + (245)	950	950 + (170)
			850	1 275		1 050	1 050 + (170)
<b>362</b>	450	520	850	1 275	800 + (295)	1 050	1 050 + (205)
			950	1 425		1 175	1 175 + (205)
<b>420</b>	520	610	950	1 425	900 + (245)	1 300	1 300 + (240)
			1 050	1 575		1 425	1 425 + (240)
<b>550</b>	620	800	1 050	1 680	800 + (450)	1 425	1 425 + (315)
			1 175	1 760		1 550	1 550 + (315)
<b>800</b>	830	1 150	1 245	2 420	1 175 + (650)	2 100	2 100 + (455)
			1 550	2 480			
<b>1 100</b>	1 100	1 100	1 550	2 635	1 175 + (900)	2 250	2 250 + (630)
		1 100 + (635)	1 800	2 880			1 675 + (900)
<b>1 200</b>	1 200	1 200 + (695)	1 800	2 970	1 675 + (980)	2 400	2 400 + (685)
			1 950	3 120			2 550

Nota: Adaptado de (Ramirez, 2003)

**Tabla 7**

*Niveles de aislamiento suplementarios para las tensiones asignadas del rango II  
(basados en la práctica común de algunos países, incluido Estados Unidos)*

Tensión asignada $U_r$ (kV <sub>r.m.s.</sub> )	Tensión soportada asignada de corta duración a frecuencia industrial $U_d$ (kV <sub>r.m.s.</sub> )		Tensión soportada asignada al impulso tipo manobra $U_s$ (kV <sub>p</sub> )		Tensión soportada asignada al impulso tipo rayo $U_p$ (kV <sub>p</sub> )	
	Entre fase y tierra, y entre fases	Entre bornes del equipo de conexión abierto o sobre la distancia de seccionamiento	Entre fases y tierra, equipo de conexión abierto	Entre bornes del equipo de conexión abierto	Entre fase y tierra, y entre fases	Entre bornes del equipo de conexión abierto o sobre la distancia de seccionamiento
<b>362</b>	555	555	825	900	1 300	1 300
	610	671	885	825 + (295)		1 430
<b>550</b>	860	890	1 180	1 300	1 800	1 800
	810	891	1 150	1 000 + (450)		1 980
<b>800</b>	960	960	1 430	1 500	2 050	2 050
	940	1 034	1 300	1000 + (650)		2 255

*Nota:* Adaptado de (Ramirez, 2003)

Niveles de aislamiento asignados, correspondiente a los valores que se aplican de acuerdo con la norma IEC 62271-1, que se encuentran consignados en tablas 8 y 9 siguientes:

**Tabla 8**

*Niveles de aislamiento asignados para equipos con tensión asignada en el rango I*

Tensión asignada $U_r$ (kV <sub>r.m.s.</sub> )	Tensión soportada asignada de corta duración a frecuencia industrial $U_d$ (kV <sub>r.m.s.</sub> )		Tensión soportada asignada al impulso tipo rayo $U_p$ (kV <sub>p</sub> )	
	Fases a tierra a través de equipos de maniobra abierto y entre fases	Sobre la distancia de seccionamiento	Fases a tierra a través de equipos de maniobra abierto y entre fases	Sobre la distancia de seccionamiento
<b>72,5</b>	140	160	325	375
<b>100</b>	185	210	450	520
<b>123</b>	230	265	550	630
<b>145</b>	275	315	650	750
<b>170</b>	325	375	750	860
<b>245</b>	460	530	1 050	1 200

*Nota:* Adaptado de (Ramirez, 2003)

Estas tablas de tensión soportada son aplicables solo bajo las condiciones atmosféricas estándar:

- Temperatura ambiente: 20 °C
- Presión atmosférica: 101,3 kPa
- Humedad: 11g/m<sup>3</sup>

Por otro lado, los bushings externos de las subestaciones encapsuladas en gas deben estar diseñadas de acuerdo con lo indicado en la norma IEC 60137.

**Tabla 9***Niveles de aislamiento asignados para equipos con tensión asignada en el rango II*

Tensión asignada $U_r$ (kV <sub>r.m.s.</sub> )	Tensión soportada asignada de corta duración a frecuencia industrial $U_d$ (kV <sub>r.m.s.</sub> )		Tensión soportada asignada al impulso tipo manobra $U_s$ (kV <sub>p</sub> )			Tensión soportada asignada al impulso tipo rayo $U_p$ (kV <sub>p</sub> )	
	Entre fase y tierra, y entre fases	A través del equipo de maniobra abierto o la distancia de aislamiento	Entre fases y tierra, y entre bornes del equipo de conexión abierto	Entre fases	A través de la distancia de aislamiento	Entre fase y tierra, y entre fases	A través del equipo de maniobra abierto o la distancia de aislamiento
<b>300</b>	460	595	850	1 275	700 (+245)	1 050	1 050 (+170)
<b>362</b>	520	675	950	1 425	800 (+295)	1 175	1 175 (+205)
<b>420</b>	650	815	1 050	1 575	900 (+245)	1 425	1 425 (+240)
<b>550</b>	710	925	1 175	1 760	900 (+450)	1 550	1 550 (+315)
<b>800</b>	960	1 270	1 425	2 420	1 100 (+650)	2 100	2 100 (+455)

*Nota: Adaptado de (Ramirez, 2003)*

- Frecuencia asignada ( $f_r$ ), correspondiente a los valores que se aplican de acuerdo con la norma IEC 62271-1.
- Corrientes asignadas, correspondientes a los valores que se aplican de acuerdo con la norma IEC 62271-1 y son las siguientes:
  - o Corriente asignada de servicio continuo ( $I_r$ ).
  - o Corriente de corta duración admisible asignada ( $I_k$ ).
  - o Valor de cresta de la corriente admisible asignada ( $I_p$ ).
- Elevación de temperatura, se refiere a los límites de la variación de temperatura que las subestaciones encapsuladas en gas no deben exceder de acuerdo con las respectivas normas de fabricación de estos equipos.

- Tensión y frecuencia asignadas de los equipos auxiliares y dispositivos de apertura y cierre, correspondiente a los valores que se aplican de acuerdo con la norma IEC 62271-1.
- Presión asignada de suministro de gas comprimido, correspondiente a los valores que se aplican de acuerdo con la norma IEC 62271-1.
- Grado de protección de gabinetes, correspondiente a los valores que se aplican de acuerdo con la norma IEC 650529 (Degrees of Protection provided by enclosure). De acuerdo a las condiciones de operación de las subestaciones encapsuladas en gas y la ubicación de estos gabinetes, se debe definir el grado de protección indicado con el código IP correspondiente.

Según Ramírez (2003) las características constructivas de las subestaciones encapsuladas en gas son las siguientes:

- Continuidad de servicio, que es quizá una de las más importantes características de las subestaciones encapsuladas en gas. Se trata de la capacidad que tienen estos equipos para realizar mantenimientos, reparaciones o ampliaciones sin impactar mayormente en los tiempos de indisponibilidad del sistema al que pertenecen. Este concepto incluye un detalle adicional que es la compartimentación de estos equipos, que permiten sacar de servicio algunos de sus componentes para realizar algún trabajo sobre estos equipos. Esta información acerca de la compartimentación es proporcionada por los fabricantes y debe estar de acuerdo con el Anexo F de la norma IEC62271-203. Presentamos una guía para definir los requisitos concernientes a la continuidad de servicio en la Tabla 10 que recoge las indicaciones de la norma antes referida.

**Tabla 10**

*Plantilla con los requisitos de continuidad de servicio de subestaciones encapsuladas en gas*

Bahía o componente de la subestación	Mantenimiento	Después de la falla hasta iniciar reparación	Reparación o reemplazo de seccionador de barras después de la falla	Pruebas para puesta en servicio	Ampliación de la subestación
	Premisa para continuidad del servicio	Tiempo aplicable por fuera de servicio	Premisa para continuidad del servicio	Tiempo aplicable por fuera de servicio	Premisa para continuidad del servicio
Línea - 1					
Trafo - 1					
Línea - 2					
Seccionamiento					
Acople					
Línea - 3					
Trafo - 2					
Línea - 4					
Extensión (derecha)					

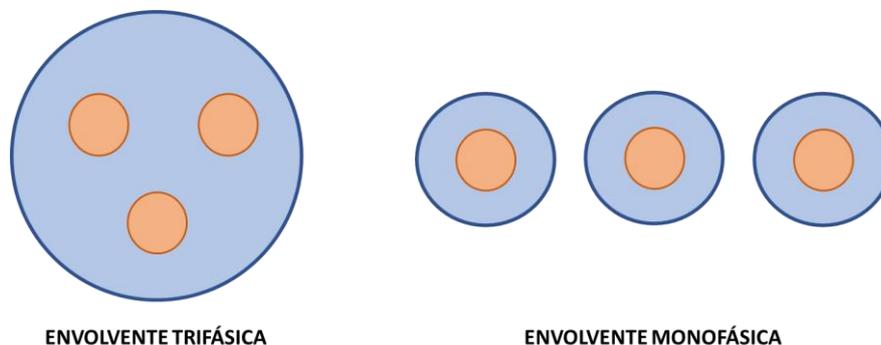
Nota: Adaptado de (Ramirez, 2003)

- Envolventes, son las estructuras de forma tubular que forman parte de las subestaciones encapsuladas, y que alojan los conductores o elementos de maniobra o medición, los cuales están soportados por aisladores o separadores. Estando estas estructuras tubulares llenas de gas SF<sub>6</sub>, a presiones que varían entre 3 bares y 7 bares, este gas viene a ser el medio aislante entre conductores y/o entre las paredes de estas estructuras que están conectadas a tierra. Esta característica de las envolventes es la que garantiza que los componentes de estas subestaciones no se encuentren expuestos y no solo sean muy seguros, sino que también pueden reducir sus dimensiones. Todo esto claro está que siempre y cuando se conserve la operación dentro de los parámetros definidos por los fabricantes y las normas de fabricación correspondientes, por ejemplo, la IEC62271-203, es decir que no tenga fugas o estas sean mínimas, por ejemplo, la norma anterior indica que la fuga máxima permitida en estos equipos es de 0,5% de la presión del gas, medida en forma anual. Los últimos diseños de las envolventes están siendo fabricadas en aluminio y ya no en acero, entre otras cosas para evitar la aparición de corrientes parásitas por la magnetización de este último material.

Las envolventes se unen por bridas y forman las diferentes configuraciones que pueden tener este tipo de equipos, de igual manera estas envolventes pueden contener tres conductores, envolvente trifásica, o un solo conductor por envolvente, envolvente monofásica, la Figura 1 muestra en forma sencilla estos tipos de envolventes:

## Figura 1

### Configuraciones básicas de envolventes

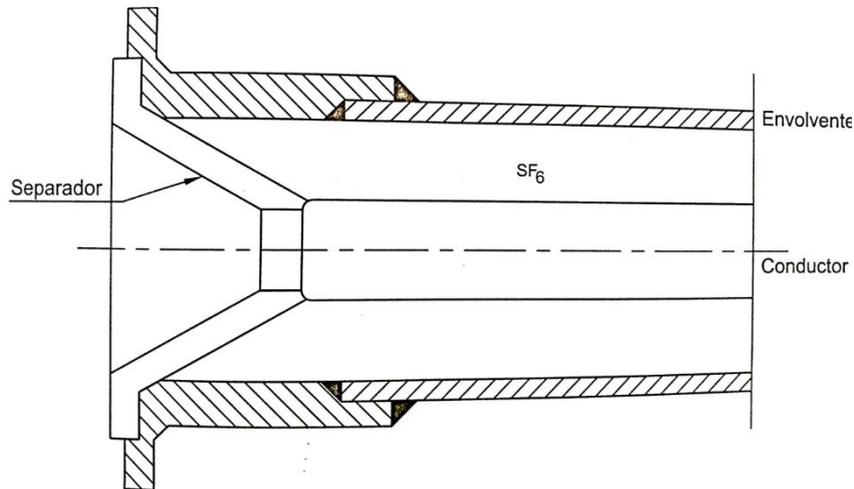


Nota: Fuente (Ramirez, 2003)

- Separadores; conocidos también como aisladores son elementos generalmente fabricados de resina epóxica que soportan los conductores y otros elementos dentro de las envolventes, del mismo modo sirve como separador de estancos y ser una barrera segura para separar el gas internamente cuando estos son cerrados, y servir de soporte cuando estos son huecos.
  - Conductores; son ductos de aluminio generalmente fabricados de aluminio y que conducen la electricidad al interior de las subestaciones encapsuladas en gas, se unen mediante contactos enchufables u otros elementos de conexión similares.
- La Figura 2 muestra el ejemplo de la ubicación de los separadores y conductores al interior de una envoltente.

## Figura 2

Vista de corte de una envolvente de GIS



Nota: Fuente (Ramirez, 2003)

- Otros elementos externos; las envolventes no son la única parte visible de las subestaciones encapsuladas en gas, los medios de conexión externa como los bushings o los conectores son otros elementos importantes de estos equipos que sirven para conectarlos al sistema.

En esta misma línea se encuentran los gabinetes de control y protección, encargados de la operación de estos equipos en condiciones normales y/o de falla, estos gabinetes suelen estar adosados a las estructuras de las envolventes o por separado y conectado mediante cables.

Adicionalmente elementos de medición de presión o sensores son utilizados para la revisión y verificación del estado de estos equipos. Asociados a estos elementos tenemos los sistemas manuales o automáticos para el monitoreo de los parámetros de estas subestaciones e incluso hacer un diagnóstico de la performance de estos, estableciendo frecuencias y periodos de mantenimiento o reparaciones que ayuden a prolongar el del ciclo de vida de estos equipos.

## **Arreglos físicos de una subestación encapsulada en gas**

Las subestaciones GIS deben cumplir las mismas características de las subestaciones AIS, y por lo tanto deben guardar la misma configuración para la cual fueron diseñadas. Es decir, se deben respetar las condiciones externas y de conexión con el sistema, equipos externos como el transformador de potencia, líneas aéreas/subterráneas de transmisión, pórticos de barras, aisladores soporte, etc. Al interior de la propia subestación guardan configuraciones que cumplen con las necesidades de sistema, pero bajo las condiciones propias de este tipo de equipos.

Para poder hablar de los arreglos físicos de una subestación GIS pasamos a definir algunos conceptos que detallamos a continuación.

- Diagrama de gases; esto es parte del diseño de una subestación encapsulada que, a partir del diagrama unifilar, necesidades técnicas, disposición física y las condiciones de operación que requiere el sistema, se define un esquema de partición de los componentes de la subestación.

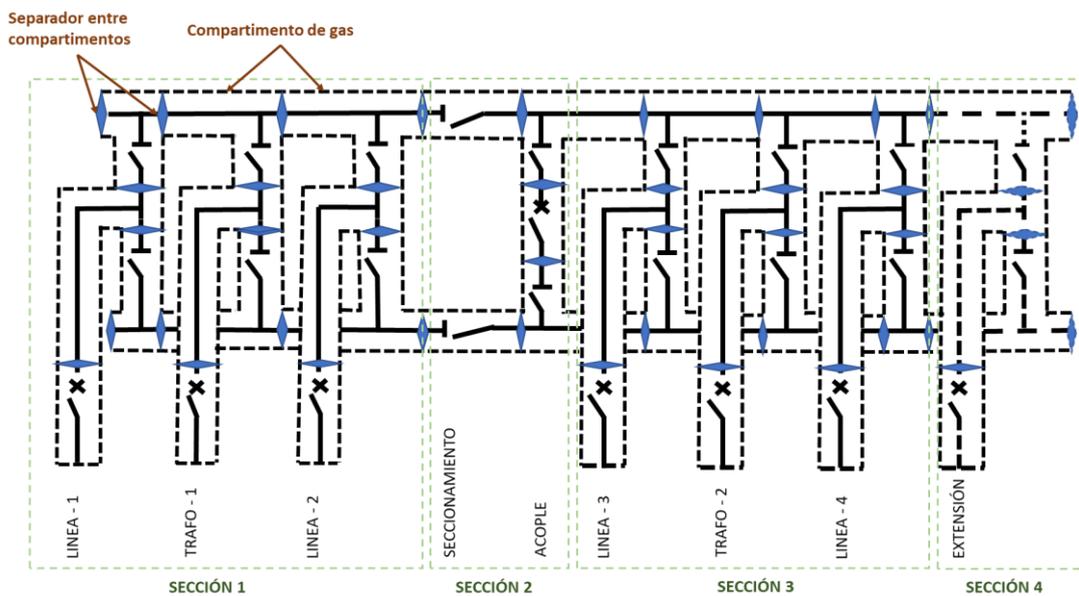
Estos diagramas definen la cantidad de compartimientos y componentes de una subestación encapsulada para cumplir principalmente con las condiciones de continuidad de servicio. La Figura 3 muestra un ejemplo de un diagrama de gases para el ejemplo de la configuración mostrada en la Tabla 11.

- Conexiones a los equipos en Alta Tensión, el arreglo físico de las subestaciones encapsuladas está determinadas por la cantidad y tipo de equipos en alta tensión a los que serán conectadas tanto en el diseño actual como la previsión para futuras ampliaciones. Las conexiones a equipos externos a estas subestaciones son de diferentes tipos, por ejemplo, a un transformador de potencia las conexiones pueden ser aéreas a través de cables que conecten los bushings convencionales externos de ambos equipos, o haciendo una conexión directa a través de ductos de gas que lleguen hacia un bushing gas/aceite en el transformador. La conexión a

equipos externos como banco de capacitores, sistemas de compensación reactiva variable, banco de reactores, etc. se conectan a través de cables desde los terminales de la subestación GIS y los terminales de estos equipos. En la Figura 4 se muestra conexiones de una subestación encapsulada en gas tripolar hacia los transformadores de potencia con ductos de gases a bushings gas/aceite. Adicionalmente se puede ver la conexión hacia pórticos de barra y salidas de línea subterránea.

**Figura 3**

*Diagrama de gases unifilar compartimentada*



Nota: Fuente (Ramirez, 2003)

**Figura 4**

*Disposición 3D de una subestación GIS*



*Nota:* Fuente (GE Grid Solutions, 2023)

- Sitio de instalación; es decir si serán instalados a la intemperie o dentro de una construcción bajo techo. Las subestaciones encapsuladas en gas, por su propia característica de estar blindada, pueden operar en cualquiera de las dos condiciones mencionadas. A pesar de esto tienen algunas características adicionales que debemos mencionar:
  - Uso exterior, por la baja sensibilidad a las condiciones ambientales este tipo de equipos pueden operar sin inconvenientes, solo teniendo en cuenta que los elementos periféricos como los sensores de presión, bridas, aisladores, etc. estén diseñados para trabajar a la intemperie, adicionalmente los tableros de control y protección pueden ser instalados en una caseta diseñada para tal fin.
  - Uso interior, estos equipos pueden ser instalados también dentro de edificaciones de material noble o galpones metálicos. En zonas mineras donde existen condiciones de contaminación extrema, estas soluciones son de uso bastante difundido, porque adicionalmente facilitan su instalación. Estando estos equipos instalados en un lugar cerrado, uno de los elementos adicionales a considerar son los aisladores pasamuros y una grúa puente al interior que facilite su instalación y los trabajos de reparación o mantenimiento.
- Tecnología mixta, las subestaciones encapsuladas en gas tienen todos sus elementos en gas SF<sub>6</sub> dentro de las envolventes del equipo, pero también existen unas soluciones intermedias que tienen el sistema de barras expuestas y los campos de conexión de equipos son aislados en gas. Un detalle de estos equipos se puede ver en la Figura 5.

## Figura 5

*Imagen de un equipo GIS híbrido*



*Nota:* Fuente (Hitachi, 2023b)

- Ampliación de subestaciones encapsuladas, estos equipos tienen la ventaja de que una ampliación suele ser bastante sencilla siempre que se mantenga la misma configuración. Adicionar bahías de línea o transformador, bajo las adecuadas condiciones de continuidad de servicio, requiere de tiempos y recursos reducidos con respecto a una subestación convencional. Esto último con la salvedad de que el encargado de esta ampliación sea el mismo fabricante, caso contrario las ampliaciones requerirán de adaptadores para unir las envolventes y barras al equipo existente, buscando garantizar las características y operatividad del sistema.
- Mantenimiento y pruebas, estas subestaciones encapsuladas en gas al tener sus componentes totalmente aislados en gas y protegidos de factores externos, tienen tiempos de mantenimiento muy largos y tasas de falla muy bajas. A pesar de esta ventaja, estos equipos deben contar con las facilidades para la realización de los

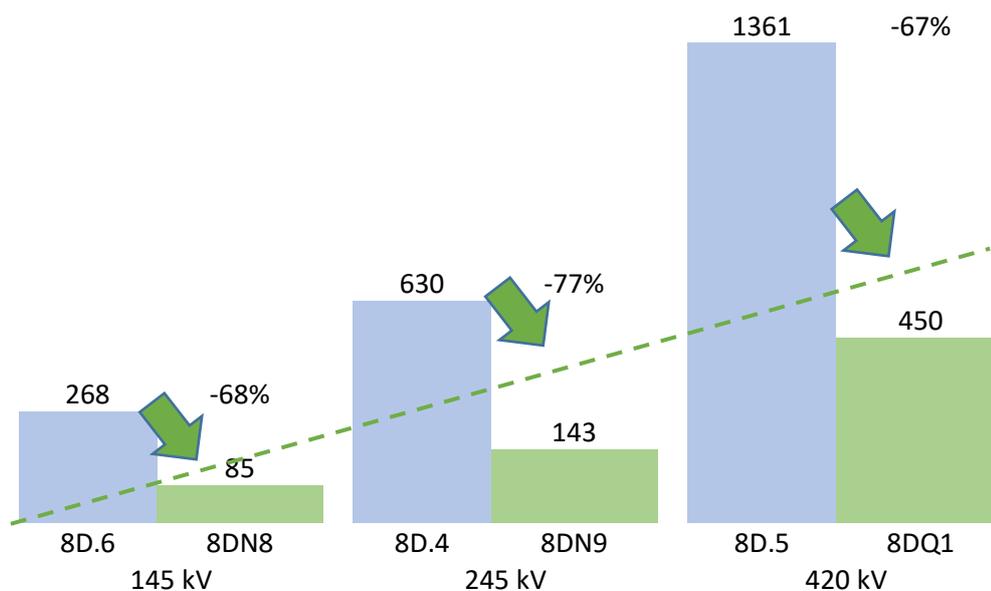
trabajos de mantenimiento, eventuales reparaciones o ampliaciones que se requiera.

- Sistemas de Control y Protección, adosados a las subestaciones encapsuladas en gas se suelen montar estos gabinetes y guardan el grado de protección correspondiente al lugar de instalación. Estos gabinetes vienen por defecto con sistemas de control a Nivel cero, así como protección y medida que se conecten a los sistemas de control de nivel superior.
- Sistemas de monitoreo, este tipo de equipos puede contar con sensores de presión de gases, descargas parciales, temperatura, etc. Estos sensores son el Nivel cero que en forma aislada solo sirven para llevar un registro de los parámetros en forma manual. Mientras que, si están conectados a un sistema inteligente que tenga la capacidad de discernir, dar diagnósticos y alarmas en forma instantánea y constante; se convierten en una herramienta primordial para prolongar el tiempo de vida de estos equipos, así como prevenir futuras fallas.
- Sistemas Modulares integrados, son soluciones compactas y simples, que reducen el espacio y los tiempos de fabricación al tener diseños pre - configurados, que además se traduce en menores costos. Estos diseños modulares permiten combinar los diferentes elementos de las subestaciones para ajustarse a las necesidades específicas de los sistemas donde serán instalados. Además, estas soluciones pueden ser montadas sobre tractos móviles o plataformas (patines) para ser trasladados de un lugar a otro dependiendo de las necesidades de las instalaciones.

Finalmente, las subestaciones encapsuladas en gas, que tienen todas sus componentes aisladas en SF<sub>6</sub>, utilizan una gran cantidad de este gas para su operación normal. De acuerdo con Rodríguez & Glaubitz (2011) en la presentación del fabricante Siemens en el CIGRE Chile, la cantidad de gas que requieren este tipo de subestaciones se ha ido reduciendo debido a una mejora en el diseño de estos equipamientos. Ver gráfico referencial definido en base a equipos de este fabricante en la Figura 6, tomado del documento arriba mencionado:

**Figura 6**

*Estimaciones basadas en una bahía GIS de cable con doble barra*



Nota: Fuente Rodríguez & Glaubitz (2011)

### Interruptores de potencia en gas SF<sub>6</sub>

De acuerdo con Ramírez (2003) se trata dispositivos mecánicos capaces de permitir e interrumpir el paso de la corriente eléctrica en condiciones normales de operación, así como operar en condiciones anormales de operación como es en el caso de sobrecorrientes o corto circuitos detectados en el sistema por algún equipo de protección.

La función principal de los interruptores es conectar o desconectar un circuito energizado del sistema, como por ejemplo una bahía de línea, de conexión de equipos inductivos, acoples de barras o sistemas de compensación reactiva.

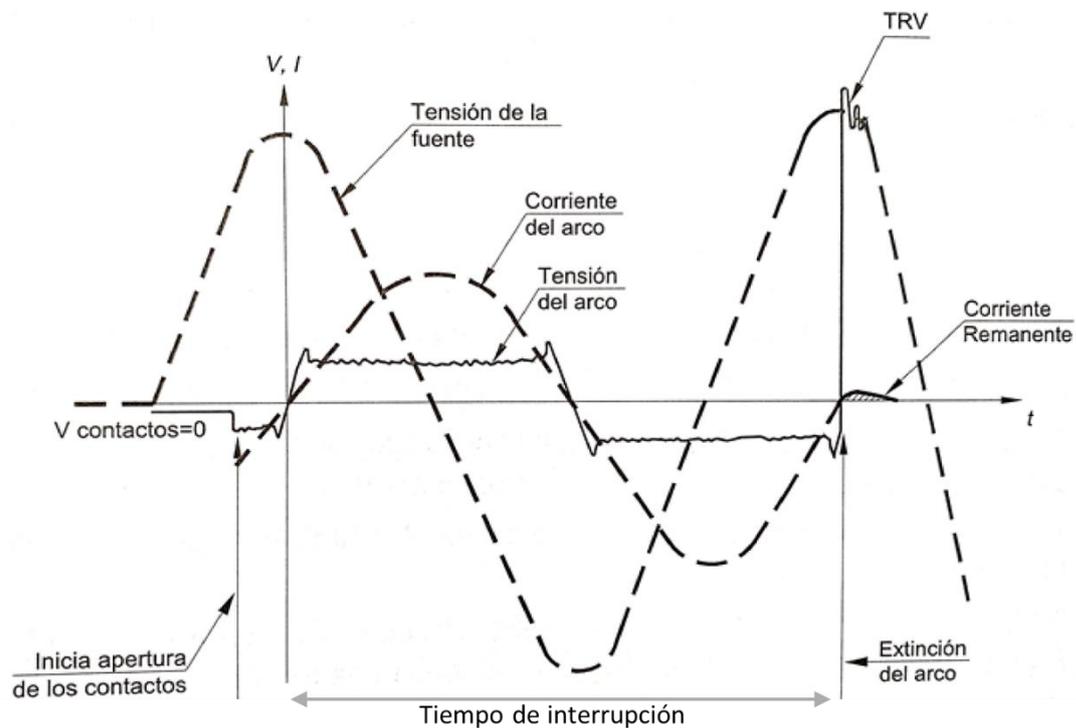
Para poder cumplir con su función principal, los interruptores deben tener la capacidad de extinguir el arco eléctrico producido durante el desplazamiento de los contactos del equipo. Es importante verificar que la apertura o cierre se realice cuando se produzca el paso natural por cero de la corriente, o muy cerca de este valor, de tal manera de reducir el efecto del arco eléctrico sobre los componentes del interruptor: esfuerzos mecánicos y eléctricos, altas temperaturas, etc. Para lograr esto, se han diseñado durante el tiempo dos métodos:

- Uso de interrupción múltiple en grandes distancias, por ejemplo, el uso de varias cámaras de extinción en serie.
- Uso del enfriamiento intensivo del arco, utilizando algún mecanismo mecánico en un medio dieléctrico.

Específicamente acerca del fenómeno de interrupción, como se ha indicado antes, la operación de un interruptor se debería realizar durante el paso natural por cero de la corriente capacitiva o inductiva, de esta manera se lograría una efectiva extinción del arco eléctrico. En la Figura 7 siguiente se muestra el comportamiento del arco eléctrico durante una apertura de interruptor debido a una falla de carácter inductivo.

**Figura 7**

*Desarrollo de interrupción de una falla trifásica*



Nota: Fuente (Ramirez, 2003)

Se puede ver que el paso de la corriente por cero se da cuando la tensión alcanza su máximo valor, cuando los contactos inician su proceso de separación la tensión del arco es muy pequeña comparada con la tensión nominal, pero va creciendo en la medida que los contactos se separan. Entonces el arco que se forma en ese momento volverá a aparecer cada vez que la corriente haga su paso por cero debido a que la tensión del sistema sea mayor a la tensión de encendido, este fenómeno se repetirá hasta que el arco se extinga, que es cuando la tensión del arco sea mayor a la tensión del sistema. Cuando los contactos estén totalmente separados es que entre estos tendremos una tensión aplicada. Este proceso de apertura en los interruptores produce altas temperaturas en las cámaras debido a la disociación de las moléculas del elemento dieléctrico de la cámara de interrupción, en estos casos el gas SF<sub>6</sub> es el medio que por ahora tiene excelentes cualidades para reconstituirse y enfriarse rápidamente.

Esto último nos lleva a una clasificación de los interruptores según el medio de extinción del arco. Clasificación que ha ido evolucionando en el tiempo y que a inicios del siglo con bajos valores de tensión simplemente era necesario accionamiento por cuchillas en forma manual. Con el crecimiento de las redes eléctricas y los niveles de tensión de estas redes, se han tenido que desarrollar otras tecnologías en estos interruptores, de los cuales resumimos a continuación las principales:

- Interruptores en aceite: A inicios de los años 1900 se utilizaban interruptores sumergidos en aceite dieléctrico, llamados interruptores en gran volumen de aceite, que eran del tipo tanque muerto en cuya cámara de gran tamaño se produce el arco. La desventaja de este tipo de equipos es que requería de un constante cambio de este medio aislante, que por las altas presiones podrían producir explosiones, necesitando un mantenimiento constante. Alrededor de 1930 se desarrollaron interruptores de pequeño volumen de aceite, los que utilizan inyección de este medio en las cámaras para extinguir el arco. Al utilizar aceite dieléctrico solo en las cámaras de extinción, se reducen considerablemente las dimensiones y necesidades de mantenimiento de estos equipos.
- Interruptores de aire comprimido: Este tipo de interruptores se desarrollaron a partir de 1940 como una solución para el peligro que representaban las explosiones en los interruptores en aceite. Estos equipos tenían una mejor capacidad de extinción del arco por el uso de aire comprimido y seco, características que permitieron desarrollar interruptores con tensiones mayores a 345 kV. El problema con esta tecnología es que tienen un alto costo por la complejidad de las instalaciones neumáticas, además de requerir una mayor frecuencia de mantenimiento por la cantidad de componentes como válvulas y equipos de compresión de aire.
- Interruptores en SF<sub>6</sub>: Los interruptores con aislamiento en SF<sub>6</sub>, se introdujeron en el mercado entre los años 1950 y 1960. Este tipo de equipos que utiliza SF<sub>6</sub> como medio de extinción del arco en las cámaras de interrupción, tiene la capacidad de controlar arcos mucho más fuertes y por lo tanto la posibilidad de operar tensiones

hasta 800 kV o superiores. Las características del SF<sub>6</sub> han permitido que este tipo de interruptores hayan reemplazado a sus antecesores en el mercado y normalizado su uso en instalaciones eléctricas en alta y extra alta tensión.

- Interruptores en vacío: Es una tecnología que solo ha podido alcanzar tensiones desde media tensión y hasta 170 kV. Estos equipos, requieren de elementos adicionales para conseguir operar de acuerdo a las exigencias técnicas de equipos de este nivel.

Adicionalmente podemos clasificar a los interruptores de potencia según los siguientes criterios:

- Según el sitio de instalación; es decir si serán instalados a la intemperie o dentro de una construcción bajo techo.
  - Uso exterior, cuando los interruptores serán instalados al aire libre, estando estos expuestos a las condiciones climáticas de la zona. Estos son los interruptores que vemos en las subestaciones convencionales y que cuentan con estructuras metálicas de soporte de tal manera que se respete las distancias de seguridad para el personal que circula por estas instalaciones.
  - Uso interior, cuando los interruptores serán instalados al interior de una construcción civil o metalmecánica en la que el tránsito esté restringido y de tal manera que los interruptores no necesiten de una estructura metálica de determinada altura, no necesidad de contar con aisladores con líneas de fuga utilizadas en ambientes agresivos como es el caso de industrias mineras o de cemento.
  - La Figura 8 muestra los modelos arriba descritos
- Según su diseño externo; los interruptores de acuerdo con su estructura física pueden ser clasificados en dos tipos, de tanque vivo o tanque muerto, que tienen relación con la norma de fabricación de estos:

- Interruptor Tanque Vivo, equipos fabricados bajo normas IEC, cuyo uso es muy difundido en Europa de otros países que trabajan bajo esta norma, y tienen esta denominación básicamente debido a que la cámara de extinción se encuentra entre los dos terminales de alta tensión y a un potencial superior al de tierra, separado de la estructura metálica por un aislador soporte. La cámara de extinción tiene un menor tamaño y en general utiliza menores materiales que hace que el costo de estos equipos sea inferior a los interruptores de tanque muerto. Para ser utilizados en zonas sísmicas como en nuestro país, deben ser sometidos a pruebas sísmicas para comprobar que podrán operar sin problemas.
- Interruptor Tanque Muerto, equipos fabricados bajo norma ANSI, cuyo uso es muy difundido en norte américa y algunas empresas que utilizan estas normas para su operación. Tienen la denominación de tanque muerto debido a que la envolvente de la cámara de extinción de arco se encuentra a potencial cero por estar conectada a tierra. Adicionalmente estos equipos al contar con una construcción robusta pueden alojar transformadores de medida en los bushings y tienen una gran resistencia sísmica. El costo de estos equipos es considerablemente mayor a los interruptores de tanque vivo.
- La Figura 9 muestra los modelos arriba descritos.

## Figura 8

*Imágenes de interruptores en Alta Tensión*



Nota: Fuente (Hitachi, 2023b)

## Figura 9

*Interruptores en Alta Tensión*



Nota: Fuente (Hitachi, 2023b)

- Según su mecanismo de operación; se clasifican de acuerdo con el sistema que utilizan estos componentes para almacenar la energía necesaria para maniobrar los interruptores.
  - Mecanismo de Resortes, utilizan motores de pequeña potencia para cargar los resortes que son los que entregarán la energía mecánica necesaria para accionar los elementos de transmisión mecánica que operan los interruptores. Es el tipo más utilizado debido a su eficiencia y su facilidad de reparación en caso de falla, además de requerir poca energía eléctrica para su operación.
  - Mecanismo Neumático, los antiguos interruptores de aire comprimido utilizaban la energía en forma de aire comprimido que almacenaban durante la operación, y que aprovechan esta presurización del aire como medio para extinguir el arco eléctrico que se forma entre los contactos del interruptor. La presión se mantiene constante debido al uso de un compresor eléctrico, lo cual hace factible su uso también con interruptores en aceite o en gas SF<sub>6</sub>.
  - Mecanismo Hidráulico, este tipo de mecanismo es similar al neumático con la salvedad que utiliza aceite en lugar de aire. Si bien su uso ha venido siendo discontinuado, aun es requerido para usos en los que se necesite tiempos de operación muy cortos.
  - Mecanismo en SF<sub>6</sub>, este tipo utiliza el mismo gas para acumular energía bajo presión y que utilizada para la maniobra. Tiene un uso muy limitado por su complejidad.
- Según su utilización en un sistema de potencia; esta clasificación obedece a la parte del sistema donde serán instalados.
  - Clase S1, equipos que serán instalados en sistemas para operar con cables de energía.

- Clase S2, equipos que serán instalados en sistemas de líneas o sistemas de cables con conexión directa a líneas aéreas.
- Según su desempeño para cortar corrientes capacitivas; se refiere a la necesidad de operar sistemas con corrientes capacitivas.
  - Clase C1, equipos que deberán ser instalados en instalaciones donde operarían con poca probabilidad de reencendido en la apertura que produce corrientes capacitivas.
  - Clase C2, equipos que deberán ser instalados en instalaciones donde operarían con muy poca probabilidad de reencendido en la apertura que produce corrientes capacitivas.

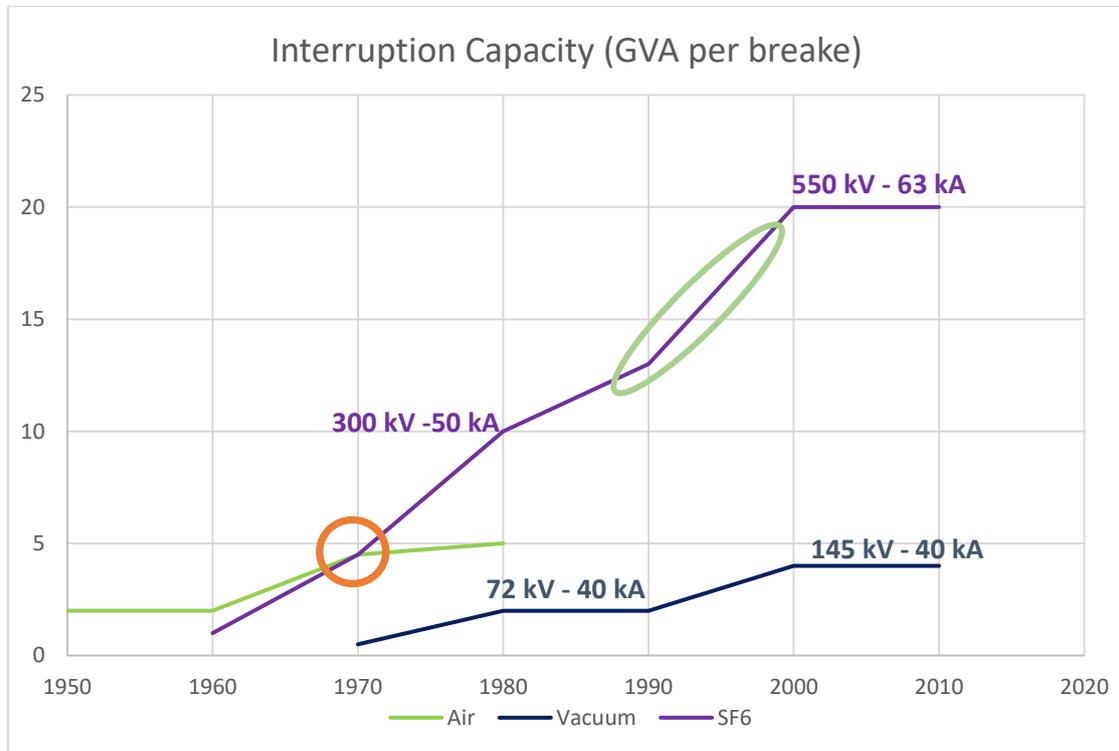
El documento del “CIGRE Position Paper on the Application of SF6 in Transmission and Distribution Networks” realizado por Glaubitz et al. (2014) menciona acerca del desarrollo de interruptores automáticos con mayor capacidad de interrupción.

Las necesidades y complejidad de los sistemas eléctricos de potencia por el crecimiento de la demanda y generación nos han obligado tener que lidiar con valores de tensión y corrientes de cortocircuito. En ese sentido los interruptores en SF6 son los que mejor se adaptan versus otras tecnologías.

La figura 10 muestra la capacidad de corte de interrupción de interruptores en aire, en vacío y en SF6. La capacidad de interrupción de los equipos en SF6 de auto soplado, superan en gran medida a los de aire y de vacío desde 1970. Mientras que entre 1980 y 1990 el desarrollo de la tecnología en SF6 tuvo un crecimiento sostenido y muy superior como se aprecia en el gráfico.

**Figura 10**

*Capacidad de corte interruptores en aire, en vacío y en SF6*



*Nota:* Fuente (Glaubitz et al., 2014)

Estos diseños son altamente confiables y compactos debido sobre todo al dominio de los fabricantes del SF6 en interruptores con cámaras de extinción por soplado. Tecnología ahora superada por los interruptores con auto soplado, que incluso mejoran la confiabilidad de estos equipos.

### **2.1.3 Normativas y Legislación Aplicables**

Al igual que en el punto anterior, vamos a trabajar sobre los principales equipos que utilizan SF6 para describir las Normativas de Diseño, así como Legislación Aplicable.

#### **Subestaciones encapsuladas en gas**

Según Ramírez (2003) las principales normas aplicables a las subestaciones encapsuladas en gas:

- IEC 60137 Bujes para tensiones por encima de 1000 V CA.
- IEC 60376 Especificaciones y aceptación de hexafluoruro de azufre nuevo.
- IEC 60517 Equipo de alta tensión encapsulado para tensiones nominales de 72,5 kV y mayores.
- IEC 60694 Clausulas comunes para equipos en alta tensión.

Adicionalmente la IEEE tiene una norma específica para estos equipos:

- C37.122.1-1993 - IEEE Guide for Gas-Insulated Substations, la cual fue reemplazada por C37.122.1-2014 - IEEE Guide for Gas-Insulated Substations Rated Above 52 kV.

IEC tiene una norma específica para este tipo de equipos, que es utilizada por la mayoría de los fabricantes de equipos:

- IEC 62271-203:2011 Gas-insulated metal-enclosed switchgear for rated voltages above 52 kV

### **Interrupidores de Potencia en gas SF6**

Según Ramirez (2003) las principales normas aplicables a los Interruptores de Potencia en SF6:

- IEC 62271-100 High-voltage alternating Current circuit breakers.
- IEC 60376 Specification and acceptance of new Sulphur Hexafluoride.
- IEC 60427 Synthetic testing of high-voltage alternating Current circuit breakers.
- IEC 61233 High-voltage alternating current circuit breakers inductive load switching.
- IEEE Std C37.04 AC Rating Structure for AC High-Voltage Circuit Breakers Rated on a Symmetrical Current Basis.
- IEEE Std C37.06 AC High-Voltage Circuit Breakers Rated on a Symmetrical Current Basis – Preferred Ratings and Related Required Capabilities.
- IEEE Std C37.09 Test Procedure for AC High-Voltage Circuit Breakers Rated on a Symmetrical Current Basis.

- ANSI C37.12 C High-Voltage Circuit Breakers Rated on a Symmetrical Current Basis – Specification Guide.

Adicionalmente los fabricantes hacen referencia a las siguientes normas:

- ANSI Std C37.10 Application Guide.
- ANSI Std C37.11 Application Guide for transient recovery voltage.

#### **2.1.4 Protocolo de Kyoto**

En 1997, se realizó una cumbre internacional auspiciada por la Organización de las Naciones Unidas, denominada Cumbre del Clima el Protocolo de Kioto. En este evento, 84 países firmaron y 46 ratificaron el acuerdo que tiene como objetivo principal establecer el compromiso de estos países en reducir las emisiones de gases de efecto invernadero. A este acuerdo se adhirieron otros países en el 2001, llegando a ser 180 los países firmantes.

De acuerdo con UNFCCC (2012) el Protocolo de Kyoto establece el compromiso de un grupo de países que tienen el nivel de industrializados y los demás países firmantes para reducir las emisiones de gases catalogados de efecto invernadero según las metas establecidas en dicho acuerdo.

La convención establece que los países desarrollados sean los que tengan una mayor responsabilidad de aplicar políticas y medidas para limitar y reducir las emisiones de estos gases, informando en forma periódica de los avances.

La lista de gases de efecto invernadero se indican en el “Anexo 1” del documento del Protocolo de Kyoto, La Lista, que incluye nuestro gas SF<sub>6</sub>, es la siguiente:

- Dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>)
- Metano (CH<sub>4</sub>)
- Óxido nitroso (N<sub>2</sub>O)
- Hidrofluorocarbonos (HFC)
- Perfluorocarbonos (PFC)
- Hexafluoruro de azufre (SF<sub>6</sub>)

Los compromisos vinculantes de los 36 países industrializados y la Unión Europea, que son los países firmantes, se definen en el “Anexo 2” del protocolo. En el primer periodo (2008 – 2012) de este compromiso se estableció que se redujeran las emisiones en un 5% respecto de 1990.

En el segundo período, Adenda de Doha – Qatar en 2012, se actualizó el compromiso en el que se estableció que los países industrializados reducirían las emisiones de gases catalogados de efecto invernadero hasta un 18 % con respecto a los niveles de 1990, para el período entre 2013 y 2020.

## **2.2 Marco Conceptual**

### **2.2.1 Consideraciones Ambientales**

Según Flores et al. (2012) a pesar de que el SF6 es considerado en la lista de gases de efecto invernadero, sigue siendo el gas de mayor uso en equipamiento eléctrico de alta tensión y de seguro lo seguirá siendo mientras no se estandaricen soluciones alternativas que sean viables. Por otro lado, este gas no solo se utiliza en la industria de manufactura eléctrica sino también en la industria metalúrgica para procesos relacionados al aluminio y el magnesio, también en la industria electrónica para la fabricación de semiconductores. Además, en menor cuantía se utiliza para realizar estudios ambientales y en medicina.

Mientras sigamos manteniendo el uso del SF6 en diferentes aplicaciones, las emisiones a la atmósfera de este gas seguirán contribuyendo al calentamiento global. Por ahora los esfuerzos para reducir este impacto se basan en el control de las emisiones por mal uso o por fugas en las diferentes aplicaciones existentes y futuras.

Siendo los países industrializados los mayores emisores de este gas, han sido los primeros en establecer políticas de control de emisiones. Este mismo documento indica que por ejemplo Japón logró reducir sus emisiones un 90% entre los años 1994 y 2004, mientras tanto Estados Unidos logró entre el 1992 y 2004 logró reducir sus emisiones en un 50%. Esta tendencia ha sido adoptada por otros países en forma progresiva, en algunos

casos con una regulación que favorezca este tipo de iniciativas y en otros casos adoleciendo de este tipo de incentivos.

Como se ha indicado, el SF6 forma parte de la lista de gases de efecto invernadero y por lo tanto del Protocolo de Kyoto, a partir del cual algunos países han venido desarrollando regulaciones que favorecen las iniciativas de reducción de emisiones de este tipo de gases. Mientras tanto en nuestro país, si bien las autoridades reconocen el SF6 como un gas de efecto invernadero, no existe una Regulación específica que promueva la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.

### **2.2.2 Consideraciones de Seguridad**

Seguimos haciendo referencia al documento: “Aplicaciones del SF6 en la Industria Eléctrica y su Impacto en el Medio Ambiente” (4), el SF6 como tal no representa riesgo para la salud, pero dependiendo de la concentración en lugares confinados pueden provocar asfixia en los operadores expuestos. Del mismo modo dependiendo del grado de descomposición de este gas convertido en algunos subproductos pueden ser muy tóxicos y peligrosos. Esta descomposición del gas puede iniciarse al exponerse al oxígeno o vapor de agua, es por esto que es primordial que los procesos de llenado y vaciado de SF6 en los equipos eléctricos estén acompañados de diseños adecuados de las tuberías, válvulas y en general de los equipos de llenado de gas, así como establecer procedimientos que permitan minimizar los riesgos de contaminación.

El MINEM tiene publicado la Hoja de Seguridad del Gas SF6, documento en el que se indica: los riesgos de exposición al fuego o explosión, a la salud y primeros auxilios, indicaciones en caso de fuga o derrame, información sobre el transporte, precauciones especiales, etc (INFRA, 2011). Este documento se encuentra el Anexo A como referencia.

Para los procesos de llenado y vaciado de SF6 se utilizan equipos de tratamiento de gas, uno de este tipo de equipos son fabricados por la empresa DILO, quienes hacen las siguientes referencias a las normativas y directivas internacionales:

- Directiva IEC 62271-4: Documento que prescribe la recuperación del gas SF<sub>6</sub> hasta un vacío final de < 20 mbar.

- Norma IEC 60480: Prescribe los valores límites para la reutilización del gas SF<sub>6</sub> en aparellajes eléctricos de media y de alta tensión.
- Nuevo reglamento para gases fluorados (UE) 517/2014 (Aplicable a la Comunidad Europea): Tiene como objetivo la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero fluorados. Por lo tanto, en los 28 estados miembros el tratamiento del gas SF<sub>6</sub> solo debe ser efectuado por personal certificado.
- Certificación según el reglamento para gases fluorados (gas F) (UE) 517/2014 y (UE) 2015/2066: Esta certificación también aplicable a la Comunidad Europea, establece que el personal que efectúa trabajos de mantenimiento de gas (como llenar, medir y recuperar el SF<sub>6</sub>) debe ser certificado y formado.

La mayoría de las normativas han sido publicadas y son aplicables para la Comunidad Europea, pero se han venido aplicando como referencia en otros países teniendo como base la globalización de los servicios de este tipo.

Es muy importante adicionalmente tener en cuenta las recomendaciones de seguridad de los fabricantes de estos equipos para la instalación, pruebas y puesta en servicio. Del mismo modo la manipulación de este equipamiento durante los trabajos de mantenimiento y reparación de estos.

### **2.2.3 Emisiones de SF<sub>6</sub> en Instalaciones en Alta Tensión**

De acuerdo con Flores et al. (2012) las emisiones de SF<sub>6</sub> al medio ambiente se dan básicamente por dos razones:

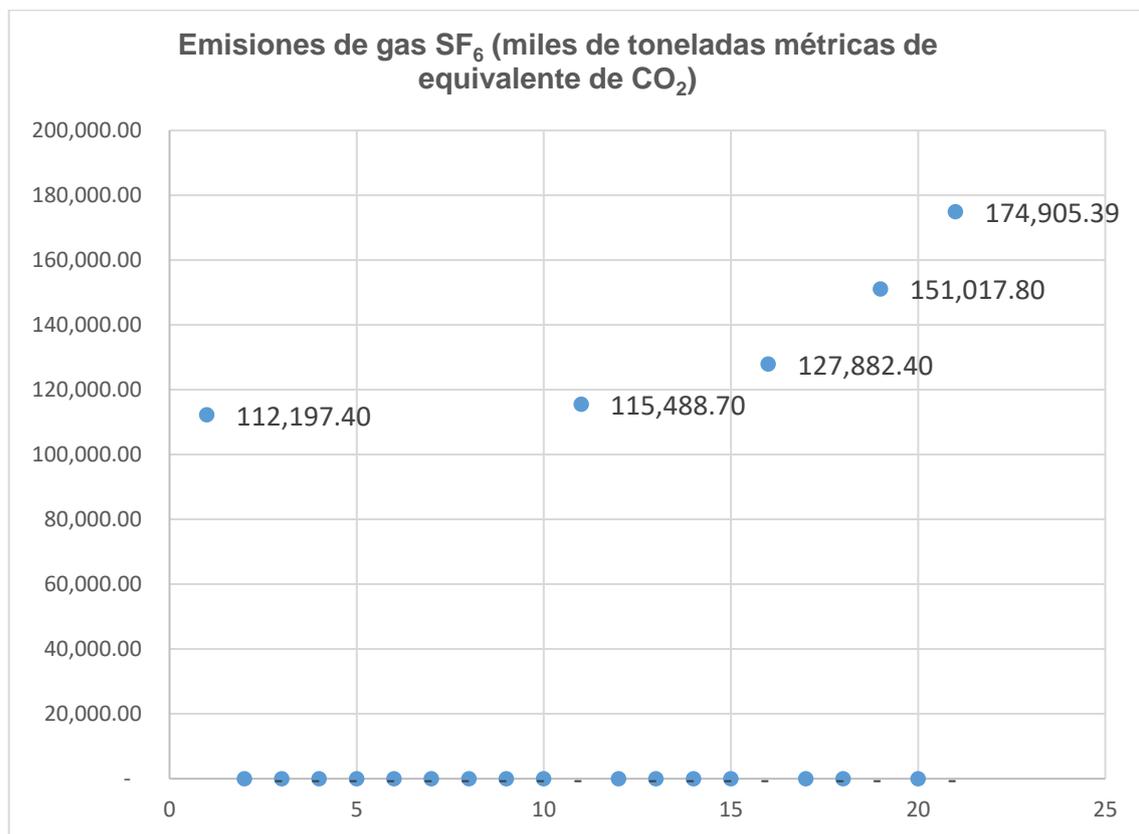
- Fugas durante el llenado, vaciado y reciclaje de gas en instalaciones existentes o nuevas. El equipamiento utilizado para este tipo de trabajos, dependiendo de la tecnología que usa, tendría la opción de detectar posibles fugas de gas, pero difícilmente definir el volumen de pérdida de gas.
- Pérdida de presión de gas en instalaciones existentes por fuga a través de componentes y partes flojas. La pérdida de presión es el indicador de la existencia fugas de gas, del mismo modo existen equipos detectores de fugas que

básicamente sirven para identificar la zona de fuga para posibles reparaciones. Estas pérdidas en porcentaje son pequeñas y están alrededor del 1 al 3% anual.

En la web oficial del Banco Mundial (2010) se puede encontrar información acerca de estimaciones y mediciones de la cantidad de SF<sub>6</sub> que se emite al medio ambiente. La Figura 11 muestra los valores acumulados que se han registrado entre 1990 y el 2010, si bien la gráfica muestra un crecimiento muy marcado, pero en algunos años se registran como cero, esto se debería a una falta de registros y recopilación de estos datos para reporte durante ese periodo, incluso no registra datos para años posteriores.

**Figura 11**

*Emisiones de gas SF<sub>6</sub>*



*Nota:* Elaboración propia, adaptado de (Banco Mundial, 2010)

Un dato importante es que no existe información en esta base de datos de Perú y otros países en Sudamérica, solo Brasil, Argentina Chile y Colombia tienen datos, aunque bastante bajos comparado con el tamaño de estos países. Los valores de emisiones de

SF6 en estos países, tomados de la base de datos del Banco Mundial, son mostrados en la siguiente tabla.

**Tabla 11**

*Emisiones de gas SF<sub>6</sub> en Sudamérica*

País	Año Registro	Emisiones SF6 (miles de toneladas métricas de equivalente de CO <sub>2</sub> )
Brasil	2010	1 532
Argentina	2010	444
Colombia	2010	106
Chile	2010	8
Perú	2010	0
Uruguay	2010	0
Paraguay	2010	0
Ecuador	2010	0
Bolivia	2010	0

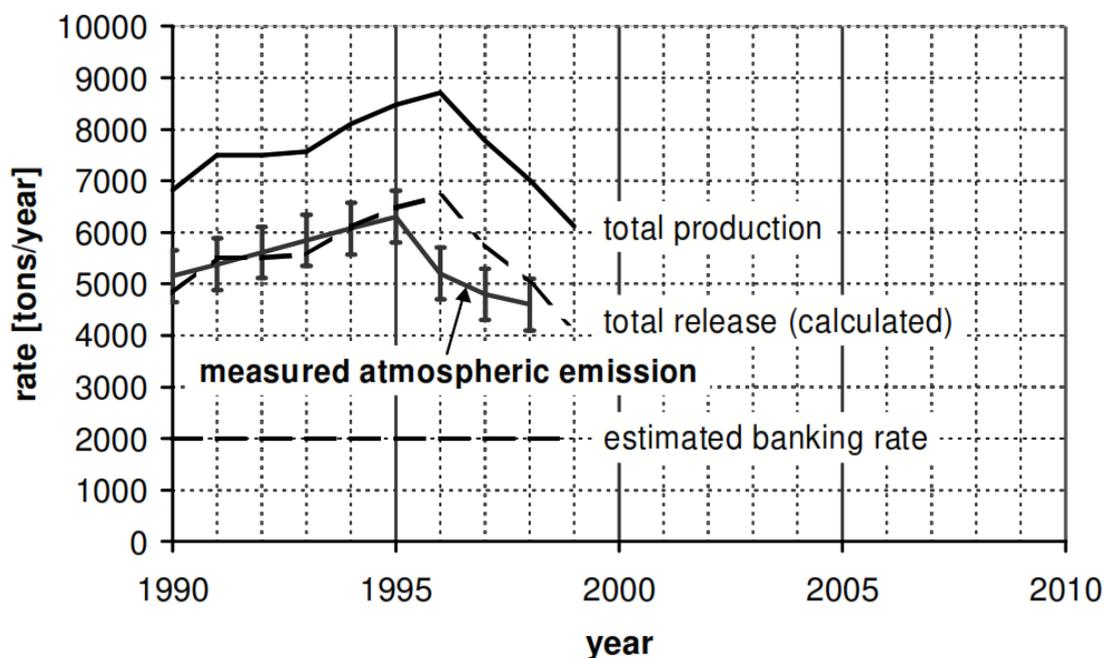
*Nota:* Adaptado de (Banco Mundial, 2010)

Según O'Connell et al. (2001) a inicios del 2000 ya se estaban planteando algunas iniciativas voluntarias para la reducción de las emisiones de SF6. Estas actividades estaban siendo organizadas por los actores del sector eléctrico (como comités electromecánicos, integradores y empresas eléctricas), fabricantes de equipamiento eléctrico, fabricantes equipamiento para el manejo y reciclamiento de gas SF6.

En este mismo documento se hace referencia a una alternativa para evaluar las emisiones de gas SF6, y es tomando como referencia los datos de la producción mundial de este gas, el almacenamiento del gas en nuevos equipos eléctricos y las pérdidas por fugas y manipulación. Indica que la producción mundial de SF6 puede deducirse de las ventas anuales de este producto adicionando unas pérdidas en producción y manipulación del 3% en promedio, restándole la tasa de producción anual para nuevos equipos que es de aproximadamente 2 000 toneladas al año. Estos valores resultantes son similares a los valores obtenidos por la medición de emisiones de este gas que es monitoreado por algunas instituciones de investigación a nivel mundial. Detalles en la Figura 12, gráfica que ha sido tomada del documento "SF6 in the Electric Industry, Status 2 000".

**Figura 12**

*Curva del total de emisiones de SF<sub>6</sub> calculadas en base a las estimaciones de la producción de este gas versus las nuevas instalaciones*



Nota: Fuente (O'Connell et al., 2001)

En el análisis mostrado, no se ha considerado el gas que se utiliza en aplicaciones distintas a la industria eléctrica porque las cantidades no son considerables y porque no se lleva un registro de las cantidades que se liberan al medio ambiente, siendo las fuentes de información muy limitadas.

#### **2.2.4 Desempeño dieléctrico de los gases alternativos al SF<sub>6</sub>**

Anteriormente hemos mencionado, el documento: "Comparison Between Different Gases Used as Insulation Medium in High Voltage Technology and Their Effect on the Environment", EEET realizado por Rzuouq et al. (2023), en el cual se analizan cuatro tipos de gases para luego descartar dos de ellos al tener efectos tóxicos para el ser humano a pesar de que tienen excelentes capacidades dieléctricas en relación con el SF<sub>6</sub>. El

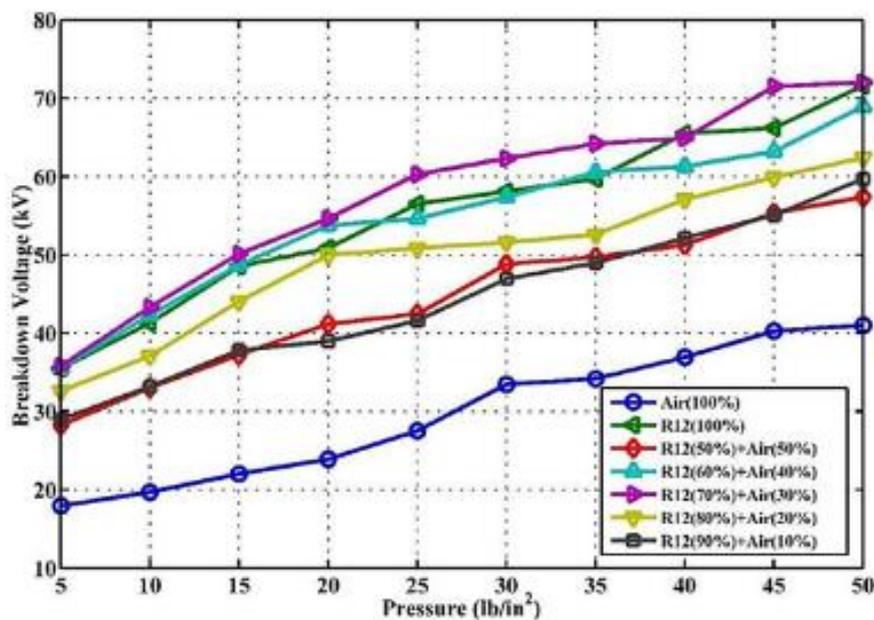
documento hace una comparación entre las características de los gases analizados versus el SF6: R12, R134, Novec 4710 y Novec 5110, así como mezclas de estos. Estas comparaciones las pasamos a resumir a continuación:

### Rigidez Dieléctrica - Tensión de Ruptura

Con el fin de tener un espectro mayor de análisis, el documento hace una valoración de los valores de tensión de ruptura de los gases y mezclas de estos con Aire y también con Nitrógeno. Las gráficas de las Figuras Fig. 13, Fig.14, Fig.15 y Fig.16, muestran los resultados que se obtuvieron en el estudio.

**Figura 13**

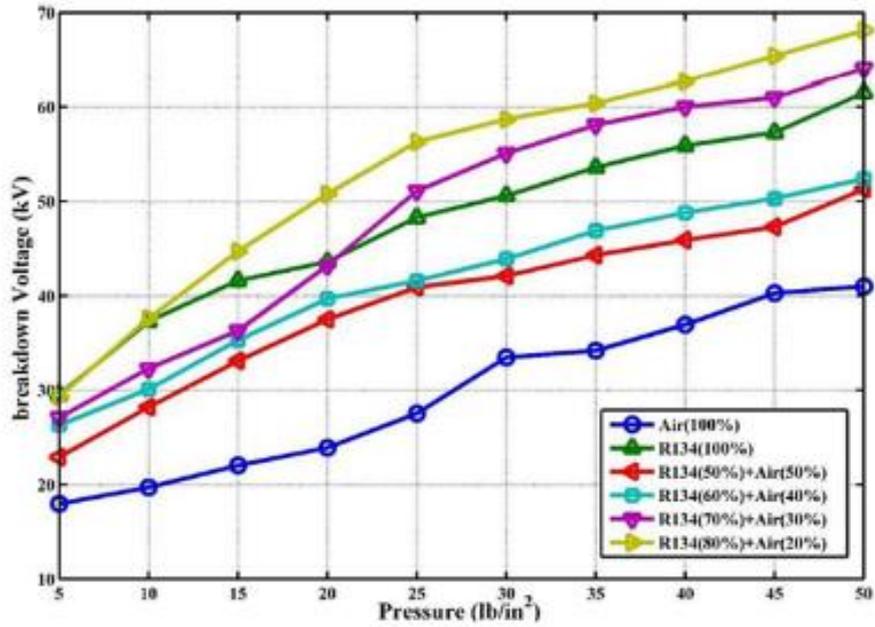
*Curva característica de la Tensión de Ruptura del R12 con Aire y considerando electrodos de separación de 6 mm.*



Nota: Fuente (Rzouq et al., 2023)

**Figura 14**

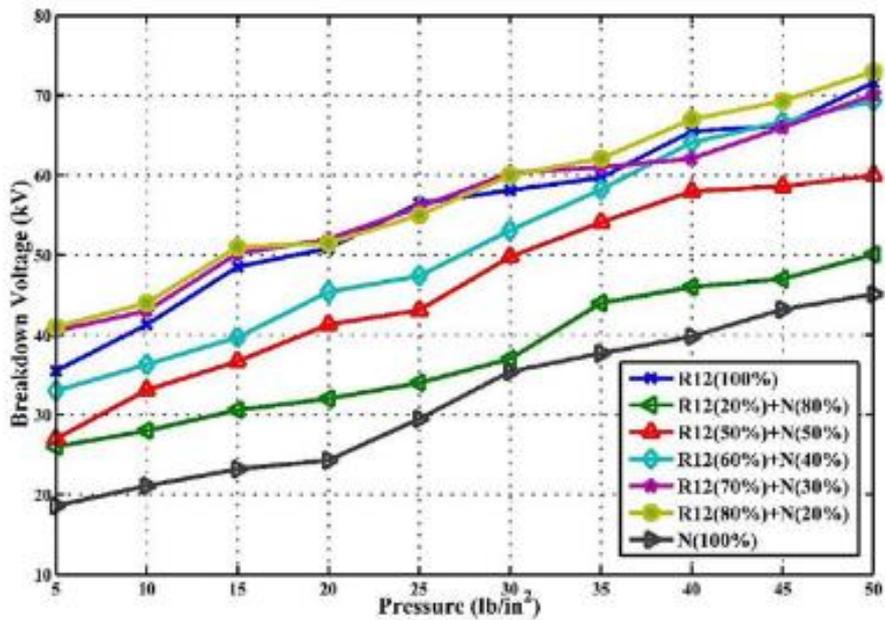
*Curva característica de la Tensión de Ruptura del R134 con Aire y considerando electrodos de separación de 6 mm*



Nota: Fuente (Rzouq et al., 2023)

**Figura 15**

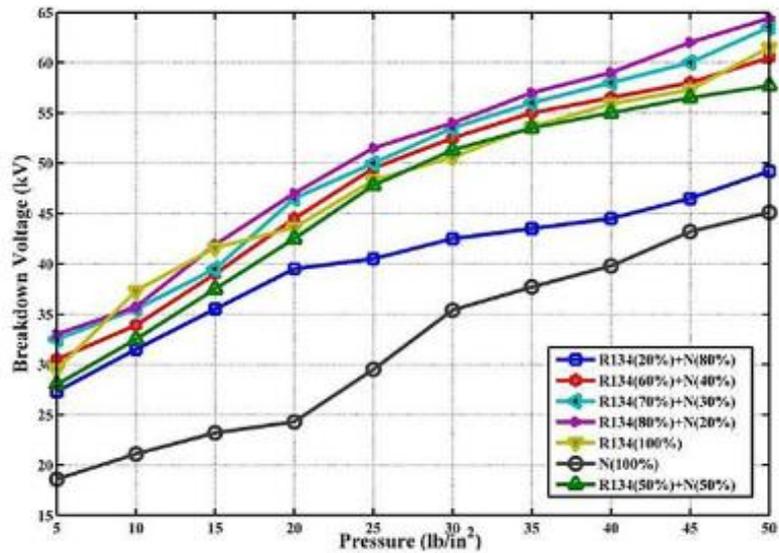
Curva característica de la Tensión de Ruptura del R12 con Nitrógeno y considerando electrodos de separación de 6 mm



Nota: Fuente (Rzouq et al., 2023)

**Figura 16**

Curva característica de la Tensión de Ruptura del R134 con Nitrógeno y considerando electrodos de separación de 6 mm

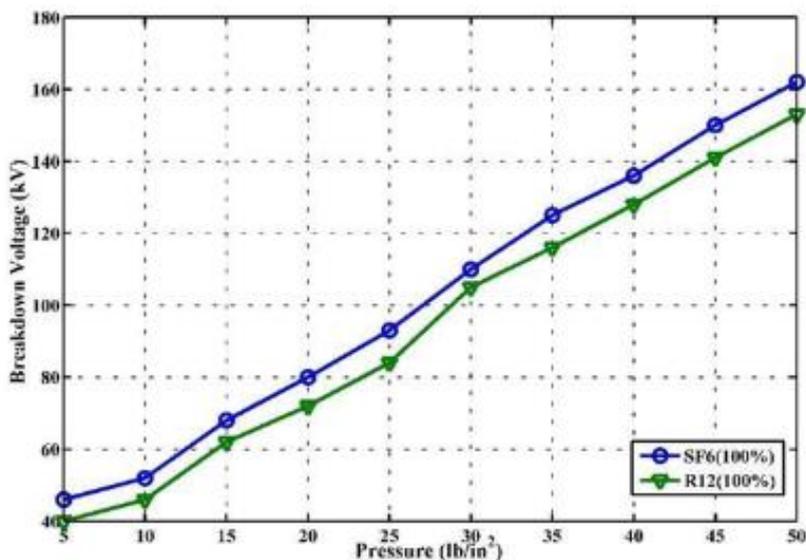


Nota: Fuente (Rzouq et al., 2023)

Del mismo modo el estudio hace una comparación de la rigidez dieléctricas de los gases R12 y R134 en su estado puro versus el gas SF6, ver Figuras Fig. 17 y Fig. 18.

**Figura 17**

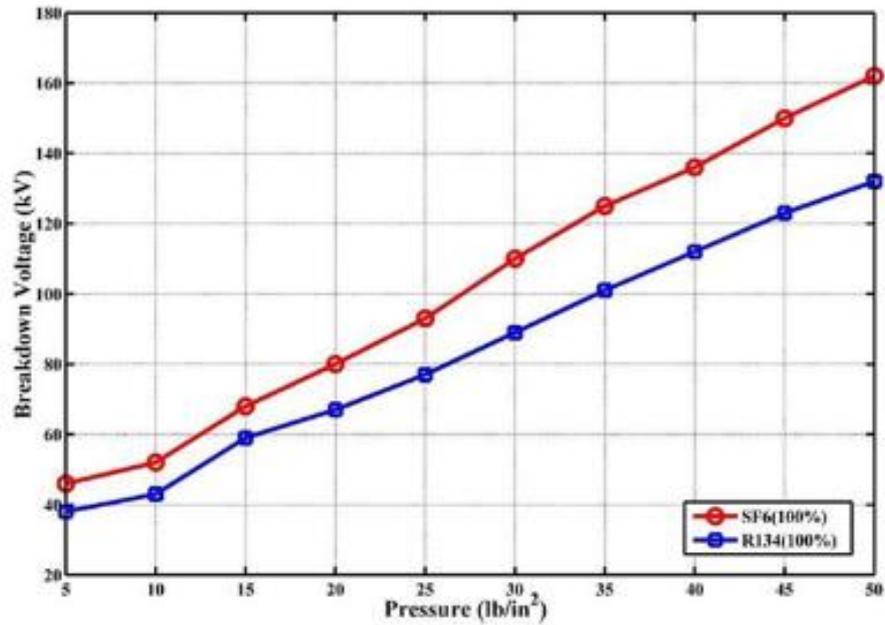
Curva característica de la Tensión de Ruptura del SF6 y el R12 considerando electrodos de separación de 10 mm.



Nota: Fuente (Rzouq et al., 2023)

**Figura 18**

Curva característica de la Tensión de Ruptura del SF6 y el R134 considerando electrodos de separación de 10 mm.



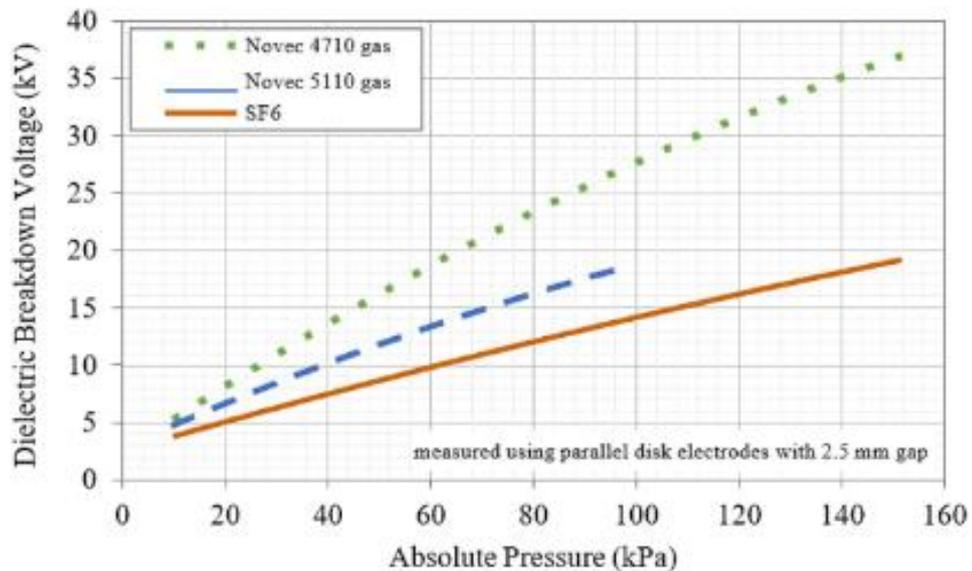
Nota: Fuente (Rzouq et al., 2023)

De las gráficas que se muestran en las Figuras Fig. 2.17 y Fig. 2.18, el estudio indica que estos dos gases, R12 y R134, en su forma pura no alcanzan los valores de rigidez dieléctrica que tiene el gas SF6. El gas R12 llega al 90% mientras que el gas R134 llega al 85%.

Por otro lado, el mismo estudio, presenta un gráfico con las curvas de la Tensión de ruptura dieléctrica de los gases Novec 4710 y Novec 5110 en su estado natural. Este gráfico se muestra en la Fig. 19, donde podemos ver que los gases analizados tienen valores de la tensión de ruptura dieléctrica superiores al gas SF6.

**Figura 19**

Curvas características de la Tensión de Ruptura de los gases Novec versus el gas SF6, considerando electrodos de separación de 2.5 mm

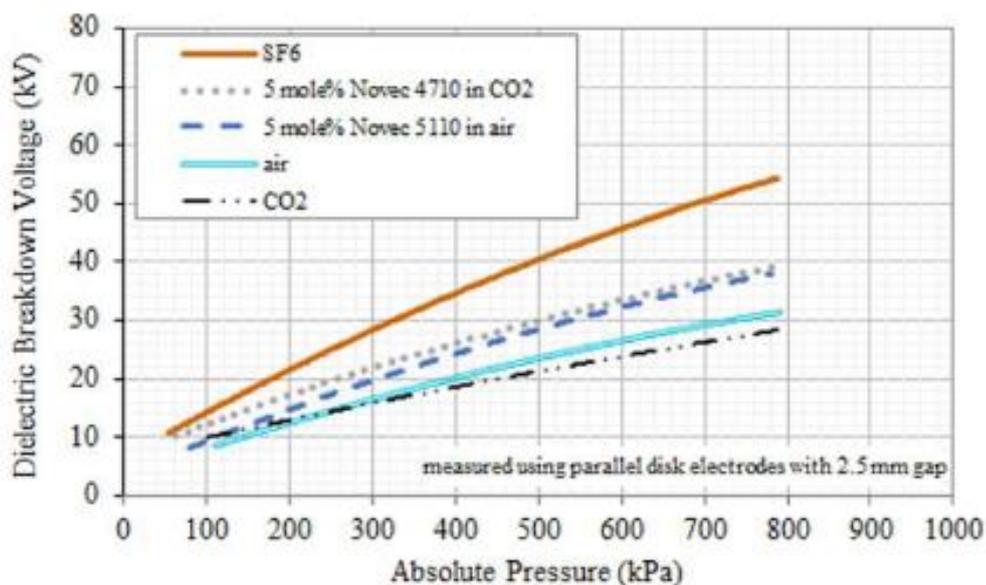


Nota: Fuente (Rzouq et al., 2023)

Los fabricantes, luego de algunos estudios y pruebas, han optado por utilizar mezclas de estos gases Novec con CO2. El estudio hace referencia a estas mezclas de gases con una composición de 5% Novec y 95% CO2 o con 95% Aire. Teniendo como consecuencia que, al reducir la concentración de estos gases, la rigidez dieléctrica se vea también reducida, como se puede verificar en la Figura Fig. 20. En estos casos los fabricantes optan por incrementar la presión a la que están expuestas estas mezclas de gases, de esa manera suplir la reducción de la rigidez dieléctrica durante la operación de estos.

**Figura 20**

*Curvas características de la Tensión de Ruptura de la mezcla de gases Novec con CO<sub>2</sub> y Aire versus el gas SF<sub>6</sub>*



Nota: Fuente (Rzouq et al., 2023)

### **Medidas de Seguridad Generales del uso de estos gases**

En el punto 2.2.2 hemos indicado las características principales del gas SF<sub>6</sub>, que no representa riesgo para la salud, pero dependiendo de la concentración en lugares confinados pueden provocar asfixia. Dependiendo del grado de descomposición de este gas puede llegar a ser muy tóxicos o peligrosos. Por esta razón es que la manipulación del gas SF<sub>6</sub> debe guardar medidas de seguridad y equipamiento adecuado.

Entonces se espera que los gases candidatos a reemplazar el SF<sub>6</sub>, deban tener mejores o al menos similares características de seguridad para el manejo de estos en los equipos eléctricos.

El documento "Comparison Between Different Gases Used as Insulation Medium in High Voltage Technology and Their Effect on the Environment", EEET, muestra un cuadro con los efectos toxicológicos de los gases alternativos que se estudian. El cuadro mostrado en el documento los tabulamos en la Tabla 12, en la cual se puede notar que los gases R12 y R134 presentan un mayor grado de toxicidad que los gases Novec 4710 y Novec 5110 (Rzouq et al., 2023).

**Tabla 12***Principales efectos toxicológicos de los gases alternativos analizados*

<b>R12</b>	<b>R134</b>	<b>Novec 4710</b>	<b>Novec 5110</b>
CL50: Umbral de sensibilización cardíaca (perro): 50.000 ppm; Inhalación 4 horas (rata): > 760.000 ppm CE50 en 10 minutos: 254.000 ppm	1000 ppm para toxicidad aguda (TWA 8+12 h)	Toxicidad aguda baja por inhalación (CL50 en 4 h > 10 000 < 15 000 ppmv)	Toxicidad aguda por inhalación baja (CL50 en 4 h > 148 213 mg/L)
Las ratas macho expuestas a inhalantes durante su vida tuvieron un ligero aumento en los fibrosarcomas de la glándula salival.	Pequeñas cantidades de vapor de R134a inhaladas no dañan el sistema respiratorio.	Baja toxicidad con inhalaciones repetidas (basado en un estudio de 28 días).	Baja toxicidad con inhalaciones repetidas (basado en un estudio de 28 días)
No existen sustancias en el contenido de estos productos que se tenga sean cancerígenos, que causen defectos al nacer o algún otro daño. Esto según lo indicado en el Estado de California (donde se realice el estudio).	Peligros para la reproducción: ningún efecto conocido	Negativo para la toxicidad reproductiva y del desarrollo	Según la lectura del homólogo más cercano, se prevé que su uso sea seguro durante el embarazo y durante el desarrollo.

*Nota:* Fuente (Rzouq et al., 2023)**Efectos en el Medio Ambiente**

Existen tres factores que afectan el Medio Ambiente: el potencial de calentamiento global, por sus siglas en inglés GWP (Global Warming Potential); la afectación de la vida útil atmosférica y el potencial de reducción de la capa de ozono, por sus siglas en inglés ODP (Ozone Depletion Potential).

El mencionado GWP se mide en términos de la cantidad de CO<sub>2</sub> que absorbe calor de la atmósfera. En ese sentido, el SF<sub>6</sub> tiene un alto grado de GWP y por lo tanto posee un gran impacto en el medioambiente, lo que se deriva que no es adecuado para su uso como medio aislante.

Rzouq et al. (2023) hace mención a una fórmula mediante la cual se calcula el GWP (ecuación 1). Según esta ecuación, el GWP se determina integrando el forzamiento radiactivo causado por la liberación de 01 kilogramo de ese compuesto en comparación con el calentamiento causado por 01 kilogramo de CO<sub>2</sub> durante el mismo período de tiempo.

$$GWP_i = \frac{\int_0^{ITH} R_i C_{i0} \exp\left(-\frac{t}{T_i}\right) dt}{\int_0^{ITH} R_{CO_2} C_{CO_2}(t) dt} \quad (1)$$

El documento presenta una Tabla con las propiedades ambientales de los gases alternativos estudiados comparados con el gas SF6. Ver Tabla 13 en la que se indican los valores de los tres factores que afectan el medio ambiente: GWP, ODP y la cantidad de años de vida del gas.

**Tabla 13**

*Principales propiedades ambientales de los gases*

<b>GAS</b>	<b>GWP</b>	<b>ODP</b>	<b>Tiempo de Vida (años)</b>
<b>SF<sub>6</sub></b>	22 800	0	3 200
<b>R134</b>	1 300	0	14
<b>R12</b>	2 400	0	12
<b>Novec 4710</b>	2 240	0	30
<b>Novec 5110</b>	<1	0	15 días

*Nota:* Fuente (Rzouq et al., 2023)

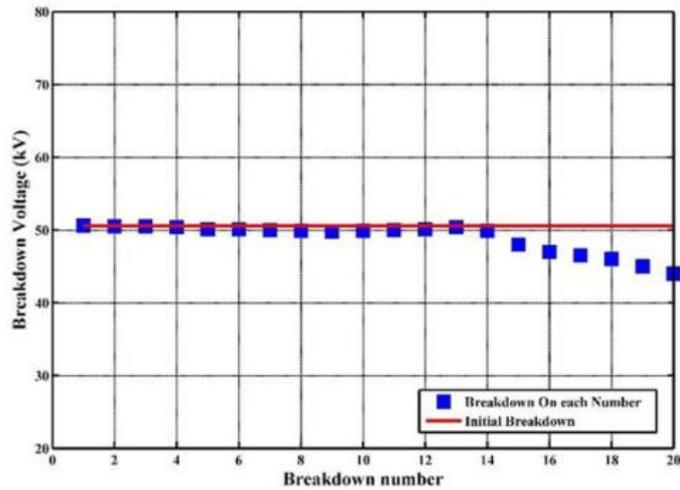
### **Autorrecuperación del aislamiento**

La “autorrecuperación del aislamiento” se produce si el aislamiento no se daña cuando se somete un elemento a una tensión de ruptura, básicamente como consecuencia del aumento de temperatura y sobretensión (Rzouq et al., 2023).

El documento indica que, en una prueba de tensión aplicada a frecuencia industrial en AC, se aprecian unos veinte disparos de ruptura aplicados al aislamiento de gas cada minuto, lo cual resulta en una reducción de 10 a 12 en la tensión de ruptura del gas tipo R134. Sin embargo, la tensión de ruptura disminuye drásticamente después del duodécimo disparo como resultado de que el electrodo desarrolla un depósito de carbón, el cual es un buen conductor de la electricidad y provoca que el aislamiento falle. Esta limitación hace poco viable el uso del gas tipo R134 en aplicaciones de alta tensión. Los resultados se muestran en la Figura Fig. 21.

**Figura 21**

*Autorrecuperación del aislamiento del gas R134*

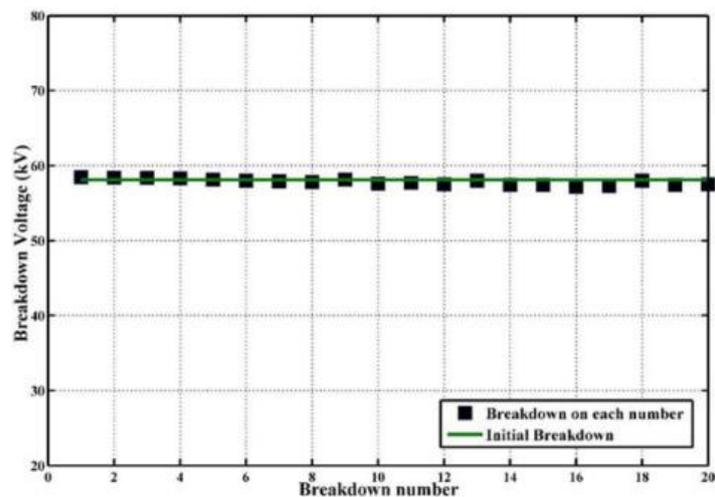


Nota: Fuente (Rzouq et al., 2023)

Mientras tanto el documento indica que la autorrecuperación del gas R12, al aplicar la prueba de tensión aplicada a frecuencia industrial en AC, muestra una disminución muy pequeña en la tensión de ruptura. Pero en este caso también se genera una pequeña cantidad de carbono en el electrodo por lo que también se convierte en una desventaja para aplicaciones en alta tensión, sin embargo, se puede hacer un proceso que permita prevenir la descarbonización. Los resultados se muestran en la Figura Fig. 22.

**Figura 22**

*Autorrecuperación del aislamiento del gas R12*



Nota: Fuente (Rzouq et al., 2023)

Por su parte, el documento indica que no se han probado ni aplicado estudios sobre la autorrecuperación de ninguno de los gases Novec.

### **Temperatura de Licuefacción**

Para escoger un gas alternativo al SF6, es importante tener en consideración el punto de licuefacción, porque ante a una caída en la presión debido a la reducción de la temperatura el gas pierde parte de su resistencia dieléctrica (Rzouq et al., 2023). La ecuación de la ecuación 2 muestra el punto de presión de ebullición de un gas en función a la temperatura de licuefacción del gas a presión atmosférica y la temperatura de licuefacción del gas base en una mezcla de gases.

$$P = \exp\left(A\left(\frac{1-\frac{T_b}{T}}{R}\right)\right) \quad (2)$$

Donde:

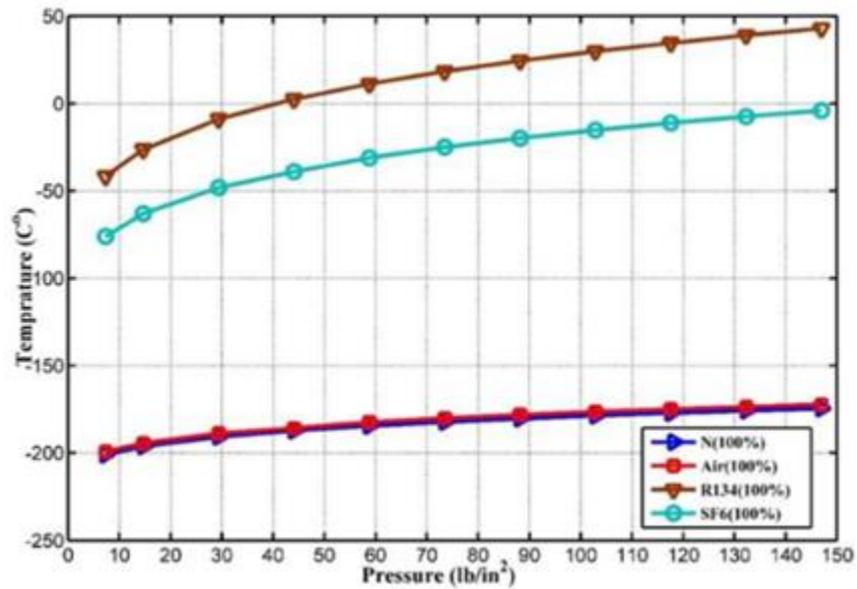
- $T_b$  es la temperatura de licuefacción del gas a presión atmosférica (K)
- $T$  es la temperatura de licuefacción del gas base en una mezcla de gases.
- $P$  es el punto de presión de ebullición del gas.
- $A$  es una constante (21 Cal deg. 1 mol)
- $R$  es la constante del gas (2 Cal deg. 1 mol)

Entonces para diferenciar las características de licuefacción de los gases estudiados, el documento los separa en dos grupos.

Para el primer grupo de los gases R134 y R12, utilizando la Ecuación 2 tabula valores de temperatura de licuefacción de gases versus la presión a la que están sometidos. Se obtienen las curvas de los gases en su estado puro como lo muestran las curvas de las Figuras Fig. 23 y Fig. 24, que compara estos con el mismo SF6, el Nitrógeno y el Aire.

**Figura 23**

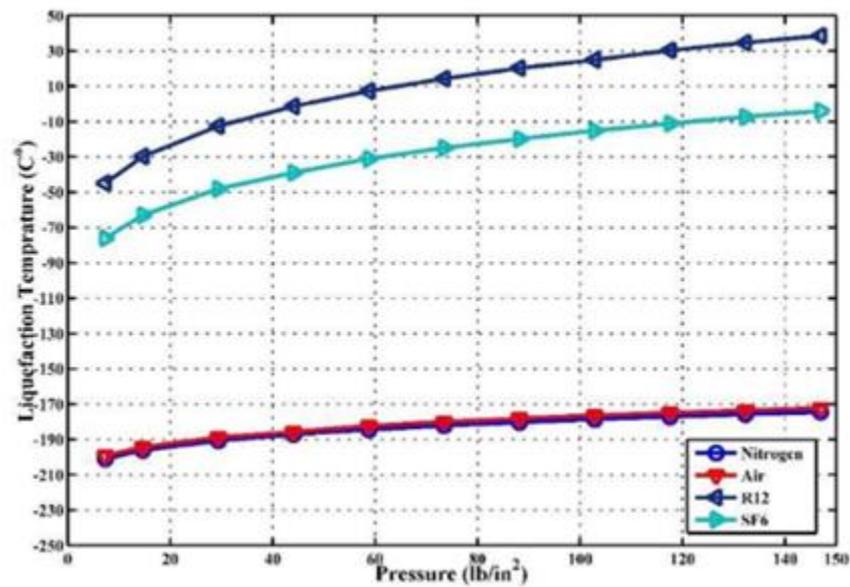
Curvas de la temperatura de licuefacción de gas R134 en su estado puro, en comparación con el SF6, Nitrógeno y el Aire



Nota: Fuente (Rzouq et al., 2023)

**Figura 24**

Curvas de la temperatura de licuefacción de gas R12 en su estado puro, en comparación con el SF6, Nitrógeno y el Aire.



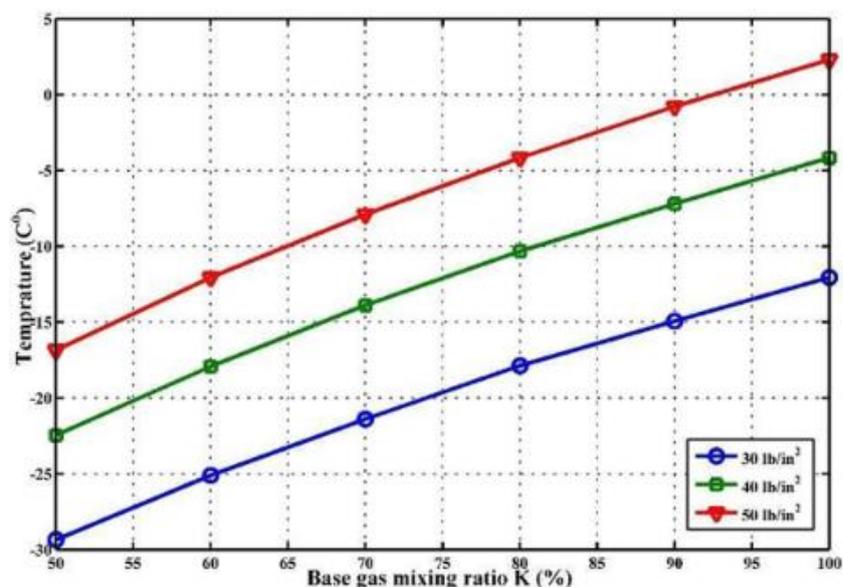
Nota: Fuente (Rzouq et al., 2023)

Como se puede ver en las curvas anteriores, los puntos de ebullición del gas R134 y el gas R12 son mayores al SF6, el Nitrógeno y el Aire.

También indica el documento que adicionando Nitrógeno (N2) en mezcla de gases al R134 y al R12, reduce el punto de ebullición eliminando esta desventaja de tener un alto punto de licuefacción. Se puede inferir que para mezclas de estos gases con N2, al elevar el ratio de mezcla del gas base, se elevará la temperatura de licuefacción. Es posible apreciar este efecto en la Figura Fig. 25.

### Figura 25

Curvas de la temperatura de licuefacción de mezcla de gases con N2



Nota: Fuente (Rzouq et al., 2023)

Con respecto a la licuefacción de los gases Novec, el documento indica que debido a los altos valores de temperatura de ebullición y por lo tanto menores valores de presión de vapor; estos gases son utilizados en mezclas y no en su estado puro.

Los gases que han formado una mezcla homogénea no pueden separarse físicamente a menos que se licuen enfriándolos por debajo de la temperatura de condensación o comprimiéndolos a presiones extremadamente altas. Los gases Novec 5110 y 4710 no son apropiados para todos los tipos de equipos aislados con gas debido a sus temperaturas de licuefacción extremadamente altas y sus altos costos de uso. Dado

que Novec 5110 tiene una temperatura de licuefacción superior a 26,9 °C y Novec 4710 tiene una temperatura de licuefacción de alrededor de -5 °C, ambos deben combinarse con un gas tampón que tenga una temperatura de licuefacción más baja, de esta manera estabilizarse.

## Capítulo III. Desarrollo del trabajo de investigación

### 3.1 Descripción del Proyecto

#### 3.1.1 *Ámbito de aplicación*

El presente trabajo tiene por objetivo principal analizar las alternativas para reemplazar o reducir el uso del gas SF<sub>6</sub> en instalaciones eléctricas en alta tensión, tanto en instalaciones nuevas como el manejo de este gas en instalaciones existentes.

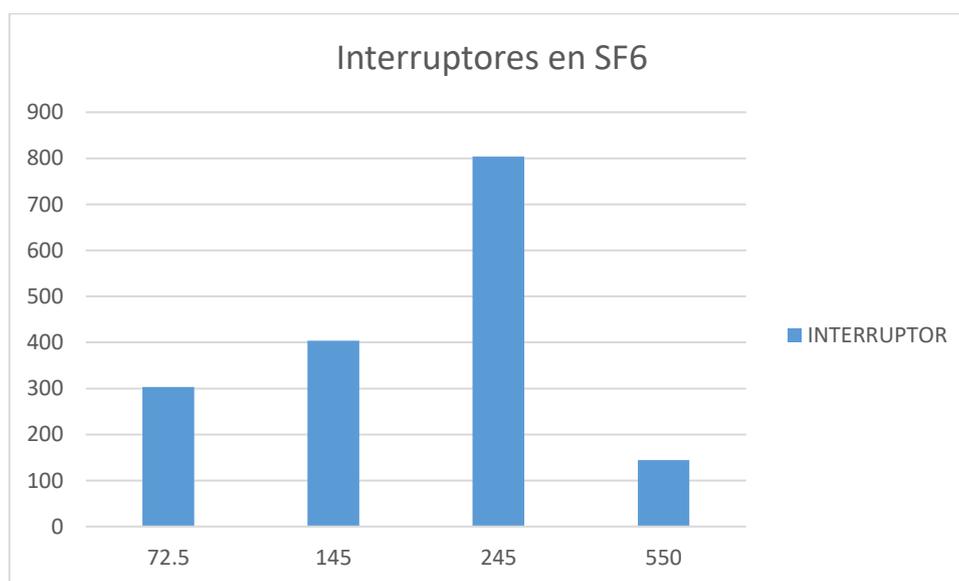
En ese sentido, en el presente estudio vamos a establecer algunas consideraciones que nos permita tener un análisis más acotado pero representativo de la cantidad de gas existente en el país:

- El estudio tendrá como ámbito general instalaciones eléctricas en el territorio nacional.
- El Estudio hará referencia a instalaciones eléctricas en alta tensión en el Sistema Interconectado Nacional: Sistema Transmisión, principales instalaciones de Generación.
- Como se ha indicado, solo se considera las instalaciones eléctricas en alta tensión, dejaremos fuera del análisis las instalaciones en media tensión y demás aplicaciones que utilicen este tipo de gas, debido a que los volúmenes son menores en comparación con el uso en alta tensión.
- En el marco de las instalaciones eléctricas en alta tensión, consideraremos para el análisis los interruptores de potencia y las subestaciones encapsuladas en gas SF<sub>6</sub>. Los demás equipos como transformadores de potencia o de medida que utilizan este gas, no serán considerados debido a que no tienen una cantidad representativa en comparación con los equipos materia de este análisis, además de que la información de estos equipos es bastante limitada y dispersa.

- Para el caso de los interruptores de potencia se ha considerado la información de los equipos contenida en la web oficial del Comité de Operación Económica del Sistema Interconectado Nacional COES. Esta información estaba incompleta porque solo indica la cantidad de interruptores por cada subestación. Por este motivo se tuvo que recurrir a la información de los diagramas unifilares por subestación indicados en el documento “Diagramas Unifilares de las Instalaciones de Generación y Transmisión, de diciembre 2021” realizado por (Sayas & Rojas, 2022) con estas dos bases de datos se pudo elaborar el listado de este tipo de equipos considerados se encuentra en el Anexo 2. La Figura 26 muestra la cantidad de este tipo de equipos por nivel de tensión.

**Figura 26**

*Cantidad de Interruptores por nivel de tensión a considerar*



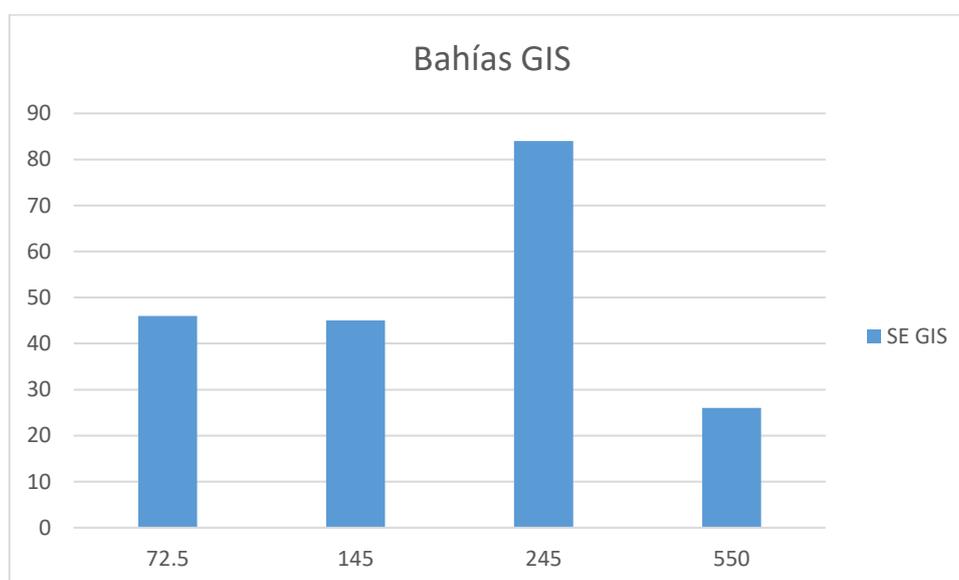
*Nota:* Fuente (COES, s. f.)

- Para el caso de las subestaciones en gas SF6, no se cuenta con información discernida en la Base de Datos de Equipos del COES, por lo que se ha tenido que recurrir a información de bases de datos propias, las que fueron completadas consultando con los principales dueños de estas

subestaciones y corroborando con Sayas & Rojas (2022), el resultado es un listado de subestaciones en gas SF6 por nivel de tensión y mostrando el número de bahías para cada caso, el listado de este tipo de equipos considerados se encuentra en el Anexo 3. La Figura 27 muestra la cantidad de este tipo de equipos por nivel de tensión.

**Figura 27**

*Cantidad de bahías de Subestaciones GIS por nivel de tensión a considerar*



*Nota:* Fuente (Sayas & Rojas, 2022)

### **3.1.2 Características generales del sistema a analizar**

Ahora que hemos definido el universo de instalaciones eléctricas en alta tensión a considerar y los tipos de equipos a cuantificar, se ha podido determinar la cantidad de equipos que formarán parte del análisis.

Una vez definidas las cantidades de equipos, es necesario definir la cantidad de SF6 por cada uno de estos equipos. Para esto utilizaremos información presentada por los fabricantes según la siguiente clasificación:

- Por interruptor: Tomaremos un promedio por tipo y por nivel de tensión.
- Por bahía de subestación encapsulada en gas: Tomaremos un promedio por bahía y por nivel de tensión.

De acuerdo con el documento de T&D Europe (2017) la cantidad de gas SF<sub>6</sub> que utilizan los interruptores depende del nivel de tensión y la estructura propia de los equipos, pero se puede estimar entre 15 kg a 60 kg de este gas para las tres fases.

### **Cantidad SF<sub>6</sub> en interruptores.**

Para determinar la cantidad de SF<sub>6</sub> en estos equipos tomaremos los datos de los principales fabricantes de interruptores en alta tensión. Consideramos, para efectos de evitar complicar el análisis, que todos los interruptores de cada fabricante por nivel de tensión es el mismo. Estos valores los hemos tabulado en la tabla 14 en la misma que se muestra los promedios que serán parte de nuestro análisis. Los valores corresponden a información de especialistas y manuales de operación de los equipos, así como planos de fabricación de estos.

**Tabla 14**

*Cantidad de gas SF<sub>6</sub> en Interruptores, en kg, por nivel de tensión a considerar*

Fabricante	72,5 kV	145 kV	245 kV	550 kV
General Electric	6 kg	10 kg	26,1 kg	60 kg
Siemens	6,4 kg	10 kg	25 kg	60 kg
Hitachi ABB	5 kg	8 kg	21 kg	50 kg
Promedio	5,8 kg	9,3 kg	24,0 kg	56,7 kg

*Nota:* Elaboración propia en base a los Datos propios y de fabricantes

### **Cantidad de SF<sub>6</sub> en subestaciones encapsuladas en gas.**

Para determinar la cantidad de SF<sub>6</sub> en las subestaciones encapsuladas en gas, vamos a considerar como unidad de medición una bahía que forma parte de estos equipamientos; sin hacer diferencia entre cada tipo de bahía ya sea de línea, transformación, acople, etc. Los principales fabricantes cuentan con información de la cantidad de gas SF<sub>6</sub> en kg por bahía de subestación encapsulada en gas. Estos valores los hemos tabulado en la tabla 15 en la misma que se muestra los promedios que serán

parte de nuestro análisis. Los valores corresponden a información de especialistas y manuales de operación de los equipos, así como planos de fabricación de estos.

**Tabla 15**

*Cantidad de gas SF6 por bahía de subestaciones GIS, en kg, por nivel de tensión a considerar*

Fabricante	72,5 kV	145 kV	245 kV	550 kV
General Electric	70 kg	90 kg	120 kg	420 kg
Siemens	65 kg	85 kg	143 kg	450 kg
Hitachi ABB	80 kg	100 kg	140 kg	430 kg
Promedio	71,7 kg	91,7 kg	134,3 kg	433,3 kg

*Nota:* Elaboración propia en base a los Datos propios y de fabricantes

## **3.2 Proceso de definición de parámetros técnicos**

### **3.2.1 Estimación de la cantidad de activos a analizarse**

En el acápite 3.1.1 hemos determinado la cantidad de equipos por tipo y nivel de tensión, tanto para interruptores como para bahías de subestaciones encapsuladas GIS. Estos datos se encuentran en los Anexos B y C del presente estudio. Del mismo modo en el acápite 3.1.2 hemos determinado los valores promedio de gas SF6 en kg, por cada tipo de equipo y nivel de tensión.

Entonces en base a esta lista de equipos y los pesos promedio para cada caso, obtenemos tablas de resumen 16 y 17, que muestran la cantidad total de SF6 en estos dos tipos de equipamiento.

**Tabla 16**

*Resumen de cantidad gas SF6 presente en interruptores de potencia por nivel de tensión*

<b>Interruptores (kV)</b>	<b>Cantidad Equipos</b>	<b>Peso Parcial x Und. (kg)</b>	<b>Peso Total x Und. (kg)</b>
72,50	303,00	5,80	1 757,40
145,00	404,00	9,33	3 770,67
245,00	804,00	24,03	19 322,80
550,00	144,00	56,67	8 160,00
			33 010,87

*Nota:* Elaboración propia en base a datos indicados en el Anexo 2 y la Tabla 15

El total de gas SF6 en interruptores de potencia, del universo de equipos considerado, es de 33,0 Toneladas aproximadamente. Y considerando el equivalente de este gas en CO2 de acuerdo con la Tabla 2, 23 900 kg de CO2 por cada kg de SF6, entonces tendríamos el siguiente aproximadamente 788 960 Toneladas de CO2.

**Tabla 17**

*Resumen de cantidad gas SF6 presente subestaciones encapsuladas en gas por nivel de tensión*

<b>Bahías GIS (kV)</b>	<b>Cantidad Equipos</b>	<b>Peso Parcial x Und. (kg)</b>	<b>Peso Total x Und. (kg)</b>
72,5	46	71,67	3 296,67
145	45	91,67	4 125,00
245	84	134,33	11 284,00
550	26	433,33	11 266,67
			29 972,33

*Nota:* Elaboración propia en base a datos indicados en el Anexo 2 y la Tabla 15

El total de gas SF6 en subestaciones encapsuladas en gas, del universo de equipos considerado, es de 30,0 Toneladas aproximadamente. Y considerando el equivalente de este gas en CO2 de acuerdo con la Tabla 15 23 900 kg de CO2 por cada kg de SF6, entonces tendríamos el siguiente aproximadamente 716 339 Toneladas de CO2.

Es decir, solo considerando los equipos de este análisis, tendríamos un total de gas SF<sub>6</sub> de 62 983 Kilogramos de SF<sub>6</sub> o su equivalente en CO<sub>2</sub> de 1 505 298 Toneladas de CO<sub>2</sub>, que representa el potencial de daño al medio ambiente proveniente de estos equipos del sistema nacional.

### **3.2.2 Estimación de la cantidad de otros activos a analizarse**

Ahora que hemos determinado el valor total de gas SF<sub>6</sub> existente en los equipos de las instalaciones estudiadas, nos falta determinar otros dos valores que van a formar parte del análisis: Las emisiones o pérdidas de este gas SF<sub>6</sub> en los equipos que se encuentran en operación y la cantidad de gas SF<sub>6</sub> que se encuentra almacenado en las principales empresas del sector.

- Emisiones o pérdidas de SF<sub>6</sub> en instalaciones existentes, en el acápite 2.2.3 hemos hecho mención q que existe un porcentaje de este gas que está siendo emitido al medio ambiente básicamente debido a fugas a través de las partes y componentes de los equipos eléctricos. Estas pérdidas, de acuerdo con los fabricantes, están entre el 1% y 3% anual de la masa existente. Y como hemos mencionado antes, el país no registra un valor de emisiones de gas SF<sub>6</sub> en la base de datos del Banco Mundial, como hemos indicado en la Tabla 4 de igual manera el Ministerio del Ambiente (Minam) recomienda que las empresas del sector realicen mediciones de los gases de efecto invernadero como es el caso del SF<sub>6</sub> (MINAM, 2016).

En el país no todas las empresas del sector realizan este tipo de mediciones, hasta donde hemos podido identificar solo Enel y Red de Energía del Perú del grupo ISA, realiza una medición anual en sus instalaciones. El Grupo ISA (2020) en su Informe Especial ASG indica que tiene como meta mantener estas emisiones de gas SF<sub>6</sub> por debajo del 0,5% Anual, teniendo actualmente como dato consolidado un 0,45% anual. El valor objetivo que se plantea ISA REP está en el límite de los estándares internacionales IEC

62271-1 y 62271-203 de diseño y fabricación de equipos de alta tensión aislados con gas regulan la tasa anual de fuga nominal por debajo de 0,5%. Entonces para efectos de análisis vamos a considerar este valor de una tasa fuga de SF<sub>6</sub> en instalaciones existentes como 0,5% del total contabilizado de este gas en las instalaciones eléctricas. Entonces si consideramos el total del gas SF<sub>6</sub> calculado en las Tablas 16 y 17, elaboramos la Tabla 18 que nos muestra el valor total de este gas que es emitido al medio ambiente por fugas en lo equipos, así como su equivalente en CO<sub>2</sub>.

**Tabla 18**

*Cantidad gas SF6 que se emite al medio ambiente producto de la fuga de este gas en las instalaciones existentes*

<b>Peso Total SF<sub>6</sub> en Interruptores (kg)</b>	<b>Peso Total SF<sub>6</sub> en Subestaciones GIS (kg)</b>	<b>Tasa Anual de Fuga considerada (%)</b>	<b>Peso Total SF<sub>6</sub> emitido al Medio Ambiente (kg)</b>	<b>Equivalente CO<sub>2</sub> emitido al Medio Ambiente (Ton)</b>
<b>33 010,87</b>	29 972,33	0,5%	314,92	7 526,49

*Nota:* Elaboración propia en base a datos indicados en las Tabla 17 y 18

Se puede ver que anualmente se estaría emitiendo anualmente aproximadamente 315 kg de SF<sub>6</sub> que es equivalente a unos 7 526 Toneladas de CO<sub>2</sub>. Solo considerando el universo de las instalaciones eléctricas consideradas en este estudio.

- Por otro lado, un dato muy importante es la cantidad de gas SF<sub>6</sub> que se encuentra almacenado en las diferentes empresas del sector y que no están siendo utilizados en las instalaciones eléctricas de estas. Este gas SF<sub>6</sub> en el mejor de los casos es contenido en botellas que se conservan en los almacenes de estas empresas y que es utilizado para rellenar de gas los equipos eléctricos cuando la presión en estos se reduce por debajo de los valores mínimos de presión. La pérdida de presión en los equipos eléctricos, debido a la fuga de gas en los mismos, puede producir malfuncionamiento de estos o simplemente quedar bloqueados, es por esta razón que llevan

alarmas de presión y señales que están enlazadas con los sistemas de control y protección de las subestaciones.

Por su parte la empresa Enel cuenta en sus instalaciones con un lote de gas SF6 almacenado en botellas especiales y que forma parte de su inventario. La información proporcionada en el 2021 es que tienen 640 kg de este gas almacenado, en la Tabla 19 se muestra el detalle de la información recibida en el Departamento de Mantenimiento de esta empresa.

### **Tabla 19**

*Información sobre la cantidad de gas almacenado en botellas como inventario de la empresa Enel Perú*

<b>Estado del gas en botellas</b>	<b>Cantidad SF<sub>6</sub> (kg)</b>
Gas en estado Reusable	287,4
Gas en estado No Reusable	256,1
Gas en estado Indeterminado	96,6
Total	640, 1

*Nota:* Elaboración propia en base a la información recibida

Cabe señalar que el gas catalogado como No reusable y el que se encuentra en estado Indeterminado seguirán almacenados hasta que la empresa disponga deshacerse de estos por algún medio seguro para hacerlo.

## **3.3 Proceso de definición de parámetros económicos**

### **3.3.1 *Estimación de costos por almacenamiento y reciclaje del gas SF<sub>6</sub>.***

Para determinar la cantidad de SF6 que tienen almacenado las empresas eléctricas se consultó con las principales empresas y solo obtuvimos respuesta de Enel quien nos compartió la información de la Tabla 20, las otras empresas consultadas indicaron que

consideran esta como información confidencial. Entonces para poder realizar un análisis numérico utilizaremos estos datos de la tabla 19 sumados los costos de almacenamiento que representa tener esta cantidad de gas y el costo por botella para almacenarlos.

De acuerdo con la Hoja de Seguridad del Gas SF6 publicada por el MINEM los envases de este gas deben estar en posición vertical, estar asegurados para prevenir caídas, correctamente sellados, en ambientes separados de otros elementos almacenados, con buena ventilación y temperaturas por debajo de 50°C.

Consideramos la utilización de botellas de 20 kg, con lo cual a partir de la Tabla 19, obtenemos la Tabla 20.

### **Tabla 20**

*Determinación de la cantidad de botellas de gas almacenado en las instalaciones de la empresa Enel Perú*

<b>Estado del gas en botellas</b>	<b>Cantidad SF<sub>6</sub> (kg)</b>	<b>Cantidad Botellas 20 kg</b>
Gas en estado Reusable	287,40	15,00
Gas en estado No Reusable	256,10	13,00
Gas en estado Indeterminado	96,60	5,00
<b>Total</b>	<b>640,10</b>	<b>33,00</b>
Capacidad por botella (kg)	20,00	
Cantidad Total de Botellas	33,00	

*Nota:* Elaboración propia en base a la Tabla 19

Esta cantidad de botellas de gas pueden ser almacenadas en un sector de ventilado como los que cuenta dicha empresa para almacenar los diferentes equipos y activos, utilizando un espacio aproximado de 20 m<sup>2</sup>. Por lo tanto, no es primordial el cálculo de los costos de almacenaje de estas botellas de gas.

Por otro lado, con respecto a los costos para eliminar el gas SF6, existen solo algunas empresas que realizan este tipo de procesos para la eliminación o incineración en forma segura de este gas. En Sudamérica solo hemos encontrado que se contaría con una empresa que se dedica al tratamiento de SF6, la empresa Vegoor que se dedica a dar

servicios relacionados a la manipulación de este gas y como indica en su catálogo, “Veegor Destinação, Retrofit e Venda do Gás” cuenta con las certificaciones necesarias (Vegoor, s. f.).

Otras empresas como ABB han desarrollado una tecnología que les permite el reciclamiento de SF<sub>6</sub> contaminado, basado en un proceso de energía eficiente por criogenia. Este centro de reciclamiento de gas SF<sub>6</sub>, instalado en Australia, se dedica a convertir este gas usado en un gas con una pureza de 99,99% de acuerdo la Normativa IEC 60376. Esta información se encuentra en el catálogo de este fabricante, “ABB SF<sub>6</sub> recycling Center” (ABB, 2018).

La empresa Solvay por su parte, ofrece los servicios de reciclamiento de SF<sub>6</sub> con una pureza de 99,993% de acuerdo a las normas IEC, además de la incineración de este gas en caso no cumpla con los requerimientos para ser reciclado. Esta información la obtuvimos del catálogo “Solvay SF<sub>6</sub>-Sulphur-Hexafluoride” (Solvay, 2018).

Información proporcionada por la empresa Enel sobre los costos para el reciclamiento y/o eliminación de gas SF<sub>6</sub>, nos permite nos permite hacer un cálculo rápido de los costos para el tratamiento del gas que tiene almacenado dicha empresa, ver Tabla 21.

Si bien el monto total podría no ser significativo, al utilizar los datos de eliminación o incineración del gas SF<sub>6</sub> podemos hacer el ejercicio de calcular el costo de eliminar todo el gas determinado en las Tablas 16 y 17, obteniendo la tabla 22.

**Tabla 21**

*Cálculo del costo para el reciclaje o eliminación del gas almacenado en las instalaciones de la empresa Enel Perú*

<b>Costo (USD/kg)</b>		
Reciclamiento SF <sub>6</sub>	40,00	
Incineración SF <sub>6</sub>	20,00	
<b>Estado del gas en botellas</b>	<b>Cantidad SF<sub>6</sub> (kg)</b>	<b>Costo Tratamiento (USD)</b>
Gas en estado No Reusable	256,10	10 244,00
Gas en estado Indeterminado	96,60	1 932,00
Total	352,70	12 176,00

*Nota:* Elaboración propia en base a la Tabla 20 y los costos proporcionados por Enel Perú

**Tabla 22**

*Determinación del Costo por la eliminación de SF<sub>6</sub>*

<b>Peso Total SF<sub>6</sub> en Interruptores (kg)</b>	<b>Peso Total SF<sub>6</sub> en SSEE GIS (kg)</b>	<b>Peso Total Instalación Electricas (kg)</b>	<b>Costo Total Eliminación SF<sub>6</sub> existente (USD)</b>
<b>33 010,87</b>	29 972,33	62 983,20	1 259 664,00

*Nota:* Elaboración propia calculado en las Tablas 16 y 17

Una anotación importante respecto de este cálculo es que no estamos considerando los costos de transporte desde cada una de las locaciones donde se encuentra este gas, los costos propios de la manipulación y embotellamiento de estos, costos referidos a la exportación del gas y transporte marítimo hasta la planta o plantas de incineración donde se dispondrá de la eliminación de este gas. Entonces el precio arriba indicado podría ser muy bajo comparado con el costo total real.

### **3.3.2 Estimación del impacto económico para reemplazo de instalaciones existentes.**

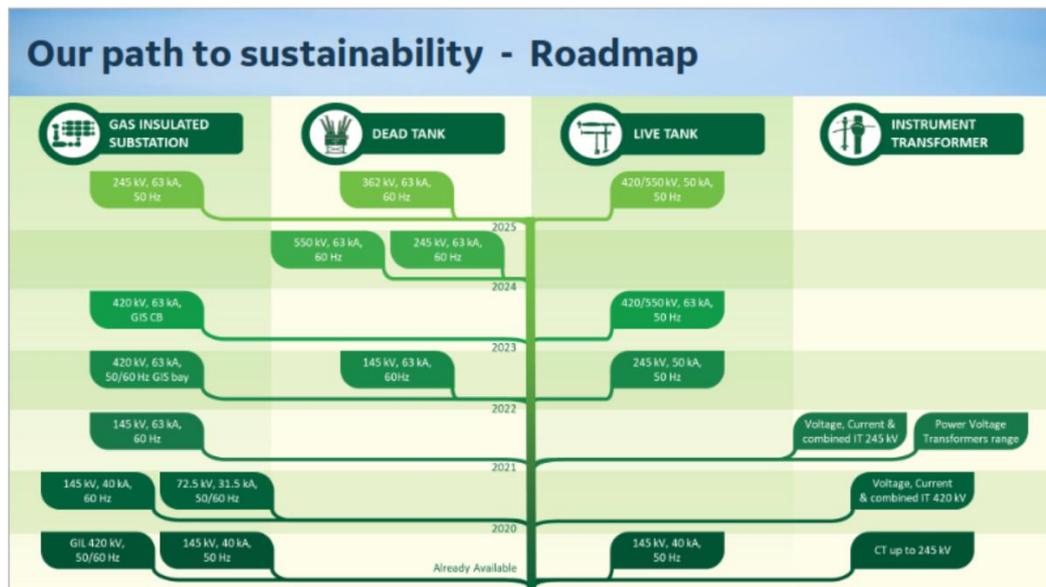
Revisando la información de los principales fabricantes se debe precisar que, al día de hoy, la tecnología solo ha permitido desarrollar equipamiento hasta 145 kV en equipos de maniobra y hasta 420 kV en transformadores de medida o ductos de gas, que utilicen opciones alternativas al SF6.

Los fabricantes Hitachi ABB y General Electric, han optado por desarrollar un gas alternativo cuyas características dieléctricas se mantienen, pero su impacto en el medio ambiente se reduce al menos en 99% respecto del SF6. Ambos fabricantes están desarrollando sus respectivas soluciones en base a un gas que las empresas 3M y GE han patentado que es el NOVEC 4710, teniendo un acuerdo de colaboración de por medio firmado el 2021, como se puede ver en las notas de prensa publicadas por ambas empresas (Hitachi Energy, 2021). Este acuerdo no solo permite mejorar las características del gas que están desarrollando, sino que crea en forma paralela una oferta de productos y soluciones como sistemas monitoreo, equipos de llenado y tratamiento de gas, etc.

Un punto importante que se debe considerar es el ciclo de desarrollo de esta tecnología, que los diferentes fabricantes vienen desarrollando, como ejemplo presentamos el plan de desarrollo de la empresa General Electric en la Figura 28.

**Figura 28**

*Plan de Desarrollo de la tecnología G3 de General Electric “Roadmap”*



Nota: Fuente ( GE Renewable Energy, 2022)

Este plan de desarrollo presentado en la Figura 28, según confirmación de este fabricante debe ser actualizado luego de tomar en consideración las consecuencias económicas y de salud que la pandemia del COVID-19 viene causando en el desarrollo propio de la tecnología y en la demanda de crecimiento que sustenta este desarrollo.

Entonces, con el fin de realizar una comparación adecuada, vamos a considerar una subestación encapsulada en gas SF6 en 72,5 kV versus una subestación encapsulada en gas alternativo para ese mismo nivel de tensión. Del mismo modo al estar ambas empresas desarrollando un gas alternativo con la misma base, consideraremos la información y parámetros de la solución de GE quienes llaman a su gas alternativo “G3” por sus siglas en inglés “Green Gas for Grid”.

Consideraremos una subestación con configuración doble barra con una bahía de transformación, dos bahías de línea y una bahía de acople. En la Figura 29 se muestra el unifilar a considerar y la Figura 30 muestra las vistas de planta con las dimensiones de la subestación a ser analizada.

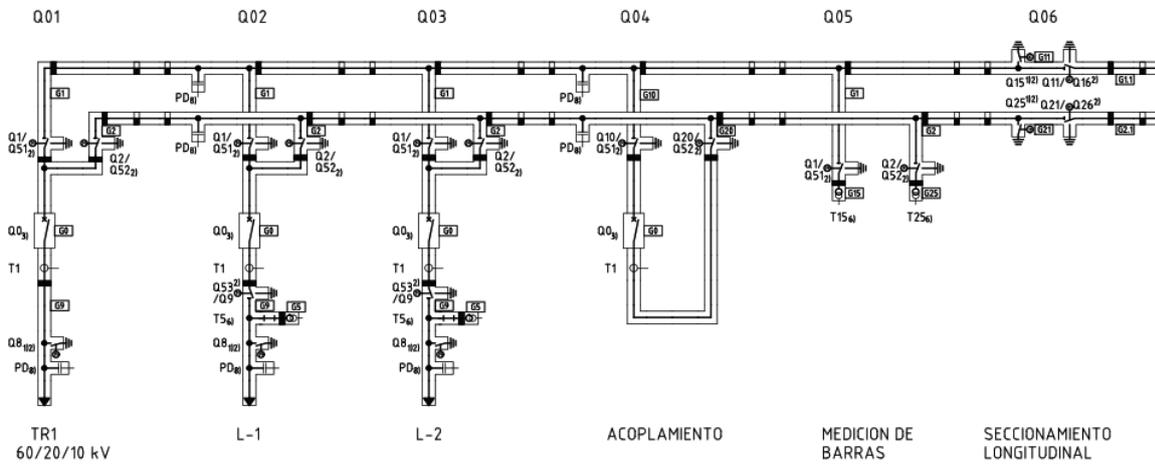
El diagrama de gases completo, así como los planos con vista de planta y cortes se encuentran en el Anexo 4 de este documento.

Del mismo modo, con el fin de encontrar mayores datos de las diferencias o coincidencias entre dos subestaciones encapsuladas que utilizan SF6 o el gas alternativo, utilizamos la información que presenta el CIGRE [23] en una comparación que hace de este tipo de tecnologías para 145 kV que tienen las mismas dimensiones y pesos que las soluciones en 72,5 kV.

Entonces, con el fin de identificar los principales parámetros y consideraciones a ser utilizadas en el análisis, presentamos la tabla correspondiente en las siguientes páginas.

**Figura 29**

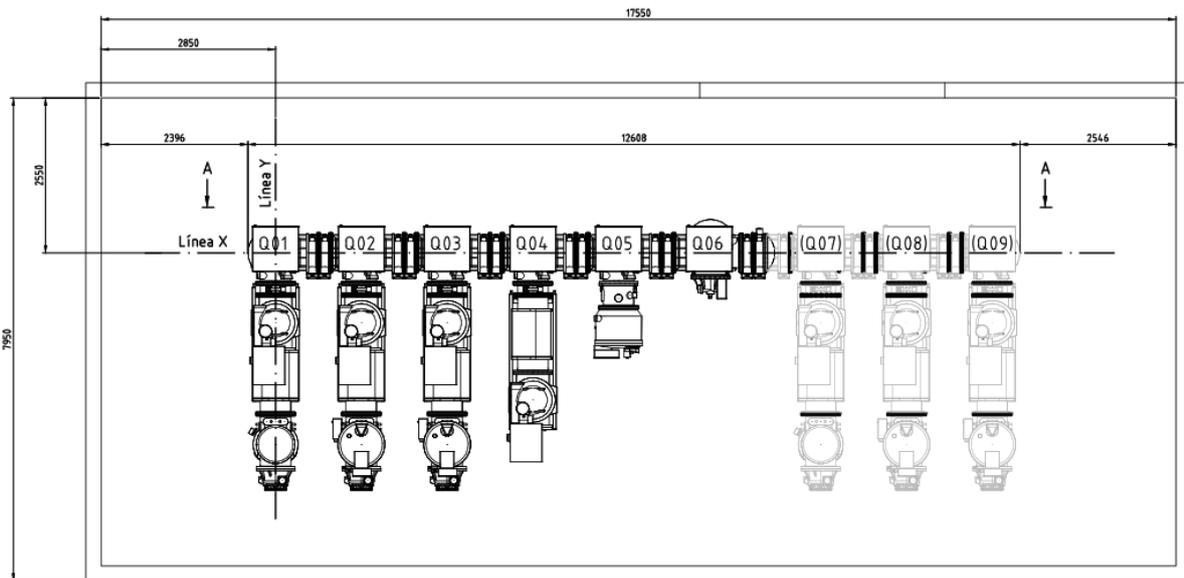
*Diagrama de gases de la subestación modelo a considerar*



*Nota:* Fuente (Solvay, 2018)

**Figura 30**

*Vista de planta de la subestación modelo a considerar*



*Nota:* Fuente (Caicedo, 2008)

**Tabla 23***Principales parámetros y consideraciones a ser utilizadas en el análisis*

<b>Modelo</b>	<b>GE F35 - 72,5 kV (SF<sub>6</sub>)</b>	<b>GE F35g - 72,5 kV (G3)</b>
Altura de instalación	0 m.s.n.m.	0 m.s.n.m.
Tipo de instalación	Uso interior	Uso interior
Configuración Subestación	Doble barra con bahía de acople	Doble barra con bahía de acople
Tensión Nominal (kV)	72,5	72,5
Corriente Nominal (A)	2 500	2 500
Corriente Corto Circuito y Duración (kA)	40	40
Tensión a Frecuencia Industrial (kV)	315	315
Tensión Sostenimiento al Impulso (kVp)	750	750
Peso por bahía (kg)	2 448	2 520
Número de bahías	4	4
Tipo de salidas de línea	Salidas para conexión cable subterráneo	Salidas para conexión cable subterráneo
Dimensiones estándar por bahía	0,8 m x 3,7 m x 2,5 m	0,8 m x 3,7 m x 2,5 m
Dimensiones del área a construir.	8,2 m x 17,55 m	8,2 m x 17,55 m
Instalación y pruebas	35 días	35 días
Equipos y Herramientas para instalación y pruebas	Equipos de prueba estándar para este tipo de subestaciones.	Equipos de pruebas estándar, herramientas especiales para manejo de este tipo de gas.

*Nota:* Elaboración propia, en base a la información técnica de las Especificaciones técnicas de (Caicedo, 2008; CIGRE, 2018) y el Anexo 4.

Entonces de la información de la Tabla 23, se puede asumir lo siguiente:

- Las condiciones de instalación de ambas opciones son similares.
- Las características eléctricas son las mismas.
- El área utilizada por el equipo nos indica que los trabajos de obras civiles son similares. A pesar de que una solución es más pesada que la otra, solo hay una diferencia de 72 kilos por bahía.
- El tiempo de instalación y pruebas nos indica que, bajo las instrucciones de un supervisor capacitado en este tipo de tecnología, los costos de instalación y pruebas son similares.

- La principal diferencia radica en el tipo de herramientas para el manejo gases de este nuevo tipo de subestación.

La diferencia en precio de ambas alternativas se plantea en la tabla 24 la cual indica el precio global de la solución para cada caso y que incluye el suministro, instalación, pruebas y puesta en servicio de estas subestaciones. La información con la que se cuenta corresponde al fabricante General Electric para una subestación encapsulada en SF6, modelo F35 en 72,5 kV y una subestación encapsulada en gas alternativo G3 modelo F35g en 72,5 kV.

**Tabla 24**

*Precios referenciales de las alternativas planteadas*

Tipo de GIS		F35 - 72,5 kV (SF <sub>6</sub> )	F35g - 72,5 kV (G3)	Diferencia
<b>Precio Referencial en (USD)</b>		1 124 543	1 248 338	11%

*Nota:* Adaptada del proceso de licitación Enel, (Caicedo, 2008)

Como parte del análisis económico deberían considerarse los impuestos y/o los beneficios tributarios derivados de la reducción del uso de gases sindicados como gases de efecto invernadero. Hemos realizado una revisión de las normativas vigentes en el país y no se ha encontrado alguna regulación específica sobre la utilización de este tipo de gas.

Los principales fabricantes de equipos y sistemas eléctricos tienen estrategias públicas de convertir sus procesos en “Carbono Neutrales”, como por ejemplo la empresa Hitachi ABB quienes buscan reducir las emisiones de carbono en un 50% al 2030 y convertirse en carbono neutrales al 2050 como indican en su página web sobre Sostenibilidad (Hitachi, 2023a), la empresa General Electric Renewable Energy quienes buscan convertir sus operaciones en carbono neutrales para el 2030 según indican su web oficial (GE Renewable Energy, 2022), o la empresa Siemens quienes buscan también convertirse en carbono neutrales al 2030 según indica en su web oficial (Siemens, 2023).

Por su parte algunas empresas con operaciones en el país han decidido adoptar medidas para mitigar el impacto de sus operaciones en el medio ambiente. Tal es el caso

por ejemplo de Red de Energía del Perú que buscan ser reconocidos como una empresa carbono neutral por sus buenas prácticas en favor del medio ambiente, como por ejemplo el objetivo específico de evitar que las fugas de gas SF<sub>6</sub> de su capacidad instalada por debajo del 0,7% como indica en su web oficial sobre gestión ambiental (Grupo ISA, 2019). Del mismo modo la empresa Enel Perú cuentan con una política de sostenibilidad desarrollada en base a los objetivos de desarrollo del PNUD (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo), como lo declara en su web oficial (Enel, 2018).

### **3.4 Comparación del desempeño dieléctrico**

En el acápite 2.2.4 de este trabajo se hace menciona un estudio sobre las características dieléctricas de cuatro tipos de gases que tienen un menor impacto con el medio ambiente en comparación con el gas SF<sub>6</sub>. Como hemos indicado, las características dieléctricas del SF<sub>6</sub> son muy buenas pero su uso está siendo observado y en un futuro será restringido por ser catalogado como un gas de efecto invernadero.

El documento “Comparison Between Different Gases Used as Insulation Medium in High Voltage Technology and Their Effect on the Environment”, EEET realizada por Rzouq et al., (2023) hace una comparación final entre los gases estudiados y los plantea en la tabla 25. Esta Tabla es una evaluación presentada en el documento, que muestra un grupo de factores importantes en relación con los gases aislantes, para el cual se eligió el método de preferencia con base en el sistema de marcado, donde los malos obtienen el 25%, los buenos el 50%, los muy buenos el 75%. %, y excelente consigue el 100%. Solo en el caso de la Toxicidad se indica el grado correspondiente a cada gas según la Tabla 25.

El estudio mostró que las características dieléctricas de las mezclas de gases R12 y R134 con nitrógeno (N<sub>2</sub>) y Aire, son mejores que el SF<sub>6</sub>. Por su parte el gas R12 tiene buenas características de autorrecuperación del asilamiento, mientras que el gas R134 no las tiene. La concentración de mezclas de gases Novec y la presión a la que son sometidos, afectan directamente los valores de tensión de ruptura, mientras que estos gases Novec en estado puro tienen mayores valores de tensión de ruptura dieléctrica que el gas SF<sub>6</sub>.

Mientras que en términos de Toxicidad los gases Novec son muchos menos dañinos que los gases R12 y R134, siendo el gas R134 peligroso para su manipulación.

**Tabla 25**

*Resumen de la comparación entre los gases materia del estudio*

Comparación	SF <sub>6</sub>	R12	R134	NOVEC 5110	NOVEC 4710
Potencial de Calentamiento Global (GWP)	Pobre	Buena	Muy buena	Excelente	Buena
Potencial de Reducción de la Capa de Ozono (ODP)	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente
Tiempo de Vida Atmosférico	Pobre	Excelente	Muy Buena	Excelente	Buena
Autorrecuperación del Aislamiento	Excelente	Excelente	Bueno	-	-
Temperatura de Licuefacción	Excelente	Muy Bueno	Bueno	Pobre	Pobre
Prueba de Tensión de Ruptura (gas puro)	Excelente	Bueno	Bueno	Muy Bueno	Excelente
Prueba de Tensión de Ruptura (mezcla de gas)	-	Excelente	Excelente	Pobre	Pobre
Toxicidad	Baja	Alta	Media	Baja	Baja

*Nota:* Adaptada de (Rzouq et al., 2023)

El documento hace una primera conclusión respecto del análisis realizado y define que el gas R12 con una diferente composición, en principio sería un gas adecuado para reemplazar el gas SF<sub>6</sub>, por su bajo Potencial de Calentamiento Global y buena resistencia dieléctrica. Con respecto a la composición de la mezcla de gas R12 con otros gases incluyendo dióxido de carbono o Helio, aun se deben hacer más investigaciones.

El documento también menciona estudios relacionados de la mezcla de gases Novec con CO<sub>2</sub>, y en especial una mezcla conocida como G3 por sus siglas Green Gas for Grid de las empresas 3M y General Electric, de acuerdo con estos estudios el Gas G3 sería una mejor alternativa para reemplazar el gas SF<sub>6</sub>.

Del mismo modo el estudio planteado en el documento “Recent Development of Two Alternative Gases to SF<sub>6</sub> for High Voltage Electrical Power Applications” MDPI realizada por Owens et al. (2021) confirma las características de estos gases Novec que son la base de otros gases como el G3, y del propio gas. Respecto del punto principal que es la resistencia dieléctrica, el documento indica que la tensión de ruptura dieléctrica varía con la concentración del gas Novec y la presión a la que está sometida el gas. La Tabla 26

muestra la comparación de las mezclas de estos gases que son usados en sistemas en alta tensión, en referencia al SF<sub>6</sub>.

**Tabla 26**

*Propiedades de las mezclas de gases Novec en relación con el SF<sub>6</sub>*

Formación del Gas (mole%)	100% SF <sub>6</sub>	5% Novec 4710/95% CO <sub>2</sub>	5% Novec 5110/95% Aire
Presión típica de una Subestación GIS (bar)	4	6	6.5
Densidad del Gas @25°C (kg/m <sup>3</sup> )	24.75	12.48	10.67
Temperatura de Condensación (°C)	-38	-27	0
Tensión de Ruptura Dieléctrica relativa al SF <sub>6</sub>	-	~1	~1

*Nota:* Adaptada de (Owens et al., 2021)

Acerca de la emisión de gases de efecto invernadero, el documento muestra una comparación de los valores del potencial de calentamiento global de la mezcla de gases Novec respecto del SF<sub>6</sub>. Transcribimos estos parámetros en la Tabla 27 a continuación.

**Tabla 27**

*Propiedades de las mezclas de gases Novec en relación con el SF<sub>6</sub>*

Formación del Gas (mole%)	100% SF <sub>6</sub>	5% Novec 4710/95% CO <sub>2</sub>	5% Novec 5110/95% Aire
Presión (bar)	4	6	6.5
Potencial de Calentamiento Global (GWP)	23,500	398	<1
Reducción del GWP con relación al SF <sub>6</sub>	-	98.3	>99.9
Contenido del Gas de efecto Invernadero (kg CO <sub>2e</sub> /m <sup>3</sup> )	553,929	4,969	3.5
Reducción de la emisión de gas de efecto Invernadero, desde una emisión discreta. Relativa al SF <sub>6</sub>	-	99,1%	<99.9%

*Nota:* Adaptada de (Owens et al., 2021)

.Claro que para lograr esto se debe incrementar la presión en el sistema de alta tensión.

### **3.5 Alternativas no analizadas**

Otro de los fabricantes que viene desarrollando alternativas al uso del gas SF6 es Siemens Energy, quienes han optado por el uso de la tecnología en vacío para sus subestaciones encapsuladas para uso en alta tensión. Este fabricante denomina esta línea “Blue High Voltage Products”, que no utiliza ningún tipo de gas, sino que en su lugar utiliza cámaras de vacío. Por no utilizar un gas alternativo dejaremos fuera del análisis este tipo de solución.

Pero si contamos con información acerca de algunas características de esta alternativa: como por ejemplo que esta tecnología nos obliga a utilizar equipos con mayores dimensiones y con la limitante de que por ahora solo alcanzaría los 145 kV como tensión máxima de diseño. Del mismo modo el mantenimiento y reparación de estos equipos son mucho más complicados y requieren de equipos especiales para su ejecución. Mayores detalles de esta tecnología se pueden encontrar en la web de este fabricante (Siemens, 2021).

## **Capítulo IV. Análisis y Discusión de Resultados**

### **4.1 Análisis del impacto económico para la reducción del uso de SF<sub>6</sub> en instalaciones eléctricas en Alta Tensión.**

En el Capítulo III planteamos diferentes escenarios y consideraciones para la reducción de del uso de este gas SF<sub>6</sub> en las principales instalaciones eléctricas del país, a partir de los datos públicos e información proporcionada por algunas empresas eléctricas. Calculamos a partir de esta información la cantidad de gas SF<sub>6</sub> existente en estas instalaciones que se encuentran en operación o almacenadas bajo diferentes condiciones para determinar luego la disposición de este gas.

Pudimos notar que no existe a la fecha una determinación clara por parte de los dueños de estas instalaciones de qué hacer con este gas, que ya ha sido catalogado en el protocolo de Kyoto como un gas de alta afectación medio ambiental. Del mismo modo, no existe una política de gobierno o de las instituciones del sector para plantear estrategias que promueva la eliminación o reducción del uso de este gas. Entonces dejando solo la voluntad o adecuación de las políticas corporativas de manejo ambiental de algunas empresas del sector.

#### **4.1.1 Manipulación de Gas SF<sub>6</sub> en instalaciones existentes y nuevas.**

La normatividad existente como la IEC 62271-203 y los procedimientos de trabajo en instalaciones eléctricas en Alta Tensión de cada fabricante, plantean las acciones a cumplir para reducir el impacto de las fugas o exposición del gas SF<sub>6</sub> durante los trabajos de mantenimiento, reparación o instalación de equipamiento que utiliza este gas.

De acuerdo al documento de MAT POST 2019 “Application of fluoronitrile-based alternative gas to SF<sub>6</sub> to a high-voltage GIS at Grimaud substation”, se indica que en líneas generales la mayoría de los procesos aplicables a la manipulación del gas SF<sub>6</sub> son de igual aplicación a la manipulación del gas alternativo G3 del fabricante General Electric durante los trabajos de instalación (Tsamo et al., 2020).

Los equipos adecuados para la manipulación de SF6 o gases alternativos, deben formar parte de las herramientas para el mantenimiento o instalación de los equipos eléctricos en alta tensión. Las fabricantes de estos equipos ofrecen como parte del alcance de los trabajos de supervisión y pruebas. El alquiler de los equipos para manipulación de gases, cuyo costo puede ascender a los USD 40 000, a esto se debe sumar los costos por importación temporal y traslados desde fábrica hasta la zona de instalación de los equipos.

#### 4.1.2 Disposición de gas SF<sub>6</sub> Almacenado.

En el Capítulo III hemos visto como existe una cantidad bastante importante de este gas SF6 presente en las principales instalaciones eléctricas en alta tensión en operación del país, 62 983,2 kilogramos de este gas de acuerdo con la Tabla 3.5, además de una cantidad no determinada de este gas almacenado por las principales empresas eléctricas y usuarios finales. Del mismo modo existe un costo asociado a la eliminación del gas que se encuentra en desuso o está contaminado, si quisiéramos eliminar esta cantidad de gas considerando los valores indicados en la Tabla 20, con lo que podemos hacer un cálculo rápido indicado en la siguiente tabla.

**Tabla 28**

*Costos de eliminación del gas SF6 en las instalaciones del país*

Total gas SF <sub>6</sub> (kg)	Costo por kg eliminación SF <sub>6</sub> (USD)	Costo Total (USD)
62 983,20	20,00	1 259 664

*Nota:* información tomada de la Tabla 18 y la Tabla 20

Este cálculo representa solo el costo de eliminación del gas, pero no contempla los costos asociando al transporte desde las diferentes instalaciones o almacenes en todo el país donde se encuentran, hasta el puerto del Callao. Tampoco considera el flete marítimo hasta las plantas de eliminación del gas que se encuentran en el extranjero, que en el mejor de los casos podría ser Brasil o en el peor de los casos Australia, de acuerdo con lo indicado

en el punto 3.3 de este informe. Tampoco es posible determinar los costos asociados a la manipulación y embotellado del gas a eliminar debido a que se encuentra en las diferentes instalaciones eléctricas del territorio nacional, del mismo modo los costos derivados de la indisponibilidad temporal de las instalaciones eléctricas.

#### **4.1.3 Cambio de Equipamiento en Alta Tensión que utilicen gases alternativos**

El proceso de eliminación del gas en instalaciones existentes debe venir acompañados por el reemplazo previo de estas con equipos que utilicen gases alternativos, de igual manera la proyección de futuras instalaciones. Como hemos visto, si pretendemos utilizar equipamiento con gases alternativos, para reemplazo o en instalaciones nuevas, tendríamos que considerar en los costos de inversión un incremento de 11% para el valor de estos activos, como se indica en la Tabla 3.10. Para el caso de instalaciones nuevas o futuras, este sobre costo sería lineal para el cálculo de los costos de inversión. Esto bajo las condiciones indicadas de que un equipamiento que utiliza gases alternativos tiene las mismas dimensiones y el diferencial del peso no es significativo como para variar en forma significativa los costos por obras civiles y montaje electromecánico.

Por otro lado, para el reemplazo de instalaciones existentes se debe considerar además los costos derivados de la indisponibilidad temporal de las instalaciones eléctricas, los elementos de instalación necesarios dependiendo de la complejidad de los trabajos, adecuaciones de los anclajes de estructuras civiles, recableados, ajustes de los sistemas de control y protección, etc.

Por ejemplo, en el caso del reemplazo de una subestación encapsulada en gas alternativo como la utilizada en el punto 3.3.2, además del precio que tiene un costo de inversión de 11% más que una subestación encapsulada en SF6 se debe tener en cuenta las adecuaciones de los anclajes de acuerdo con el nuevo diseño. Este punto es importante en subestaciones encapsuladas debido a que los puntos de anclaje se determinan teniendo en cuenta el centro de gravedad del equipamiento, y como hemos indicado existe una variación en el peso que, si bien no es representativo, podría cambiar el centro de gravedad

y por ende los puntos de anclaje. Como estamos considerando un reemplazo por equipamiento que tenga las mismas características, podemos considerar que cuenta con los mismos puntos de conexión de señales para el sistema de control y protección, el cual no debería significar cambios en el cableado, salvo el cableado se encuentre deteriorado o en el caso se cambie los parámetros y cantidades de los secundarios de los transformadores de medida.

#### **4.2 Comparación Dieléctrica de los gases.**

De la comparación de las características dieléctricas de los gases alternativos al SF<sub>6</sub>, del impacto al medio ambiente y la seguridad de estos gases, se puede indicar que existen potenciales alternativos que pueden ser utilizadas.

Teniendo en cuenta que al reducirse el potencial de efecto invernadero de las mezclas de gases Novec con otros componentes como el CO<sub>2</sub> o el Aire, y que estos tienen valores de rigidez dieléctrica muy similares al gas SF<sub>6</sub>, hace viable que su uso para reemplazarlo en equipamiento en alta tensión sea viable. Tal es así que algunos fabricantes vienen desarrollando el diseño de equipos como las subestaciones GIS utilizando estos gases.

#### **4.3 Incentivos por Normatividad o Legislación vigente.**

En el país aún no tenemos aun normas o legislación que regulen la utilización de este tipo de gas en instalaciones eléctricas. Solo contamos con una Ley Marco Sobre el Cambio Climático, Ley N° 30754 El Peruano (2018), la cual busca establecer los principios, enfoque y disposiciones generales que sirvan de marco a las políticas públicas que se deben aplicar en la gestión de las medidas que busquen adaptarnos y mitigar los efectos del cambio climático. Esta ley promueve entre otros temas que se elabore inventarios nacionales de la emisión de gases de efecto invernadero y remitir este reporte al Ministerio del Ambiente, incluyendo al sector privado en esta gestión. El problema es que esta ley

solo promueve que se debe llevar un registro de la emisión de gases de efecto invernadero, pero no establece límites ni sanciones.

Por otro lado, tampoco contamos en el país con incentivos claros que promuevan acciones que busquen reducir las emisiones o el uso de gases de efecto invernadero en las instalaciones eléctricas en Alta Tensión.

Por su parte La Unión Europea y los principales países industrializados, tomando como base los acuerdos de la COP 21, se han comprometido en tomar acciones para reducir las emisiones de los gases de efecto invernadero designados en el Protocolo de Kyoto. En ese sentido la Unión Europea ha tomado la delantera en la regulación de estas emisiones, estableciendo impuestos cuando se pasan los límites de emisiones de gases de efecto invernadero, tanto para el gas SF6 como su equivalencia en CO2. Por ejemplo, en España se promulgó la Ley 16/2013, que establece un impuesto directo a la emisión de gases fluorados como es el caso del SF6 y que establece un impuesto de hasta 100 euros por kilogramo del potencial de calentamiento atmosférico, es decir el equivalente en CO2 (BOE, 2013).

#### **4.4 Intangibles: Sostenibilidad y Medio Ambiente**

Como hemos indicado en el punto anterior, no tenemos una legislación que regule o controle las emisiones de gases de efecto invernadero por parte de las empresas del sector eléctrico. Mientras solo algunas empresas del sector eléctrico del país cuentan con políticas corporativas que plantean acciones para el control o reducción del uso de gases de efecto invernadero como es el caso del SF6. En ese sentido estas vienen evaluando y aplicando acciones para el control de las emisiones de gases de efecto invernadero, pero solo sustentadas en políticas medio ambientales que son lineamientos propios de estas corporaciones.

La principal empresa de Transmisión Eléctrica del país pertenece al Grupo Colombiano ISA y que en el país opera a través de Red de Energía del Perú, Consorcio Transmantaro e ISA Perú, indica en su Política de Gestión Ambiental (Grupo ISA, 2019),

que forma parte del grupo de empresas que define acciones para reducir las emisiones de SF6 en las empresas del sector eléctrico, de acuerdo a lo establecido por la Agencia Ambiental de Estados Unidos (US-EPA). A partir de esta asociación se han fijado como meta evitar fugas por encima de 0,7% de su capacidad instalada de SF6. Parte de los logros obtenidos por esta empresa es que en la medición de Huella de Carbono del año 2019 redujeron en 1 008 Toneladas de CO2 con respecto a la medición tomada el 2018. Y como se indicó en el punto 3.2.2 en el consolidado de la medición de emisiones de SF6 del Grupo ISA se obtuvo 0,45% con respecto a la capacidad instalada de dicho grupo empresarial.

Por otro lado, la empresa Enel Distribución Perú, que pertenece al Grupo Italiano Enel, tiene una Política de Sostenibilidad (Enel, 2018), basada en objetivos de desarrollo basados en los principios del Pacto Mundial de la ONU, de los cuales los principios 7, 8 y 9 están ligados con el cuidado del medio ambiente. En ese marco la empresa Enel Distribución viene evaluando diferentes alternativas para reducir el impacto en el medio ambiente, como por ejemplo la promoción de la Economía Circular en sus proveedores o concursos internos para que sus trabajadores planteen proyectos de sostenibilidad que tengan como objeto Cambio Climático y Economía Circular. En este sentido en el concurso realizado en el año 2019, un equipo de ingenieros de dicha empresa se llevó el primer premio con el proyecto “Gestión del gas SF6 para reducir el impacto del calentamiento global de las instalaciones eléctricas” (EnelPerú, 2019), en colaboración con la empresa General Electric. Dicho informe tiene como uno de sus entregables de que, si bien el impacto económico de adquirir nuevas subestaciones encapsuladas con gases alternativos no puede ser compensado versus las subestaciones encapsuladas en gas SF6, se evaluará en los próximos proyectos si asumen el liderazgo en el sector eléctrico en materia de sostenibilidad. En la actualidad los concursos para adquisición de subestaciones

encapsuladas en gas establecen en sus bases técnico-administrativas, un procedimiento de evaluación de propuestas que favorece la utilización de tecnologías que usen gases alternativos al SF<sub>6</sub>.

## Conclusiones

- Siendo el gas SF<sub>6</sub> un gas catalogado como peligroso para el medio ambiente por ser considerado un gas de efecto invernadero, es necesario tomar medidas de mitigación para el uso de este. Desafortunadamente en el país no se están realizando medición de las emisiones de este tipo de gas por las empresas del sector que cuentan con activos que contienen SF<sub>6</sub>, salvo algunas excepciones como indicamos en el informe. Y es que no existe una normatividad que regule el control de estas emisiones en el país.
- No se cuenta con una base de datos de los principales activos que utilizan este tipo de gas, con las características necesarias para poder determinar algunas acciones a futuro. A partir de la información publicada por el COES, los unifilares de las subestaciones en alta tensión publicadas por Osinergmin, bases de datos propias de la base instalada de fabricantes, así como información proporcionada por algunas empresas del sector, se pudo armar la información presentada en este informe. Esta base de datos no contiene el total de equipos instalados en nuestro sistema eléctrico, pero representa una parte de las principales subestaciones del sistema de transmisión y una parte de los sistemas en alta tensión de las empresas de distribución eléctrica de Lima.
- La cantidad total del equipamiento de la muestra contiene 62 983,2 kg de gas SF<sub>6</sub>, que representa un potencial equivalente de 1 505 298 Toneladas de CO<sub>2</sub>. Entonces las empresas del sector tienen la responsabilidad de establecer medidas de control y manipulación de este gas tanto en los propios equipos durante su ciclo de vida, como del gas que tienen almacenado por estar contaminado o como reserva.
- La comparación que se realizó en el ejemplo de reemplazar una subestación encapsulada en gas SF<sub>6</sub> por una subestación encapsulada en gas alternativo, nos

dio como resultado que esto representa un 11% de mayor inversión para el uso de la tecnología que usa gases alternativos. Si bien estos gases son menos agresivos con el medio ambiente, reduciendo en al menos 99% el efecto del gas SF<sub>6</sub>, no existe en el país ningún incentivo económico que permita viabilizar el cambio de tecnología desde el punto de vista financiero.

- Luego del análisis económico, el limitante principal radica en el desarrollo de la tecnología de equipamiento en alta tensión con gases alternativos, que hemos visto hubiera tenido un horizonte de al menos hasta el 2025, pero que se tendrá que desplazar debido al impacto de la pandemia del COVID-19. La pandemia no solo ha afectado los procesos de investigación y diseño de estas nuevas tecnologías, sino también en forma temporal la demanda de energía eléctrica y la economía de las empresas del sector. Se espera una recuperación en los siguientes años que ayuden a promover este desarrollo en forma sostenible.

## Recomendaciones

- El estado a través de la Dirección General de Electricidad debería promulgar una normatividad para la medición emisiones en el país de este gas SF<sub>6</sub> que es considerado de efecto invernadero, y siendo fiscalizado por los organismos de supervisión como el Osinergmin. Un punto importante para revisar es la Misión del Organismo Supervisor, que solo hace referencia a la regulación y fiscalización del sector energía, pero solo menciona la sostenibilidad y seguridad en el sector minero. La información sobre emisiones de gases de efecto invernadero, está siendo publicada por el Banco Mundial y nuestro país figura con una medición de valor cero hasta la fecha, siendo entonces una tarea pendiente del país.
- Como hemos indicado, nos ha tocado hacer una búsqueda de la información respecto al equipamiento que consideramos para nuestro análisis, pero esta muestra no representa el total del equipamiento en alta tensión que se encuentra instalado en nuestro sistema eléctrico. El COES cuenta con una base de datos del sistema interconectado, que podría ser completada y además actualizada constantemente porque es responsable de la aceptación de nuevas instalaciones en el sistema. Por lo menos se debería tener la siguiente información: Tipo de Equipo, Nivel de Tensión, subestación en la que se encuentra instalado, Año de instalación, Corriente Nominal, etc. Esta información no solo será útil para definir la cantidad de SF<sub>6</sub> existente en las instalaciones eléctricas en alta tensión, sino que nos serviría para poder tomar decisiones respecto del control, manipulación y futuro reemplazo del gas SF<sub>6</sub>.
- Nuestro sistema eléctrico tiene una cantidad importante de gas SF<sub>6</sub> en sus instalaciones y esto representa una importante responsabilidad de parte de las empresas eléctricas que son propietarios de este tipo de equipos. Las políticas de

manejo ambiental de parte de las empresas del sector, normas internacionales como la IEC 60376 y recomendaciones de los fabricantes están siendo adoptadas por las empresas eléctricas durante la instalación de nuevas subestaciones o extensiones de estas en el sistema. Pero no se cuenta con un registro de las emisiones de gas SF<sub>6</sub> en equipos existentes, o almacenados, salvo los casos mencionados de las empresas ISA y Enel Perú. Sería muy importante que estas empresas, en el marco de la normatividad solicitada en nuestra primera recomendación, informe acerca de las emisiones de gas SF<sub>6</sub> y se lleve un registro para ser informado. Adicionalmente las empresas eléctricas deberían adoptar medidas de control de estas emisiones en base a programas de mantenimiento y sistemas de monitoreo. En el mercado existen sistemas de monitoreo especialmente para las subestaciones encapsuladas en gas que podrían ser adoptadas por las empresas del sector, de esta manera realizar un mejor control de estas emisiones. Adicionalmente se cuenta con sistemas de gestión de activos con bases de datos y software que permite mejorar la confiabilidad de los equipos al reducir las tasas de falla y reducir los mantenimientos.

- Definitivamente la mayor recomendación es que los poderes del Estado se comprometan en promulgar una legislación que promueva el uso de nuevas tecnologías que reduzcan el uso del gas SF<sub>6</sub>. De esta manera hacer viable el reemplazo progresivo de este gas en instalaciones existentes y sobre todo que las nuevas instalaciones que ingresen al sistema ya cuenten gases alternativos.

En Europa por ejemplo ya se cuenta con legislación que aplica impuestos altos al uso de gases de efecto invernadero, protegiendo de esta manera el medio ambiente de estos gases nocivos. Tienen un impuesto por la emisión del gas SF<sub>6</sub> y otro por la emisión de CO<sub>2</sub>, lo cual representa en algunos casos de un 20% a 30% de sobre costo respecto a la inversión de una subestación encapsulada, de acuerdo con el fabricante General Electric.

Si contáramos con este tipo de impuestos en el país, se compensaría por exceso del 11% que obtuvimos al hacer la comparación entre dos tecnologías para una subestación encapsulada. De esta manera haríamos viables los proyectos de nuevas subestaciones utilizando gases alternativos, he incluso para el caso de reemplazo de subestaciones existentes.

- Finalmente, luego de que se tenga un marco legal y regulado por los organismos del estado, la recomendación es que generen las especificaciones y demás documentos para que los futuros procesos permitan el uso de esta nueva tecnología con gases alternativos. De esta manera se generará un incremento en la demanda de estos equipos y por lo tanto los fondos necesarios para financiar los trabajos de los departamentos de Inversión & Desarrollo, que traerá como consecuencia que el Plan de Desarrollo de estos equipos con gases alternativos se acelere y podamos tener todas las versiones disponibles.

## Referencias Bibliográficas

- ABB. (2018). *SF6 and a world first*. ABB Review.
- Banco Mundial. (2010). *Emisiones de gas SF6 (miles de toneladas métricas de equivalente de CO2)*. World Bank Open Data. <https://data.worldbank.org>
- BOE. (2013). *Ley 16/2013, de 29 de octubre, por la que se establecen determinadas medidas en materia de fiscalidad medioambiental y se adoptan otras medidas tributarias y financieras* [Entrevista]. [https://www.hacienda.gob.es/Documentacion/Publico/NormativaDoctrina/Tributaria/Impuesto%20sobre%20los%20Gases%20Fluorados%20de%20Efecto%20Invernadero/Ley\\_16-2013.pdf](https://www.hacienda.gob.es/Documentacion/Publico/NormativaDoctrina/Tributaria/Impuesto%20sobre%20los%20Gases%20Fluorados%20de%20Efecto%20Invernadero/Ley_16-2013.pdf)
- Caicedo, M. (2008). *Especificaciones técnicas y Planos Subestación José Granda 72,5 kV*,. CENS.
- CIGRE. (2018). *Comparative Life Cycle Assessment of an Environmentally Friendly 145 kV Gas Insulated Substation*.
- COES. (s. f.). *Equipamiento del SEIN*. Recuperado 12 de noviembre de 2023, de <https://www.coes.org.pe/Portal/equipamiento/equipo/index>
- El Peruano. (2018). *Ley Marco sobre Cambio Climático—LEY - N° 30754*. <http://busquedas.elperuano.pe/dispositivo/NL/1638161-1>
- Enel. (2018). *Política de Sostenibilidad*. <https://enel.pe/content/enel-pe/es/megamenu/sostenibilidad/politica-de-sostenibilidad-enel-peru.html>
- Enel Perú. (2019). *Gestión del gas SF6 para reducir el impacto del calentamiento global de las instalaciones eléctricas*.
- Flores, R., Delgado, F., & Romero, V. (2012). Aplicaciones del SF6 en la Industria Eléctrica y su Impacto en el Medio Ambiente. *Ingeniería*, 16(3), 229-241.
- GE Grid Solutions. (2023). *HV/MV Equipment*. [https://www.gegridsolutions.com/hvmv\\_equipment.htm](https://www.gegridsolutions.com/hvmv_equipment.htm)
- GE Renewable Energy. (2022). *Sustainability*. <https://www.ge.com/renewableenergy/sustainability>
- Glaubitz, P., Stangherlin, S., Biasse, J.-M., Meyer, F., Dallet, M., Prüfert, M., Kurte, R., Saida, T., Uehara, K., Prieur, P., Ito, H., Kynast, E., Janssen, A., Smeets, R., & Dufournet, D. (2014).

- CIGRE Position Paper on the Application of SF6 in Transmission and Distribution Networks. *Position Paper*, 274, 34-39.
- Grupo ISA. (2019). *Gestión Ambiental*. Isa REP. <https://www.isarep.com.pe/SitePages/Pagina.aspx?lang=es&mp=3&ms=18&ip=29>
- Hitachi. (2023a). *Decarbonized society: Environmental Activities*. [https://www.hitachi.com/environment/vision/low\\_carbon.html](https://www.hitachi.com/environment/vision/low_carbon.html)
- Hitachi. (2023b). *Products & Solutions*. <https://www.hitachienergy.com/products-and-solutions>
- Hitachi Energy. (2021). *Hitachi Energy y GE firman un acuerdo histórico para reducir el impacto medioambiental en el sector de la transmisión eléctrica*. <https://www.hitachienergy.com/es/es/news/press-releases/2021/04/hitachi-abb-power-grids-and-ge-sign-landmark-agreement-to-reduce-environmental-impact-in-the-electrical-transmission-industry>
- INFRA. (2011). *HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD (HDS) HEXAFLORURO DE AZUFRE – SF6 (GAS LICUADO)*. [https://www.minem.gob.pe/minem/archivos/ARCHIVO\\_6860731-251-450-101-200.pdf](https://www.minem.gob.pe/minem/archivos/ARCHIVO_6860731-251-450-101-200.pdf)
- Isa. (2020). *Informe Especial ASG (Ambiental, Social y Gobierno) 2020*. [https://isasapaginaswebisa001.blob.core.windows.net/paginawebisawordpress/2021/05/InformeASG\\_ISA2020\\_FinalESP.pdf](https://isasapaginaswebisa001.blob.core.windows.net/paginawebisawordpress/2021/05/InformeASG_ISA2020_FinalESP.pdf)
- MINAM. (2016). *Inventario Nacional De Gases De Efecto Invernadero*. <https://infocarbono.minam.gob.pe/inventarios-nacionales-gei/inventario-nacional-gases-efecto-invernadero-2016/>
- O’Connell, P., Heil, F., Henriot, J., Mauthe, G., Morrison, H., Niemeyer, L., Pittroff, M., Probst, R., & Taillebois, J. P. (2001). SF6 in the Electric Industry, Status 2000. *Cigré*, 1-7.
- Owens, J., Xiao, A., Bonk, J., DeLorme, M., & Zhang, A. (2021). Recent Development of Two Alternative Gases to SF6 for High Voltage Electrical Power Applications. *Energies*, 14(16), Article 16. <https://doi.org/10.3390/en14165051>
- Ramirez, F. (2003). *Subestaciones de Alta y Extra Alta Tension* (segunda). Mejia Villegas S.A. <https://toaz.info/doc-view-2>

- Revista ElectroIndustria. (2011). *El Hexafluoruro de Azufre*.  
<https://www.emb.cl/electroindustria/articulo.mvc?xid=1563&tip=7&xit=el-hexafluoruro-de-azufre>
- Rodriguez, C., & Glaubitz, P. (2011). *Subestaciones aisladas en gas SF6*. Cigré.  
<https://www.cigre.cl/wp-content/uploads/2017/03/SIEMENS.pdf>
- Rzouq, R. S., Alrashdan, M. K., Suleiman, E. Y., Elmanaseer, J. M., & Karsh, R. S. A. (2023). Comparison Between Different Gases Used as Insulation Medium in High Voltage Technology and Their Effect on the Environment. *Ecological Engineering & Environmental Technology*, 24(3), 60-70. <https://doi.org/10.12912/27197050/159630>
- Sayas, L., & Rojas, A. (2022). *Diagramas Unifilares de las Instalaciones de Generación y Transmisión, diciembre de 2020*. Osinergim.  
[https://issuu.com/osinergmin/docs/diagramas\\_unifilares\\_de\\_las\\_instalaciones\\_de\\_gener/2](https://issuu.com/osinergmin/docs/diagramas_unifilares_de_las_instalaciones_de_gener/2)
- Siemens. (2021). *The Blue portfolio – a cleaner future is here*.  
<https://www.siemensenergy.ch/global/en/home/products-services/product-offerings/blue-high-voltage-products.html>, <https://www.siemens-energy.com/global/en/home/products-services/product-offerings/blue-high-voltage-products.html>
- Siemens. (2023). *Carbon-neutral operations*. Siemens Global Website.  
<https://www.siemens.com/global/en/company/sustainability/carbonneutral.html>
- Solvay. (2018). *Sulphur Hexafluoride*. Solvay Special Chemicals.  
[https://www.solvay.com/sites/g/files/srpend221/files/2018-08/SF6-Sulphur-Hexafluoride\\_0.pdf](https://www.solvay.com/sites/g/files/srpend221/files/2018-08/SF6-Sulphur-Hexafluoride_0.pdf)
- Sosa, J. (2022). *Subestaciones electricas de alta tensión aisladas en gas*. Universidad Nacional de La Plata.  
[https://catedra.ing.unlp.edu.ar/electrotecnia/sispot/Libros%202007/libros/sosaesca/GIS%20DE%20ALTA%20TENSION\\_AAR.pdf](https://catedra.ing.unlp.edu.ar/electrotecnia/sispot/Libros%202007/libros/sosaesca/GIS%20DE%20ALTA%20TENSION_AAR.pdf)
- T&D Europe. (2017). *T&D Europe Technical report on alternative to SF6 gas in medium voltage & high voltage electrical equipment*. <https://tdeurope.eu/publicationss/position-papers.html>
- Tsamo, D., Pitelet, J., & Inversin, M. (2020). Application of fluoronitrile-based alternative gas to SF6 to a high-voltage GIS at Grimaud substation. *Matpost Lyon*.

[https://www.researchgate.net/publication/338536146\\_Application\\_of\\_fluoronitrile-based\\_alternative\\_gas\\_to\\_SF6\\_to\\_a\\_high-voltage\\_GIS\\_at\\_Grimaud\\_substation](https://www.researchgate.net/publication/338536146_Application_of_fluoronitrile-based_alternative_gas_to_SF6_to_a_high-voltage_GIS_at_Grimaud_substation)

UNFCCC. (2012). *¿Qué es el Protocolo de Kyoto?* United Nations Framework Convention on Climate Chang. [https://unfccc.int/es/kyoto\\_protocol](https://unfccc.int/es/kyoto_protocol)

Vegoor. (s. f.). *Solutions in SF6 (Sulfur Hexafluoride)*. Vegoor Solutions. Recuperado 12 de noviembre de 2023, de <https://www.vegoor.com.br/solucoes-em-sf6?lang=en>

## **Anexos**

Anexo 1	Hoja de Seguridad del Gas SF6.....	1
Anexo 2	Lista de Interruptores por Nivel de Tensión, Base de Datos COES.....	7
Anexo 3	Lista de Subestaciones encapsuladas en gas SF6 por Nivel de Tensión.....	60
Anexo 4	Diagrama de Gases, Planos de vista de planta y cortes SE José Granda. ....	62

# Anexo 1

## Hoja de Seguridad del Gas SF6



### HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD (HDS) HEXAFLORURO DE AZUFRE – SF<sub>6</sub> (GAS LICUADO)

INFRA S.A. DE C.V. Félix Guzmán No. 16 3° Piso. Col. El Parque. C.P. 53398. Naucalpan de Juárez. Estado de México, México. TELEFONO DE EMERGENCIA: 01-800-221-98-44 (24 HORAS)	Clave del Documento: HDS-SF6-GLQ	Revisión No. : 04
	Fecha de Emisión: 1999-12	Fecha de Revisión: 2011-07

#### DATOS GENERALES DEL PRODUCTO

Nombre Químico <sup>(1)</sup> : <b>Hexafluoruro de Azufre</b>	Nombre Comercial: <b>Hexafluoruro de Azufre</b>	Sinónimos: <b>Hexafluoruro de Azufre</b>
Formula: <b>SF<sub>6</sub></b>	Familia Química: <b>Fluoruro Inorgánico</b>	Inf. Relevante: <b>Gas Inerte Asfixiante simple</b>

#### IDENTIFICACION DEL PRODUCTO

No. CAS <sup>(2)</sup> : <b>2551-62-4</b>	No. ONU <sup>(3)</sup> : <b>1080</b>	IPVS (IDLH) <sup>(4)</sup> : <b>NA</b>
LMPE-PPT <sup>(5)</sup> : <b>1,000 ppm (6,000 mg/m<sup>3</sup>)</b>	LMPE-CT <sup>(6)</sup> : <b>1,250 ppm (7,500 mg/m<sup>3</sup>)</b>	LMPE-P <sup>(7)</sup> : <b>NA</b>

#### CLASIFICACION DE RIESGOS

NFPA <sup>(8)</sup> : Rombo de Riesgos	Salud (S):	Inflamabilidad (I):	Reactividad (R):	Riesgos Especiales (RE):
	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	
HMIS <sup>(9)</sup> : Rectángulo de Riesgos	Salud (S):	Inflamabilidad (I):	Reactividad (R):	Equipo de Protección Personal (EPP):
	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>A</b> Lentes de seguridad

#### PROPIEDADES FISICAS Y QUIMICAS DEL PRODUCTO <sup>(10)</sup>

Temperatura de Ebullición: 209 K (-64.15 °C) @ 101.325 kPa	Temperatura de Fusión: 222.35 K (-50.8 °C) @ 244 kPa	Temperatura de Inflamación: <b>NA</b>	Temperatura de Autoignición: <b>NA</b>
Densidad: 6.162 kg/m <sup>3</sup> @ 101.325 kPa ; 20 °C	pH: <b>NA</b>	Peso Molecular: 146.054 g/mol	Estado Físico: <b>Gas Licuado</b>
Color: <b>Incoloro</b>	Olor: <b>Inodoro</b>	Velocidad de Evaporación: <b>NA</b>	Solubilidad en Agua: 5.4 cm <sup>3</sup> / 1 kg Agua @ 101.325 kPa ; 25 °C
Presión de Vapor: 2308 kPa @ 294.25 K (21.1 °C)	Porcentaje de Volatilidad: <b>NA</b>	Límite Superior de Inflamabilidad / Volatilidad: <b>NA</b>	Límite Inferior de Inflamabilidad / Volatilidad: <b>NA</b>

	<b>HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD (HDS)</b>	<b>HEXAFLORURO DE AZUFRE – SF<sub>6</sub></b> <b>(GAS LICUADO)</b>	
		Clave del Documento: HDS-SF6-GLQ	Revisión No. : 04

### RIESGOS DE FUEGO O EXPLOSION

<b>Medio de Extinción:</b> Agua: Se puede utilizar Espuma: Se puede utilizar Dióxido de Carbono (CO <sub>2</sub> ): Se puede utilizar Polvo Químico: Se puede utilizar Otros Métodos: Se pueden utilizar todos los medios de extinción conocidos	
<b>Equipo de Protección Específico para el Combate de Incendios:</b> Utilizar un aparato de respiración autónomo.	
<b>Procedimiento y Precauciones Especiales durante el combate de Incendios:</b> La exposición a altas temperaturas puede causar la formación de subproductos tóxicos, que en presencia de humedad pueden resultar corrosivos. Ante la exposición al calor intenso o fuego, el cilindro se vaciará rápidamente y/o se romperá violentamente. El producto no es inflamable y no soporta la combustión. Alejarse del envase y enfriarlo con agua desde un lugar protegido. Si es posible, detener el caudal de producto. Mantener los cilindros adyacentes fríos mediante pulverización de gran cantidad de agua hasta que el fuego se apague.	
<b>Condiciones que Conducen a Otro Riesgo Especial:</b> ND	
<b>Productos de la Combustión que sean Nocivos para la Salud:</b> ND	
<b>Datos de Reactividad:</b> Condiciones de Estabilidad: Estable en condiciones normales. Condiciones de Inestabilidad: La descomposición térmica genera productos tóxicos los cuales pueden ser corrosivos en presencia de humedad. Incompatibilidad: Alcalis y metales alcalino térreos - aluminio en polvo, zinc, etc. Residuos Peligrosos de la Descomposición: ND Polimerización Espontánea: ND Otros: ND	

### RIESGOS A LA SALUD Y PRIMEROS AUXILIOS

<b>Vía de Ingreso al Organismo:</b> Ingestión: Sin efectos negativos Inhalación: La inhalación de la sustancia en altas concentraciones puede también causar una depresión suave del sistema nervioso y arritmias. A elevadas concentraciones puede causar asfixia. Los síntomas pueden incluir la pérdida de la consciencia o de la movilidad. La víctima puede no haberse dado cuenta de la asfixia. La asfixia puede causar la inconsciencia tan inadvertida y rápidamente que la víctima puede ser incapaz de protegerse. Contacto: El contacto con el líquido puede causar quemaduras por frío o congelación.	
<b>Sustancia Química:</b> Carcinogénica: Sin efectos negativos Mutagénica: Sin efectos negativos Teratogénica: Sin efectos negativos	
<b>Información Complementaria:</b> CL <sub>50</sub> <sup>(11)</sup> : NA DL <sub>50</sub> <sup>(12)</sup> : NA	
<b>Emergencia y Primeros Auxilios:</b> Retirar a la víctima a un área no contaminada llevando colocado el equipo de respiración autónomo. Mantener a la víctima caliente y en reposo. Llamar al médico. Brindar respiración artificial si se detiene la respiración.	


**JOHNNY ESPINOSA RAMIREZ**  
 INGENIERO GEOGRAFICO  
 Reg. del Colegio de Ingenieros N° 7429


**KARLA MANRIQUE**  
 INGENIERA AMBIENTAL  
 Reg. del Colegio de Ingenieros N° 162948


**JOHNNY OJEDA**  
 INGENIERO AMBIENTAL  
 DIP. N° 05619


**ERIC DE LA CRUZ DE LA CRUZ**  
 BIÓLOGO  
 CPB N° 8363

PR-ACA-01-10 Rev. 00 Hoja 2 De 6

	<b>HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD (HDS)</b>	<b>HEXAFLORURO DE AZUFRE – SF<sub>6</sub></b> <b>(GAS LICUADO)</b>	
		Clave del Documento: HDS-SF6-GLQ	Revisión No. : 04

<b>Medidas Precautorias en Caso de:</b>	
Ingestión:	NA
Inhalación:	Salir al aire libre. Si la respiración es dificultosa o se detiene, proporcione respiración asistida. Se puede suministrar oxígeno suplementario. Si se detiene el corazón, el personal capacitado debe comenzar de inmediato la resucitación cardiopulmonar. En caso de dificultad respiratoria, brindar oxígeno.
Contacto:	En caso de contacto con los ojos, lávenlos inmediata y abundantemente con agua y acúdase a un médico. Manténgase el ojo bien abierto mientras se lava. En caso de contacto con la piel lavar la parte congelada con agua abundante. No quitar la ropa adherida. Cubrir la herida con vendaje esterilizado.
<b>Otros Riesgos o Efectos a la Salud:</b> La exposición a una atmósfera con deficiencia de oxígeno puede causar los siguientes síntomas: Vértigo. Salivación. Náusea. Vómitos. Pérdida de movilidad / consciencia.	
<b>Antídotos:</b> NA	
<b>Información Importante para la Atención Médica Primaria:</b> Consultar a un médico después de una exposición importante. Salir al aire libre. Si la respiración es dificultosa o se detiene, proporcione respiración asistida. Se puede suministrar oxígeno suplementario. Si se detiene el corazón, el personal capacitado debe comenzar de inmediato la resucitación cardiopulmonar.	
<b>Controles de Exposición:</b> <b>Disposiciones de ingeniería:</b> Es necesario garantizar la ventilación natural o mecánica para prevenir atmósferas deficientes de oxígeno con niveles inferiores al 19.5% de oxígeno.  <b>Protección respiratoria:</b> Para respirar en atmósfera deficiente de oxígeno debe usarse un equipo de respiración autónomo o una línea de aire con presión positiva y máscara. Los respiradores purificadores del aire no dan protección. Los usuarios de los equipos de respiración autónomos deben ser entrenados.  <b>Protección de las manos:</b> Para el trabajo con cilindros se aconsejan guantes reforzados. La caducidad de los guantes seleccionados debe ser mayor que el periodo de uso previsto.  <b>Protección de los ojos:</b> Se aconseja el uso de gafas de protección durante la manipulación de cilindros.  <b>Protección de la piel y del cuerpo:</b> Durante la manipulación de cilindros se aconseja el uso de zapatos de protección.  <b>Instrucciones especiales de protección e higiene:</b> Asegurarse de una ventilación adecuada, especialmente en locales cerrados.	

### INDICACIONES EN CASO DE FUGA O DERRAME

<b>Procedimiento y Precauciones Inmediatas:</b> Evacuar el personal a zonas seguras. Utilizar equipos de respiración autónoma cuando entren en el área a menos que esté probado que la atmósfera es segura. Ventilar la zona. Vigilar el nivel de oxígeno. No debe liberarse en el medio ambiente. No descargar dentro de ningún lugar donde su acumulación pudiera ser peligrosa. Impedir nuevos escapes o derrames. Prevenir la entrada en alcantarillas, sótanos, fosos de trabajo o en cualquier otro lugar donde la acumulación pueda ser peligrosa.
<b>Método de Mitigación:</b> Si es posible, detener el caudal de producto. Aumentar la ventilación del área y controlar el nivel de oxígeno. Si la fuga tiene lugar en el cilindro o en su válvula, llamar al número de emergencia de INFRA. Si la fuga se encuentra en la instalación del usuario, cerrar la válvula del cilindro y efectuar un venteo de seguridad de la presión antes de efectuar cualquier reparación.

 <b>JOHNY ESPINOSA RAMIREZ</b> INGENIERO GEOGRAFO <small>Reg. del Colegio de Ingenieros N° 74037</small>	 <b>CHRISTIAN FERRIS</b> INGENIERO AMBIENTAL <small>Reg. CIP N° 96244</small>	 <b>TONY DUGGIO CENTRE CHAMPA</b> INGENIERO AMBIENTAL <small>CIP N° 95512</small>	 <b>ERIC DE LA CRUZ DE LA CRUZ</b> BIÓLOGO <small>CPB N° 5363</small>	Hoja 3 De 8
--	---	---	---	-------------

	<b>HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD (HDS)</b>	<b>HEXAFLORURO DE AZUFRE – SF<sub>6</sub></b> <b>(GAS LICUADO)</b>	
		Clave del Documento: HDS-SF6-GLQ	Revisión No. : 04

### PROTECCION ESPECIAL ESPECIFICA PARA SITUACIONES DE EMERGENCIA

Equipo de Protección Especial Especifico:  
 NA

### INFORMACION SOBRE TRANSPORTACION <sup>(13) (14) (15)</sup>

Evitar el transporte en los vehículos donde el espacio de la carga no esté separado del compartimiento del conductor. Asegurar que el conductor está enterado de los riesgos potenciales de la carga y que conoce que hacer en caso de un accidente o de una emergencia. Debe portar el rombo de señalamiento de seguridad (gas no inflamable) con el número de naciones unidas ubicando en la unidad según NOM-004-STC/2008. Cada envase requiere una etiqueta de identificación con información de riesgos primarios y secundarios. La unidad deberá contar con su hoja de emergencia en transportación con la información necesaria para atender una emergencia según NOM-005-STC/2008.

Los cilindros deberán ser transportados en posición vertical y en unidades bien ventiladas, nunca transporte en el compartimiento de pasajeros del vehículo.

Incompatibilidad para el Transportes<sup>(16)</sup>

No debe cargarse, transportarse o almacenarse junto con sustancias, materiales o residuos peligrosos con clase o división de riesgo 1.1, 1.2, 1.5, en la misma unidad o vehículo de transporte, así como en cualquier instalación de almacenamiento.

No. Guía Respuesta a Emergencias<sup>(17)</sup>: **126 Gases comprimidos o licuados (incluyendo gases refrigerantes)**

División <sup>(15)</sup> : <p style="text-align: center;"><b>2.2</b></p>	Riesgo Primario <sup>(18)(16)</sup> : <p style="text-align: center;"><b>2.2</b></p> 	Riesgo Secundario <sup>(15)(16)</sup> : <p style="text-align: center;"><b>Ninguno</b></p>
---	--	--

### INFORMACION SOBRE ECOLOGIA <sup>(19)</sup>

ND  
 Método de Eliminación de Desechos:  
 ND

### PRECAUCIONES ESPECIALES

Manejo, Transporte y Almacenamiento:  
 Precauciones para una manipulación segura: Los gases comprimidos o líquidos criogénicos sólo deben ser manipulados por personas con experiencia y debidamente capacitadas. Proteger los cilindros contra daños físicos; no tirar, no rodar, ni dejar caer. La temperatura en las áreas de almacenamiento no debe exceder los 50°C. Antes de usar el producto, identificarlo leyendo la etiqueta. Antes del uso del producto se deben conocer y entender sus características así como los peligros relacionados con las mismas. En caso de que existan dudas sobre los procedimientos del uso correcto de un gas concreto, ponerse en contacto con INFRA. No quitar ni borrar las etiquetas entregadas por INFRA para la identificación del contenido de los cilindros. Para la manipulación de cilindros se deben usar, también para distancias cortas, carretillas destinadas al transporte de cilindros. No quitar el protector de seguridad de la válvula hasta que el cilindro no esté sujeto a la pared, mesa de trabajo o plataforma, y listo para su uso. Para quitar las protecciones demasiado apretadas u oxidadas usar una llave inglesa ajustable. Antes de conectar el envase comprobar la adecuación de todo el sistema de gas, especialmente los indicadores de presión y las propiedades de los materiales. Antes de conectar el envase para su uso, asegurar que se ha protegido contra la aspiración de retorno del sistema al envase. Asegurar que todo el sistema de gas es compatible con las indicaciones de presión y con los materiales de construcción. Asegurarse antes del uso de que no existan fugas en el sistema de gas Usar los equipos de regulación y de presión adecuados en todos los envases cuando el gas es transferido a sistemas con una presión menor que la del envase. No insertar nunca un objeto (p.ej. llave, destornillador, palanca, etc.) a las aberturas del protector de la válvula. Tales acciones pueden deteriorar la válvula y causar una fuga. Abrir la válvula lentamente. Si el usuario ve cualquier problema durante la manipulación de la válvula del cilindro, debe interrumpir su uso y ponerse en contacto con el proveedor. Cerrar la válvula del envase después de cada uso y cuando esté vacío, incluso si está conectado al equipo. Nunca intente reparar o modificar las

	<b>HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD (HDS)</b>	<b>HEXAFLORURO DE AZUFRE – SF<sub>6</sub></b> <b>(GAS LICUADO)</b>	
		Clave del Documento: HDS-SF6-GLQ	Revisión No. : 04

válvulas de un envase o las válvulas de seguridad. Debe de comunicarse inmediatamente al proveedor el deterioro de cualquier válvula. Cerrar la válvula después de cada uso y cuando esté vacía. Sustituir los protectores de válvulas o tapones y los protectores de los envases tan pronto como el envase sea desconectado. No someter los envases a golpes mecánicos anormales, que pueden deteriorar las válvulas o equipos de protección. Nunca intente levantar el cilindro / envase por el protector de la válvula. Usar siempre válvulas anti-retorno en las tuberías. Al devolver el cilindro instalar el tapón protector de la válvula o tapón protector de fugas. Nunca usar fuego directo o calentadores eléctricos para aumentar la presión en el envase. Los envases no deben ser sometidos a temperaturas superiores a los 50°C. Se debe evitar la exposición prolongada a temperaturas inferiores a los -30°C. Nunca intente incrementar la retirada de líquido del envase mediante el aumento la presión dentro del mismo sin consultarlo primero con INFRA. Nunca permitir que el gas licuado quede retenido en partes del sistema porque puede causarse un problema hidráulico.

Condiciones de almacenamiento seguro, incluyendo cualquier incompatibilidad: Se deben almacenar los envases llenos de tal manera que los más antiguos sean usados en primer lugar. Los envases deben ser almacenados en posición vertical y asegurados para prevenir las caídas. Las válvulas de los contenedores deben estar bien cerradas y donde sea necesario, las salidas de las válvulas deben ser protegidas con tapones. Los protectores de las válvulas o tapones deben estar en su sitio. Tener en cuenta todas las leyes y requisitos locales sobre el almacenamiento de envases. Los envases almacenados deben ser controlados periódicamente en cuanto a su estado general y fugas. Proteger los envases almacenados al aire libre contra la corrosión y las condiciones atmosféricas extremas. Los envases no deben ser almacenados en condiciones que puedan acelerar la corrosión. Los envases deben ser almacenados en un lugar especialmente construido y bien ventilado, preferiblemente al aire libre. Mantener los envases herméticamente cerrados en un lugar fresco y bien ventilado. Los envases deben ser almacenados en lugares libres de riesgo de incendio y lejos de fuentes del calor e ignición. Los cilindros llenos se deben separar de los vacíos. No permitir que la temperatura de almacenamiento alcance los 50°C. Devolver los envases con puntualidad

Medidas técnicas/Precauciones: Los recipientes deben ser separados en el área de almacenamiento según las distintas categorías (p.e.: inflamable, tóxico, etc.) y conforme a la reglamentación local. Manténgase lejos de materias combustibles.

### INFORMACION DEL ETIQUETADO <sup>(20)</sup>

Precauciones:  
**LÍQUIDO Y GAS A ALTA PRESIÓN**  
**PUEDE CAUSAR ASFIXIA**  
**PUEDE CAUSAR QUEMADURA POR CONGELAMIENTO**  
 Almacene y use con ventilación adecuada  
 Evite el contacto con ojos, piel o ropa  
 El cilindro no debe exceder 52°C (125°F)  
 Cerrar válvula después de usar y cuando este vacío  
 Utilice dispositivo para evitar el retroceso en el flujo de la tubería  
 Usar de acuerdo a la hoja de seguridad



  
**JOHNNY SFORZA**  
 INGENIERO GEOGRAFO  
 Reg. del Colegio de Ingenieros N° 74257

  
**CHRISTIAN ROJAS**  
 INGENIERO QUÍMICO  
 INGENIERO ASISTENTE  
 Reg. CIP N° 162948

  
**TONMY GODOY**  
 INGENIERO AMBIENTAL  
 CIP N° 95518

  
**ERIC DE LA CRUZ DE LA CRUZ**  
 BIÓLOGO  
 CPB N° 8363



### HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD (HDS)

HEXAFLORURO DE AZUFRE – SF<sub>6</sub>  
(GAS LICUADO)

Clave del Documento:  
HDS-SF6-GLQ

Revisión No. :  
04

#### Primeros Auxilios:

Si se inhala traslade a un lugar fresco.

Si no respira dar respiración artificial, si sigue dificultándose brindar oxígeno, llame al medico.

En caso de quemaduras por congelamiento, pedir atención medica inmediatamente.

#### Siglas y Referencias:

- (1) De acuerdo con: La Unión Internacional de Química Pura y Aplicada (IUPAC).
- (2) No. CAS: Número establecido por el Chemical Abstract Service, de acuerdo a la NOM-015-STPS-2000, Sistema para la identificación y comunicación de peligros y riesgos por sustancias químicamente peligrosas en los centros de trabajo.
- (3) No. ONU: Número asignado a la Sustancia Peligrosa, según las Recomendaciones de la Organización de las Naciones Unidas para el Transporte de Mercancías Peligrosas, de acuerdo a la NOM-002-SCT/2003, Listado de las sustancias y materiales peligrosos más usualmente.
- (4) IPVS (IDLH): Concentración Inmediatamente Peligrosa para la Vida o la Salud, de acuerdo al Pocket Guide to Chemical Hazards.
- (5) LMPE-PT: Límite Máximo Permisible de Exposición Ponderado en el Tiempo, de acuerdo a la NOM-010-STPS-1999, Condiciones de Seguridad e Higiene en los Centros de Trabajo donde se Manejen, Transporten, Procesen o Almacenen Sustancias Químicas Capaces de Generar Contaminación en el Medio Ambiente Laboral.
- (6) LMPE-CT: Límite Máximo Permisible de Exposición para Corto Tiempo, de acuerdo a la NOM-010-STPS-1999, Condiciones de Seguridad e Higiene en los Centros de Trabajo donde se Manejen, Transporten, Procesen o Almacenen Sustancias Químicas Capaces de Generar Contaminación en el Medio Ambiente Laboral.
- (7) LMPE-P: Límite Máximo Permisible de Exposición Pico.
- (8) NFPA: Asociación Nacional de Protección contra Incendios (National Fire Protection Association), de acuerdo a la NOM-015-STPS-2000, Sistema para la identificación y comunicación de peligros y riesgos por sustancias químicamente peligrosas en los centros de trabajo.
- (9) HMIS: Sistema de Identificación de Materiales Peligrosos (Hazardous Materials Identification System), de acuerdo a la NOM-015-STPS-2000, Sistema para la identificación y comunicación de peligros y riesgos por sustancias químicamente peligrosas en los centros de trabajo.
- (10) Matheson Gas Data Book.
- (11) CL50: Concentración Letal para el 50% de la población experimentada.
- (12) DL50: Dosis Letal para el 50% de la población experimentada.
- (13) De acuerdo con: El Reglamento para el Transporte Terrestre de Materiales y Residuos Peligrosos.
- (14) De acuerdo con: NOM-004-SCT/2005, Sistema de Identificación de Unidades Destinadas al Transporte Terrestre de Materiales y Residuos Peligrosos, Recomendaciones de la Organización de las Naciones Unidas para el Transporte de Mercancías Peligrosas.
- (15) De acuerdo con: NOM-002-SCT/2003, Listado de las sustancias y materiales peligrosos más usualmente transportados.
- (16) De acuerdo con: NOM-010-SCT/2009, Disposiciones de compatibilidad y segregación para el almacenamiento y transporte de sustancias, materiales y residuos peligrosos.
- (17) Guía de Respuesta en Caso de Emergencia 2008, Secretaría de Comunicaciones y Transportes.
- (18) De acuerdo con: NOM-003-SCT/2006, Características de las etiquetas de envases y embalajes, destinadas al transporte de sustancias, materiales y residuos peligrosos.
- (19) De acuerdo con: Las Disposiciones de la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, en Materia de Agua, Aire, Suelo y Residuos Peligrosos.
- (20) CGA C-7 Guide to preparation of precautionary labeling and marking of compressed gas containers.
- (21) NA: No Aplica.
- (22) ND: No Disponible.



  
**JOHNNY ZEPEDA ORDONIZ**  
 INGENIERO GEOGRAFO  
 Reg. de Coleg. de Ingenieros N° 7420

  
**CHRISTIAN JESÚS**  
 AGUIA MASCAGAL  
 INGENIERO AMBIENTAL  
 Reg. CIP N° 162946

  
**TONY DUXEYO DEXTRE CHANUA**  
 INGENIERO AMBIENTAL  
 CIP N° 95618

  
**ERIC DE LA CRUZ DE LA CRUZ**  
 BIÓLOGO  
 CPB N° 8363

## Anexo 2

### Lista de Interruptores por Nivel de Tensión, Base de Datos COES

Empresa	Tipo de Equipo	Ubicación	Nombre de equipo	Abreviatura	Nivel Tensión (kV)
SOUTHERN PERU CC	INTERRUPTOR	ILO 3	HCB-1757 (INT. TR1)	HCB-1757	145
1818 S.A.C	INTERRUPTOR	09 DE OCTUBRE	152AX1-G1	152AX1	72.5
LA VIRGEN	INTERRUPTOR	LA VIRGEN	152AX1-G1	152AX1	245
LA VIRGEN	INTERRUPTOR	LA VIRGEN	152AY1	152AY1	245
LA VIRGEN	INTERRUPTOR	LA VIRGEN	152BX1-G2	152BX1	245
LA VIRGEN	INTERRUPTOR	LA VIRGEN	152CX1-G3	152CX1	245
LA VIRGEN	INTERRUPTOR	LA VIRGEN	152CY1	152CY1	245
LA VIRGEN	INTERRUPTOR	LA VIRGEN	152DX1-ACOPLE	152DX1	245
ELECTROPERU	INTERRUPTOR	CAMPO ARMIÑO	352AB	352AB	245
ELECTROPERU	INTERRUPTOR	CAMPO ARMIÑO	352L-2201	352L-2201	245
ELECTROPERU	INTERRUPTOR	CAMPO ARMIÑO	352L-2202	352L-2202	245
ELECTROPERU	INTERRUPTOR	CAMPO ARMIÑO	352L-2203	352L-2203	245
ELECTROPERU	INTERRUPTOR	CAMPO ARMIÑO	352L-2204	352L-2204	245
ELECTROPERU	INTERRUPTOR	CAMPO ARMIÑO	352L-2218	352L-2218	245
ELECTROPERU	INTERRUPTOR	CAMPO ARMIÑO	352L-2219	352L-2219	245
ELECTROPERU	INTERRUPTOR	CAMPO ARMIÑO	352L-2220	352L-2220	245
ELECTROPERU	INTERRUPTOR	CAMPO ARMIÑO	352L-2227	352L-2227	245
MARCOBRE S.A.C.	INTERRUPTOR	MINA JUSTA	4711-IP-101	IN-MINA JUSTA	245
EGEJUNIN	INTERRUPTOR	CONCEPCIÓN	4IN-060-068	4IN-060-068	72.5
MINSUR	INTERRUPTOR	SAN RAFAEL	5021-TC-005	5021-TC-005	145
ENGIE	INTERRUPTOR	ILO 4	5051 (INT-I4T1)	INT-5051	550
ENGIE	INTERRUPTOR	ILO 4	5052 (ACOPLE)	INT-5052	550
ENGIE	INTERRUPTOR	ILO 4	5053 (L-5039)	INT-5053	550
ENGIE	INTERRUPTOR	ILO 4	5054 (INT-I4T3)	INT-5054	550
ENGIE	INTERRUPTOR	ILO 4	5055 (ACOPLE)	INT-5055	550
ENGIE	INTERRUPTOR	ILO 4	5056 (INT-I4T2)	INT-5056	550
TRANSELECTRIC	INTERRUPTOR	MACHALA	52-012	52-012	245
TRANSELECTRIC	INTERRUPTOR	MACHALA	52-022	52-022	245
TRANSELECTRIC	INTERRUPTOR	MACHALA	52-0K2	52-0K2	245
TRANSELECTRIC	INTERRUPTOR	MACHALA	52-0O2	52-0O2	245
TRANSELECTRIC	INTERRUPTOR	MACHALA	52-0Q2	52-0Q2	245
TRANSELECTRIC	INTERRUPTOR	MACHALA	52-0R2	52-0R2	245
SEAL	INTERRUPTOR	LA HUERTA	52-10T47-1631	52-10T47-1631	145
TRANSELECTRIC	INTERRUPTOR	MACHALA	52-1102	52-1102	245

TRANSELECTRIC	INTERRUPTOR	MACHALA	52-182	52-182	245
TRANSELECTRIC	INTERRUPTOR	MACHALA	52-1O2	52-1O2	245
TRANSELECTRIC	INTERRUPTOR	MACHALA	52-1Q2	52-1Q2	245
TRANSELECTRIC	INTERRUPTOR	MACHALA	52-1R2	52-1R2	245
TRANSELECTRIC	INTERRUPTOR	MACHALA	52-212	52-212	245
TRANSELECTRIC	INTERRUPTOR	MACHALA	52-712	52-712	245
TRANSELECTRIC	INTERRUPTOR	MACHALA	52-722	52-722	245
TERMOCHILCA	INTERRUPTOR	OLLEROS 500	52-G1	52-G1	550
TERMOCHILCA	INTERRUPTOR	OLLEROS 500	52-G2	52-G2	550
SEAL	INTERRUPTOR	CAMANÁ	52-L-1057	52-L-1057	145
ATN 1 S.A.	INTERRUPTOR	FRANCOISE	CB-01	CB-01	245
ATN 1 S.A.	INTERRUPTOR	FRANCOISE	CB-02 (PT-01)	CB-02	245
ATN 1 S.A.	INTERRUPTOR	FRANCOISE	CB-03	CB-03	245
COMPAÑÍA MINERA CHUNGAR SAC	INTERRUPTOR	ANIMÓN	CB-03	CB-03	72.5
ATN 1 S.A.	INTERRUPTOR	FRANCOISE	CB-04	CB-04	245
ATN 1 S.A.	INTERRUPTOR	FRANCOISE	CB-05	CB-05	245
COMPAÑÍA MINERA CHUNGAR SAC	INTERRUPTOR	ANIMÓN	CB-05	CB-05	72.5
ATN 1 S.A.	INTERRUPTOR	FRANCOISE	CB-06	CB-06	245
MINERA VOLCAN	INTERRUPTOR	ANIMÓN	CB-07	CB-07	72.5
COMPAÑÍA MINERA CHUNGAR SAC	INTERRUPTOR	ALPAMARCA	CB-106	CB-106	72.5
COMPAÑÍA MINERA CHUNGAR SAC	INTERRUPTOR	ALPAMARCA	CB-201	CB-201	72.5
COMPAÑÍA MINERA CHUNGAR SAC	INTERRUPTOR	BANOS	CB-301	CB-301	72.5
COMPAÑÍA MINERA CHUNGAR SAC	INTERRUPTOR	BANOS	CB-303	CB-303	72.5
MINERA CERRO VERDE	INTERRUPTOR	CERRO VERDE SMCV	CB-4	CB-4	245
LUZ DEL SUR	INTERRUPTOR	CHILCA_LDS	CL-INT-L6250	CL-INT-L6250	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	ICA	CL-T5_10	CL-T5_10	245
EGASA	INTERRUPTOR	CHILINA	CONVERTIDOR 50Hz	INT-CONV_50	145
EGASA	INTERRUPTOR	CHILINA	CONVERTIDOR 60Hz	INT-CONV_60	145
SOUTHERN PERU CC	INTERRUPTOR	REFINERÍA ILO	CS-52R1	CS-52R1	145
SOUTHERN PERU CC	INTERRUPTOR	REFINERÍA ILO	CS-52R2	CS-52R2	145
SOUTHERN PERU CC	INTERRUPTOR	MILL SITE (TOQUEPALA)	CS-741	CS-741	145
SOUTHERN PERU CC	INTERRUPTOR	MILL SITE (TOQUEPALA)	CS-742	CS-742	145
SOUTHERN PERU CC	INTERRUPTOR	QUEBRADA HONDA	CS-784	CS-784	145
SOUTHERN PERU CC	INTERRUPTOR	BOTIFLACA (CUAJONE)	CS-8410	CS-8410	145

SOUTHERN PERU CC	INTERRUPTOR	BOTIFLACA (CUAJONE)	CS-842	CS-842	145
SOUTHERN PERU CC	INTERRUPTOR	BOTIFLACA (CUAJONE)	CS-844	CS-844	145
SOUTHERN PERU CC	INTERRUPTOR	BOTIFLACA (CUAJONE)	CS-846	CS-846	145
SOUTHERN PERU CC	INTERRUPTOR	BOTIFLACA (CUAJONE)	CS-848	CS-848	145
SOUTHERN PERU CC	INTERRUPTOR	MOQUEGUA	HCB-1254	HCB-1254	145
SOUTHERN PERU CC	INTERRUPTOR	MOQUEGUA	HCB-1255	HCB-1255	145
ENGIE	INTERRUPTOR	ILO 2	HCB-14350	HCB-14350	245
ENGIE	INTERRUPTOR	ILO 2	HCB-14450	HCB-14450	245
ENGIE	INTERRUPTOR	CHILCA 1	HCB-1551	HCB-1551	245
ENGIE	INTERRUPTOR	CHILCA 1	HCB-15510	HCB-15510	245
ENGIE	INTERRUPTOR	CHILCA 1	HCB-1552	HCB-1552	245
ENGIE	INTERRUPTOR	CHILCA 1	HCB-1553	HCB-1553	245
ENGIE	INTERRUPTOR	CHILCA 1	HCB-1555	HCB-1555	245
ENGIE	INTERRUPTOR	CHILCA 1	HCB-1557	HCB-1557	245
ENGIE	INTERRUPTOR	CHILCA 1	HCB-1558 (ACOPLE)	HCB-1558	245
ENGIE	INTERRUPTOR	CHILCA 1	HCB-1559	HCB-1559	245
SOUTHERN PERU CC	INTERRUPTOR	ILO 3	HCB-1750 (L-1392)	HCB-1750	245
SOUTHERN PERU CC	INTERRUPTOR	ILO 3	HCB-1751 (L-1385)	HCB-1751	245
PANAMERICANA SOLAR SAC.	INTERRUPTOR	ILO 3	HCB-1752 (L-1390)	HCB-1752	245
SOUTHERN PERU CC	INTERRUPTOR	ILO 3	HCB-1753	HCB-1753	245
SOUTHERN PERU CC	INTERRUPTOR	ILO 3	HCB-1758 (INT. ACOPLAMIENTO)	HCB-1758	245
SOUTHERN PERU CC	INTERRUPTOR	ILO 3	HCB-1759 (INT. TR2)	HCB-1759	245
SOUTHERN PERU CC	INTERRUPTOR	ILO 3	HCB-2752 (L-2033)	HCB-2752	245
SOUTHERN PERU CC	INTERRUPTOR	ILO 3	HCB-2753 (L-2034)	HCB-2753	245
SOUTHERN PERU CC	INTERRUPTOR	ILO 3	HCB-2757 (INT. TR1)	HCB-2757	245
SOUTHERN PERU CC	INTERRUPTOR	ILO 3	HCB-2758 INT. ACOPLAMIENTO)	HCB-2758	245
SOUTHERN PERU CC	INTERRUPTOR	ILO 3	HCB-2759 (INT. TR2)	HCB-2759	245
SOUTHERN PERU CC	INTERRUPTOR	ILO 1	HCB-350	HCB-350	145
SOUTHERN PERU CC	INTERRUPTOR	ILO 1	HCB-653	HCB-653	145
SOUTHERN PERU CC	INTERRUPTOR	ILO 1	HCB-654	HCB-654	145
SOUTHERN PERU CC	INTERRUPTOR	MILL SITE (TOQUEPALA)	HCB-752	HCB-752	145
SOUTHERN PERU CC	INTERRUPTOR	MILL SITE (TOQUEPALA)	HCB-753	HCB-753	145
SOUTHERN PERU CC	INTERRUPTOR	ILO-ELECTROSUR	HCB-952	HCB-952	145
SOUTHERN PERU CC	INTERRUPTOR	ILO-ELECTROSUR	HCB-953	HCB-953	145
ENGIE	INTERRUPTOR	INTIPAMPA	HCB1852	HCB1852	145
ENGIE	INTERRUPTOR	INTIPAMPA	HCB1853	HCB1853	145
ENGIE	INTERRUPTOR	INTIPAMPA	HCB1854	HCB1854	145

SOUTHERN PERU CC	INTERRUPTOR	PLAZA TOQUEPALA	HC7511	HC7511	145
SOUTHERN PERU CC	INTERRUPTOR	PLAZA TOQUEPALA	HC7512	HC7512	145
SOUTHERN PERU CC	INTERRUPTOR	PLAZA TOQUEPALA	HC755	HC755	145
SOUTHERN PERU CC	INTERRUPTOR	PLAZA TOQUEPALA	HC756	HC756	145
SOUTHERN PERU CC	INTERRUPTOR	PLAZA TOQUEPALA	HC758	HC758	145
SOUTHERN PERU CC	INTERRUPTOR	PLAZA TOQUEPALA	HC759	HC759	145
SOUTHERN PERU CC	INTERRUPTOR	BOTIFLACA (CUAJONE)	HC8512	HC8512	145
SOUTHERN PERU CC	INTERRUPTOR	BOTIFLACA (CUAJONE)	HC8514	HC8514	145
SOUTHERN PERU CC	INTERRUPTOR	BOTIFLACA (CUAJONE)	HC8516	HC8516	145
SOUTHERN PERU CC	INTERRUPTOR	BOTIFLACA (CUAJONE)	HC8518	HC8518	145
ENEL DISTRIBUCION PERU	INTERRUPTOR	LOMERA	HIB220-001 (INT)	HIB220-001(INT)	245
ENEL DISTRIBUCION PERU	INTERRUPTOR	LOMERA	HIB220-01	HIB220-01	245
EMPRESA DE GENERACION ELECTRICA CANCHAYLLO SAC	INTERRUPTOR	CANCHAYLLO	I03	I03	72.5
EMPRESA DE GENERACION ELECTRICA CANCHAYLLO SAC	INTERRUPTOR	CANCHAYLLO	I04	I04	72.5
EMPRESA DE GENERACION ELECTRICA CANCHAYLLO SAC	INTERRUPTOR	CANCHAYLLO	I05	I05	72.5
EMPRESA DE GENERACION ELECTRICA CANCHAYLLO SAC	INTERRUPTOR	CANCHAYLLO	I06	I06	72.5
PERUANA DE INVERSIONES EN ENERGIAS RENOVABLES S.A.	INTERRUPTOR	MANTA I	IE-2002	IE-2002	72.5
CELEPSA RENOVABLES S.R.L.	INTERRUPTOR	MARAÑON	IN 01	IN 01	72.5
CELEPSA RENOVABLES S.R.L.	INTERRUPTOR	MARAÑON	IN 02	IN 02	72.5
CELEPSA RENOVABLES S.R.L.	INTERRUPTOR	MARAÑON	IN 03	IN 03	72.5
CELEPSA RENOVABLES S.R.L.	INTERRUPTOR	MARAÑON	IN 04	IN 04	72.5
CELEPSA RENOVABLES S.R.L.	INTERRUPTOR	MARAÑON	IN 05	IN 05	72.5
CELEPSA RENOVABLES S.R.L.	INTERRUPTOR	HUARICASHASH	IN 06	IN 06	72.5
CELEPSA RENOVABLES S.R.L.	INTERRUPTOR	HUARICASHASH	IN 07	IN 07	72.5
CELEPSA RENOVABLES S.R.L.	INTERRUPTOR	HUARICASHASH	IN 08	IN 08	72.5
STATKRAFT S.A	INTERRUPTOR	OROYA NUEVA	IN-0075	IN-0075	245

STATKRAFT S.A	INTERRUPTOR	OROYA NUEVA	IN-0076	IN-0076	245
STATKRAFT S.A	INTERRUPTOR	OROYA NUEVA	IN-0077	IN-0077	245
STATKRAFT S.A	INTERRUPTOR	OROYA NUEVA	IN-0078	IN-0078	245
STATKRAFT S.A	INTERRUPTOR	OROYA NUEVA	IN-0079	IN-0079	245
STATKRAFT S.A	INTERRUPTOR	OROYA NUEVA	IN-0080	IN-0080	245
STATKRAFT S.A	INTERRUPTOR	OROYA NUEVA	IN-0081	IN-0081	245
STATKRAFT S.A	INTERRUPTOR	OROYA NUEVA	IN-0082	IN-0082	245
STATKRAFT S.A	INTERRUPTOR	OROYA NUEVA	IN-0083	IN-0083	245
STATKRAFT S.A	INTERRUPTOR	OROYA NUEVA	IN-0084	IN-0084	245
STATKRAFT S.A	INTERRUPTOR	OROYA NUEVA	IN-0085	IN-0085	245
STATKRAFT S.A	INTERRUPTOR	OROYA NUEVA	IN-0086	IN-0086	245
STATKRAFT S.A	INTERRUPTOR	OROYA NUEVA	IN-0087	IN-0087	245
EMPRESA ADMINISTRADORA CERRO S.A.C.	INTERRUPTOR	PLANTA OXIDOS I	IN-01	IN-01	145
EMPRESA ADMINISTRADORA CERRO S.A.C.	INTERRUPTOR	PLANTA OXIDOS I	IN-02	IN-02	145
EMPRESA ADMINISTRADORA CERRO S.A.C.	INTERRUPTOR	PLANTA OXIDOS I	IN-03	IN-03	145
GR PAINO SOCIEDAD ANONIMA CERRADA	INTERRUPTOR	SE DUNA	IN-0301	IN-0301	145
EMPRESA ADMINISTRADORA CERRO S.A.C.	INTERRUPTOR	PLANTA OXIDOS I	IN-04	IN-04	145
EJEJUNIN	INTERRUPTOR	RUNATULLO II	IN-060-01	IN-060-01	245
EJEJUNIN	INTERRUPTOR	RUNATULLO III	IN-060-03	IN-060-03	245
COMPAÑIA TRANSMISORA SUR ANDINO S.A.C.	INTERRUPTOR	KOLPA	IN-1	IN-1	72.5
ENEL GREEN POWER PERU S.A.C	INTERRUPTOR	FLAMENCO	IN-1 (CIRCUITO 1)	IN-1	245
ENGIE	INTERRUPTOR	SANTA ISABEL	IN-1007	IN-1007	245
HIDRANDINA	INTERRUPTOR	CHIMBOTE 2	IN-1011	IN-1011	145
GR PAINO SOCIEDAD ANONIMA CERRADA	INTERRUPTOR	SE DUNA	IN-1011	IN-1011	145
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	SAN JUAN	IN-1030 (BC-3)	IN-1030	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	INDEPENDENCIA	IN-1030 (T3-261)	CL-T3_10	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	INDEPENDENCIA	IN-1032	CL-CS	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	INDEPENDENCIA	IN-1034	IN-1034	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	INDEPENDENCIA	IN-1036	IN-1036	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	INDEPENDENCIA	IN-1038 (IN-13)	CL-1000	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	INDEPENDENCIA	IN-1040 (IN-12)	CL-1001	245

RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	INDEPENDENCIA	IN-1042 (IN-14)	CL-1002	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	ICA	IN-1050 (ACOPLAMIENTO 10kV)	ACP-AB	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	ICA	IN-1054 (IC-107)	CL-107	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	ICA	IN-1056 (IC-106)	CL-106	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	ICA	IN-1058 (IC-105)	CL-105	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	ICA	IN-1060 (IC-104)	CL-104	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	ICA	IN-1062 (IC-103)	CL-103	245
PARQUE EOLICO MARCONA S.A.C.	INTERRUPTOR	TRES HERMANAS	IN-1084	IN-1084	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	MARCONA	IN-1172 (T6-261)	CL-T6_10	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	MARCONA	IN-1176	IN-1176	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	MARCONA	IN-1178	IN-1178	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	MARCONA	IN-1182 (R-3)	IN-1182	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	MARCONA	IN-1184 (R-4)	IN-1184	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	INDEPENDENCIA	IN-1190 (T4-261)	CL-T4_10	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	PARAMONGA NUEVA	IN-1192 (T56-61)	IN-1192	245
CONCESIONARIA LINEA DE TRANSMISION CCNCM S.A.C.	INTERRUPTOR	CARHUAQUERO	IN-1201	IN-1201	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	GUADALUPE	IN-1218 (T13-261)	IN-1218	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	GUADALUPE	IN-1220 (T17-261)	IN-1220	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	PIURA OESTE	IN-1226 (T15-261)	IN-1226	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	CALLAHUANCA (REP)	IN-1230	IN-1230	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	CALLAHUANCA (REP)	IN-1232	IN-1232	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	HUAYUCACHI	IN-1238 (T8-261)	IN-1238	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	HUAYUCACHI	IN-1240 (T19-261)	IN-1240	245
ELECTROCENTRO	INTERRUPTOR	HUAYUCACHI	IN-1242 (HY-1)	IN-1242	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	HUANCAVELICA	IN-1244 (T9-261)	IN-1244	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	HUANCAVELICA	IN-1246 (A4101)	IN-1246	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	HUANCAVELICA	IN-1248 (A4102)	IN-1248	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	HUANCAVELICA	IN-1250	IN-1250	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	HUÁNUCO	IN-1252 (T26-11)	IN-1252	245

RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	HUÁNUCO	IN-1254 (T57-121)	IN-1254	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	HUÁNUCO	IN-1266 (T55-21)	IN-1266	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	HUÁNUCO	IN-1274 (T55-21)	IN-1274	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	TINGO MARÍA	IN-1276 (T82-211)	IN-1276	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	TINGO MARÍA	IN-1290 (BC-6)	IN-1290	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	HUÁNUCO	IN-1294 (BC-4)	IN-1294	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	AUCAYACU	IN-1296 (T28-162)	IN-1296	145
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	PIURA OESTE	IN-1300 (T32-261)	IN-1300	145
HIDRANDINA	INTERRUPTOR	CHIMBOTE NORTE	IN-1311_TP-A058	IN-1311_TP-A058	145
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	ZORRITOS	IN-1312 (T33-261)	IN-1312	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	HUACHO	IN-1314 (T34-261)	IN-1314	245
ELECTRONOROESTE S.A.	INTERRUPTOR	PIURA OESTE	IN-1334 (BARRA 10kV)	IN-1334	245
ISA PERU	INTERRUPTOR	AGUAYTÍA	IN-1336	IN-1336	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	AYAVIRI	IN-1342 (T49-121)	IN-1342	145
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	AYAVIRI	IN-1348 (T49-121)	IN-1348	145
GR PAINO SOCIEDAD ANONIMA CERRADA	INTERRUPTOR	SE DUNA	IN-1351	IN-1351	145
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	AZÁNGARO	IN-1356 (T50-162)	IN-1356	145
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	COMBAPATA	IN-1362 (T46-162)	IN-1362	145
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	JULIACA	IN-1374 (T52-61)	IN-1374	145
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	JULIACA	IN-1376 (T54-61)	IN-1376	145
EL BROCAL .S.A.	INTERRUPTOR	CINCO MANANTIALES	IN-138_1 (L-1703)	IN-138_1	145
EL BROCAL .S.A.	INTERRUPTOR	CINCO MANANTIALES	IN-138_2 (L-1708)	IN-138_2	145
EL BROCAL .S.A.	INTERRUPTOR	CINCO MANANTIALES	IN-138_3 (TP-03)	IN-138_3	145
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	PUNO	IN-1404 (T53-162)	IN-1404	145
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	QUENCORO	IN-1410 (T47-131)	IN-1410	145
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	QUENCORO	IN-1424 (RESERVA)	IN-1424	145
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	QUENCORO	IN-1426 (L-0341)	IN-1426	145
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	SOCABAYA	IN-1428 (T40-13)	IN-1428	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	SOCABAYA	IN-1430 (T41-13)	IN-1430	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	SOCABAYA	IN-1432 (ACOPLAMIENTO 33kV)	IN-1432	245

RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	JULIACA	IN-1468 (T51-161)	IN-1468	145
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	ICA	IN-1486 (T59-261)	CL-T59_10	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	MARCONA	IN-1488 (T62-261)	IN-1488	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	JULIACA	IN-1490 (T63-121)	IN-1490	145
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	JULIACA	IN-1502 (T63-121)	IN-1502	145
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	ICA	IN-1504	ACP-BC	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	HUANCAVELICA	IN-1506 (T61-261)	IN-1506	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	AUCAYACU	IN-1508 (T65-121)	IN-1508	145
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	PUNO	IN-1514 (T68-161)	IN-1514	145
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	TINGO MARÍA	IN-1516 (T69-11)	IN-1516	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	ICA	IN-1528 (TZ-7)	CL-TZ7	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	QUENCORO	IN-1538 (T80-131)	IN-1538	145
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	QUENCORO	IN-1542 (T47-131)	IN-1542	145
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	QUENCORO	IN-1544 (T80-131)	IN-1544	145
ENGIE	INTERRUPTOR	CHILCA 1	IN-1556	IN-1556	245
ENGIE	INTERRUPTOR	CHILCA 1	IN-1559	IN-1559	245
PERUANA DE INVERSIONES EN ENERGIAS RENOVABLES S.A.	INTERRUPTOR	MANTA I	IN-1601	IN-1601	72.5
ISA PERU	INTERRUPTOR	AGUAYTÍA	IN-1602	IN-1602	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	PARAMONGA NUEVA	IN-1616 (T113-261)	IN-1616	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	REQUE	IN-1676 (T126-162)	IN-1676	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	TOCACHE	IN-1714	IN-1714	145
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	TOCACHE	IN-1716	IN-1716	145
ENGIE	INTERRUPTOR	QUITARACSA	IN-1851	IN-1851	245
ENGIE	INTERRUPTOR	QUITARACSA	IN-1852	IN-1852	245
ENEL GREEN POWER PERU S.A.C	INTERRUPTOR	FLAMENCO	IN-2 (CIRCUITO 2)	IN-2	245
ELECTRICA YANAPAMPA SAC	INTERRUPTOR	CT YANAPAMPA	IN-2.3KV-S	IN-2.3KV-S	72.5
STATKRAFT S.A	INTERRUPTOR	PARAGSHA 1	IN-2006	IN-2006	245
POMACOCHA POWER	INTERRUPTOR	TOROMOCHO	IN-201 (L-2284)	IN-201	245
POMACOCHA POWER	INTERRUPTOR	TOROMOCHO	IN-202 (L-2285)	IN-202	245
MINERA CHINALCO PERÚ S.A.	INTERRUPTOR	TOROMOCHO	IN-203	IN-203	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	POMACOCHA	IN-2034 (L-2201)	IN-2034	245

RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	POMACOCHA	IN-2036 (L-2202)	IN-2036	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	POMACOCHA	IN-2038 (L-2226)	IN-2038	245
MINERA CHINALCO PERÚ S.A.	INTERRUPTOR	TOROMOCHO	IN-204	IN-204	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	POMACOCHA	IN-2040 (ACOPLAMIENTO)	IN-2040	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	POMACOCHA	IN-2042 (L-2205)	IN-2042	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	POMACOCHA	IN-2044 (L-2206)	IN-2044	245
MINERA VOLCAN	INTERRUPTOR	POMACOCHA	IN-2046	IN-2046	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	SAN JUAN	IN-2048 (L-2206)	IN-2048	245
MINERA CHINALCO PERÚ S.A.	INTERRUPTOR	TOROMOCHO	IN-205	IN-205	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	SAN JUAN	IN-2050 (L-2092)	IN-2050	245
LUZ DEL SUR	INTERRUPTOR	SAN JUAN	IN-2054 (T2)	IN-2054	245
MINERA LAS BAMBAS S.A.	INTERRUPTOR	LAS BAMBAS	IN-2055	IN-2055	245
MINERA LAS BAMBAS S.A.	INTERRUPTOR	LAS BAMBAS	IN-2056	IN-2056	245
MINERA LAS BAMBAS S.A.	INTERRUPTOR	LAS BAMBAS	IN-2057 (INT. DE ACOPLAMIENTO)	IN-2057	245
MINERA LAS BAMBAS S.A.	INTERRUPTOR	LAS BAMBAS	IN-2058	IN-2058	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	SAN JUAN	IN-2058 (T1-261)	IN-2058	245
MINERA LAS BAMBAS S.A.	INTERRUPTOR	LAS BAMBAS	IN-2059	IN-2059	245
MINERA LAS BAMBAS S.A.	INTERRUPTOR	LAS BAMBAS	IN-2060	IN-2060	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	SAN JUAN	IN-2060 (ACOPLAMIENTO)	IN-2060	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	SAN JUAN	IN-2064 (L-2095)	IN-2064	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	INDEPENDENCIA	IN-2066 (L-2207)	IN-2066	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	INDEPENDENCIA	IN-2068 (L-2203)	IN-2068	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	INDEPENDENCIA	IN-2070 (L-2231)	IN-2070	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	INDEPENDENCIA	IN-2072 (R-2)	IN-2072	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	INDEPENDENCIA	IN-2074 (T3-261)	IN-2074	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	INDEPENDENCIA	IN-2076 (ACOPLAMIENTO 220kV)	IN-2076	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	INDEPENDENCIA	IN-2078 (L-2209)	IN-2078	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	ICA	IN-2080 (T5-261)	IN-2080	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	MARCONA	IN-2084 (L-2211)	IN-2084	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	HUAYUCACHI	IN-2094 (T8-261)	IN-2094	245

RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	HUAYUCACHI	IN-2096 (L-2220)	IN-2096	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	HUAYUCACHI	IN-2098 (L-2221)	IN-2098	245
ACEROS AREQUIPA	INTERRUPTOR	INDEPENDENCIA	IN-2100	IN-2100	245
ACEROS AREQUIPA	INTERRUPTOR	INDEPENDENCIA	IN-2100 (L-2217)	IN-2100	245
ENERGÍA EÓLICA S.A.	INTERRUPTOR	CUPISTIQUE	IN-2101 (L-2170)	IN-2101	245
POMACOCHA POWER	INTERRUPTOR	POMACOCHA	IN-211 (L-2284)	IN-211	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	PACHACHACA	IN-2114 (L-2223 ^ L-2256)	IN-2114	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	PACHACHACA	IN-2116 (L-2226 ^ L-2223)	IN-2116	245
HIDRANDINA	INTERRUPTOR	CHIMBOTE NORTE	IN-2116_TP-A058	IN-2116_TP-A058	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	PACHACHACA	IN-2118 (L-2222 ^ L-2226)	IN-2118	245
POMACOCHA POWER	INTERRUPTOR	POMACOCHA	IN-212 (L-2285)	IN-212	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	PACHACHACA	IN-2120 (L-2218 ^ L-2222)	IN-2120	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	PACHACHACA	IN-2122 (L-2224 ^ L-2218)	IN-2122	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	PACHACHACA	IN-2124 (L-2219 ^ L-2224)	IN-2124	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	CALLAHUANCA (REP)	IN-2132 (ACLOPAMIENTO)	IN-2132	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	CALLAHUANCA (REP)	IN-2134 (L-2716)	IN-2134	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	CALLAHUANCA (REP)	IN-2136 (L-2222)	IN-2136	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	CALLAHUANCA (REP)	IN-2138 (L-2223)	IN-2138	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	HUANCAVELICA	IN-2152 (L-2204)	IN-2152	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	HUANCAVELICA	IN-2154 (L-2231)	IN-2154	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	HUANCAVELICA	IN-2156 (T9-261)	IN-2156	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	SAN JUAN	IN-2158 (L-2094)	IN-2158	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	INDEPENDENCIA	IN-2160 (L-2208)	IN-2160	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	TRUJILLO NORTE	IN-2162 (L-2233)	IN-2162	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	TRUJILLO NORTE	IN-2164 (ACOPLAMIENTO 220kv)	IN-2164	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	TRUJILLO NORTE	IN-2166 (L-2232)	IN-2166	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	TRUJILLO NORTE	IN-2168 (T12-211)	IN-2168	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	GUADALUPE	IN-2170 (T13-261)	IN-2170	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	GUADALUPE	IN-2172 (R-5)	IN-2172	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	GUADALUPE	IN-2174 (ACLOPAMIENTO)	IN-2174	245

RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	GUADALUPE	IN-2176 (L-2236)	IN-2176	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	GUADALUPE	IN-2178 (L-2234)	IN-2178	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	CHICLAYO OESTE	IN-2180 (T16-260)	IN-2180	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	CHICLAYO OESTE	IN-2182 (ACOPLAMIENTO 220kV)	IN-2182	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	CHICLAYO OESTE	IN-2184 (L-2238)	IN-2184	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	CHICLAYO OESTE	IN-2186 (L-2236)	IN-2186	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	CHICLAYO OESTE	IN-2188 (T14-260)	IN-2188	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	CHAVARRÍA	IN-2190 (L-2244)	IN-2190	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	PARAMONGA NUEVA	IN-2192 (L-2213)	IN-2192	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	PARAMONGA NUEVA	IN-2194 (L-2215)	IN-2194	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	PARAMONGA NUEVA	IN-2196 (T10-216)	IN-2196	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	CHIMBOTE 1	IN-2198 (L-2215)	IN-2198	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	CHIMBOTE 1	IN-2200 (L-2215 ^ T11-211)	IN-2200	245
CONCESIONARIA LINEA DE TRANSMISION CCNCM S.A.C.	INTERRUPTOR	CAJAMARCA NORTE	IN-2201	IN-2201	245
SHOUGANG HIERRO PERU	INTERRUPTOR	EL HIERRO	IN-2201	IN-2201	245
ENERGÍA EÓLICA S.A.	INTERRUPTOR	GUADALUPE	IN-2201 (L-2170)	IN-2201	245
CONCESIONARIA LINEA DE TRANSMISION CCNCM S.A.C.	INTERRUPTOR	CAJAMARCA NORTE	IN-2202	IN-2202	245
SHOUGANG HIERRO PERU	INTERRUPTOR	EL HIERRO	IN-2202	IN-2202	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	CHIMBOTE 1	IN-2202 (L-2233)	IN-2202	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	INDEPENDENCIA	IN-2206 (T4-261)	IN-2206	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	CHICLAYO OESTE	IN-2208 (L-2240)	IN-2208	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	ZAPALLAL	IN-2224 (L-2212)	IN-2224	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	ZAPALLAL	IN-2226 (L-2212 ^ L-2214)	IN-2226	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	ZAPALLAL	IN-2228 (L-2242)	IN-2228	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	ZAPALLAL	IN-2230 (L-2242 ^ L-2108)	IN-2230	245
TRANSMANTARO	INTERRUPTOR	ZAPALLAL	IN-2232 (L-2108)	IN-2232	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	PIURA OESTE	IN-2234 (T32-261)	IN-2234	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	PIURA OESTE	IN-2236 (T15-261)	IN-2236	245

RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	PIURA OESTE	IN-2238 (L-2239)	IN-2238	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	VENTANILLA	IN-2240	CL-RES	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	VENTANILLA	IN-2242 (TV)	IN-2242	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	VENTANILLA	IN-2246 (ACOPLAMIENTO)	IN-2246	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	VENTANILLA	IN-2248 (L-2244)	IN-2248	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	VENTANILLA	IN-2250 (L-2245)	IN-2250	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	VENTANILLA	IN-2252 (L-2243)	IN-2252	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	CHAVARRÍA	IN-2254 (L-2245)	IN-2254	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	GUADALUPE	IN-2256 (T17-261)	IN-2256	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	CHAVARRÍA	IN-2258 (L-2015)	IN-2258	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	CHAVARRÍA	IN-2260 (L-2008)	IN-2260	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	CHAVARRÍA	IN-2262 (L-2003)	IN-2262	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	CHAVARRÍA	IN-2264 (L-2004)	IN-2264	245
ENEL DISTRIBUCION PERU	INTERRUPTOR	CHAVARRÍA	IN-2266 (L-2006)	IN-2266	245
ENEL DISTRIBUCION PERU	INTERRUPTOR	CHAVARRÍA	IN-2268 (L-2005)	IN-2268	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	CHAVARRÍA	IN-2272 (ACOPLAMIENTO)	IN-2272	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	SANTA ROSA N.	IN-2278 (L-2004)	IN-2278	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	SANTA ROSA N.	IN-2280 (L-2003)	IN-2280	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	SANTA ROSA N.	IN-2282 (L-2001)	IN-2282	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	SANTA ROSA N.	IN-2284 (L-2002)	IN-2284	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	SANTA ROSA N.	IN-2286 (L-2011)	IN-2286	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	SANTA ROSA N.	IN-2288 (L-2010)	IN-2288	245
CONELSUR LT SAC	INTERRUPTOR	SANTA ROSA N.	IN-2290 (TG7)	IN-2290	245
ENEL DISTRIBUCION PERU	INTERRUPTOR	SANTA ROSA N.	IN-2292 (T1)	IN-2292	245
ENEL DISTRIBUCION PERU	INTERRUPTOR	SANTA ROSA N.	IN-2294 (T2)	IN-2294	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	SANTA ROSA N.	IN-2296 (T3)	IN-2296	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	SANTA ROSA N.	IN-2298 (ACOPLAMIENTO)	IN-2298	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	SANTA ROSA N.	IN-2300 (UTI' s)	IN-2300	245
ENERGÍA EÓLICA S.A.	INTERRUPTOR	CAMPANA	IN-2301 (Acopla.)	IN-2301	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	SAN JUAN	IN-2302 (L-2010)	IN-2302	245

ENERGÍA EÓLICA S.A.	INTERRUPTOR	CAMPANA	IN-2302 (TR2-23)	IN-2302	245
ENERGÍA EÓLICA S.A.	INTERRUPTOR	CAMPANA	IN-2303 (L-2161)	IN-2303	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	SAN JUAN	IN-2304 (L-2011)	IN-2304	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	SAN JUAN	IN-2308 (L-2012)	IN-2308	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	SAN JUAN	IN-2310 (L-2013)	IN-2310	245
LUZ DEL SUR	INTERRUPTOR	SAN JUAN	IN-2312 (T1)	IN-2312	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	HUAYUCACHI	IN-2314 (T19-261)	IN-2314	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	SANTA ROSA N.	IN-2316 (T4)	IN-2316	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	PARAMONGA NUEVA	IN-2318 (T18-261)	IN-2318	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	PARAMONGA NUEVA	IN-2320 (R-8)	IN-2320	245
CONELSUR LT SAC	INTERRUPTOR	VENTANILLA	IN-2322	IN-2322	245
CONELSUR LT SAC	INTERRUPTOR	VENTANILLA	IN-2324	IN-2324	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	VENTANILLA	IN-2326 (L-2246)	IN-2326	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	CHAVARRÍA	IN-2328 (L-2246)	IN-2328	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	PIURA OESTE	IN-2330 (L-2248)	IN-2330	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	TALARA	IN-2332 (L-2248)	IN-2332	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	TALARA	IN-2334 (ACOPLAMIENTO)	IN-2334	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	TALARA	IN-2336 (T20-21)	IN-2336	245
ISA PERU	INTERRUPTOR	PARAMONGA NUEVA	IN-2338 (L-2278)	IN-2338	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	TINGO MARÍA	IN-2342	IN-2342	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	TINGO MARÍA	IN-2344	IN-2344	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	TINGO MARÍA	IN-2346	IN-2346	245
ENEL GENERACION PIURA S.A.	INTERRUPTOR	TALARA	IN-2354 (TGN4)	IN-2354	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	TALARA	IN-2356 (L-2249)	IN-2356	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	CHIMBOTE 1	IN-2368 (T11-211)	IN-2368	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	CHIMBOTE 1	IN-2370 (L-2233 ^ L-2232)	IN-2370	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	CHIMBOTE 1	IN-2372 (L-2232)	IN-2372	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	TRUJILLO NORTE	IN-2374 (L-2234)	IN-2374	245
ISA PERU	INTERRUPTOR	CHIMBOTE 1	IN-2378 (L-2216 ^ T30-211)	IN-2378	245
ISA PERU	INTERRUPTOR	CHIMBOTE 1	IN-2380 (T30-211)	IN-2380	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	TRUJILLO NORTE	IN-2382 (T31-211)	IN-2382	245

RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	PIURA OESTE	IN-2384 (R-7)	IN-2384	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	ZORRITOS	IN-2386 (T33-261)	IN-2386	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	HUACHO	IN-2388 (L-2212)	IN-2388	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	HUACHO	IN-2390 (L-2213)	IN-2390	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	HUACHO	IN-2394 (T34-261)	IN-2394	245
CONELSUR LT SAC	INTERRUPTOR	PACHACHACA	IN-2398 (L-2219 ^ L-2256)	IN-2398	245
ISA PERU	INTERRUPTOR	VIZCARRA	IN-2400	IN-2400	245
MINERA ANTAMINA	INTERRUPTOR	VIZCARRA	IN-2402	IN-2402	245
MINERA ANTAMINA	INTERRUPTOR	VIZCARRA	IN-2404	IN-2404	245
MINERA ANTAMINA	INTERRUPTOR	VIZCARRA	IN-2406	IN-2406	245
MINERA ANTAMINA	INTERRUPTOR	ANTAMINA	IN-2408	IN-2408	245
MINERA ANTAMINA	INTERRUPTOR	ANTAMINA	IN-2409	IN-2409	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	VENTANILLA	IN-2412 (L-2242)	IN-2412	245
MINERA ANTAMINA	INTERRUPTOR	ANTAMINA	IN-2413	IN-2413	245
MINERA ANTAMINA	INTERRUPTOR	VIZCARRA	IN-2414	IN-2414	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	ZAPALLAL	IN-2414 (L-2243)	IN-2414	245
MINERA ANTAMINA	INTERRUPTOR	ANTAMINA	IN-2423	IN-2423	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	TALARA	IN-2444 (R-10)	IN-2444	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	ICA	IN-2458 (L-2209)	IN-2458	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	ICA	IN-2460 (L-2211)	IN-2460	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	ICA	IN-2462 (T59-261)	IN-2462	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	ICA	IN-2464 (ACOPLAMIENTO 220kV)	IN-2464	245
TRANSMISORA ELECTRICA DEL SUR 2 S.A.C.	INTERRUPTOR	PUNO	IN-2465 (L-2040)	IN-2465	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	MARCONA	IN-2466 (T62-261)	IN-2466	245
TRANSMISORA ELECTRICA DEL SUR 2 S.A.C.	INTERRUPTOR	SAN ROMAN	IN-2467 (L-2040)	IN-2467	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	MARCONA	IN-2468 (T6-261)	IN-2468	245
TRANSMISORA ELECTRICA DEL SUR 2 S.A.C.	INTERRUPTOR	SAN ROMAN	IN-2469 (L-2041)	IN-2469	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	MARCONA	IN-2470 (ACOPLAMIENTO 220kV)	IN-2470	245
TRANSMISORA ELECTRICA DEL SUR 2 S.A.C.	INTERRUPTOR	SAN ROMAN	IN-2470 (ACOPLE)	IN-2470	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	HUANCAVELICA	IN-2472 (T61-261)	IN-2472	245

TRANSMISORA ELECTRICA DEL SUR 2 S.A.C.	INTERRUPTOR	SAN ROMAN	IN-2473 (AT-3)	IN-2473	245
TRANSMISORA ELECTRICA DEL SUR 2 S.A.C.	INTERRUPTOR	PUMIRI	IN-2475	IN-2475	245
ISA PERU	INTERRUPTOR	VIZCARRA	IN-2478	IN-2478	245
TRANSMISORA ELECTRICA DEL SUR 3 S.A.C. -TESUR 3	INTERRUPTOR	MONTALVO	IN-2482 (L-2036)	IN-2482	245
CONELSUR LT SAC	INTERRUPTOR	CAJAMARCA NORTE	IN-2482 (T220/60/10)	IN-2482	245
TRANSMISORA ELECTRICA DEL SUR 3 S.A.C. -TESUR 3	INTERRUPTOR	LOS HÉROES	IN-2484 (L-2036)	IN-2484	245
CONENHUA	INTERRUPTOR	CAJAMARCA NORTE	IN-2484 (L-2261)	IN-2484	245
COMPAÑIA TRANSMISORA NORPERUANA S.A.C	INTERRUPTOR	CAJAMARCA NORTE	IN-2485 (L-2263)	IN-2485	245
TRANSMISORA ELECTRICA DEL SUR 3 S.A.C. -TESUR 3	INTERRUPTOR	LOS HÉROES	IN-2486 (TR2)	IN-2486	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	ZORRITOS	IN-2488 (L-2249)	IN-2488	245
TRANSMISORA ELECTRICA DEL SUR 3 S.A.C. -TESUR 3	INTERRUPTOR	LOS HÉROES	IN-2488 (TR1)	IN-2488	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	ZORRITOS	IN-2490 (L-2280)	IN-2490	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	ZORRITOS	IN-2492 (ACOPLAMIENTO)	IN-2492	245
EDE CAÑETE	INTERRUPTOR	CANTERA	IN-2494 (L-2090)	IN-2494	245
EDE CAÑETE	INTERRUPTOR	CANTERA	IN-2496 (L-2207)	IN-2496	245
EDE CAÑETE	INTERRUPTOR	CANTERA	IN-2498 (T25MVA)	IN-2498	245
TRANSMANTARO	INTERRUPTOR	CHILCA-REP	IN-2500 (L-2096)	IN-2500	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	CHILCA-REP	IN-2504 (L-2097)	IN-2504	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	CHILCA-REP	IN-2506 (T1 28,33 MVA)	IN-2506	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	CHILCA-REP	IN-2508 (L-2098)	IN-2508	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	CHILCA-REP	IN-2512 (L-2101)	RES1	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	CHILCA-REP	IN-2516 (L-2102)	RES2	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	CHILCA-REP	IN-2520 (L-2090)	IN-2520	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	CHILCA-REP	IN-2522 (L-2095)	IN-2522	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	CHILCA-REP	IN-2524 (L-2091)	IN-2524	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	CHILCA-REP	IN-2526 (L-2094)	IN-2526	245
KALLPA GENERACION S.A.	INTERRUPTOR	CHILCA-REP	IN-2528 (L-2111)	IN-2528	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	CHILCA-REP	IN-2530 (L-2093)	IN-2530	245

RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	CHILCA-REP	IN-2532 (ACOPLAMIENTO)	IN-2532	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	CHILCA-REP	IN-2536 (L-2109)	IN-2536	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	SAN JUAN	IN-2540 (L-2093)	IN-2540	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	ZAPALLAL	IN-2542 (L-2214)	IN-2542	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	ZAPALLAL	IN-2544 (L-2243 ^ L-2107)	IN-2544	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	PARAMONGA NUEVA	IN-2546 (L-2214)	IN-2546	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	PARAMONGA NUEVA	IN-2548 (L-2216)	IN-2548	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	PARAMONGA NUEVA	IN-2550 (ACOPLAMIENTO)	IN-2550	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	CHIMBOTE 1	IN-2552 (L-2216)	IN-2552	245
CIA MINERA SANTA LUISA S A	INTERRUPTOR	VIZCARRA	IN-2554	IN-2554	245
TRANSMANTARO	INTERRUPTOR	CHILCA-CTM	IN-2574 (BARRA A 220kv)	IN-2574	245
TRANSMANTARO	INTERRUPTOR	CHILCA-CTM	IN-2576 (BARRA B 220kv)	IN-2576	245
TRANSMANTARO	INTERRUPTOR	CHILCA-CTM	IN-2578 (L-2103)	IN-2578	245
TRANSMANTARO	INTERRUPTOR	CHILCA-CTM	IN-2580 (L-2104)	IN-2580	245
TRANSMANTARO	INTERRUPTOR	CHILCA-CTM	IN-2582 (T72-52)	IN-2582	245
TRANSMANTARO	INTERRUPTOR	CHILCA-CTM	IN-2584 (ACOPLAMIENTO 220kv)	IN-2584	245
TRANSMANTARO	INTERRUPTOR	PLANICIE	IN-2586 (L-2103)	IN-2586	245
TRANSMANTARO	INTERRUPTOR	PLANICIE	IN-2588 (L-2104)	IN-2588	245
ELECTRO SUR ESTE	INTERRUPTOR	LLUSCO	IN-259 (T28-062)	IN-259	245
TRANSMANTARO	INTERRUPTOR	PLANICIE	IN-2590 (L-2105)	IN-2590	245
TRANSMANTARO	INTERRUPTOR	PLANICIE	IN-2592 (L-2106)	IN-2592	245
TRANSMANTARO	INTERRUPTOR	PLANICIE	IN-2594 (ACOPLAMIENTO 220kv)	IN-2594	245
TRANSMANTARO	INTERRUPTOR	CARABAYLLO	IN-2596 (L2105)	IN-2596	245
TRANSMANTARO	INTERRUPTOR	CARABAYLLO	IN-2598 (L-2106)	IN-2598	245
TRANSMANTARO	INTERRUPTOR	CARABAYLLO	IN-2600 (L-2110)	IN-2600	245
PERUANA DE INVERSIONES EN ENERGIAS RENOVABLES S.A.	INTERRUPTOR	LA PAMPA	IN-2601	IN-2601	245
TRANSMANTARO	INTERRUPTOR	CARABAYLLO	IN-2602 (L-2107)	IN-2602	245
TRANSMANTARO	INTERRUPTOR	CARABAYLLO	IN-2604 (L-2108)	IN-2604	245
TRANSMANTARO	INTERRUPTOR	CARABAYLLO	IN-2606 (ACOPLAMIENTO 220kv)	IN-2606	245
TRANSMANTARO	INTERRUPTOR	CARABAYLLO	IN-2608 (T74_220kv)	IN-2608	245
TRANSMANTARO	INTERRUPTOR	CARABAYLLO	IN-2610 (T73_220kv)	IN-2610	245
TRANSMANTARO	INTERRUPTOR	ZAPALLAL	IN-2612 (L-2107)	IN-2612	245

TRANSMANTARO	INTERRUPTOR	CHILCA-CTM	IN-2614 (L-2111)	IN-2614	245
ENGIE	INTERRUPTOR	CHILCA-CTM	IN-2616	IN-2616	245
TRANSMANTARO	INTERRUPTOR	CHILCA-CTM	IN-2616 (L-2102)	IN-2616	245
ENGIE	INTERRUPTOR	CHILCA-CTM	IN-2618	IN-2618	245
TRANSMANTARO	INTERRUPTOR	CHILCA-CTM	IN-2618 (L-2101)	IN-2618	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	PIURA OESTE	IN-2636 (ACOPLAMIENTO 220KV)	IN-2636	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	PIURA OESTE	IN-2638 (T83-261)	IN-2638	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	TINGO MARÍA	IN-2640 (L-2252 ^ T82-211)	IN-2640	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	INDEPENDENCIA	IN-2648 (L-2210)	IN-2648	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	ICA	IN-2650 (L-2210)	IN-2650	245
TRANSMANTARO	INTERRUPTOR	CHIMBOTE 1	IN-2652 (AT84-523)	IN-2652	245
TRANSMANTARO	INTERRUPTOR	CHIMBOTE 1	IN-2654 (AT84-523)	IN-2654	245
TRANSMANTARO	INTERRUPTOR	CHIMBOTE 1	IN-2656 (AMPLIACION)	IN-2656	245
TRANSMANTARO	INTERRUPTOR	CHIMBOTE 1	IN-2658 (AMPLIACION)	IN-2658	245
TRANSMANTARO	INTERRUPTOR	TRUJILLO NUEVA	IN-2668 (AT85-523)	IN-2668	245
TRANSMANTARO	INTERRUPTOR	TRUJILLO NUEVA	IN-2670 (Acopla)	IN-2670	245
TRANSMANTARO	INTERRUPTOR	TRUJILLO NUEVA	IN-2672 (L-2290)	IN-2672	245
TRANSMANTARO	INTERRUPTOR	TRUJILLO NUEVA	IN-2674 (L-2291)	IN-2674	245
TRANSMANTARO	INTERRUPTOR	TRUJILLO NORTE	IN-2676 (L-2290)	IN-2676	245
TRANSMANTARO	INTERRUPTOR	TRUJILLO NORTE	IN-2678 (L-2291)	IN-2678	245
TRANSMANTARO	INTERRUPTOR	SURIRAY	IN-2684	IN-2684	245
TRANSMANTARO	INTERRUPTOR	SURIRAY	IN-2686	IN-2686	245
TRANSMANTARO	INTERRUPTOR	SURIRAY	IN-2688	IN-2688	245
TRANSMANTARO	INTERRUPTOR	SURIRAY	IN-2690	IN-2690	245
TRANSMANTARO	INTERRUPTOR	SURIRAY	IN-2692	IN-2692	245
TRANSMANTARO	INTERRUPTOR	ABANCAY NUEVA	IN-2694	IN-2694	245
TRANSMANTARO	INTERRUPTOR	ABANCAY NUEVA	IN-2696	IN-2696	245
TRANSMANTARO	INTERRUPTOR	ABANCAY NUEVA	IN-2698	IN-2698	245
TRANSMANTARO	INTERRUPTOR	ABANCAY NUEVA	IN-2700	IN-2700	245
TRANSMANTARO	INTERRUPTOR	ABANCAY NUEVA	IN-2702	IN-2702	245
TRANSMANTARO	INTERRUPTOR	COTARUSE	IN-2706	IN-2706	245
TRANSMANTARO	INTERRUPTOR	COTARUSE	IN-2708	IN-2708	245
TRANSMANTARO	INTERRUPTOR	LA NIÑA	IN-2722	IN-2722	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	TRUJILLO NORTE	IN-2742 (L-2235)	IN-2742	245
ENEL GENERACION PIURA S.A.	INTERRUPTOR	TALARA	IN-2756	IN-2756	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	REQUE	IN-2770	IN-2770	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	TRUJILLO NORTE	IN-2780 (AT99-212)	IN-2780	245

TRANSMANTARO	INTERRUPTOR	COTARUSE	IN-2782	IN-2782	245
TRANSMANTARO	INTERRUPTOR	COTARUSE	IN-2784 (TR-Cot-Sele)	IN-2784	245
TRANSMANTARO	INTERRUPTOR	COTARUSE	IN-2786	IN-2786	245
TRANSMANTARO	INTERRUPTOR	COTARUSE	IN-2788	IN-2788	245
TRANSMANTARO	INTERRUPTOR	COTARUSE	IN-2790	IN-2790	245
TRANSMANTARO	INTERRUPTOR	COTARUSE	IN-2792	IN-2792	245
CONELSUR LT SAC	INTERRUPTOR	LOMERA	IN-2802	IN-2802	245
CONELSUR LT SAC	INTERRUPTOR	LOMERA	IN-2804	IN-2804	245
CONELSUR LT SAC	INTERRUPTOR	LOMERA	IN-2806	IN-2806	245
CONELSUR LT SAC	INTERRUPTOR	LOMERA	IN-2808	IN-2808	245
PARQUE EOLICO MARCONA S.A.C.	INTERRUPTOR	MARCONA	IN-2810	IN-2810	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	PARINAS	IN-2812 (L-2161)	IN-2812	245
EMPRESA DE TRANSMISIÓN GUADALUPE SAC	INTERRUPTOR	CEMENTOS PIURA	IN-2836	IN-2836	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	SAN JUAN	IN-2838 (L-2205)	IN-2838	245
SHOUGANG HIERRO PERU	INTERRUPTOR	MARCONA	IN-2842	IN-2842	245
SHOUGANG HIERRO PERU	INTERRUPTOR	EL HIERRO	IN-2843	IN-2843	245
SHOUGANG HIERRO PERU	INTERRUPTOR	EL HIERRO	IN-2844	IN-2844	245
SHOUGANG HIERRO PERU	INTERRUPTOR	EL HIERRO	IN-2845	IN-2845	245
SHOUGANG HIERRO PERU	INTERRUPTOR	EL HIERRO	IN-2846	IN-2846	245
TRANSMANTARO	INTERRUPTOR	ORCOTUNA	IN-2880	IN-2880	245
TRANSMANTARO	INTERRUPTOR	ORCOTUNA	IN-2882	IN-2882	245
TRANSMANTARO	INTERRUPTOR	ORCOTUNA	IN-2884	IN-2884	245
TRANSMANTARO	INTERRUPTOR	ORCOTUNA	IN-2886	IN-2886	245
ISA PERU	INTERRUPTOR	AGUAYTÍA	IN-2888	IN-2888	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	ICA	IN-2904	IN-2904	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	PARAMONGA NUEVA	IN-2906 (T113-261)	IN-2906	245
TRANSMANTARO	INTERRUPTOR	CARAPONGO	IN-2908	IN-2908	245
TRANSMANTARO	INTERRUPTOR	CARAPONGO	IN-2910	IN-2910	245
TRANSMANTARO	INTERRUPTOR	CARAPONGO	IN-2912	IN-2912	245
TRANSMANTARO	INTERRUPTOR	CARAPONGO	IN-2914	IN-2914	245
TRANSMANTARO	INTERRUPTOR	CARAPONGO	IN-2916	IN-2916	245
TRANSMANTARO	INTERRUPTOR	CARAPONGO	IN-2918	IN-2918	245
TRANSMANTARO	INTERRUPTOR	CARAPONGO	IN-2920	IN-2920	245
TRANSMANTARO	INTERRUPTOR	CARAPONGO	IN-2922	IN-2922	245
TRANSMANTARO	INTERRUPTOR	CARAPONGO	IN-2924	IN-2924	245
TRANSMANTARO	INTERRUPTOR	CARAPONGO	IN-2926	IN-2926	245

RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	ZORRITOS	IN-2938	IN-2938	245
TRANSMANTARO	INTERRUPTOR	PARINAS	IN-2988	IN-2988	245
TRANSMANTARO	INTERRUPTOR	PARINAS	IN-2990	IN-2990	245
TRANSMANTARO	INTERRUPTOR	LA BREA	IN-2992	IN-2992	245
TRANSMANTARO	INTERRUPTOR	LA BREA	IN-2994	IN-2994	245
TRANSMANTARO	INTERRUPTOR	LA BREA	IN-2996	IN-2996	245
TRANSMANTARO	INTERRUPTOR	LA BREA	IN-2998	IN-2998	245
CONELSUR LT SAC	INTERRUPTOR	CAJAMARCA NORTE	IN-2998 (L-2260)	IN-2998	245
ENEL GREEN POWER PERU S.A.C	INTERRUPTOR	FLAMENCO	IN-3 (CIRCUITO 3)	IN-3	245
TRANSMANTARO	INTERRUPTOR	LA BREA	IN-3000	IN-3000	245
ENERGÍA EÓLICA S.A.	INTERRUPTOR	CUPISNIQUE	IN-3001	IN-3001	245
ENERGÍA EÓLICA S.A.	INTERRUPTOR	CUPISNIQUE	IN-3002	IN-3002	245
ANGLO AMERICAN QUELLAVECO S.A.	INTERRUPTOR	MOQUEGUA	IN-3002 (L-2068)	IN-3002	245
ENERGÍA EÓLICA S.A.	INTERRUPTOR	CUPISNIQUE	IN-3003	IN-3003	245
ENERGÍA EÓLICA S.A.	INTERRUPTOR	CUPISNIQUE	IN-3004	IN-3004	245
ANGLO AMERICAN QUELLAVECO S.A.	INTERRUPTOR	MOQUEGUA	IN-3004 (L-2068)	IN-3004	245
ENERGÍA EÓLICA S.A.	INTERRUPTOR	CUPISNIQUE	IN-3005	IN-3005	245
ENERGÍA EÓLICA S.A.	INTERRUPTOR	CUPISNIQUE	IN-3006	IN-3006	245
ANGLO AMERICAN QUELLAVECO S.A.	INTERRUPTOR	PAPUJUNE	IN-3006 (L-2068)	IN-3006	245
ENERGÍA EÓLICA S.A.	INTERRUPTOR	CUPISNIQUE	IN-3007	IN-3007	245
ENERGÍA EÓLICA S.A.	INTERRUPTOR	CUPISNIQUE	IN-3008	IN-3008	245
ANGLO AMERICAN QUELLAVECO S.A.	INTERRUPTOR	PAPUJUNE	IN-3008 (T123-261)	IN-3008	245
ENERGÍA EÓLICA S.A.	INTERRUPTOR	CUPISNIQUE	IN-3009	IN-3009	245
ANGLO AMERICAN QUELLAVECO S.A.	INTERRUPTOR	PAPUJUNE	IN-3010 (T124-261)	IN-3010	245
ANGLO AMERICAN QUELLAVECO S.A.	INTERRUPTOR	PAPUJUNE	IN-3012 (L-2067)	IN-3012	245
ANGLO AMERICAN QUELLAVECO S.A.	INTERRUPTOR	PAPUJUNE	IN-3014 (T125-261)	IN-3014	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	REQUE	IN-3066 (T127-262)	IN-3066	245
CONCESIONARIA LINEA DE TRANSMISION CCNCM S.A.C.	INTERRUPTOR	CACLIC	IN-3201	IN-3201	245
ENERGÍA EÓLICA S.A.	INTERRUPTOR	CAMPANA	IN-3201	IN-3201	245
CONCESIONARIA LINEA DE	INTERRUPTOR	CACLIC	IN-3202	IN-3202	245

TRANSMISION CCNCM S.A.C.					
ENERGÍA EÓLICA S.A.	INTERRUPTOR	CAMPANA	IN-3202	IN-3202	245
CONCESIONARIA LINEA DE TRANSMISION CCNCM S.A.C.	INTERRUPTOR	CACLIC	IN-3203	IN-3203	245
ENERGÍA EÓLICA S.A.	INTERRUPTOR	CAMPANA	IN-3203	IN-3203	245
CONCESIONARIA LINEA DE TRANSMISION CCNCM S.A.C.	INTERRUPTOR	CACLIC	IN-3204	IN-3204	245
ENERGÍA EÓLICA S.A.	INTERRUPTOR	CAMPANA	IN-3204	IN-3204	245
CONCESIONARIA LINEA DE TRANSMISION CCNCM S.A.C.	INTERRUPTOR	CACLIC	IN-3205	IN-3205	245
ENERGÍA EÓLICA S.A.	INTERRUPTOR	CAMPANA	IN-3205	IN-3205	245
ENERGÍA EÓLICA S.A.	INTERRUPTOR	CAMPANA	IN-3206	IN-3206	245
CATALINA HUANCA SOCIEDA MINERA	INTERRUPTOR	CHILCAYOC	IN-3301	IN-3301	245
GR PAINO SOCIEDAD ANONIMA CERRADA	INTERRUPTOR	SE DUNA	IN-3341	IN-3341	245
ENEL GREEN POWER PERU S.A.C	INTERRUPTOR	FLAMENCO	IN-4 (CIRCUITO 4)	IN-4	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	PARAMONGA NUEVA	IN-4000 (T10-216 ^ L-1101)	IN-4000	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	CHIMBOTE 1	IN-4002	IN-4002	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	CHIMBOTE 1	IN-4004	IN-4004	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	CHIMBOTE 1	IN-4006 (T30-211)	IN-4006	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	CHIMBOTE 1	IN-4008 (T30-211 ^ RESERVA 2)	IN-4008	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	CHIMBOTE 1	IN-4010 (RESERVA2)	IN-4010	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	CHIMBOTE 1	IN-4012 (T11-211)	IN-4012	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	CHIMBOTE 1	IN-4014 (L-1107 ^ L- T11-211)	IN-4014	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	CHIMBOTE 1	IN-4016 (L-1107)	IN-4016	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	CHIMBOTE 1	IN-4018 (L-1105)	IN-4018	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	CHIMBOTE 1	IN-4020 (L-1105 ^ L- 1106)	IN-4020	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	CHIMBOTE 1	IN-4022 (L-1106)	IN-4022	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	CHIMBOTE 1	IN-4024 (L-1104)	IN-4024	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	CHIMBOTE 1	IN-4026 (L-1104 ^ L- 1109)	IN-4026	245

RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	CHIMBOTE 1	IN-4028 (L-1109)	IN-4028	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	CHIMBOTE 1	IN-4030 (L-1103)	IN-4030	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	CHIMBOTE 1	IN-4032 (L-1103 ^ L-1108)	IN-4032	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	CHIMBOTE 1	IN-4034 (L-1108)	IN-4034	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	CHIMBOTE 1	IN-4036 (L-1110)	IN-4036	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	CHIMBOTE 1	IN-4038 (L-1111 ^ L-1110)	IN-4038	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	CHIMBOTE 1	IN-4040 (L-1111)	IN-4040	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	TRUJILLO NORTE	IN-4042	IN-4042	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	TRUJILLO NORTE	IN-4044	IN-4044	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	TRUJILLO NORTE	IN-4046	IN-4046	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	TRUJILLO NORTE	IN-4048	IN-4048	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	TRUJILLO NORTE	IN-4050	IN-4050	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	TRUJILLO NORTE	IN-4052	IN-4052	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	TRUJILLO NORTE	IN-4054	IN-4054	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	PARAGSHA 2	IN-4056 (L-1703)	IN-4056	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	PARAGSHA 2	IN-4058 (L-1704)	IN-4058	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	PARAGSHA 2	IN-4060 (L-1120)	IN-4060	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	HUÁNUCO	IN-4062	IN-4062	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	HUÁNUCO	IN-4062 (L-1120)	IN-4062	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	HUÁNUCO	IN-4064 (L-1121)	IN-4064	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	HUÁNUCO	IN-4066 (T26-11)	IN-4066	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	TINGO MARÍA	IN-4068 (L-1121)	IN-4068	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	TINGO MARÍA	IN-4070 (T82-211)	IN-4070	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	TINGO MARÍA	IN-4072 (L-1122)	IN-4072	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	AUCAYACU	IN-4074 (T28-162)	IN-4074	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	PARAGSHA 2	IN-4076 (L-1123)	IN-4076	245
ISA PERU	INTERRUPTOR	TINGO MARÍA	IN-4078 (T50MVA)	IN-4078	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	AUCAYACU	IN-4080 (L-1122)	CL-T62_10	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	AUCAYACU	IN-4082 (L-1124)	IN-4082	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	TRUJILLO NORTE	IN-4084	IN-4084	245

RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	TOCACHE	IN-4088 (T35-121)	IN-4088	145
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	PARAGSHA 2	IN-4092 (T37-211)	IN-4092	245
CONCESIONARIA LINEA DE TRANSMISION CCNCM S.A.C.	INTERRUPTOR	BELAUNDE TERRY	IN-4101	IN-4101	245
CONCESIONARIA LINEA DE TRANSMISION CCNCM S.A.C.	INTERRUPTOR	BELAUNDE TERRY	IN-4102	IN-4102	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	ABANCAY	IN-4102 (L-1007)	IN-4102	245
CONCESIONARIA LINEA DE TRANSMISION CCNCM S.A.C.	INTERRUPTOR	BELAUNDE TERRY	IN-4103	IN-4103	245
CONCESIONARIA LINEA DE TRANSMISION CCNCM S.A.C.	INTERRUPTOR	BELAUNDE TERRY	IN-4104	IN-4104	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	AYAVIRI	IN-4104 (T49-121)	IN-4104	145
SAN GABAN	INTERRUPTOR	AZÁNGARO	IN-4106 (L-1009)	IN-4106	145
SAN GABAN	INTERRUPTOR	AZÁNGARO	IN-4108 (L-1010)	IN-4108	145
SAN GABAN	INTERRUPTOR	AZÁNGARO	IN-4110 (L-1008)	IN-4110	145
SAN GABAN	INTERRUPTOR	AZÁNGARO	IN-4112 (L-1011)	IN-4112	145
SAN GABAN	INTERRUPTOR	AZÁNGARO	IN-4114 (ACOPLAMIENTO)	IN-4114	145
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	AZÁNGARO	IN-4116 (T50-162)	IN-4116	145
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	CACHIMAYO	IN-4118 (L-1007)	IN-4118	145
TERNA PERU S.A.C.	INTERRUPTOR	PUCALLPA	IN-4120	INT-1156	145
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	CALLALLI	IN-4120 (L-1008)	IN-4120	145
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	CALLALLI	IN-4122 (L-1020)	IN-4122	145
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	CERRO VERDE	IN-4123 (L-1023)	IN-4124	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	CERRO VERDE	IN-4126 (L-1024)	IN-4126	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	CERRO VERDE	IN-4128 (L-1029)	IN-4128	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	CERRO VERDE	IN-4130 (ACOPLAMIENTO)	IN-4130	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	CERRO VERDE	IN-4132 (L-1028)	IN-4132	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	CERRO VERDE	IN-4134 (L-1033)	IN-4134	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	COMBAPATA	IN-4136 (T46-162)	IN-4136	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	JULIACA	IN-4138 (L-1011)	IN-4138	145
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	JULIACA	IN-4140 (L-1012)	IN-4140	145
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	JULIACA	IN-4142 (T51-161)	IN-4142	145

RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	MOLLENDO	IN-4144 (L-1030)	IN-4144	145
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	PUNO	IN-4148 (L-1012)	IN-4148	145
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	MOQUEGUA	IN-4148 (L-1025)	IN-4148	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	PUNO	IN-4150 (T53-162)	IN-4150	145
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	QUENCORO	IN-4152 (L-1002)	IN-4152	145
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	QUENCORO	IN-4154 (L-1004)	IN-4154	145
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	QUENCORO	IN-4156 (L-1005)	IN-4156	145
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	QUENCORO	IN-4158 (T47-131)	IN-4158	145
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	QUENCORO	IN-4160 (T48-136)	IN-4160	145
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	REPARTICIÓN	IN-4162 (L-1029)	IN-4162	145
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	REPARTICIÓN	IN-4164 (L-1030)	IN-4164	145
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	SANTUARIO	IN-4166 (L-1020)	IN-4166	145
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	SANTUARIO	IN-4168 (L-1021)	IN-4168	145
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	SANTUARIO	IN-4170 (L-1022)	IN-4170	145
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	SOCABAYA	IN-4172 (L-1021)	IN-4172	145
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	SOCABAYA	IN-4174 (L-1022)	IN-4174	145
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	SOCABAYA	IN-4176 (ACOPLAMIENTO 138kV)	IN-4176	145
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	SOCABAYA	IN-4178 (L-1024)	IN-4178	145
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	SOCABAYA	IN-4180 (L-1023)	IN-4180	145
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	SOCABAYA	IN-4182 (T41-13)	IN-4182	145
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	SOCABAYA	IN-4184 (T40-13)	IN-4184	145
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	TINTAYA	IN-4186 (L-1005)	IN-4186	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	TINTAYA	IN-4188	IN-4188	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	TINTAYA	IN-4190	IN-4190	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	TINTAYA	IN-4194 (T43-11)	IN-4194	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	TINTAYA	IN-4196 (SVC)	IN-4196	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	TOQUEPALA	IN-4198 (L-1025)	IN-4198	145
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	TOQUEPALA	IN-4200 (L-1026)	IN-4200	145
CONCESIONARIA LINEA DE TRANSMISION CCNCM S.A.C.	INTERRUPTOR	BELAUNDE TERRY	IN-4201	IN-4201	245

CONCESIONARIA LINEA DE TRANSMISION CCNCM S.A.C.	INTERRUPTOR	BELAUNDE TERRY	IN-4202	IN-4202	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	TOQUEPALA	IN-4202 (L-1388)	IN-4202	145
CONCESIONARIA LINEA DE TRANSMISION CCNCM S.A.C.	INTERRUPTOR	BELAUNDE TERRY	IN-4203	IN-4203	245
CONCESIONARIA LINEA DE TRANSMISION CCNCM S.A.C.	INTERRUPTOR	BELAUNDE TERRY	IN-4204	IN-4204	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	AZÁNGARO	IN-4204 (R-14)	IN-4204	145
CONELSUR LT SAC	INTERRUPTOR	CALLALLI	IN-4206 (L-1040)	IN-4206	145
CONENHUA	INTERRUPTOR	TALTA	IN-4207 (L-1040)	IN-4207	145
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	TRUJILLO NORTE	IN-4208	IN-4208	245
CONENHUA	INTERRUPTOR	TALTA	IN-4209 (L-1047)	IN-4209	145
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	HUÁNUCO	IN-4210 (T57-121)	IN-4210	
CONENHUA	INTERRUPTOR	TALTA	IN-4211 (L-1048)	IN-4211	145
CONENHUA	INTERRUPTOR	TAMBOMAYO	IN-4213 (L-1048)	IN-4213	145
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	JULIACA	IN-4214 (T63-121)	IN-4214	145
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	AUCAYACU	IN-4218 (T65-121)	IN-4218	145
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	TINTAYA	IN-4220 (T67-11)	IN-4220	145
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	TINGO MARÍA	IN-4222 (T69-11)	IN-4222	145
YURA	INTERRUPTOR	SANTUARIO	IN-4226 (L-1041)	IN-4226	145
GENERADORA DE ENERGÍA DEL PERÚ	INTERRUPTOR	REPARTICIÓN	IN-4230 (L-1034)	IN-4230	145
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	QUENCORO	IN-4238 (T80-131)	IN-4238	145
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	QUENCORO	IN-4240 (ACOPAMIENTO 138kV)	IN-4240	145
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	TRUJILLO NORTE	IN-4242	IN-4242	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	TRUJILLO NORTE	IN-4244	IN-4244	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	TRUJILLO NORTE	IN-4246	IN-4246	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	TRUJILLO NORTE	IN-4248	IN-4248	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	TRUJILLO NORTE	IN-4250	IN-4250	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	TRUJILLO NORTE	IN-4252	IN-4252	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	TRUJILLO NORTE	IN-4254	IN-4254	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	TRUJILLO NORTE	IN-4256	IN-4256	245

RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	TRUJILLO NORTE	IN-4258	IN-4258	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	TOCACHE	IN-4260 (L-1016)	IN-4260	145
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	TOCACHE	IN-4262 (T66-121)	IN-4262	145
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	TOCACHE	IN-4264 (L-1124)	IN-4264	145
TRANSMANTARO	INTERRUPTOR	SURIRAY	IN-4266	IN-4266	245
TRANSMANTARO	INTERRUPTOR	ABANCAY NUEVA	IN-4268	IN-4268	245
TRANSMANTARO	INTERRUPTOR	ABANCAY NUEVA	IN-4270	IN-4270	245
TRANSMANTARO	INTERRUPTOR	ABANCAY NUEVA	IN-4272	IN-4272	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	PUNO	IN-4282 (T97-162)	IN-4282	145
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	TRUJILLO NORTE	IN-4290	IN-4290	245
GENERACIÓN ANDINA S.A.C.	INTERRUPTOR	TINGO MARÍA	IN-4302	IN-4302	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	TINGO MARÍA	IN-4302(L-1145)	IN-4302	245
ISA PERU	INTERRUPTOR	AGUAYTÍA	IN-4304	IN-4304	245
TERNA PERU S.A.C.	INTERRUPTOR	AGUAYTÍA	IN-4308	INT-1156	245
ISA PERU	INTERRUPTOR	PUCALLPA	IN-4308	IN-4308	245
NEXA RESOURCES PERÚ S.A.A.	INTERRUPTOR	PARAGSHA 2	IN-4310	IN-4310	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	COMBAPATA	IN-4312	IN-4312	145
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	COMBAPATA	IN-4314	IN-4314	145
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	COMBAPATA	IN-4326 (T126-162)	IN-4326	145
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	TINGO MARÍA	IN-4328 (T128-261)	IN-4328	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	TOCACHE	IN-4330	IN-4330	145
ENEL GREEN POWER PERU S.A.C	INTERRUPTOR	FLAMENCO	IN-5 (CIRCUITO 5)	IN-5	245
TRANSMANTARO	INTERRUPTOR	CHILCA-CTM	IN-5002 (BARRA B ^ T72)	IN-5002	550
TRANSMANTARO	INTERRUPTOR	CHILCA-CTM	IN-5004 (L-5001 ^ T72)	IN-5004	550
TRANSMANTARO	INTERRUPTOR	CHILCA-CTM	IN-5006 (BARRA A ^ L-5001)	IN-5006	550
TRANSMANTARO	INTERRUPTOR	CARABAYLLO	IN-5008 (BARRA B ^ L-5001)	IN-5008	550
TRANSMANTARO	INTERRUPTOR	CARABAYLLO	IN-5010 (L-5001 ^ T73)	IN-5010	550
TRANSMANTARO	INTERRUPTOR	CARABAYLLO	IN-5012 (BARRA B ^ T73)	IN-5012	550
TRANSMANTARO	INTERRUPTOR	CARABAYLLO	IN-5014 (BARRA B ^ T74)	IN-5014	550
TRANSMANTARO	INTERRUPTOR	CARABAYLLO	IN-5016 (BARRA A ^ T74)	IN-5016	550
TRANSMANTARO	INTERRUPTOR	CARABAYLLO	IN-5018 (BARRA A ^ L-5006)	IN-5018	550
TRANSMANTARO	INTERRUPTOR	CARABAYLLO	IN-5020 (BARRA B ^ L-5006)	IN-5020	550

TRANSMANTARO	INTERRUPTOR	CARABAYLLO	IN-5022 (R17)	IN-5022	550
TRANSMANTARO	INTERRUPTOR	CHIMBOTE 500	IN-5024 (R-18)	IN-5024	550
TRANSMANTARO	INTERRUPTOR	CHIMBOTE 500	IN-5026 (R-19)	IN-5026	550
TRANSMANTARO	INTERRUPTOR	CHIMBOTE 500	IN-5028 (L-5006)	IN-5028	550
TRANSMANTARO	INTERRUPTOR	CHIMBOTE 500	IN-5030 (L-5006 ^ AT84-523)	IN-5030	550
TRANSMANTARO	INTERRUPTOR	CHIMBOTE 500	IN-5032 (L-5006)	IN-5032	550
MINERA VOLCAN	INTERRUPTOR	POMACOCCHA	IN-5033	IN-5033	550
TRANSMANTARO	INTERRUPTOR	CHIMBOTE 500	IN-5034 (L-5008)	IN-5034	550
MINERA VOLCAN	INTERRUPTOR	POMACOCCHA	IN-5035	IN-5035	550
TRANSMANTARO	INTERRUPTOR	CHIMBOTE 500	IN-5036 (L-5008)	IN-5036	550
MINERA VOLCAN	INTERRUPTOR	POMACOCCHA	IN-5037	IN-5037	550
TRANSMANTARO	INTERRUPTOR	CHIMBOTE 500	IN-5038 (R20)	IN-5038	550
TRANSMANTARO	INTERRUPTOR	TRUJILLO 500	IN-5040 (R21)	IN-5040	550
TRANSMANTARO	INTERRUPTOR	TRUJILLO 500	IN-5042 (L-5008)	IN-5042	550
TRANSMANTARO	INTERRUPTOR	TRUJILLO 500	IN-5044 (L-5008)	IN-5044	550
TRANSMANTARO	INTERRUPTOR	TRUJILLO 500	IN-5046 (L-5008)	IN-5046	550
TRANSMANTARO	INTERRUPTOR	CHILCA-CTM	IN-5048	IN-5048	550
TRANSMANTARO	INTERRUPTOR	CHILCA-CTM	IN-5050	IN-5050	550
TRANSMANTARO	INTERRUPTOR	CHILCA-CTM	IN-5052_BarraA	IN-5052_BarraA	550
TRANSMANTARO	INTERRUPTOR	OLLEROS 500	IN-5054_BarraA	IN-5054_BarraA	550
TRANSMANTARO	INTERRUPTOR	TRUJILLO 500	IN-5058 (R-24)	IN-5058	550
TRANSMANTARO	INTERRUPTOR	TRUJILLO 500	IN-5060 (L-5010)	IN-5060	550
TRANSMANTARO	INTERRUPTOR	TRUJILLO 500	IN-5062	IN-5062	550
TRANSMANTARO	INTERRUPTOR	LA NIÑA	IN-5064 (R-25)	IN-5064	550
TRANSMANTARO	INTERRUPTOR	LA NIÑA	IN-5066 (L-5010)	IN-5066	550
TRANSMANTARO	INTERRUPTOR	LA NIÑA	IN-5068 (AT91-523)	IN-5068	550
TRANSMANTARO	INTERRUPTOR	COLCABAMBA	IN-5102	IN-5102	550
TRANSMANTARO	INTERRUPTOR	COLCABAMBA	IN-5104	IN-5104	550
TRANSMANTARO	INTERRUPTOR	COLCABAMBA	IN-5106	IN-5106	550
TRANSMANTARO	INTERRUPTOR	COLCABAMBA	IN-5108	IN-5108	550
TRANSMANTARO	INTERRUPTOR	YARABAMBA	IN-5112	IN-5112	550
TRANSMANTARO	INTERRUPTOR	YARABAMBA	IN-5114	IN-5114	550
TRANSMANTARO	INTERRUPTOR	YARABAMBA	IN-5116	IN-5116	550
TRANSMANTARO	INTERRUPTOR	YARABAMBA	IN-5120	IN-5120	550
TRANSMANTARO	INTERRUPTOR	YARABAMBA	IN-5122	IN-5122	550
TRANSMANTARO	INTERRUPTOR	YARABAMBA	IN-5124	IN-5124	550
TRANSMANTARO	INTERRUPTOR	MONTALVO	IN-5126	IN-5126	550
TRANSMANTARO	INTERRUPTOR	POROMA	IN-5130	IN-5130	550
TRANSMANTARO	INTERRUPTOR	POROMA	IN-5132	IN-5132	550
TRANSMANTARO	INTERRUPTOR	POROMA	IN-5134	IN-5134	550

TRANSMANTARO	INTERRUPTOR	POROMA	IN-5136	IN-5136	550
TRANSMANTARO	INTERRUPTOR	YARABAMBA	IN-5138	IN-5138	550
TRANSMANTARO	INTERRUPTOR	POROMA	IN-5138	IN-5138	550
TRANSMANTARO	INTERRUPTOR	POROMA	IN-5140	IN-5140	550
TRANSMANTARO	INTERRUPTOR	POROMA	IN-5142	IN-5142	550
TRANSMANTARO	INTERRUPTOR	POROMA	IN-5146	IN-5146	550
TRANSMANTARO	INTERRUPTOR	CARAPONGO	IN-5152	IN-5152	550
TRANSMANTARO	INTERRUPTOR	CARAPONGO	IN-5154	IN-5154	550
TRANSMANTARO	INTERRUPTOR	CARAPONGO	IN-5156	IN-5156	550
TRANSMANTARO	INTERRUPTOR	CARAPONGO	IN-5158	IN-5158	550
TRANSMANTARO	INTERRUPTOR	CARAPONGO	IN-5160	IN-5160	550
TRANSMANTARO	INTERRUPTOR	LA NIÑA	IN-5162	IN-5162	550
TRANSMANTARO	INTERRUPTOR	LA NIÑA	IN-5164	IN-5164	550
SEAL	INTERRUPTOR	SOCABAYA	IN-52 L-1043	IN-52 L-1043	245
ANGLO AMERICAN QUELLAVECO S.A.	INTERRUPTOR	PAPUJUNE	IN-52-01 (T123-261)	IN-52-01	245
ANGLO AMERICAN QUELLAVECO S.A.	INTERRUPTOR	PAPUJUNE	IN-52-02 (T123-261)	IN-52-02	245
ANGLO AMERICAN QUELLAVECO S.A.	INTERRUPTOR	PAPUJUNE	IN-52-03 (T124-261)	IN-52-03	245
SEAL	INTERRUPTOR	PQUE. INDUSTRIAL_AQ	IN-52-03T4-103	IN-52-03T4-103	145
ANGLO AMERICAN QUELLAVECO S.A.	INTERRUPTOR	PAPUJUNE	IN-52-04 (T124-261)	IN-52-04	245
ANGLO AMERICAN QUELLAVECO S.A.	INTERRUPTOR	PAPUJUNE	IN-52-05 (T125-261)	IN-52-05	245
ANGLO AMERICAN QUELLAVECO S.A.	INTERRUPTOR	PAPUJUNE	IN-52-06 (T125-261)	IN-52-06	245
PARQUE EOLICO TRES HERMANAS S.A.C.	INTERRUPTOR	TRES HERMANAS	IN-52-10	IN-52-10	245
SEAL	INTERRUPTOR	PQUE. INDUSTRIAL_AQ	IN-52-10T4-103	IN-52-10T4-103	145
PARQUE EOLICO TRES HERMANAS S.A.C.	INTERRUPTOR	TRES HERMANAS	IN-52-11	IN-52-11	245
PARQUE EOLICO TRES HERMANAS S.A.C.	INTERRUPTOR	TRES HERMANAS	IN-52-12	IN-52-12	245
PARQUE EOLICO TRES HERMANAS S.A.C.	INTERRUPTOR	TRES HERMANAS	IN-52-13	IN-52-13	245
PARQUE EOLICO TRES HERMANAS S.A.C.	INTERRUPTOR	TRES HERMANAS	IN-52-14	IN-52-14	245
PARQUE EOLICO TRES HERMANAS S.A.C.	INTERRUPTOR	TRES HERMANAS	IN-52-15	IN-52-15	245
PARQUE EOLICO TRES HERMANAS S.A.C.	INTERRUPTOR	TRES HERMANAS	IN-52-16	IN-52-16	245

PARQUE EOLICO TRES HERMANAS S.A.C.	INTERRUPTOR	TRES HERMANAS	IN-52-8	IN-52-8	245
PARQUE EOLICO TRES HERMANAS S.A.C.	INTERRUPTOR	TRES HERMANAS	IN-52-9	IN-52-9	245
CONELSUR LT SAC	INTERRUPTOR	ARES	IN-52.1 (L-1047)	IN-52.1	145
PARQUE EOLICO TRES HERMANAS S.A.C.	INTERRUPTOR	TRES HERMANAS	IN-523	IN-523	245
AGROINDUSTRIAS SAN JACINTO S.A.A.	INTERRUPTOR	CT PLANTA AISJ	IN-52C3	IN-52C3	550
AGROINDUSTRIAS SAN JACINTO S.A.A.	INTERRUPTOR	CT PLANTA AISJ	IN-52G1	IN-52G1	550
FENIX POWER PERÚ	INTERRUPTOR	SE_FENIX	IN-52G11	IN-52G11	550
FENIX POWER PERÚ	INTERRUPTOR	SE_FENIX	IN-52G12	IN-52G12	550
ATN S.A.	INTERRUPTOR	RUBI	IN-52JL1 (L-2037)	IN-52JL1	550
ATN S.A.	INTERRUPTOR	RUBI	IN-52JT1 (T1)	IN-52JT1	550
ATN S.A.	INTERRUPTOR	RUBI	IN-52JT2 (T2)	IN-52JT2	550
FENIX POWER PERÚ	INTERRUPTOR	SE_FENIX	IN-52L1	IN-52L1	550
FENIX POWER PERÚ	INTERRUPTOR	SE_FENIX	IN-52L11	IN-52L11	550
FENIX POWER PERÚ	INTERRUPTOR	SE_FENIX	IN-52L12	IN-52L12	550
ENEL GREEN POWER PERU S.A.C	INTERRUPTOR	FLAMENCO	IN-6 (CIRCUITO 6)	IN-6	245
EMPRESA DE GENERACION ELECTRICA SANTA ANA S.A.C.	INTERRUPTOR	SANTA ANA	IN-60-01	IN-60-01	72.5
EMPRESA DE GENERACION ELECTRICA SANTA ANA S.A.C.	INTERRUPTOR	CHANCHAMAYO	IN-60-02	IN-60-02	72.5
EMPRESA DE GENERACION ELECTRICA SANTA ANA S.A.C.	INTERRUPTOR	CHANCHAMAYO	IN-60-03	IN-60-03	72.5
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	SAN JUAN	IN-6000 (T1-261)	IN-6000	72.5
CATALINA HUANCA SOCIEDA MINERA	INTERRUPTOR	ANDAHUAYLAS	IN-6001	IN-6001	72.5
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	INDEPENDENCIA	IN-6004 (T3-261)	IN-6004	72.5
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	INDEPENDENCIA	IN-6006 (L-6603)	IN-6006	72.5
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	INDEPENDENCIA	IN-6008 (L-6604)	IN-6008	72.5
CATALINA HUANCA SOCIEDA MINERA	INTERRUPTOR	CHILCAYOC	IN-6010	IN-6010	72.5
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	INDEPENDENCIA	IN-6010 (L-6605)	IN-6010	72.5
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	ICA	IN-6016	IN-6016	72.5
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	ICA	IN-6016 (L-6621)	IN-6016	72.5
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	ICA	IN-6018 (T5-261)	IN-6018	72.5

RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	ICA	IN-6020 (RESERVA)	IN-6020	72.5
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	ICA	IN-6022 (L-6623)	IN-6022	72.5
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	ICA	IN-6024 (L-6624)	IN-6024	72.5
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	MARCONA	IN-6028 (T6-261)	CL-T6_60	72.5
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	MARCONA	IN-6034 (ACOPLAMIENTO 60kV)	IN-6034	72.5
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	MARCONA	IN-6036 (RESERVA)	IN-6036	72.5
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	MARCONA	IN-6038 (L-6627)	IN-6038	72.5
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	MARCONA	IN-6040 (L-6628)	IN-6040	72.5
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	MARCONA	IN-6042 (L-6629)	IN-6042	72.5
ELECTRONORTE S.A.	INTERRUPTOR	OLMOS	IN-6043	IN-6043	72.5
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	MARCONA	IN-6044 (L-6630)	IN-6044	72.5
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	HUAYUCACHI	IN-6046 (T8-261)	IN-6046	72.5
HIDRANDINA	INTERRUPTOR	HUARAZ	IN-6051	IN-6051	72.5
HIDRANDINA	INTERRUPTOR	HUARAZ OESTE	IN-6052	IN-6052	72.5
HIDRANDINA	INTERRUPTOR	CHEPEN	IN-6055	IN-6055	72.5
HIDRANDINA	INTERRUPTOR	GUADALUPE	IN-6056	IN-6056	72.5
HIDRANDINA	INTERRUPTOR	HUACA DEL SOL	IN-6057	IN-6057	72.5
HIDRANDINA	INTERRUPTOR	HUACA DEL SOL	IN-6058	IN-6058	72.5
HIDRANDINA	INTERRUPTOR	HUACA DEL SOL	IN-6059	IN-6059	72.5
HIDRANDINA	INTERRUPTOR	MOYOCOCHA	IN-6061	IN-6061	72.5
HIDRANDINA	INTERRUPTOR	MOYOCOCHA	IN-6062	IN-6062	72.5
HIDRANDINA	INTERRUPTOR	MOYOCOCHA	IN-6063	IN-6063	72.5
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	SAN NICOLÁS	IN-6086 (L-6629)	IN-6086	72.5
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	SAN NICOLÁS	IN-6088 (L-6628)	IN-6088	72.5
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	SAN NICOLÁS	IN-6090 (L-6627)	IN-6090	72.5
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	SAN NICOLÁS	IN-6092 (RESERVA 2)	CL-RES2	72.5
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	SAN NICOLÁS	IN-6094 (T21-61)	IN-6094	72.5
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	SAN NICOLÁS	IN-6096 (RESERVA 1)	CL-RES1	72.5
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	SAN NICOLÁS	IN-6098 (T22-61)	BARRA-C 60	72.5
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	SAN NICOLÁS	IN-6100 (T23-61)	BARRA-B 60	72.5
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	HUANCAVELICA	IN-6102 (T9-261)	IN-6102	72.5
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	HUANCAVELICA	IN-6104 (L-6643)	IN-6104	72.5
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	HUANCAVELICA	IN-6106 (RESERVA)	IN-6106	72.5

RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	HUANCAVELICA	IN-6106 (T61-261)	IN-6106	72.5
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	CHICLAYO OESTE	IN-6108 (T14-260)	IN-6108	72.5
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	PARAMONGA NUEVA	IN-6110 (T10-216)	IN-6110	72.5
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	PARAMONGA NUEVA	IN-6112 (L-6694)	IN-6112	72.5
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	PIURA OESTE	IN-6114 (T15-261)	IN-6114	72.5
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	PIURA OESTE	IN-6118 (L-6650)	IN-6118	72.5
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	GUADALUPE	IN-6120 (T13-261)	IN-6120	72.5
CEMENTOS PACASMAYO	INTERRUPTOR	GUADALUPE	IN-6122 (L-6652)	IN-6122	72.5
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	GUADALUPE	IN-6124 (L-6653)	IN-6124	72.5
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	GUADALUPE	IN-6126 (L-6646)	IN-6126	72.5
HIDRANDINA	INTERRUPTOR	PARAMONGA NUEVA	IN-6130 (L-6655)	IN-6130	72.5
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	INDEPENDENCIA	IN-6132 (T4-261)	IN-6132	72.5
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	GUADALUPE	IN-6134 (T17-261)	IN-6134	72.5
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	HUAYUCACHI	IN-6136 (T19-261)	IN-6136	72.5
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	HUAYUCACHI	IN-6138 (L-6631)	IN-6138	72.5
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	CHICLAYO OESTE	IN-6140 (T16-260)	IN-6140	72.5
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	CHICLAYO OESTE	IN-6142 (T24-61)	IN-6142	72.5
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	CHICLAYO OESTE	IN-6144 (ACOPLAMIENTO 60kV)	IN-6144	72.5
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	PARAMONGA NUEVA	IN-6146 (T18-261)	IN-6146	72.5
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	GUADALUPE	IN-6148 (L-6656)	IN-6148	72.5
ELECTRO SUR ESTE	INTERRUPTOR	LLUSCO	IN-615 (T28-062)	IN-615	72.5
ELECTRICA YANAPAMPA SAC	INTERRUPTOR	PARAMONGA NUEVA	IN-6150	IN-6150	72.5
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	PIURA OESTE	IN-6150 (L-6651)	IN-6150	72.5
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	SAN JUAN	IN-6152 (BC-8)	IN-6152	72.5
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	PIURA OESTE	IN-6154 (T32-261)	IN-6154	72.5
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	ZORRITOS	IN-6156 (T33-261)	IN-6156	72.5
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	HUACHO	IN-6164 (T34-261)	IN-6164	72.5
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	HUACHO	IN-6166 (L-6670)	IN-6166	72.5
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	HUACHO	IN-6168 (L-6685)	IN-6168	72.5
ELECTRONOROESTE S.A.	INTERRUPTOR	PIURA OESTE	IN-6170 (L-6658)	IN-6170	72.5

RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	PIURA OESTE	IN-6170 (L-6698)	IN-6170	72.5
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	SAN JUAN	IN-6176 (BC-9)	IN-6176	72.5
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	SAN JUAN	IN-6178 (BC-10)	IN-6178	72.5
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	SAN JUAN	IN-6180 (BC-11)	IN-6180	72.5
INFRAESTRUCTURA Y ENERGIAS DEL PERU	INTERRUPTOR	RESERVA FRIA PUCALLPA	IN-6188	IN-6188	72.5
CONELSUR LT SAC	INTERRUPTOR	CAJAMARCA NORTE	IN-6188 (T22/60/10)	IN-6188	72.5
INFRAESTRUCTURA Y ENERGIAS DEL PERU	INTERRUPTOR	PUCALLPA	IN-6190	IN-6190	72.5
CONELSUR LT SAC	INTERRUPTOR	CAJAMARCA NORTE	IN-6190 (L-6649)	IN-6190	72.5
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	ZORRITOS	IN-6190 (L-6665)	IN-6190	72.5
CONELSUR LT SAC	INTERRUPTOR	CAJAMARCA NORTE	IN-6192 (L-6648)	IN-6192	72.5
SEAL	INTERRUPTOR	MARCONA	IN-6194 (L-6672)	IN-6194	72.5
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	AZÁNGARO	IN-6196 (T50-162)	IN-6196	145
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	COMBAPATA	IN-6200 (T46-162)	IN-6200	145
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	JULIACA	IN-6204 (T51-161)	IN-6204	145
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	JULIACA	IN-6206 (T54-61)	IN-6206	145
TRANSMISORA ELECTRICA DEL SUR 2 S.A.C.	INTERRUPTOR	SAN ROMAN	IN-6207 (L-1012)	IN-6207	145
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	JULIACA	IN-6208 (T52-61)	IN-6208	145
TRANSMISORA ELECTRICA DEL SUR 2 S.A.C.	INTERRUPTOR	SAN ROMAN	IN-6209 (L-1046)	IN-6209	145
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	PUNO	IN-6210 (T53-162)	IN-6210	145
TRANSMISORA ELECTRICA DEL SUR 2 S.A.C.	INTERRUPTOR	SAN ROMAN	IN-6211 (AT-3)	IN-6211	145
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	PUNO	IN-6212 (L-0638)	IN-6212	145
TRANSMISORA ELECTRICA DEL SUR 2 S.A.C.	INTERRUPTOR	PUMIRI	IN-6213	IN-6213	145
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	PUNO	IN-6214 (L-0639)	IN-6214	145
TRANSMISORA ELECTRICA DEL SUR 2 S.A.C.	INTERRUPTOR	PUMIRI	IN-6218 (INT. ACOUPLE)	IN-6218	145
EDE CAÑETE	INTERRUPTOR	CANTERA	IN-6218 (T25MVA)	IN-6218	145
TRANSMISORA ELECTRICA DEL SUR 2 S.A.C.	INTERRUPTOR	AZÁNGARO	IN-6220	IN-6220	145
ELECTRONOROESTE S.A.	INTERRUPTOR	PIURA OESTE	IN-6220 (L-6654)	IN-6220	72.5

RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	PIURA OESTE	IN-6220 (L-6657)	IN-6220	72.5
TRANSMISORA ELECTRICA DEL SUR 3 S.A.C. -TESUR 3	INTERRUPTOR	LOS HÉROES	IN-6221	IN-6221	72.5
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	ICA	IN-6222 (T59-261)	IN-6222	72.5
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	MARCONA	IN-6224 (T62-261)	CL-T62_60	72.5
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	PUNO	IN-6226 (T68-161)	IN-6226	72.5
MINERA ARUNTANI	INTERRUPTOR	PUNO	IN-6228 (L-6007)	IN-6228	72.5
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	SANTA ROSA N.	IN-6232 (BARRA 60kV)	CL-Derivacio 60	72.5
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	SANTA ROSA N.	IN-6234 (BC-16)	CL-BC16	72.5
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	SANTA ROSA N.	IN-6236 (BC-17)	CL-BC17	72.5
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	CHAVARRÍA	IN-6238	IN-6238	72.5
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	CHAVARRÍA	IN-6240 (BC-18)	IN-6240	72.5
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	CHAVARRÍA	IN-6242 (BC-19)	IN-6242	72.5
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	JULIACA	IN-6244 (T-CESUR)	IN-6244	72.5
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	INDEPENDENCIA	IN-6246 (ACOPLAMIENTO 60kV)	IN-6246	72.5
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	INDEPENDENCIA	IN-6248 (L-6606)	IN-6248	72.5
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	INDEPENDENCIA	IN-6250 (L-6607)	IN-6250	72.5
TRANSMISORA ELECTRICA DEL SUR 2 S.A.C.	INTERRUPTOR	PUMIRI	IN-6252 (AT-4)	IN-6252	72.5
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	INDEPENDENCIA	IN-6252 (L-EGA2)	IN-6252	72.5
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	INDEPENDENCIA	IN-6254 (L-EGA1)	IN-6254	72.5
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	INDEPENDENCIA	IN-6256 (L-EGS2)	IN-6256	72.5
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	INDEPENDENCIA	IN-6258 (L-EGS1)	IN-6258	72.5
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	PIURA OESTE	IN-6268 (ACOPLAMIENTO 60kV)	IN-6268	72.5
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	PIURA OESTE	IN-6274 (T83-261)	IN-6274	72.5
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	PIURA OESTE	IN-6290	IN-6290	72.5
TRANSMANTARO	INTERRUPTOR	ORCOTUNA	IN-6306	IN-6306	72.5
TRANSMANTARO	INTERRUPTOR	ORCOTUNA	IN-6308	IN-6308	72.5
TRANSMANTARO	INTERRUPTOR	ORCOTUNA	IN-6310	IN-6310	72.5
TRANSMANTARO	INTERRUPTOR	ORCOTUNA	IN-6312	IN-6312	72.5
TRANSMANTARO	INTERRUPTOR	ORCOTUNA	IN-6314	IN-6314	72.5
TRANSMANTARO	INTERRUPTOR	ORCOTUNA	IN-6316	IN-6316	72.5

ISA PERU	INTERRUPTOR	PUCALLPA	IN-6318	IN-6318	72.5
ISA PERU	INTERRUPTOR	PUCALLPA	IN-6320	IN-6320	72.5
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	ICA	IN-6322	IN-6322	72.5
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	ICA	IN-6324	IN-6324	72.5
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	PARAMONGA NUEVA	IN-6330 (T113-261)	IN-6330	72.5
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	ZORRITOS	IN-6340	IN-6340	72.5
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	ZORRITOS	IN-6340 (BC-26)	IN-6340	72.5
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	ZORRITOS	IN-6342 (BC-27)	IN-6342	72.5
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	ZORRITOS	IN-6344	IN-6344	72.5
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	ZORRITOS	IN-6346	IN-6346	72.5
TRANSMANTARO	INTERRUPTOR	LA BREA	IN-6350	IN-6350	72.5
TRANSMANTARO	INTERRUPTOR	LA BREA	IN-6352	IN-6352	72.5
TRANSMANTARO	INTERRUPTOR	LA BREA	IN-6354	IN-6354	72.5
TRANSMANTARO	INTERRUPTOR	LA BREA	IN-6356	IN-6356	72.5
TRANSMANTARO	INTERRUPTOR	LA BREA	IN-6358	IN-6358	72.5
TRANSMANTARO	INTERRUPTOR	LA BREA	IN-6360	IN-6360	72.5
TRANSMANTARO	INTERRUPTOR	LA BREA	IN-6362	IN-6362	72.5
TRANSMANTARO	INTERRUPTOR	LA BREA	IN-6364	IN-6364	72.5
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	COMBAPATA	IN-6366 (T126-162)	IN-6366	72.5
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	REQUE	IN-6376 (T127-262)	IN-6376	72.5
ELECTRO ZAÑA S.A.C.	INTERRUPTOR	CAYALTÍ	IN-6547	IN-6547	72.5
ELECTRO SUR ESTE	INTERRUPTOR	COMBAPATA	IN-6601 (L-6619)	IN-6601	72.5
HUAURA POWER GROUP S.A.	INTERRUPTOR	ANDAHUASI	IN-663	IN-663	72.5
HUAURA POWER GROUP S.A.	INTERRUPTOR	YARUCAYA	IN-664	IN-664	72.5
ELECTRICA YANAPAMPA SAC	INTERRUPTOR	CT YANAPAMPA	IN-66KV-01	IN-66KV-01	72.5
ENEL DISTRIBUCION PERU	INTERRUPTOR	MEDIO MUNDO	IN-693	IN-693	72.5
ENEL DISTRIBUCION PERU	INTERRUPTOR	MEDIO MUNDO	IN-6932	IN-6932	72.5
SINERSA	INTERRUPTOR	HUARAL	IN-6947SIN	IN-6947SIN	72.5
ENEL GREEN POWER PERU S.A.C	INTERRUPTOR	FLAMENCO	IN-7 (CIRCUITO 7)	IN-7	72.5
GENERACIÓN ANDINA S.A.C.	INTERRUPTOR	8 DE AGOSTO	IN-8A-BBA10-GS100	IN-8A-BBA10-GS	72.5
HIDRANDINA	INTERRUPTOR	HUARAZ OESTE	IN-A039	IN-A039	72.5
HIDRANDINA	INTERRUPTOR	HUARAZ OESTE	IN-A040	IN-A040	72.5
HIDRANDINA	INTERRUPTOR	HUARAZ OESTE	IN-A041	IN-A041	72.5
HIDRANDINA	INTERRUPTOR	TRUJILLO SUR	IN-A042	IN-A042	72.5
HIDRANDINA	INTERRUPTOR	PORVENIR	IN-A043	IN-A043	72.5

HIDRANDINA	INTERRUPTOR	TRUJILLO NOROESTE	IN-A046	IN-A046	72.5
HIDRANDINA	INTERRUPTOR	TRUJILLO NOROESTE	IN-A047	IN-A047	72.5
HIDRANDINA	INTERRUPTOR	CHIMBOTE NORTE	IN-A053_TP-A058	IN-A053_TP-A058	245
LUZ DEL SUR	INTERRUPTOR	LOS INDUSTRIALES	IN-ACO-220	IN-ACO-220	245
LUZ DEL SUR	INTERRUPTOR	LOS INDUSTRIALES	IN-ACO-60	IN-ACO-60	245
EMPRESA DE GENERACION HUANZA	INTERRUPTOR	HUANZA	IN-ACOPLAMIENTO	IN-F3.QF	245
GENERACIÓN ANDINA S.A.C.	INTERRUPTOR	8 DE AGOSTO	IN-AEA01-GS100	IN-AEA01-GS100	72.5
GENERACIÓN ANDINA S.A.C.	INTERRUPTOR	8 DE AGOSTO	IN-AJA02-GS100	IN-AJA02-GS100	72.5
GENERACIÓN ANDINA S.A.C.	INTERRUPTOR	8 DE AGOSTO	IN-AJA03-GS100	IN-AJA03-GS100	72.5
GENERACIÓN ANDINA S.A.C.	INTERRUPTOR	8 DE AGOSTO	IN-AJA04-GS100	IN-AJA04-GS100	72.5
GENERACIÓN ANDINA S.A.C.	INTERRUPTOR	8 DE AGOSTO	IN-AKA01-GS100	IN-AKA01-GS100	72.5
GENERACIÓN ANDINA S.A.C.	INTERRUPTOR	8 DE AGOSTO	IN-AKA02-GS100	IN-AKA02-GS100	72.5
ENEL GREEN POWER PERU S.A.C	INTERRUPTOR	FLAMENCO	IN-BC1	IN-BC1	245
ENEL GREEN POWER PERU S.A.C	INTERRUPTOR	FLAMENCO	IN-BC2	IN-BC2	245
GENERADORA DE ENERGÍA DEL PERÚ	INTERRUPTOR	ÁNGEL	IN-CHA1-03	IN-CHA1-03	145
GENERADORA DE ENERGÍA DEL PERÚ	INTERRUPTOR	ÁNGEL	IN-CHA1-04	IN-CHA1-04	145
GENERADORA DE ENERGÍA DEL PERÚ	INTERRUPTOR	ÁNGEL	IN-CHA2-03	IN-CHA2-03	145
GENERADORA DE ENERGÍA DEL PERÚ	INTERRUPTOR	ÁNGEL	IN-CHA2-04	IN-CHA2-04	145
GENERADORA DE ENERGÍA DEL PERÚ	INTERRUPTOR	ÁNGEL	IN-CHA3-03	IN-CHA3-03	145
GENERADORA DE ENERGÍA DEL PERÚ	INTERRUPTOR	ÁNGEL	IN-CHA3-04	IN-CHA3-04	145
GENERACIÓN ANDINA S.A.C.	INTERRUPTOR	EL CARMEN (SE)	IN-EC-AJA01-GS100	IN-EC-AJA01-GS1	145
GENERACIÓN ANDINA S.A.C.	INTERRUPTOR	EL CARMEN (SE)	IN-EC-BBA10-GS100	IN-EC-BBA10-GS1	145
BIOENERGIA DEL CHIRA S.A.	INTERRUPTOR	BIOENERGIA	IN-FAB-C00 (Linea 1)	IN-FAB-C00	245
BIOENERGIA DEL CHIRA S.A.	INTERRUPTOR	BIOENERGIA	IN-FAB-C01 (Linea 2)	IN-FAB-C01	245
BIOENERGIA DEL CHIRA S.A.	INTERRUPTOR	BIOENERGIA	IN-FAB-C02 (Enlace - Bioenergia)	IN-FAB-C02	245
BIOENERGIA DEL CHIRA S.A.	INTERRUPTOR	BIOENERGIA	IN-FAB-C06	IN-FAB-C06	245
BIOENERGIA DEL CHIRA S.A.	INTERRUPTOR	BIOENERGIA	IN-FAB-C07	IN-FAB-C07	245
BIOENERGIA DEL CHIRA S.A.	INTERRUPTOR	BIOENERGIA	IN-FAB-C08 (TR-FAB-1201)	IN-FAB-C08	245
BIOENERGIA DEL CHIRA S.A.	INTERRUPTOR	BIOENERGIA	IN-FAB-C09 (TR-FAB-1202)	IN-FAB-C09	245

BIOENERGIA DEL CHIRA S.A.	INTERRUPTOR	BIOENERGIA	IN-FAB-C10 (IN-G1)	IN-FAB-C10	245
BIOENERGIA DEL CHIRA S.A.	INTERRUPTOR	BIOENERGIA	IN-FAB-C16 (IN-G2)	IN-FAB-C16	245
ELECTRO ZAÑA S.A.C.	INTERRUPTOR	ZAÑA	IN-G1	IN-G1	72.5
ELECTRO ZAÑA S.A.C.	INTERRUPTOR	ZAÑA	IN-G2	IN-G2	72.5
SOUTHERN PERU CC	INTERRUPTOR	PLAZA TOQUEPALA	IN-HCB-7510 (L-1398)	IN-HCB-7510	145
SOUTHERN PERU CC	INTERRUPTOR	LIXIVIACIÓN	IN-HCB-757 (L-1398)	IN-HCB-757	245
ATN S.A.	INTERRUPTOR	FLAMENCO	IN-JT1 (L-2082)	IN-JT1 (L-2082)	245
EMPRESA DE GENERACION HUANZA	INTERRUPTOR	HUANZA	IN-L 2110	IN-F1.QF	245
EMPRESA DE GENERACION HUANZA	INTERRUPTOR	HUANZA	IN-L 2221	IN-F6.QF	245
LUZ DEL SUR	INTERRUPTOR	LOS INDUSTRIALES	IN-L2010	IN-L2010	245
ENEL DISTRIBUCION PERU	INTERRUPTOR	VENTANILLA	IN-L2016	IN-L2016	245
ENEL DISTRIBUCION PERU	INTERRUPTOR	VENTANILLA	IN-L2017	IN-L2017	245
LUZ DEL SUR	INTERRUPTOR	LOS INDUSTRIALES	IN-L2018	IN-L2018	245
INLAND ENERGY SAC	INTERRUPTOR	SANTA TERESA	IN-L2049	IN-L2049	245
ENEL DISTRIBUCION PERU	INTERRUPTOR	MIRADOR	IN-L2112	IN-L2112	245
ENEL DISTRIBUCION PERU	INTERRUPTOR	CARABAYLLO	IN-L2112	IN-L2112	245
ENEL DISTRIBUCION PERU	INTERRUPTOR	MIRADOR	IN-L2113	IN-L2113	245
ENEL DISTRIBUCION PERU	INTERRUPTOR	CARABAYLLO	IN-L2113	IN-L2113	245
ENEL DISTRIBUCION PERU	INTERRUPTOR	SANTA ROSA A.	IN-L6011	IN-L6011	72.5
ENEL DISTRIBUCION PERU	INTERRUPTOR	SANTA ROSA A.	IN-L6020	IN-L6020	72.5
LUZ DEL SUR	INTERRUPTOR	LOS INDUSTRIALES	IN-L612	IN-L612	72.5
LUZ DEL SUR	INTERRUPTOR	LOS INDUSTRIALES	IN-L615	IN-L615	72.5
LUZ DEL SUR	INTERRUPTOR	LOS INDUSTRIALES	IN-L616	IN-L616	72.5
LUZ DEL SUR	INTERRUPTOR	LOS INDUSTRIALES	IN-L659	IN-L659	72.5
BIOENERGIA DEL CHIRA S.A.	INTERRUPTOR	BIOENERGIA	IN-LHU-B4 (Linea 1)	IN-LHU-B4	245
BIOENERGIA DEL CHIRA S.A.	INTERRUPTOR	BIOENERGIA	IN-LHU-B5 (Linea 2)	IN-LHU-B5	245
BIOENERGIA DEL CHIRA S.A.	INTERRUPTOR	BIOENERGIA	IN-LHU-E (Enlace - La Huaca)	IN-LHU-E	245
SEAL	INTERRUPTOR	JESÚS	IN-LT-L-1010 (138 KV)	IN-LT-L-1010	245
GENERADORA DE ENERGÍA DEL PERÚ	INTERRUPTOR	ÁNGEL	IN-SEA-TR01	IN-SEA-TR01	145

GENERADORA DE ENERGÍA DEL PERÚ	INTERRUPTOR	ÁNGEL	IN-SEA1	IN-SEA1	145
GENERADORA DE ENERGÍA DEL PERÚ	INTERRUPTOR	ÁNGEL	IN-SEA2	IN-SEA2	145
GENERADORA DE ENERGÍA DEL PERÚ	INTERRUPTOR	ÁNGEL	IN-SEA3	IN-SEA3	145
ELECTRO ZAÑA S.A.C.	INTERRUPTOR	ZAÑA	IN-T1	IN-T1	72.5
LUZ DEL SUR	INTERRUPTOR	LOS INDUSTRIALES	IN-T1-220	IN-T1-220	245
LUZ DEL SUR	INTERRUPTOR	LOS INDUSTRIALES	IN-T1-60	IN-T1-60	72.5
ENEL DISTRIBUCION PERU	INTERRUPTOR	MEDIO MUNDO	IN-TR1	IN-TR1	245
ENEL DISTRIBUCION PERU	INTERRUPTOR	MEDIO MUNDO	IN-TR2	IN-TR2	245
LUZ DEL SUR	INTERRUPTOR	PACHACUTEC	IN-TRA2_10	IN-TRA2_10	245
LUZ DEL SUR	INTERRUPTOR	PACHACUTEC	IN-TRA2_220	IN-TRA2_220	245
EMPRESA DE GENERACION HUANZA	INTERRUPTOR	HUANZA	IN-TRAFO 220/13.8 Kv	IN-F2.QF	245
ENEL GREEN POWER PERU S.A.C	INTERRUPTOR	FLAMENCO	IN-TSA (SERV. AUX.)	IN-TSA (SERV.)	245
AGROINDUSTRIAS SAN JACINTO S.A.A.	INTERRUPTOR	SAN JACINTO	IN-VCB	IN-VCB	145
STATKRAFT S.A	INTERRUPTOR	GALLITO CIEGO	IN0193	193	145
STATKRAFT S.A	INTERRUPTOR	GALLITO CIEGO	IN0194	194	145
STATKRAFT S.A	INTERRUPTOR	GALLITO CIEGO	IN0195	195	145
STATKRAFT S.A	INTERRUPTOR	GALLITO CIEGO	IN0196	196	145
MINSUR	INTERRUPTOR	SAN RAFAEL	IN10-2	IN10-2	145
MINSUR	INTERRUPTOR	SAN RAFAEL	IN10-4	IN10-4	145
COELVISAC	INTERRUPTOR	HUARANGO	IN23-1	IN23-1	145
COELVISAC	INTERRUPTOR	HUARANGO	INB60-1	INB60-1	145
COELVISAC	INTERRUPTOR	LOMAS	INB60-3	INB60-3	72.5
COELVISAC	INTERRUPTOR	HUARANGO	INL60-4	INL60-4	72.5
COELVISAC	INTERRUPTOR	HUARANGO	INL60-5	INL60-5	72.5
COELVISAC	INTERRUPTOR	LOMAS	INL60-6	INL60-6	72.5
COELVISAC	INTERRUPTOR	LOMAS	INL60-7	INL60-7	72.5
ATN 1 S.A.	INTERRUPTOR	TINTAYA NUEVA	INT-1001 (L-2024)	INT-1001	145
ATN 1 S.A.	INTERRUPTOR	CONSTANCIA	INT-1101 (L-2024)	INT-1101	245
ATN 1 S.A.	INTERRUPTOR	CONSTANCIA	INT-1102	INT-1102	245
ATN 1 S.A.	INTERRUPTOR	CONSTANCIA	INT-1103	INT-1103	245
SINERSA	INTERRUPTOR	CH CHANCAY	INT-112	INT-112	245
EMPRESA DE GENERACION ELECTRICA SANTA ANA S.A.C.	INTERRUPTOR	LA VIRGEN	INT-152CY1-138 kV	INT-152CY1	145
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	HUÁNUCO	INT-1654	INT-1654	245

RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	HUÁNUCO	INT-1656	INT-1656	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	HUÁNUCO	INT-1662	INT-1662	245
RED DE ENERGIA DEL PERU S.A.	INTERRUPTOR	HUÁNUCO	INT-1706	INT-1706	245
NEXA RESOURCES CAJAMARQUILLA S.A.	INTERRUPTOR	CAJAMARQUILLA	INT-200	INT-200	245
ATN S.A.	INTERRUPTOR	CARHUAMAYO NUEVA	INT-201 (AUT-201)	INT-201	245
MINERA CERRO VERDE	INTERRUPTOR	SAN JOSE	INT-2010 (INT_XF-001)	INT-2010	245
MINERA CERRO VERDE	INTERRUPTOR	SAN JOSE	INT-2012 (INT_XF-002)	INT-2012	245
MINERA CERRO VERDE	INTERRUPTOR	SAN JOSE	INT-2014 (INT. ACOPLAMIENTO)	INT-2014	245
MINERA CERRO VERDE	INTERRUPTOR	SAN JOSE	INT-2016 (INT. SVC)	INT-2016	245
MINERA CERRO VERDE	INTERRUPTOR	SAN JOSE	INT-2018 (INT_L-2071)	INT-2018	245
NEXA RESOURCES CAJAMARQUILLA S.A.	INTERRUPTOR	CAJAMARQUILLA	INT-202	INT-202	245
ATN S.A.	INTERRUPTOR	CARHUAMAYO NUEVA	INT-202 (AUT-201 ^ L-1707)	INT-202	245
MINERA CERRO VERDE	INTERRUPTOR	SAN JOSE	INT-2020 (INT_L-2072)	INT-2020	245
NEXA RESOURCES CAJAMARQUILLA S.A.	INTERRUPTOR	CAJAMARQUILLA	INT-203	INT-203	245
LUZ DEL SUR	INTERRUPTOR	SAN LUIS LDS	INT-2080	INT-2080	245
LUZ DEL SUR	INTERRUPTOR	INDUSTRIALES	INT-2080	INT-2080	245
LUZ DEL SUR	INTERRUPTOR	SAN LUIS LDS	INT-2081	INT-2081	245
LUZ DEL SUR	INTERRUPTOR	INDUSTRIALES	INT-2081	INT-2081	245
LUZ DEL SUR	INTERRUPTOR	ALTO PRADERA	INT-2088	INT-2088	245
LUZ DEL SUR	INTERRUPTOR	ASIA	INT-2089	INT-2089	245
LUZ DEL SUR	INTERRUPTOR	ASIA	INT-2090	INT-2090	245
LUZ DEL SUR	INTERRUPTOR	ALTO PRADERA	INT-2092	INT-2092	245
NEXA RESOURCES CAJAMARQUILLA S.A.	INTERRUPTOR	CAJAMARQUILLA	INT-211	INT-211	245
ATN S.A.	INTERRUPTOR	CARHUAMAYO NUEVA	INT-211 (L-2267)	INT-211	245
NEXA RESOURCES CAJAMARQUILLA S.A.	INTERRUPTOR	CAJAMARQUILLA	INT-212	INT-212	245
ATN S.A.	INTERRUPTOR	CARHUAMAYO NUEVA	INT-212 (L-2268)	INT-212	245
LUZ DEL SUR	INTERRUPTOR	MANCHAY	INT-2123	INT-2123	245
LUZ DEL SUR	INTERRUPTOR	PLANICIE	INT-2123	INT-2123	245
LUZ DEL SUR	INTERRUPTOR	MANCHAY	INT-2124	INT-2124	245
LUZ DEL SUR	INTERRUPTOR	MANCHAY	INT-2133	INT-2133	245
LUZ DEL SUR	INTERRUPTOR	PACHACUTEC	INT-2133	INT-2133	245
LUZ DEL SUR	INTERRUPTOR	PACHACUTEC	INT-2134	INT-2134	245

LUZ DEL SUR	INTERRUPTOR	MANCHAY	INT-2134	INT-2134	245
LUZ DEL SUR	INTERRUPTOR	PROGRESO	INT-2135	INT-2135	245
LUZ DEL SUR	INTERRUPTOR	PACHACUTEC	INT-2135	INT-2135	245
LUZ DEL SUR	INTERRUPTOR	PACHACUTEC	INT-2136	INT-2136	245
LUZ DEL SUR	INTERRUPTOR	PROGRESO	INT-2136	INT-2136	245
REDESUR	INTERRUPTOR	PUNO	INT-2460	INT-2460	245
REDESUR	INTERRUPTOR	PUNO	INT-2462	INT-2462	245
ENGIE	INTERRUPTOR	ILO 1	INT-264	INT-264	245
ATN S.A.	INTERRUPTOR	PARAGSHA 2	INT-311 (L-2267)	INT-311	245
ATN S.A.	INTERRUPTOR	PARAGSHA 2	INT-312 (L-2268)	INT-312	245
ATN 1 S.A.	INTERRUPTOR	PARAGSHA 2	INT-313 (L-2271)	INT-313	245
ATN S.A.	INTERRUPTOR	PARAGSHA 2	INT-321 (L-2264)	INT-321	245
ATN S.A.	INTERRUPTOR	CONOCOCHA	INT-411 (L-2269)	INT-411	245
ATN S.A.	INTERRUPTOR	CONOCOCHA	INT-412 (L-2270)	INT-412	245
ATN S.A.	INTERRUPTOR	CONOCOCHA	INT-421 (L-2264)	INT-421	245
ISA PERU	INTERRUPTOR	PARAGSHA 2	INT-4292	INT-4292	245
ATN S.A.	INTERRUPTOR	CONOCOCHA	INT-431 (L-2253)	INT-431	245
ATN S.A.	INTERRUPTOR	CONOCOCHA	INT-441 (L-2278)	INT-441	245
ATN S.A.	INTERRUPTOR	KIMAN AYLLU	INT-501 (AUT-501)	INT-501	550
ATN S.A.	INTERRUPTOR	KIMAN AYLLU	INT-502 (AUT-501)	INT-502	550
ATN S.A.	INTERRUPTOR	KIMAN AYLLU	INT-504 (L-1131)	INT-504	550
ATN S.A.	INTERRUPTOR	KIMAN AYLLU	INT-505 (L-1132)	INT-505	550
ATN S.A.	INTERRUPTOR	KIMAN AYLLU	INT-511 (L-2269)	INT-511	550
ATN S.A.	INTERRUPTOR	KIMAN AYLLU	INT-512 (L-2270)	INT-512	550
ENGIE	INTERRUPTOR	KIMAN AYLLU	INT-513	INT-513	550
EMPRESA DE GENERACION HUALLAGA	INTERRUPTOR	PARAGSHA 2	INT-51L1	INT-51L1	550
EMPRESA DE GENERACION HUALLAGA	INTERRUPTOR	PARAGSHA 2	INT-51L2	INT-51L2	550
SEAL	INTERRUPTOR	TIABAYA	INT-52-L-3082	INT-52-L-3082	550
ATN S.A.	INTERRUPTOR	KIMAN AYLLU	INT-521 (L-2272)	INT-521	550
ATN S.A.	INTERRUPTOR	KIMAN AYLLU	INT-522 (L-2274)	INT-522	550
ATLANTICA TRANSMISION SUR S.A.	INTERRUPTOR	CHILCA-CTM	INT-5251 (INT. ACOPLAMIENTO 500 KV)	INT-5251	550
ATLANTICA TRANSMISION SUR S.A.	INTERRUPTOR	CHILCA-CTM	INT-5261 (BARRA A)	INT-5261	550
ATLANTICA TRANSMISION SUR S.A.	INTERRUPTOR	CHILCA-CTM	INT-5281 (INT. REACTOR)	INT-5281	550
EMPRESA DE GENERACION ELECTRICA SANTA ANA S.A.C.	INTERRUPTOR	LA VIRGEN	INT-52CY2-60 kV	INT-52CY2	72.5

EMPRESA DE GENERACION HUALLAGA	INTERRUPTOR	CHAGLLA	INT-52L1	INT-52L1	245
EMPRESA DE GENERACION HUALLAGA	INTERRUPTOR	CHAGLLA	INT-52L2	INT-52L2	245
EMPRESA DE GENERACION HUALLAGA	INTERRUPTOR	CHAGLLA	INT-52T1 (Acoplamiento)	INT-52T1 (Acop)	245
EMPRESA DE GENERACION HUALLAGA	INTERRUPTOR	CHAGLLA	INT-52U1	INT-52U1	245
EMPRESA DE GENERACION HUALLAGA	INTERRUPTOR	CHAGLLA	INT-52U2	INT-52U2	245
ATLANTICA TRANSMISION SUR S.A.	INTERRUPTOR	POROMA	INT-5300 (INT. ACOPLAMIENTO 220 KV)	INT-5300	245
ATLANTICA TRANSMISION SUR S.A.	INTERRUPTOR	POROMA	INT-5301 (INT. L-2292)	INT-5301	550
ATLANTICA TRANSMISION SUR S.A.	INTERRUPTOR	POROMA	INT-5302 (INT. L-2293)	INT-5302	550
ATN S.A.	INTERRUPTOR	POROMA	INT-5303 (L-2082)	INT-5303	550
MARCOBRE S.A.C.	INTERRUPTOR	POROMA	INT-5304	IN-5304	550
ATN S.A.	INTERRUPTOR	KIMAN AYLLU	INT-531 (REA-531)	INT-531	245
ATN S.A.	INTERRUPTOR	KIMAN AYLLU	INT-532 (REA-532)	INT-532	245
ATLANTICA TRANSMISION SUR S.A.	INTERRUPTOR	POROMA	INT-5321 (INT. AUT5371)	INT-5321	550
ATLANTICA TRANSMISION SUR S.A.	INTERRUPTOR	POROMA	INT-5350 (INT. REACTOR)	INT-5350	550
ATLANTICA TRANSMISION SUR S.A.	INTERRUPTOR	POROMA	INT-5351 (INT. ACOPLAMIENTO 500KV)	INT-5351	550
ATLANTICA TRANSMISION SUR S.A.	INTERRUPTOR	POROMA	INT-5352 (BARRA A)	INT-5352	550
ATLANTICA TRANSMISION SUR S.A.	INTERRUPTOR	POROMA	INT-5361 (BARRA A)	INT-5361	550
ATLANTICA TRANSMISION SUR S.A.	INTERRUPTOR	POROMA	INT-5362 (BARRA B)	INT-5362	550
ATLANTICA TRANSMISION SUR S.A.	INTERRUPTOR	POROMA	INT-5371 (BARRA B)	INT-5371	550
ATLANTICA TRANSMISION SUR S.A.	INTERRUPTOR	POROMA	INT-5381 (INT-REACTOR)	INT-5381	550
ATLANTICA TRANSMISION SUR S.A.	INTERRUPTOR	POROMA	INT-5383 (INT. REACTOR)	INT-5383	550
ATLANTICA TRANSMISION SUR S.A.	INTERRUPTOR	OCONA	INT-5450 (INT. REACTOR)	INT-5450	550

ATLANTICA TRANSMISION SUR S.A.	INTERRUPTOR	OCONA	INT-5451 (INT. ACOPLAMIENTO 500 KV)	INT-5451	550
ATLANTICA TRANSMISION SUR S.A.	INTERRUPTOR	OCONA	INT-5461 (BARRA B)	INT-5461	550
ATLANTICA TRANSMISION SUR S.A.	INTERRUPTOR	OCONA	INT-5462 (BARRA A)	INT-5462	550
ATLANTICA TRANSMISION SUR S.A.	INTERRUPTOR	OCONA	INT-5481 (INT. REACTOR)	INT-5481	550
ATLANTICA TRANSMISION SUR S.A.	INTERRUPTOR	OCONA	INT-5483 (INT. REACTOR)	INT-5483	550
ATLANTICA TRANSMISION SUR S.A.	INTERRUPTOR	MONTALVO	INT-5600	INT-5600	550
ATLANTICA TRANSMISION SUR S.A.	INTERRUPTOR	MONTALVO	INT-5601 (INT. L- 2057)	INT-5601	550
ATN S.A.	INTERRUPTOR	MONTALVO	INT-5603 (L-2037)	INT-5603	550
ATLANTICA TRANSMISION SUR S.A.	INTERRUPTOR	MONTALVO	INT-5621 (INT. AUT- 5671)	INT-5621	550
ATLANTICA TRANSMISION SUR S.A.	INTERRUPTOR	MONTALVO	INT-5651 (INT. ACOPLAMIENTO 500 KV)	INT-5651	550
ATLANTICA TRANSMISION SUR S.A.	INTERRUPTOR	MONTALVO	INT-5652 (INT. ACOPLAMIENTO 500 KV)	INT-5652	550
ENGIE	INTERRUPTOR	MONTALVO	INT-5653 (ACOPLE)	INT-5653	550
ATLANTICA TRANSMISION SUR S.A.	INTERRUPTOR	MONTALVO	INT-5661 (BARRA A)	INT-5661	550
ENGIE	INTERRUPTOR	MONTALVO	INT-5662 (L-5039)	INT-5662	550
ATLANTICA TRANSMISION SUR S.A.	INTERRUPTOR	MONTALVO	INT-5671 (BARRA A)	INT-5671	550
ATLANTICA TRANSMISION SUR S.A.	INTERRUPTOR	MONTALVO	INT-5681 (INT. REACTOR)	INT-5681	550
ENGIE	INTERRUPTOR	MONTALVO	INT-5682 (REACTOR)	INT-5682	550
ATLANTICA TRANSMISION SUR S.A.	INTERRUPTOR	MARCONA	INT-5701	INT-5701	550
ATLANTICA TRANSMISION SUR S.A.	INTERRUPTOR	MARCONA	INT-5702	INT-5702	550
ATLANTICA TRANSMISION SUR S.A.	INTERRUPTOR	MOQUEGUA	INT-5801	INT-5801	550
MINERA CERRO VERDE	INTERRUPTOR	SAN JOSE	INT-5951 (INT. ACOPLAMIENTO)	INT-5951	550
MINERA CERRO VERDE	INTERRUPTOR	SAN JOSE	INT-5952 (INT. ACOPLAMIENTO)	INT-5952	550
SAMAY I S.A.	INTERRUPTOR	SAN JOSE	INT-5953	INT-5953	550
MINERA CERRO VERDE	INTERRUPTOR	SAN JOSE	INT-5961 ( Barra A con L-5036)	INT-5961	550

MINERA CERRO VERDE	INTERRUPTOR	SAN JOSE	INT-5962 (INT. L-5037)	INT-5962	550
SAMAY I S.A.	INTERRUPTOR	SAN JOSE	INT-5964	INT-5964	550
MINERA CERRO VERDE	INTERRUPTOR	SAN JOSE	INT-5971 (INT_XF-001)	INT-5971	550
MINERA CERRO VERDE	INTERRUPTOR	SAN JOSE	INT-5972 (INT_XF-002)	INT-5972	550
ATN 1 S.A.	INTERRUPTOR	SAN JOSE	INT-5982 (INT. BCS-5982)	INT-5982	550
SAMAY I S.A.	INTERRUPTOR	SAN JOSE	INT-5984	INT-5984	550
SAMAY I S.A.	INTERRUPTOR	PUERTO BRAVO	INT-5986	INT-5986	550
SAMAY I S.A.	INTERRUPTOR	PUERTO BRAVO	INT-5988	INT-5988	550
SAMAY I S.A.	INTERRUPTOR	PUERTO BRAVO	INT-5989	INT-5989	550
SAMAY I S.A.	INTERRUPTOR	PUERTO BRAVO	INT-5990	INT-5990	550
ATN S.A.	INTERRUPTOR	CAJAMARCA NORTE	INT-601 (T-601)	INT-601	72.5
EGEMSA	INTERRUPTOR	MACHUPICCHU	INT-60LRP	INT-60LRP	72.5
METRO DE LIMA LINEA 2	INTERRUPTOR	MERCADO SANTA ANITA	INT-6105	INT-6105	72.5
ATN S.A.	INTERRUPTOR	CAJAMARCA NORTE	INT-621 (L-2272)	INT-621	245
ATN S.A.	INTERRUPTOR	CAJAMARCA NORTE	INT-622 (L-2274)	INT-622	245
LUZ DEL SUR	INTERRUPTOR	SAN LUIS LDS	INT-6245	INT-6245	245
LUZ DEL SUR	INTERRUPTOR	CENTRAL	INT-6245	INT-6245	245
LUZ DEL SUR	INTERRUPTOR	CENTRAL	INT-6246	INT-6246	245
LUZ DEL SUR	INTERRUPTOR	SAN LUIS LDS	INT-6246	INT-6246	245
LUZ DEL SUR	INTERRUPTOR	MANCHAY	INT-6412	INT-6412	245
LUZ DEL SUR	INTERRUPTOR	PLANICIE	INT-6412-PLAN	INT-6412-PLAN	245
LUZ DEL SUR	INTERRUPTOR	PACHACUTEC	INT-6463	INT-6463	245
LUZ DEL SUR	INTERRUPTOR	VERTIENTES	INT-6463	INT-6463	72.5
LUZ DEL SUR	INTERRUPTOR	PACHACUTEC	INT-6464	INT-6464	245
LUZ DEL SUR	INTERRUPTOR	VERTIENTES	INT-6464	INT-6464	72.5
LUZ DEL SUR	INTERRUPTOR	CANTERA	INT-6610	INT-6610	72.5
EDE CAÑETE	INTERRUPTOR	CAÑETE	INT-6610	INT-6610	72.5
EGEMSA	INTERRUPTOR	MACHUPICCHU	INT-70LRP	INT-70LRP	145
ATN S.A.	INTERRUPTOR	PAMPA HONDA	INT-800	INT-800	245
ATN S.A.	INTERRUPTOR	PAMPA HONDA	INT-811	INT-811	245
ATN S.A.	INTERRUPTOR	PAMPA HONDA	INT-812	INT-812	245
SHAHUINDO S.A.C	INTERRUPTOR	PAMPA HONDA	INT-813	INT-813	245
ATN S.A.	INTERRUPTOR	PAMPA HONDA	INT-821	INT-821	245
ATN S.A.	INTERRUPTOR	PAMPA HONDA	INT-822	INT-822	245
EMPRESA DE ENERGIA YAMOBAMBA SAC	INTERRUPTOR	LA RAMADA	INT-850	INT-850	245
EMPRESA DE ENERGIA YAMOBAMBA SAC	INTERRUPTOR	LA RAMADA	INT-851	INT-851	245

EMPRESA DE ENERGIA YAMOBAMBA SAC	INTERRUPTOR	LA RAMADA	INT-852	INT-852	245
EMPRESA DE ENERGIA YAMOBAMBA SAC	INTERRUPTOR	LA RAMADA	INT-853	INT-853	245
EMPRESA DE ENERGIA YAMOBAMBA SAC	INTERRUPTOR	LA RAMADA	INT-854	INT-854	245
EMPRESA DE ENERGIA YAMOBAMBA SAC	INTERRUPTOR	LA RAMADA	INT-870	INT-870	245
EMPRESA DE ENERGIA YAMOBAMBA SAC	INTERRUPTOR	LA RAMADA	INT-875	INT-875	245
EMPRESA DE ENERGIA YAMOBAMBA SAC	INTERRUPTOR	LA RAMADA	INT-876	INT-876	245
EMPRESA DE ENERGIA YAMOBAMBA SAC	INTERRUPTOR	LA RAMADA	INT-877	INT-877	245
ATN S.A.	INTERRUPTOR	CARHUAMAYO	INT-911 (L-1707)	INT-911	245
SHOUGESA	INTERRUPTOR	SAN NICOLÁS	INT-A1	INT-005	72.5
SHOUGESA	INTERRUPTOR	SAN NICOLÁS	INT-A2	INT-012	72.5
SHOUGESA	INTERRUPTOR	SAN NICOLÁS	INT-A3	INT-018	72.5
LUZ DEL SUR	INTERRUPTOR	MANCHAY	INT-ACO-220	INT-ACO-220	245
LUZ DEL SUR	INTERRUPTOR	SAN LUIS LDS	INT-ACO-60	INT-ACO-60	72.5
LUZ DEL SUR	INTERRUPTOR	MANCHAY	INT-ACO-60	INT-ACO-60	72.5
LUZ DEL SUR	INTERRUPTOR	CENTRAL	INT-ACO-60	INT-ACO-60	72.5
LUZ DEL SUR	INTERRUPTOR	SAN LUIS LDS	INT-ACOP-220	INT-ACOP-220	245
LUZ DEL SUR	INTERRUPTOR	CANTERA	INT-ACOP1-220	INT-ACOP1-220	72.5
LUZ DEL SUR	INTERRUPTOR	CANTERA	INT-ACOP1-60	INT-ACOP1-60	72.5
LUZ DEL SUR	INTERRUPTOR	CAÑETE	INT-ACOP1-60	INT-ACOP1-60	72.5
LUZ DEL SUR	INTERRUPTOR	ALTO PRADERA	INT-ACOPLE-220	INT-ACOPLE-220	245
LUZ DEL SUR	INTERRUPTOR	ALTO PRADERA	INT-ACOPLE-60	INT-ACOPLE-60	72.5
LUZ DEL SUR	INTERRUPTOR	PROGRESO	INT-ACPA	INT-ACPA	245
LUZ DEL SUR	INTERRUPTOR	PACHACUTEC	INT-ACPA	INT-ACPA	245
LUZ DEL SUR	INTERRUPTOR	PACHACUTEC	INT-ACPA 60	INT-ACPA 60	245
SHOUGESA	INTERRUPTOR	SAN NICOLÁS	INT-B-T12	INT-021	72.5
SHOUGESA	INTERRUPTOR	SAN NICOLÁS	INT-B-T23	INT-022	72.5
SHOUGESA	INTERRUPTOR	SAN NICOLÁS	INT-C1	INT-002	72.5
SHOUGESA	INTERRUPTOR	SAN NICOLÁS	INT-C2	INT-008	72.5
SHOUGESA	INTERRUPTOR	SAN NICOLÁS	INT-C3	INT-017	72.5
PETOPERU	INTERRUPTOR	GE1	INT-CL-6768	INT-CL-6768	72.5
PETOPERU	INTERRUPTOR	GE1	INT-CL-6769	INT-CL-6769	72.5
PETOPERU	INTERRUPTOR	GE1	INT-CL-TR01A_33	INT-CL-TR01A_33	72.5

PETROPERU	INTERRUPTOR	GE1	INT-CL-TR01A_66	INT-CL-TR01A_66	72.5
PETROPERU	INTERRUPTOR	GE1	INT-CL-TR01B_33	INT-CL-TR01B_33	72.5
PETROPERU	INTERRUPTOR	GE1	INT-CL-TR01B_66	INT-CL-TR01B_66	72.5
KALLPA GENERACION S.A.	INTERRUPTOR	LAS FLORES	INT-D2 (TP-D2)	INT-D2 (TP-D2)	245
KALLPA GENERACION S.A.	INTERRUPTOR	LAS FLORES	INT-D3 (TP-D3)	INT-D3 (TP-D3)	245
KALLPA GENERACION S.A.	INTERRUPTOR	LAS FLORES	INT-D4 (L-2111)	INT-D4 (L-2111)	245
SHOUGESA	INTERRUPTOR	SAN NICOLÁS	INT-DP	INT-004	72.5
SHOUGESA	INTERRUPTOR	SAN NICOLÁS	INT-EP2	INT-014	72.5
SHOUGESA	INTERRUPTOR	SAN NICOLÁS	INT-EP3	INT-020	72.5
SHOUGESA	INTERRUPTOR	SAN NICOLÁS	INT-EP3	INT-009	72.5
ENEL GREEN POWER PERU S.A.C	INTERRUPTOR	FLAMENCO	INT-FT1 (TP-01)	INT-FT1 (TP-01)	245
SAN GABAN	INTERRUPTOR	SAN GABÁN II	INT-G1	INT-001	145
SHOUGESA	INTERRUPTOR	SAN NICOLÁS	INT-G1	INT-001	72.5
SAN GABAN	INTERRUPTOR	SAN GABÁN II	INT-G2	INT-002	145
SHOUGESA	INTERRUPTOR	SAN NICOLÁS	INT-G2	INT-007	72.5
SHOUGESA	INTERRUPTOR	SAN NICOLÁS	INT-G3	INT-013	72.5
EGEMSA	INTERRUPTOR	MACHUPICCHU	INT-G4 13.8 kV	INT-G4	145
EGEMSA	INTERRUPTOR	MACHUPICCHU	INT-INT-63LRL001JD 138kV	INT-INT-63LRL00	145
SAN GABAN	INTERRUPTOR	SAN GABÁN II	INT-L1010	INT-004	145
SAN GABAN	INTERRUPTOR	SAN GABÁN II	INT-L1013	INT-003	145
LUZ DEL SUR	INTERRUPTOR	CANTERA	INT-L2	INT-L2	72.5
ELECTRO UCAYALI	INTERRUPTOR	YARINACOCCHA	INT-L6673	INT-L6673	72.5
ELECTRO UCAYALI	INTERRUPTOR	PUCALLPA-EUC	INT-L6673	INT-L6673	72.5
ENEL DISTRIBUCION PERU	INTERRUPTOR	ZARATE	INT-L6739	INT-L6739	72.5
ENEL DISTRIBUCION PERU	INTERRUPTOR	MARIATEGUI	INT-L6739	INT-L6739	72.5
ENEL DISTRIBUCION PERU	INTERRUPTOR	MIRADOR	INT-L6740	INT-L6740	72.5
ENEL DISTRIBUCION PERU	INTERRUPTOR	MARIATEGUI	INT-L6740	INT-L6740	72.5
ENEL DISTRIBUCION PERU	INTERRUPTOR	MARIATEGUI	INT-L6741	INT-L6741	72.5
ENEL DISTRIBUCION PERU	INTERRUPTOR	MIRADOR	INT-L6741	INT-L6741	72.5
ENEL DISTRIBUCION PERU	INTERRUPTOR	ZARATE	INT-L6741	INT-L6741	72.5
ENEL DISTRIBUCION PERU	INTERRUPTOR	JICAMARCA	INT-L6742	INT-L6742	72.5
ENEL DISTRIBUCION PERU	INTERRUPTOR	MIRADOR	INT-L6742	INT-L6742	72.5
ENEL DISTRIBUCION PERU	INTERRUPTOR	CANTO GRANDE	INT-L6743	INT-L6743	72.5
ENEL DISTRIBUCION PERU	INTERRUPTOR	MIRADOR	INT-L6743	INT-L6743	72.5

ENEL DISTRIBUCION PERU	INTERRUPTOR	BAYÓVAR	INT-L6744	INT-L6744	72.5
ENEL DISTRIBUCION PERU	INTERRUPTOR	MIRADOR	INT-L6744	INT-L6744	72.5
SHOUGESA	INTERRUPTOR	SAN NICOLÁS	INT-P1	INT-003	72.5
SHOUGESA	INTERRUPTOR	SAN NICOLÁS	INT-P2	INT-016	72.5
EGASA	INTERRUPTOR	PISCO	INT-PISCO_TG1	IN-1530	145
EGASA	INTERRUPTOR	PISCO	INT-PISCO_TG2	IN-1532	145
EGASA	INTERRUPTOR	PISCO	INT-PISCO_TR1	IN-6252	145
EGASA	INTERRUPTOR	PISCO	INT-PISCO_TR2	IN-6254	145
SHOUGESA	INTERRUPTOR	SAN NICOLÁS	INT-RE	INT-019	72.5
SHOUGESA	INTERRUPTOR	SAN NICOLÁS	INT-SS	INT-006	72.5
SHOUGESA	INTERRUPTOR	SAN NICOLÁS	INT-SWP	INT-011	72.5
EGEMSA	INTERRUPTOR	MACHUPICCHU	INT-T-G4 138 kV	INT-T-G4	145
LUZ DEL SUR	INTERRUPTOR	ALTO PRADERA	INT-T1-220	INT-T1-220	245
LUZ DEL SUR	INTERRUPTOR	ASIA	INT-T1-220	INT-T1-220	245
LUZ DEL SUR	INTERRUPTOR	CAÑETE	INT-T1-60	INT-T1-60	72.5
LUZ DEL SUR	INTERRUPTOR	ASIA	INT-T1-60	INT-T1-60	72.5
LUZ DEL SUR	INTERRUPTOR	ALTO PRADERA	INT-T1-60	INT-T1-60	72.5
LUZ DEL SUR	INTERRUPTOR	CANTERA	INT-T2-220	INT-T2-220	245
LUZ DEL SUR	INTERRUPTOR	CAÑETE	INT-T2-60	INT-T2-60	72.5
LUZ DEL SUR	INTERRUPTOR	CANTERA	INT-T2-60	INT-T2-60	72.5
SHOUGESA	INTERRUPTOR	SAN NICOLÁS	INT-TL1	INT-010	72.5
SHOUGESA	INTERRUPTOR	SAN NICOLÁS	INT-TL2	INT-015	72.5
ENEL DISTRIBUCION PERU	INTERRUPTOR	MARIATEGUI	INT-TR1 10	INT-TR1 10	72.5
ENEL DISTRIBUCION PERU	INTERRUPTOR	MARIATEGUI	INT-TR1 60	INT-TR1 60	72.5
LUZ DEL SUR	INTERRUPTOR	PACHACUTEC	INT-TRA1	INT-TRA1	245
LUZ DEL SUR	INTERRUPTOR	PROGRESO	INT-TRA1	INT-TRA1	245
LUZ DEL SUR	INTERRUPTOR	SAN LUIS LDS	INT-TRA1-220	INT-TRA1-220	245
LUZ DEL SUR	INTERRUPTOR	MANCHAY	INT-TRA1-220	INT-TRA1-220	245
LUZ DEL SUR	INTERRUPTOR	MANCHAY	INT-TRA1-60	INT-TRA1-60	245
LUZ DEL SUR	INTERRUPTOR	SAN LUIS LDS	INT-TRA1-60	INT-TRA1-60	245
LUZ DEL SUR	INTERRUPTOR	PROGRESO	INT-TRA1_10	INT-TRA1_10	245
LUZ DEL SUR	INTERRUPTOR	PACHACUTEC	INT-TRA1_60	INT-TRA1_60	245
LUZ DEL SUR	INTERRUPTOR	SAN LUIS LDS	INT-TRA2-10	INT-TRA2-10	245
LUZ DEL SUR	INTERRUPTOR	SAN LUIS LDS	INT-TRA2-220	INT-TRA2-220	245
SAN GABAN	INTERRUPTOR	SAN GABÁN II	INT-TRAFO SS.AA.	INT-005	145
EGEMSA	INTERRUPTOR	CACHIMAYO	INT-TRAFO/10,5 kV	INT-TRAFO/10,5	145
EGEMSA	INTERRUPTOR	CACHIMAYO	INT-TRAFO/33 kV	INT-TRAFO/33	145
LUZ DEL SUR	INTERRUPTOR	VERTIENTES	INT-TRF1	INT-TRF1	145
LUZ DEL SUR	INTERRUPTOR	CENTRAL	INT-TRF1-60	INT-TRF1-60	245

LUZ DEL SUR	INTERRUPTOR	MANCHAY	INT-TRF1-60	INT-TRF1-60	245
LUZ DEL SUR	INTERRUPTOR	VERTIENTES	INT-TRF2	INT-TRF2	145
LUZ DEL SUR	INTERRUPTOR	MANCHAY	INT-TRF2-60	INT-TRF2-60	245
LUZ DEL SUR	INTERRUPTOR	CENTRAL	INT-TRF2-60	INT-TRF2-60	245
LUZ DEL SUR	INTERRUPTOR	CENTRAL	INT-TRF3-60	INT-TRF3-60	245
STATKRAFT S.A	INTERRUPTOR	CAHUA	INTER 0031	INTER 0031	245
EGASA	INTERRUPTOR	CHILINA	INTERCONEXION CHILINA- CONVERTIDOR	INT- INTERCON	145
ELECTROPERU	INTERRUPTOR	RESTITUCIÓN	INT_G-1	INT- BJ52G1RON	245
ELECTROPERU	INTERRUPTOR	MANTARO	INT_G-1	INT-352G1	245
ELECTROPERU	INTERRUPTOR	RESTITUCIÓN	INT_G-2	INT- BJ52G2RON	245
ELECTROPERU	INTERRUPTOR	MANTARO	INT_G-2	INT-352G2	245
ELECTROPERU	INTERRUPTOR	RESTITUCIÓN	INT_G-3	INT- BJ52G3RON	245
ELECTROPERU	INTERRUPTOR	MANTARO	INT_G-3	INT-352G3	245
ELECTROPERU	INTERRUPTOR	MANTARO	INT_G-4	INT-352G4	245
ELECTROPERU	INTERRUPTOR	MANTARO	INT_G-5	INT-352G5	245
ELECTROPERU	INTERRUPTOR	MANTARO	INT_G-6	INT-352G6	245
ELECTROPERU	INTERRUPTOR	MANTARO	INT_G-7	INT-352G7	245
ELECTROPERU	INTERRUPTOR	CAMPO ARMIÑO	INT_L-2228	INT-352LR1	245
ELECTROPERU	INTERRUPTOR	CAMPO ARMIÑO	INT_L-2229	INT-352LR2	245
ELECTROPERU	INTERRUPTOR	CAMPO ARMIÑO	INT_L-2230	INT-352LR3	245
STATKRAFT S.A	INTERRUPTOR	EXCELSIOR	INT_OCB_0182	INT_OCB	145
PARQUE EOLICO MARCONA S.A.C.	INTERRUPTOR	TRES HERMANAS	IN_52-1	52-1	245
PARQUE EOLICO MARCONA S.A.C.	INTERRUPTOR	TRES HERMANAS	IN_52-2	52-2	245
PARQUE EOLICO MARCONA S.A.C.	INTERRUPTOR	MARCONA	IN_52-2	52-2	245
PARQUE EOLICO MARCONA S.A.C.	INTERRUPTOR	TRES HERMANAS	IN_52-3	52-3	245
PARQUE EOLICO MARCONA S.A.C.	INTERRUPTOR	MARCONA	IN_52-4	52-4	245
PARQUE EOLICO MARCONA S.A.C.	INTERRUPTOR	TRES HERMANAS	IN_52-5	52-5	245
MINERA ARES	INTERRUPTOR	COTARUSE	IP-COT-66-31 (L- 6014)	IP-COT-66-31	245
MINERA ARES	INTERRUPTOR	SELENE	IP-SEL-60-23	IP-SEL-60-23	145
TRANSMANTARO	INTERRUPTOR	SOCABAYA	IP1 (T1)	IP1	245
TRANSMANTARO	INTERRUPTOR	SOCABAYA	IP11 (T1)	IP11	245
TRANSMANTARO	INTERRUPTOR	SOCABAYA	IP12 (T2)	IP12	245
TRANSMANTARO	INTERRUPTOR	SOCABAYA	IP2 (T2)	IP2	245
ENEL DISTRIBUCION PERU	INTERRUPTOR	MIRADOR	IP220-013 (INT)	IP220-013 (INT)	245
TRANSMANTARO	INTERRUPTOR	SOCABAYA	IP3 (L-2053)	IP3	245

TRANSMANTARO	INTERRUPTOR	SOCABAYA	IP4 (L-2054)	IP4	245
ENEL DISTRIBUCION PERU	INTERRUPTOR	LOMERA	IP60-01	IP60-01	72.5
ENEL DISTRIBUCION PERU	INTERRUPTOR	MIRADOR	IP60-013 (INT)	IP60-013 (INT)	72.5
ENEL DISTRIBUCION PERU	INTERRUPTOR	LOMERA	IP60-02	IP60-02	72.5
ENEL DISTRIBUCION PERU	INTERRUPTOR	MIRADOR	IP60-027 (INT)	IP60-027 (INT)	72.5
EGASA	INTERRUPTOR	SANTUARIO	L-1126	INT-L1126	145
EGASA	INTERRUPTOR	CHILINA	L-1126	INT-L1126	145
LUZ DEL SUR	INTERRUPTOR	LURÍN	L-INT-L621	L-INT-L621	72.5
LUZ DEL SUR	INTERRUPTOR	LURÍN	L-INT-L6257	L-INT-L6257	72.5
EGASA	INTERRUPTOR	CHARCANI III	LINEA A CAMPANARIO	INT-CAMPANAR.	72.5
EGASA	INTERRUPTOR	CHARCANI III	LINEA A CHARCANI I	INT-CHARCA_I	72.5
EGASA	INTERRUPTOR	CHARCANI II	LINEA A CHARCANI I	INT-CHARCA_I	72.5
EGASA	INTERRUPTOR	CHARCANI I	LINEA A CHILINA	INT-CHILINA	72.5
EGASA	INTERRUPTOR	CHILINA	LINEA AL PATIO DE LLAVES	INT-PATIO_LLAVE	145
EGASA	INTERRUPTOR	CHILINA	LINEA TURBO G.-SULZER	INT-TG_SLZ	145
EGASA	INTERRUPTOR	CHARCANI I	LLEGADA CHARCANI II	INT-CHARCA_II	72.5
EGASA	INTERRUPTOR	CHARCANI I	LLEGADA CHARCANI III	INT-CHARCA_III	72.5
SOUTHERN PERU CC	INTERRUPTOR	PLAZA TOQUEPALA	MHCB766	MHCB766	145
SOUTHERN PERU CC	INTERRUPTOR	PLAZA TOQUEPALA	MHCB767	MHCB767	145
SOUTHERN PERU CC	INTERRUPTOR	PLAZA TOQUEPALA	MHCB768	MHCB768	145
STATKRAFT S.A	INTERRUPTOR	MOROCOCHA	N° 0115	N° 0115	245
STATKRAFT S.A	INTERRUPTOR	CARLOS FRANCISCO	N° 0133	N° 0133	72.5
EGESUR	INTERRUPTOR	ARICOTA 1	O-1	INT-O_1	72.5
EGESUR	INTERRUPTOR	CALANA	O-10	INT-O_10	72.5
EGESUR	INTERRUPTOR	ARICOTA 2	O-1053	INT-O_1053	72.5
EGESUR	INTERRUPTOR	ARICOTA 1	O-11	INT-O_11	72.5
EGESUR	INTERRUPTOR	ARICOTA 1	O-12	INT-O_12	72.5
EGESUR	INTERRUPTOR	ARICOTA 1	O-2	INT-O_2	72.5
EGESUR	INTERRUPTOR	ARICOTA 2	O-21	INT-O_21	72.5
EGESUR	INTERRUPTOR	ARICOTA 2	O-22	INT-O_22	72.5
ELECTROSUR S.A.	INTERRUPTOR	SOCABAYA	O-27	O-27	245
EGESUR	INTERRUPTOR	ARICOTA 2	O-3	INT-O_3	72.5
ELECTROSUR S.A.	INTERRUPTOR	TACNA (SUR)	O-41	O-41	72.5
ELECTROSUR S.A.	INTERRUPTOR	TACNA (SUR)	O-42	O-42	72.5
ELECTROSUR S.A.	INTERRUPTOR	TACNA (SUR)	O-43	O-43	72.5
EGESUR	INTERRUPTOR	CALANA	O-5	INT-O_5	72.5

EGESUR	INTERRUPTOR	SARITA	O-511	INT-O_511	72.5
EGESUR	INTERRUPTOR	CALANA	O-6	INT-O_6	72.5
EGESUR	INTERRUPTOR	CALANA	O-7	INT-O_7	72.5
EGESUR	INTERRUPTOR	LOS HÉROES	O-71	INT-O_71	145
EGESUR	INTERRUPTOR	LOS HÉROES	O-72	INT-O_72	245
EGESUR	INTERRUPTOR	CALANA	O-8	INT-O_8	145
EGESUR	INTERRUPTOR	CALANA	O-83	INT-O_83	145
EGESUR	INTERRUPTOR	CALANA	O-84	INT-O_84	145
EGESUR	INTERRUPTOR	CALANA	O-9	INT-O_9	145
ELECTROSUR S.A.	INTERRUPTOR	ILO-ELECTROSUR	O-951	O-951	145
SOUTHERN PERU CC	INTERRUPTOR	ILO 1	OCB-1054	OCB-1054	145
SOUTHERN PERU CC	INTERRUPTOR	ILO 1	OCB-650	OCB-650	145
SOUTHERN PERU CC	INTERRUPTOR	ILO 1	OCB-651	OCB-651	145
SOUTHERN PERU CC	INTERRUPTOR	ILO 1	OCB-652	OCB-652	145
SOUTHERN PERU CC	INTERRUPTOR	MILL SITE (TOQUEPALA)	OCB-750	OCB-750	145
SOUTHERN PERU CC	INTERRUPTOR	MILL SITE (TOQUEPALA)	OCB-751	OCB-751	145
SOUTHERN PERU CC	INTERRUPTOR	BOTIFLACA (CUAJONE)	OCB-852	OCB-852	145
SOUTHERN PERU CC	INTERRUPTOR	BOTIFLACA (CUAJONE)	OCB-854	OCB-854	145
LUZ DEL SUR	INTERRUPTOR	LAS PRADERAS	PR-INT-L623	PR-INT-L623	72.5
LUZ DEL SUR	INTERRUPTOR	LAS PRADERAS	PR-INT-L6257	PR-INT-L6257	72.5
GENERADORA DE ENERGÍA DEL PERÚ	INTERRUPTOR	ÁNGEL	Q0-SEA-LTSG	Q0-SEA-LTSG	145
GENERADORA DE ENERGÍA DEL PERÚ	INTERRUPTOR	ÁNGEL	Q0-SEA-LTSR	Q0-SEA-LTSR	145
GENERADORA DE ENERGÍA DEL PERÚ	INTERRUPTOR	ÁNGEL	Q0-SEA-TR02	Q0-SEA-TR02	145
NEXA RESOURCES PERÚ S.A.A.	INTERRUPTOR	MILPO_138	QA1-QE1	QA1-QE1	145
NEXA RESOURCES PERÚ S.A.A.	INTERRUPTOR	MILPO_138	QA1-QE2	QA1-QE2	145
NEXA RESOURCES PERÚ S.A.A.	INTERRUPTOR	MILPO_138	QA1-QE3	QA1-QE3	145
NEXA RESOURCES PERÚ S.A.A.	INTERRUPTOR	MILPO_138	QA1-QF1	QA1-QF1	145
NEXA RESOURCES PERÚ S.A.A.	INTERRUPTOR	MILPO_138	QA1-QF5	QA1-QF5	145
COMPAÑÍA MINERA CHUNGAR SAC	INTERRUPTOR	DERV. ALPAMARCA	QB1	QB1	72.5
COMPAÑÍA MINERA CHUNGAR SAC	INTERRUPTOR	DERV. ALPAMARCA	QB2	QB2	72.5
TRANSMANTARO	INTERRUPTOR	COTARUSE	RAMA IP5	IN_IP5	245
TRANSMANTARO	INTERRUPTOR	COTARUSE	RAMA IP6	IN_IP6	245
TRANSMANTARO	INTERRUPTOR	COTARUSE	RAMA IP7	IN_IP7	245
TRANSMANTARO	INTERRUPTOR	COTARUSE	RAMA IP8	IN_IP8	245
LUZ DEL SUR	INTERRUPTOR	SAN BÁRTOLO	S-INT-L623	S-INT-L623	72.5

LUZ DEL SUR	INTERRUPTOR	SAN BÁRTOLO	S-INT-L6250	S-INT-L6250	72.5
LUZ DEL SUR	INTERRUPTOR	VILLA EL SALVADOR	SA-INT-L621	SA-INT-L621	72.5
EGASA	INTERRUPTOR	CHILINA	SULZER 1	INT-SLZ_1	145
EGASA	INTERRUPTOR	CHILINA	SULZER 2	INT-SLZ_2	145
EGASA	INTERRUPTOR	CHILINA	TRAFO 138/35,5	INT-TRAFO	145
EGASA	INTERRUPTOR	CHARCANI VI	TRANSFORMADOR DE GRUPO	INT-TRAFO	145
EGASA	INTERRUPTOR	CHARCANI I	TRANSFORMADOR DE POTENCIA	INT-TRAFO	145
EGASA	INTERRUPTOR	CHILINA	TURBO GAS	INT-TG	145
EGASA	INTERRUPTOR	CHILINA	TV1	INT-TV_1	145
EGASA	INTERRUPTOR	CHILINA	TV2	INT-TV_2	145
EGASA	INTERRUPTOR	CHILINA	TV3	INT-TV_3	145
SOUTHERN PERU CC	INTERRUPTOR	BOTIFLACA (CUAJONE)	VCB8614	VCB8614	145
SOUTHERN PERU CC	INTERRUPTOR	BOTIFLACA (CUAJONE)	VCB8616	VCB8616	145
SOUTHERN PERU CC	INTERRUPTOR	BOTIFLACA (CUAJONE)	VCB8715	VCB8715	145
ISA PERU	INTERRUPTOR	PARAGSHA 2		INT-2472	245
EGEMSA	INTERRUPTOR	MACHUPICCHU		INT-SS_AA_1	145
EGASA	INTERRUPTOR	MOLLENDO T		INT-TGM1	145
EGASA	INTERRUPTOR	CHILINA		INT-L302	145
ENGIE	INTERRUPTOR	ILO 1		INT-143	145
EGEMSA	INTERRUPTOR	MACHUPICCHU		INT-GRUPO G1	145
ENGIE	INTERRUPTOR	MOQUEGUA		INT-1155	
ENGIE	INTERRUPTOR	MOQUEGUA		INT-1257	
ENGIE	INTERRUPTOR	ILO 1		INT-242	145
EGASA	INTERRUPTOR	CHARCANI III		INT-G_2	145
EGASA	INTERRUPTOR	CHARCANI III		INT-G_1	145
EGASA	INTERRUPTOR	CHILINA		INT-L306	145
EGASA	INTERRUPTOR	CHARCANI IV		INT-L302	145
EGASA	INTERRUPTOR	CHARCANI IV		INT-TRAFO_G3	145
STATKRAFT S.A	INTERRUPTOR	GALLITO CIEGO		INT-L675	145
ENGIE	INTERRUPTOR	ILO 2		HCB-1450	145
ENGIE	INTERRUPTOR	ILO 2		HCB-250	145
ENGIE	INTERRUPTOR	ILO 2		HCB-150	145
ELECTRO DUNAS	INTERRUPTOR	ALTO LA LUNA		INT-001	145
ELECTRO DUNAS	INTERRUPTOR	ALTO LA LUNA		INT-003	145
ELECTRO DUNAS	INTERRUPTOR	PISCO		INT-002	145
ELECTRO DUNAS	INTERRUPTOR	PISCO		INT-001	145
ELECTRO DUNAS	INTERRUPTOR	PARACAS		INT-003	145
ELECTRO DUNAS	INTERRUPTOR	PARACAS		INT-002	145

ELECTRO DUNAS	INTERRUPTOR	PARACAS		INT-001	145
ELECTRO DUNAS	INTERRUPTOR	ICA-NORTE		INT-002	145
ELECTRO DUNAS	INTERRUPTOR	ICA-NORTE		INT-001	145
ELECTRO DUNAS	INTERRUPTOR	SANTA MARGARITA		INT-001	145
ELECTRO DUNAS	INTERRUPTOR	ICA-NORTE		INT-003	145
ELECTRO DUNAS	INTERRUPTOR	TACAMA		INT-002	145
MINERA ANTAMINA	INTERRUPTOR	VIZCARRA		INT-1330	145
MINERA ANTAMINA	INTERRUPTOR	VIZCARRA		INT-1332	145
NEXA RESOURCES CAJAMARQUILLA S.A.	INTERRUPTOR	CAJAMARQUILLA		INT-001	145
ENGIE	INTERRUPTOR	MOQUEGUA		INT-1151	145
EGEMSA	INTERRUPTOR	DOLORESPATA		INT-TRAF2/138	145
EGEMSA	INTERRUPTOR	MACHUPICCHU		INT-SS.AA_1	145
EGASA	INTERRUPTOR	MOLLENDO T		INT-TGM1	145
EGASA	INTERRUPTOR	CHILINA		INT-L302	145
ENGIE	INTERRUPTOR	ILO 1		INT-143	145
EGEMSA	INTERRUPTOR	MACHUPICCHU		INT-GRUPO G1	145
ENGIE	INTERRUPTOR	MOQUEGUA		INT-1155	145
ENGIE	INTERRUPTOR	MOQUEGUA		INT-1257	145
ENGIE	INTERRUPTOR	ILO 1		INT-242	145
EGASA	INTERRUPTOR	CHARCANI III		INT-G_2	145
EGASA	INTERRUPTOR	CHARCANI III		INT-G_1	145
EGASA	INTERRUPTOR	CHILINA		INT-L306	145
EGASA	INTERRUPTOR	CHARCANI IV		INT-L302	145
EGASA	INTERRUPTOR	CHARCANI IV		INT-TRAFO_G3	145
STATKRAFT S.A	INTERRUPTOR	GALLITO CIEGO		INT-L675	145
ENGIE	INTERRUPTOR	ILO 2		HCB-1450	145
ENGIE	INTERRUPTOR	ILO 2		HCB-250	145
ENGIE	INTERRUPTOR	ILO 2		HCB-150	145
ENGIE	INTERRUPTOR	ILO 2		HCB-1452	145
ENGIE	INTERRUPTOR	ILO 2		HCB-1453	145
ENGIE	INTERRUPTOR	MOQUEGUA		INT-1154	145
ENGIE	INTERRUPTOR	MOQUEGUA		INT-1153	145
ENGIE	INTERRUPTOR	MOQUEGUA		INT-1150	145
ENGIE	INTERRUPTOR	MOQUEGUA		INT-1258	145
ENGIE	INTERRUPTOR	MOQUEGUA		INT-1253	145
ENGIE	INTERRUPTOR	MOQUEGUA		INT-1252	145
ENGIE	INTERRUPTOR	BOTIFLACA (CUAJONE)		INT-856	145
ENGIE	INTERRUPTOR	MILL SITE (TOQUEPALA)		INT-754	145

ENGIE	INTERRUPTOR	ILO 1		INT-580	145
EGEMSA	INTERRUPTOR	DOLORESPATA		INT-SALIDA1_7	145
EGEMSA	INTERRUPTOR	DOLORESPATA		INT-TRAF3/10,5	145
EGEMSA	INTERRUPTOR	DOLORESPATA		INT-TRAF2/10,5	145
EGEMSA	INTERRUPTOR	DOLORESPATA		INT-TRAF1/10,5	145
EGEMSA	INTERRUPTOR	DOLORESPATA		INT-TRAF3/138	145
ENGIE	INTERRUPTOR	ILO 2		HCB-150	145
ENGIE	INTERRUPTOR	ILO 2		HCB-1452	145
ENGIE	INTERRUPTOR	ILO 2		HCB-1453	145
ENGIE	INTERRUPTOR	MOQUEGUA		INT-1154	145
ENGIE	INTERRUPTOR	MOQUEGUA		INT-1153	145
ENGIE	INTERRUPTOR	MOQUEGUA		INT-1150	145
ENGIE	INTERRUPTOR	MOQUEGUA		INT-1258	145
ENGIE	INTERRUPTOR	MOQUEGUA		INT-1253	145
ENGIE	INTERRUPTOR	MOQUEGUA		INT-1252	145
ENGIE	INTERRUPTOR	BOTIFLACA (CUAJONE)		INT-856	145
ENGIE	INTERRUPTOR	MILL SITE (TOQUEPALA)		INT-754	145
ENGIE	INTERRUPTOR	ILO 1		INT-580	145
EGEMSA	INTERRUPTOR	DOLORESPATA		INT-SALIDA1_7	145
EGEMSA	INTERRUPTOR	DOLORESPATA		INT-TRAF3/10,5	145
EGEMSA	INTERRUPTOR	DOLORESPATA		INT-TRAF2/10,5	145
EGEMSA	INTERRUPTOR	DOLORESPATA		INT-TRAF1/10,5	145
EGEMSA	INTERRUPTOR	DOLORESPATA		INT-TRAF3/138	145
EGEMSA	INTERRUPTOR	DOLORESPATA		INT-TRAF1/138	145
EGEMSA	INTERRUPTOR	DOLORESPATA		IN-L1004	145
EGEMSA	INTERRUPTOR	DOLORESPATA		IN-L1003	145
EGEMSA	INTERRUPTOR	DOLORESPATA 1		INT-GRUPO SLZ2	145
EGEMSA	INTERRUPTOR	DOLORESPATA 1		INT-GRUPO SLZ1	145
EGEMSA	INTERRUPTOR	DOLORESPATA 1		INT-GRUPO ALCO2	145
EGEMSA	INTERRUPTOR	DOLORESPATA 1		INT-GRUPO ALCO1	145
EGEMSA	INTERRUPTOR	DOLORESPATA 1		INT-GRUPO GM2	145
EGEMSA	INTERRUPTOR	MACHUPICCHU		INT-ALIM_3	145
EGEMSA	INTERRUPTOR	MACHUPICCHU		INT-ALIM_2	145
EGEMSA	INTERRUPTOR	MACHUPICCHU		INT-ALIM_1	145

EGEMSA	INTERRUPTOR	MACHUPICCHU		INT-ACOMETIDA	145
EGEMSA	INTERRUPTOR	MACHUPICCHU		INT-L0632	145
EGEMSA	INTERRUPTOR	MACHUPICCHU		INT-L1002	145
EGEMSA	INTERRUPTOR	MACHUPICCHU		INT-L1001	145
EGEMSA	INTERRUPTOR	MACHUPICCHU		INT-SS.AA_3	145
EGEMSA	INTERRUPTOR	MACHUPICCHU		INT-SS.AA_2	145
EGEMSA	INTERRUPTOR	MACHUPICCHU		INT-GRUPO G3	145
EGEMSA	INTERRUPTOR	MACHUPICCHU		INT-GRUPO G2	145
EGEMSA	INTERRUPTOR	DOLORESPATA 1		INT-GRUPO GM3	145
EGEMSA	INTERRUPTOR	CACHIMAYO		INT-TRAF02/22.9	145
EGEMSA	INTERRUPTOR	CACHIMAYO		INT-TRAF02/60	145
EGEMSA	INTERRUPTOR	CACHIMAYO		INT-TARFO2/138	145
EGEMSA	INTERRUPTOR	CACHIMAYO		INT-SALIDA 1-3	145
EGEMSA	INTERRUPTOR	CACHIMAYO		INT-SAL_GRAL.	145
EGEMSA	INTERRUPTOR	DOLORESPATA 1		INT-GRUPO GM1	145
EGEMSA	INTERRUPTOR	CACHIMAYO		INT-TRAF02	145
EGEMSA	INTERRUPTOR	CACHIMAYO		INT-TRAF01	145
EGEMSA	INTERRUPTOR	CACHIMAYO		INT-L1003	145
EGEMSA	INTERRUPTOR	CACHIMAYO		INT-L1001	145
EGASA	INTERRUPTOR	MOLLENDO T		INT-TGM2	145
EGASA	INTERRUPTOR	MOLLENDO D		INT-TRAF0138/13	145
EGASA	INTERRUPTOR	MOLLENDO D		INT-G3	145
EGEMSA	INTERRUPTOR	DOLORESPATA		INT-TRAF1/138	145
EGEMSA	INTERRUPTOR	DOLORESPATA		IN-L1004	145
EGEMSA	INTERRUPTOR	DOLORESPATA		IN-L1003	145
EGEMSA	INTERRUPTOR	DOLORESPATA 1		INT-GRUPO SLZ2	145
EGEMSA	INTERRUPTOR	DOLORESPATA 1		INT-GRUPO SLZ1	145
EGEMSA	INTERRUPTOR	DOLORESPATA 1		INT-GRUPO ALCO2	145
EGEMSA	INTERRUPTOR	DOLORESPATA 1		INT-GRUPO ALCO1	145
EGEMSA	INTERRUPTOR	DOLORESPATA 1		INT-GRUPO GM2	145
EGEMSA	INTERRUPTOR	MACHUPICCHU		INT-ALIM_3	145
EGEMSA	INTERRUPTOR	MACHUPICCHU		INT-ALIM_2	145
EGEMSA	INTERRUPTOR	MACHUPICCHU		INT-ALIM_1	145
EGEMSA	INTERRUPTOR	MACHUPICCHU		INT-ACOMETIDA	145
EGEMSA	INTERRUPTOR	MACHUPICCHU		INT-L0632	145

EGEMSA	INTERRUPTOR	MACHUPICCHU		INT-L1002	145
EGEMSA	INTERRUPTOR	MACHUPICCHU		INT-L1001	145
EGEMSA	INTERRUPTOR	MACHUPICCHU		INT-SS.AA_3	145
EGEMSA	INTERRUPTOR	MACHUPICCHU		INT-SS.AA_2	145
EGEMSA	INTERRUPTOR	MACHUPICCHU		INT-GRUPO G3	145
EGEMSA	INTERRUPTOR	MACHUPICCHU		INT-GRUPO G2	145
EGEMSA	INTERRUPTOR	DOLORESPATA 1		INT-GRUPO GM3	145
EGEMSA	INTERRUPTOR	CACHIMAYO		INT- TRAFO2/22.9	145
EGEMSA	INTERRUPTOR	CACHIMAYO		INT- TRAFO2/60	145
EGEMSA	INTERRUPTOR	CACHIMAYO		INT- TARFO2/138	145
EGEMSA	INTERRUPTOR	CACHIMAYO		INT-SALIDA 1- 3	145
EGEMSA	INTERRUPTOR	CACHIMAYO		INT- SAL_GRAL.	145
EGEMSA	INTERRUPTOR	DOLORESPATA 1		INT-GRUPO GM1	145
EGEMSA	INTERRUPTOR	CACHIMAYO		INT-TRAFO2	145
EGEMSA	INTERRUPTOR	CACHIMAYO		INT-TRAFO1	145
EGEMSA	INTERRUPTOR	CACHIMAYO		INT-L1003	145
EGEMSA	INTERRUPTOR	CACHIMAYO		INT-L1001	145
EGASA	INTERRUPTOR	MOLLENDO T		INT-TGM2	145
EGASA	INTERRUPTOR	MOLLENDO D		INT- TRAFO138/13	145
EGASA	INTERRUPTOR	MOLLENDO D		INT-G3	145
EGASA	INTERRUPTOR	MOLLENDO D		INT-G2	145
EGASA	INTERRUPTOR	MOLLENDO D		INT-G1	145
ENGIE	INTERRUPTOR	MOQUEGUA		INT-1156	145
STATKRAFT S.A	INTERRUPTOR	GALLITO CIEGO		INT-L676	145
ENGIE	INTERRUPTOR	MOQUEGUA		INT-1157	145
EGASA	INTERRUPTOR	CHARCANI II		INT-G_3	145
EGASA	INTERRUPTOR	CHARCANI II		INT-G_2	145
EGASA	INTERRUPTOR	CHARCANI II		INT-G_1	145
EGASA	INTERRUPTOR	CHARCANI IV		INT- TRAFO_G2	145
EGASA	INTERRUPTOR	CHARCANI IV		INT- TRAFO_G1	145
EGASA	INTERRUPTOR	CHARCANI V		INT-G3	145
EGASA	INTERRUPTOR	CHARCANI V		INT-G2	145
EGASA	INTERRUPTOR	CHARCANI V		INT-G1	145
EGASA	INTERRUPTOR	CHARCANI VI		INT-L310_B	145
EGASA	INTERRUPTOR	CHARCANI VI		INT-L310_A	145
EGASA	INTERRUPTOR	CHARCANI I		INT-G2	145
EGASA	INTERRUPTOR	CHARCANI I		INT-G1	145

EGASA	INTERRUPTOR	CHARCANI I		INT-G2	145
EGASA	INTERRUPTOR	CHARCANI I		INT-G1	145
EGASA	INTERRUPTOR	CHILINA		INT-L304	145
EGASA	INTERRUPTOR	CHILINA		INT-L310	145
STATKRAFT S.A	INTERRUPTOR	PARAGSHA 1		IN-0015	245

### Anexo 3

## Lista de Subestaciones encapsuladas en gas SF6 por Nivel de Tensión

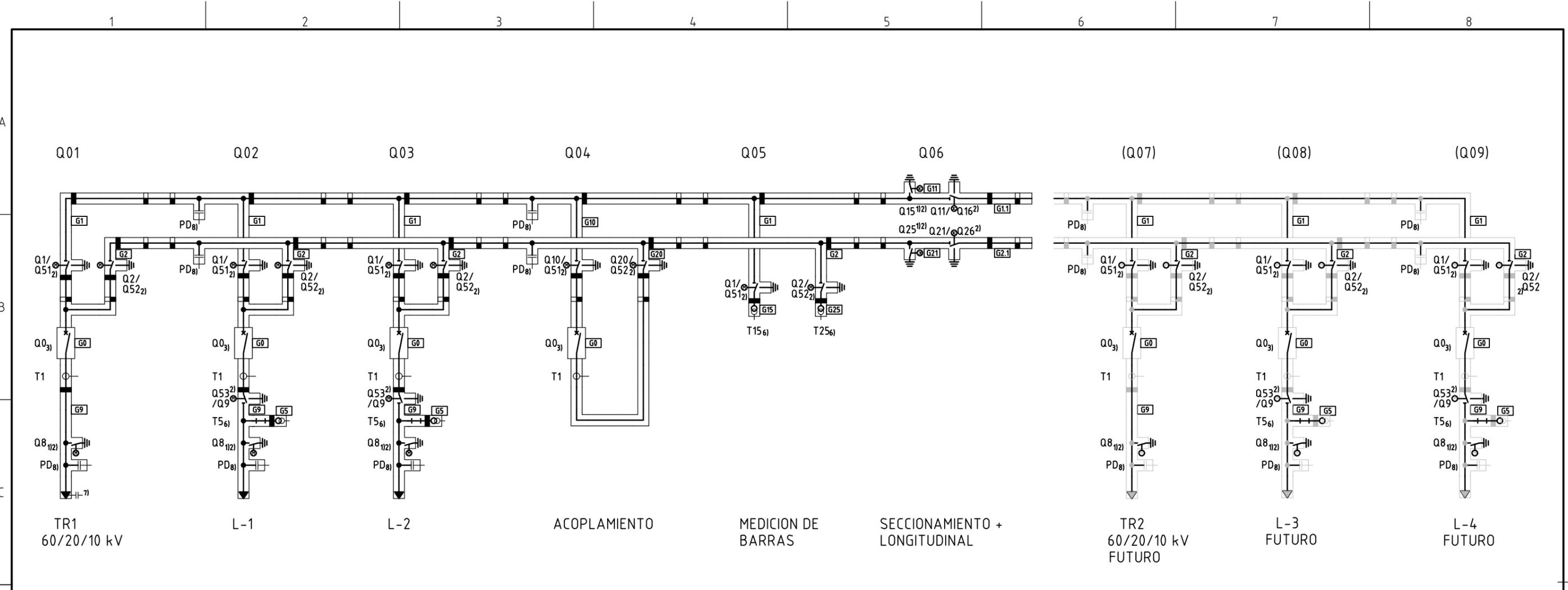
Empresa	Tipo de Equipo	Ubicación	Fabricante	Numero bahías	Nivel Tensión (kV)
Empresa de Generación Eléctrica Cheves SA	SE GIS	SE Cheves	ABB	4	245
Red de Energía del Perú	SE GIS	Pachachaca	General Electric	8	245
Red de Energía del Perú	SE GIS	La Oroya	General Electric	3	245
Red de Energía del Perú	SE GIS	Huancavelica	Siemens	5	245
Red de Energía del Perú	SE GIS	Industriales	ABB	5	245
Red de Energía del Perú	SE GIS	Carapongo	ABB	7	550
Red de Energía del Perú	SE GIS	Carapongo	ABB	12	245
Red de Energía del Perú	SE GIS	Colcabamba	ABB	7	550
Red de Energía del Perú	SE GIS	Planicie	ABB	9	245
Red de Energía del Perú	SE GIS	Nueva Huanuco 500	Siemens	2	550
Red de Energía del Perú	SE GIS	Nueva Huanuco 220	Siemens	5	245
Volcan	SE GIS	Planta de Oxidos	ABB	3	145
Shougang	SE GIS	El Hierro	ABB	4	245
APM Terminals	SE GIS	Terminal Norte	ABB	2	72.5
REPSOL	SE GIS	La Pampilla	ABB	5	72.5
Engie Perú	SE GIS	Nodo Energético del Sur - Ilo	ABB	6	550
Edelnor	SE GIS	Malvinas	ABB	5	245
Edelnor	SE GIS	Malvinas	ABB	10	72.5
Edelnor	SE GIS	Filadelfia	ABB	5	72.5
Edelnor	SE GIS	Izaguirre	ABB	4	72.5
Edelnor	SE GIS	Extension Malvinas	ABB	2	72.5
Compañía Minera Milpo S.A.	SE GIS	El Porvenir	ABB	6	145
Compañía Minera Milpo S.A.	SE GIS	Amp. SE Porvenir	ABB	2	725
Empresa de Generación Eléctrica Cheves SA	SE GIS	SE Cheves	ABB	4	245
Red de Energía del Perú	SE GIS	Pachachaca	General Electric	8	245

Red de Energía del Perú	SE GIS	La Oroya	General Electric	3	245
Red de Energía del Perú	SE GIS	Huancavelica	Siemens	5	245
EGE Sta Lorenza	SE GIS	CH Santa Lorenza	ABB	3	145
ELECTRODUNAS	SE GIS	SE Pacococha 220 kV	ABB	4	72.5
Southern Peru	SE GIS	Tia María	General Electric	5	245
Southern Peru	SE GIS	Plaza (Toquepala Project)	ABB	7	145
Southern Peru	SE GIS	Quebrada Honda	General Electric	5	145
Southern Peru	SE GIS	Plaza (Toquepala Project)	ABB	5	145
Electrosur	SE GIS	ILO 1	General Electric	9	145
Electrosur	SE GIS	ILO 2	General Electric	7	145
Fenix Power Perú	SE GIS	Fenix	General Electric	4	550
Petroleos del Perú	SE GIS	Talara	General Electric	5	72.5
Luz del Sur	SE GIS	Huachipa	General Electric	3	72.5
Luz del Sur	SE GIS	Los Sauces	General Electric	5	245
Luz del Sur	SE GIS	Pachacutec 220	Siemens	6	245
Luz del Sur	SE GIS	Pachacutec 60	Siemens	4	72.5
Luz del Sur	SE GIS	Progreso	Siemens	4	245
Luz del Sur	SE GIS	Central	Siemens	4	245

**Anexo 4**  
**Diagrama de Gases, Planos de vista de planta y cortes SE José**  
**Granda.**

©2016, Dieses Dokument sowie alle Informationen und Daten, die es enthält sind vertraulich und somit geistiges Eigentum von GE Grid (Schweiz) GmbH. Sie dürfen ohne vorherige schriftliche Erlaubnis von GE Grid weder verbreitet, zur Verfügung gestellt, kopiert noch für irgendwelche Zwecke verwendet werden.

©2016, GE Grid (Schweiz) GmbH proprietary and confidential information. All Rights Reserved. This document is the property of GE Grid and may not be reproduced, transmitted, stored, or copied in whole or in part, or used to furnish information to others, without the prior written permission of GE Grid.



SÍMBOLO	DENOMINACIÓN
	Interruptor Accionamiento tripolar
	Seccionador/Seccionador de puesta a tierra 3-posiciones aislada. Motorizado
	Seccionador de puesta a tierra rápida y aislada Motorizado
	Transformador de corriente
	Transformador de tensión, Link (Seccionador) para mantenimiento operación manual, 3-fases
	Enlace desacopiable
	Cono separador
	Cono separador y válvula de derivación
	Sensor de Descargas Parciales
	Terminal de cable con indicador de presencia de tensión
	Terminal de cable

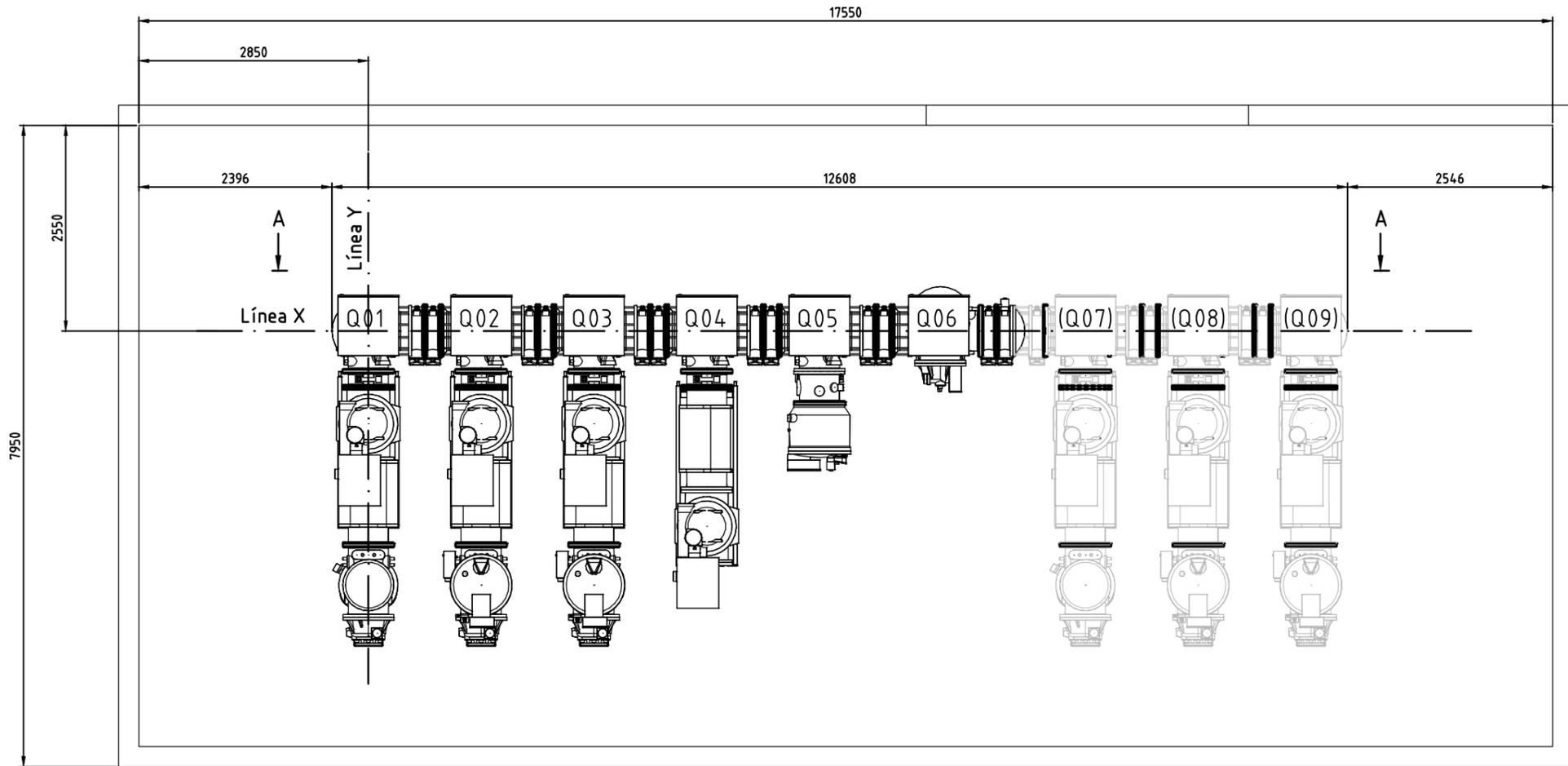
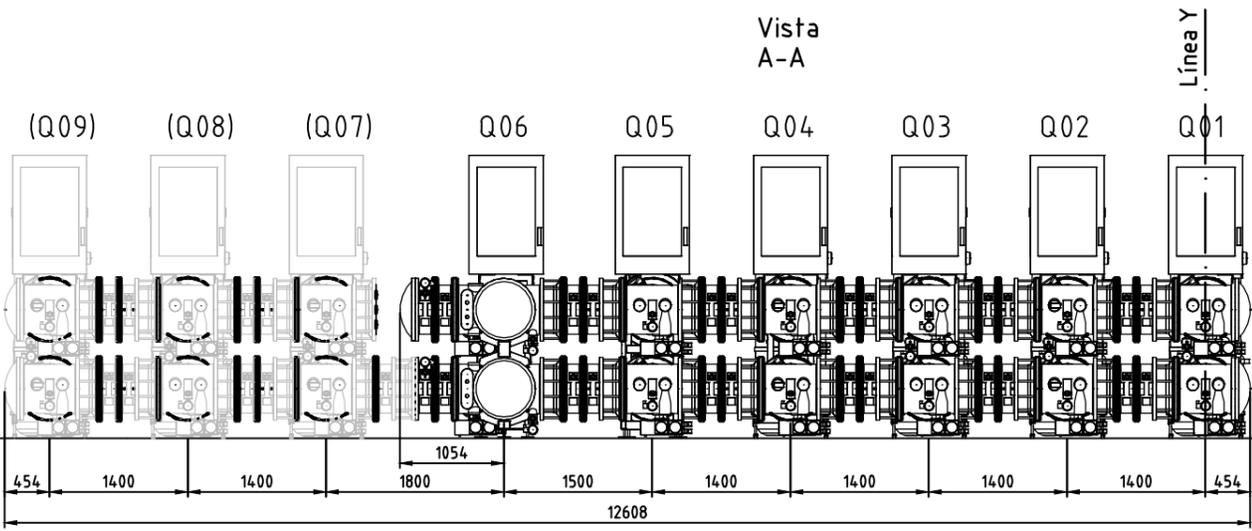
0) Dimensiones Mínimas de la GIS tipo F35 sin considerar espacios de otros componentes o requerimientos.  
Denominación acorde a norma DIN 40719

**INFORMACIÓN GENERAL:**  
Diseño inválido para la ejecución Grúa:  
Requerimos para el montaje una grúa eléctrica viajera con capacidad de 1500 kg. La altura para dicha grúa se muestra en el plano.  
Edificio:  
Carga máxima estática del suelo: 14000 N/sqm  
Carga dinámica: ver 47.021.306  
Ejemplo de cimentaciones: ver HS600.101

CLIENT	EDELNOR S.A.A	CONTRACT REF	-
CLIENT REF	-	SITE	PERU
CIRCUIT	SF6-GIS, Type F35-145kV	<p><small>Dieses Dokument sowie die Informationen und Daten, die es enthält, sind vertraulich und somit geistiges Eigentum des Urhebers. Sie dürfen ohne vorherige schriftliche Erlaubnis weder verbreitet, zur Verfügung gestellt, kopiert noch für irgendwelche Zwecke verwendet werden.</small></p> <p><small>This document and any information or descriptive matter set out in it are confidential and copyright property and must not be disclosed, loaned, copied or used for any purpose whatsoever without prior written permission.</small></p> <p><small>Ce document et toutes les informations et données qu'il contient sont confidentiels et sont la propriété légal de l'auteur. Ils ne doivent pas être diffusés, copiés ou utilisés à quelques fins que ce soit sans accord écrit préalable.</small></p>	
EC DATE	EC NUMBER	VERIFIED	APPROVED
CREATED	MODIFIED	DATE	DATE
DATE 26.01.2021	DATE 30.04.2021	DATE 30.04.2021	DATE 30.04.2021
NAME S. Steinacher	NAME S. Steinacher	NAME A. d'Amore	NAME R. Zähler
A2		Substacion JOSE GRANDE 72.5kV	
SCALE	--	Diagrama Unifilar	
		PAGE	REVISION
General Electric Company		1/3	1405315PER.001 2
			VER 1

1 2 3 4 5 6 7 8

Vista A-A



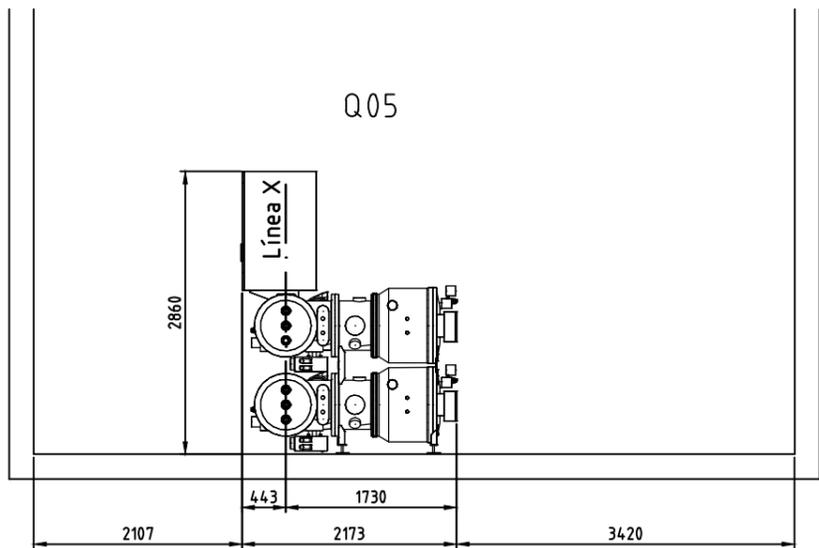
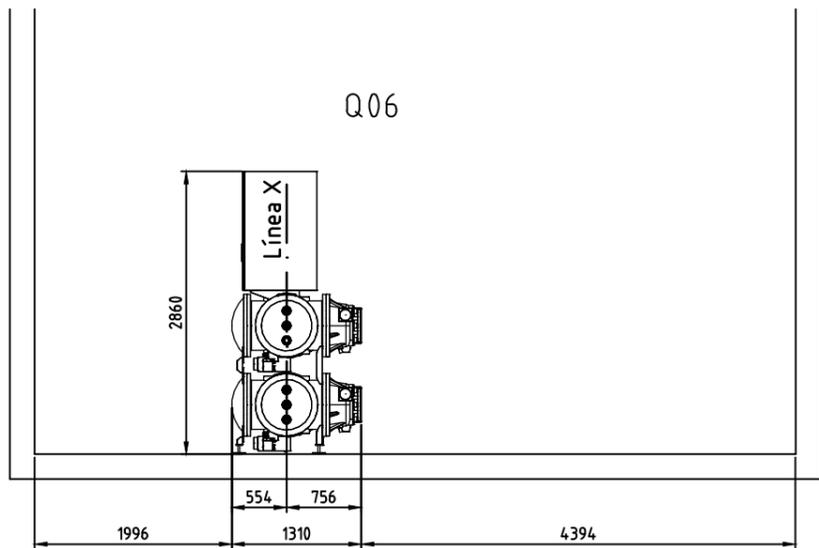
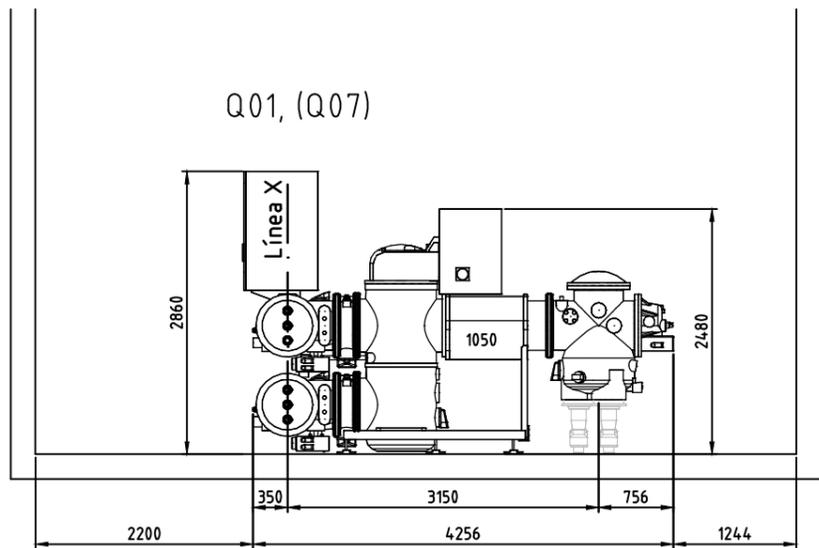
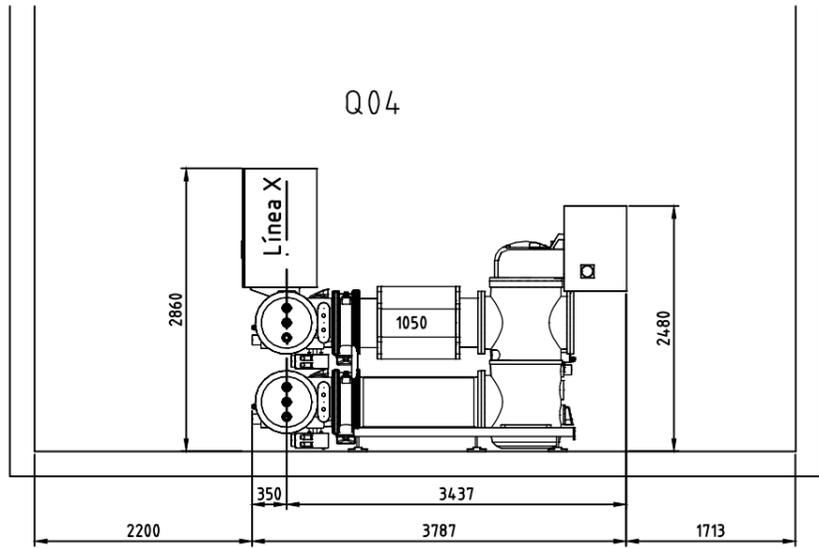
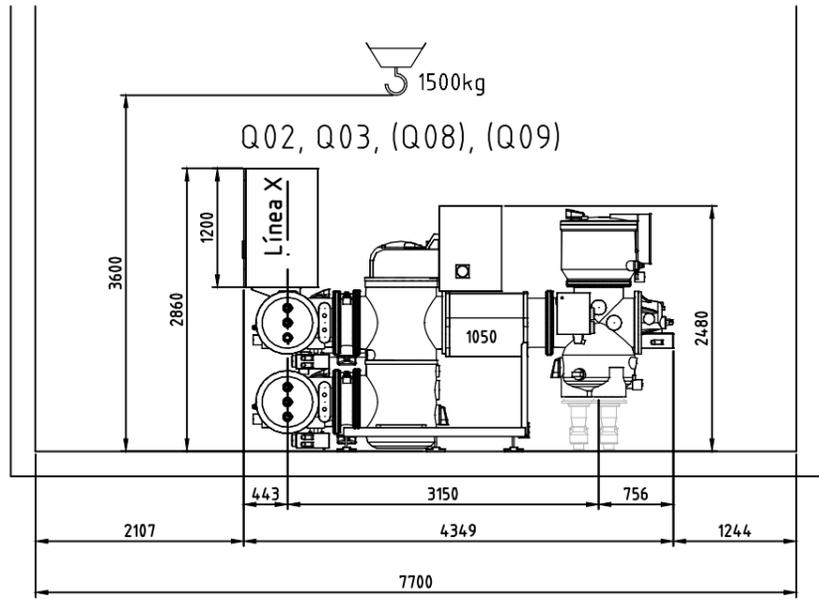
<p>Dieses Dokument sowie die Informationen und Daten, die es enthält, sind vertraulich und somit geistiges Eigentum des Urhebers. Sie dürfen ohne vorherige schriftliche Erlaubnis weder verbreitet, zur Verfügung gestellt, kopiert noch für irgendwelche Zwecke verwendet werden.</p>		<p>This document and any information or descriptive matter set out in it are confidential and copyright property and must not be disclosed, loaned, copied or used for any purpose whatsoever without prior written permission.</p>		<p>Ce document et toutes les informations et données qu'il contient sont confidentiels et sont la propriété légitime de l'auteur. Ils ne doivent pas être diffusés, copiés ou utilisés à quelques fins que ce soit sans accord écrit préalable.</p>	
<p>A2</p>				<p>Substacion JOSE GRANDE 72.5kV</p>	
<p>SCALE</p>		<p>1:50</p>		<p>Disposición</p>	
		<p>PAGE</p>		<p>REVISION</p>	
<p>General Electric Company</p>		<p>2 / 3</p>		<p>1405315PER.001 2</p>	
				<p>VER 1</p>	

©2016, Dieses Dokument sowie alle Informationen und Daten, die es enthält, sind vertraulich und somit geistiges Eigentum von GE Grid (Switzerland) GmbH. Sie dürfen ohne vorherige schriftliche Erlaubnis von GE Grid weder verbreitet, zur Verfügung gestellt, kopiert noch für irgendwelche Zwecke verwendet werden.

©2016, GE Grid (Switzerland) GmbH proprietary and confidential information. All Rights Reserved. This document is the property of GE Grid and may not be reproduced, transmitted, stored, or copied in whole or in part, or used to furnish information to others, without the prior written permission of GE Grid.

©2016, GE Grid (Switzerland) GmbH. Dieses Dokument sowie alle Informationen und Daten, die es enthält, sind vertraulich und somit geistiges Eigentum von GE Grid (Switzerland) GmbH. Sie dürfen ohne vorherige schriftliche Erlaubnis von GE Grid weder verbreitet, kopiert noch für irgendwelche Zwecke verwendet werden.

©2016, GE Grid (Switzerland) GmbH. This document is the property of GE Grid and may not be reproduced, transmitted, stored, or copied in whole or in part, or used to furnish information to others, without the prior written permission of GE Grid.



Dieses Dokument sowie die Informationen und Daten, die es enthält, sind vertraulich und somit geistiges Eigentum des Urhebers. Sie dürfen ohne vorherige schriftliche Erlaubnis weder verbreitet, zur Verfügung gestellt, kopiert noch für irgendwelche Zwecke verwendet werden.

This document and any information or descriptive matter set out in it are confidential and copyright property and must not be disclosed, loaned, copied or used for any purpose whatsoever without prior written permission.

Ce document et toutes les informations et données qu'il contient sont confidentiels et sont la propriété légitime de l'auteur. Ils ne doivent pas être diffusés, copiés ou utilisés à quelques fins que ce soit sans accord écrit préalable.

A2		Substacion JOSE GRANDE 72.5kV	
SCALE	1:50	Disposición	
		PAGE	REVISION
General Electric Company		3/3	1405315PER.001 1
			VER 1