



PERÚ

Ministerio  
de Economía y Finanzas

Agencia de Promoción  
de la Inversión Privada

Comité de PROINVERSIÓN en  
Proyectos de Energía e  
Hidrocarburos  
PRO CONECTIVIDAD

DECENIO DE LAS PERSONAS CON DISCAPACIDAD EN EL PERÚ  
AÑO DE LA INTEGRACIÓN NACIONAL Y EL RECONOCIMIENTO DE NUESTRA DIVERSIDAD

**Concurso Público Internacional para otorgar en concesión el proyecto:  
"Línea de Transmisión Carhuaquero – Cajamarca Norte – Cáclic –  
Moyobamba en 220 kV"**

**CIRCULAR N° 18**

10 de julio de 2012

El Comité de PROINVERSIÓN en Proyectos de Energía e Hidrocarburos - PRO CONECTIVIDAD, comunica que, de acuerdo al numeral 1.3 de las Bases del Concurso, ha acordado poner en conocimiento de los interesados el Oficio N° 816-2012-MEM/DGE de fecha 03 de julio del 2012, recibido del Ministerio de Energía y Minas, que incorpora modificaciones al Anexo N° 1 (Especificaciones del Proyecto) del Contrato de Concesión, que se adjunta a la presente circular.



Atentamente,

**LUIS ORTIGAS CÚNEO**

Presidente del Comité de PROINVERSIÓN  
en Proyectos de Energía e Hidrocarburos –  
**PRO CONECTIVIDAD**



PERÚ

Ministerio  
de Energía y Minas

Viceministerio  
de Energía

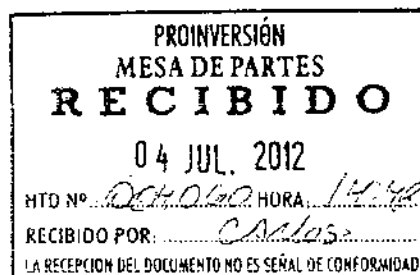
Dirección  
General de Electricidad

"DECENIO DE LAS PERSONAS CON DISCAPACIDAD EN EL PERU"  
"AÑO DE LA INTEGRACIÓN NACIONAL Y DEL RECONOCIMIENTO DE NUESTRA DIVERSIDAD"

Lima, 03 JUL. 2012

**OFICIO N° 816 -2012-MEM/DGE**

Señor  
**Aníbal del Águila Acosta**  
Jefe de Proyecto  
Asuntos Eléctricos e Hidrocarburos  
**PROINVERSIÓN**  
Presente



Asunto: Modificaciones en el Anexo N° 1, Especificaciones del Proyecto

Referencia: Concurso Público Internacional para otorgar la Concesión del Proyecto "Línea de Transmisión Carhuaquero - Cajamarca Norte - Cáclic - Moyobamba en 220 kV"

De mi mayor consideración:

Es grato dirigirme a usted a fin de hacerle llegar, adjunto al presente, un ejemplar impreso del Anexo N° 1 del Proyecto de la referencia con las modificaciones introducidas para que los tramos de línea en 220 kV Cajamarca-Cáclic y Cáclic-Moyobamba sean construidos considerando una sola terna, como se había previsto originalmente; pero con estructuras diseñadas para soportar segunda terna que sería instalada en el futuro de acuerdo con el crecimiento de la demanda en la zona. Las modificaciones efectuadas han sido desarrolladas sobre el texto de la segunda versión del contrato publicado en la página WEB de Proinversión (versión MSWord).

Adjunto al presente documento se incluye también un CD con el archivo digital del Anexo N° 1.

Sin otro particular, hago propicia la ocasión para reiterarle los sentimientos de mi especial consideración y estima personal.

Atentamente,



**ROBERTO TAMAYO PEREYRA**  
DIRECTOR GENERAL  
DIRECCION GENERAL DE ELECTRICIDAD

Adj.: Anexo N° 1 impreso  
CD con archivo del Anexo N° 1



PERÚ

Ministerio  
de Economía y Finanzas

Agencia de Promoción  
de la Inversión Privada

Comité PRO CONECTIVIDAD

DECENIO DE LAS PERSONAS CON DISCAPACIDAD EN EL PERÚ  
AÑO DE LA INTEGRACIÓN NACIONAL Y EL RECONOCIMIENTO DE NUESTRA DIVERSIDAD

## Anexo N° 1

### Especificaciones del proyecto

#### 1. CONFIGURACIÓN DEL SISTEMA DE TRANSMISIÓN 220 KV

##### ALCANCE GENERAL

El proyecto comprende la construcción de líneas de transmisión en 220 kV, subestaciones e instalaciones complementarias, desde la barras de 220 kV de la Subestación (SE) Carhuaquero 220 kV, hasta una subestación cercana a la actual SE Moyobamba, en adelante SE Moyobamba Nueva 220/138/22,9 kV.

Este proyecto incluye además: 1) la ampliación de la actual subestación Cajamarca Norte, 2) una subestación intermedia de transformación 220/138/22,9 kV, en el tramo SE Cajamarca Norte-SE Moyobamba Nueva, de maniobra y compensación reactiva, ubicada alrededor de la ciudad de Chachapoyas, en adelante SE Cáclic, desde donde se conectará el actual sistema de distribución de la ciudad de Chachapoyas que es atendido por la CH Cáclic; la conexión al sistema de distribución no forma parte de la concesión ni del presente proyecto.

El alcance del proyecto comprende también las provisiones de espacio y facilidades para la implementación de ampliaciones futuras en estas subestaciones, tanto en 220 kV como en 138 kV.

La Sociedad Concesionaria será responsable de incluir otros elementos o componentes no descritos en el presente Anexo, dimensionar, modificar o adecuar lo que fuera necesario, a efectos de garantizar la correcta operación de las instalaciones del proyecto y la prestación del servicio según las normas de calidad aplicables al Sistema Eléctrico Interconectado Nacional (SEIN).

Las características principales de las líneas eléctricas son las siguientes:

##### a) **Capacidad de transmisión en operación normal o Capacidad Nominal**

La capacidad mínima de transmisión de cada una de las líneas eléctricas en régimen de operación normal, en las barras de llegada de las subestaciones correspondientes a cada una de las mismas, será de 220 MVA.

Los valores de Capacidad Nominal, corresponden a la operación normal, continua y en régimen permanente de cada línea; los mismos que serán utilizados para la operación de las instalaciones por el COES y se determinarán para las condiciones ambientales de la zona del proyecto.

##### b) **Capacidad de transmisión en contingencia**

En condiciones de contingencia del SEIN las líneas deberán tener la capacidad de transportar hasta 264 MVA, que representan una potencia adicional del 20% sobre la capacidad en operación normal.



PERÚ

Ministerio  
de Economía y Finanzas

Agencia de Promoción  
de la Inversión Privada

Comité PRO CONECTIVIDAD

DECENIO DE LAS PERSONAS CON DISCAPACIDAD EN EL PERÚ  
AÑO DE LA INTEGRACION NACIONAL Y EL RECONOCIMIENTO DE NUESTRA DIVERSIDAD

### c) Potencia de diseño

La potencia de diseño por ampacitancia de cada una de las líneas, y sus componentes asociados, deberá ser mayor a 320 MVA y, en condiciones de emergencia, por un periodo de hasta treinta (30) minutos, deberán soportar una sobrecarga no menor al 30% por encima de la potencia de diseño.

En todos los casos se aplicarán las distancias de seguridad establecidas en el CNE Suministro 2011.

### d) Factores de diseño

La línea se considerará aceptable cuando cumpla con lo siguiente:

#### d.1) Límite térmico

- La temperatura en el conductor en el régimen normal de operación no debe superar el valor máximo establecido de 75°C.
- Las pérdidas óhmicas no deben superar el valor máximo establecido en el numeral respectivo.
- Se debe observar las distancias de seguridad establecidas en las normas, en toda condición de operación.

#### d.2) Caída de tensión

- La diferencia de tensión entre los extremos emisor y receptor no debe superar el 5 % para la Capacidad Nominal.

En el Diagrama Unifilar N° 1, al final del presente anexo, se presenta la configuración general del proyecto.

## 2 LÍNEAS DE TRANSMISIÓN EN 220 kV

### 2.1 LÍNEA DE TRANSMISIÓN CARHUAQUERO - CAJAMARCA NORTE EN 220 kV

Esta es una línea de transmisión que enlazará la Subestación Carhuaquero con la Subestación Cajamarca Norte. Las características principales de esta línea son las que se indican a continuación:

- Longitud aproximada: 97 km
- Número de temas: Una (1)
- Configuración de conductores: Tipo triangular
- Tipo de conductor: Se podrá utilizar ACSR, AAAC o ACAR
- Número de conductores por fase: 1 ó 2
- Cables de guarda: Uno del tipo OPGW, de 24 fibras, y otro del tipo convencional, cuyo material y sección será seleccionado por la Sociedad Concesionaria.
- Subestaciones que enlaza: S.E. Carhuaquero y S.E. Cajamarca Norte.



PERÚ

Ministerio  
de Economía y Finanzas

Agencia de Promoción  
de la Inversión Privada

Comité PRO CONECTIVIDAD

DECENIO DE LAS PERSONAS CON DISCAPACIDAD EN EL PERÚ  
AÑO DE LA INTEGRACIÓN NACIONAL Y EL RECONOCIMIENTO DE NUESTRA DIVERSIDAD

## 2.2 LÍNEA DE TRANSMISIÓN CAJAMARCA NORTE – CÁCLIC EN 220 kV

Esta es una línea de transmisión que enlazará la Subestación Cajamarca Norte con la nueva Subestación Cáclic (ubicada en los alrededores de la ciudad de Chachapoyas). Las características principales de esta línea son las que se indican a continuación:

- Longitud aproximada: 161 km
- Número de ternas: Una (1), preparada para dos (2) ternas
- Configuración de conductores: Tipo vertical, con una terna implementada
- Tipo de conductor: Se podrá utilizar ACSR, AAAC o ACAR
- Número de conductores por fase: 1 ó 2
- Cables de guarda: Uno del tipo OPGW, de 24 fibras, y otro del tipo convencional, cuyo material y sección será seleccionado por la Sociedad Concesionaria.
- Subestaciones que enlaza: S.E. Cajamarca Norte y S.E. Cáclic (en Chachapoyas).

Las estructuras de soporte de la línea estarán preparadas para una línea de doble terna; pero como parte del proyecto se instalará solo una de las ternas.

## 2.3 LÍNEA DE TRANSMISIÓN CÁCLIC – MOYOBAMBA EN 220 KV

Esta es una línea de transmisión que enlazará la nueva Subestación Cáclic con la Subestación Moyobamba Nueva. Las características principales de esta línea son las que se indican a continuación:

- Longitud aproximada: 142,5 km
- Número de ternas: Una (1), preparada para dos (2) ternas
- Configuración de conductores : Tipo vertical, con una terna implementada
- Tipo de conductor: Se podrá utilizar ACSR, AAAC o ACAR
- Número de conductores por fase: 1 ó 2
- Cables de guarda: Uno del tipo OPGW, de 24 fibras, y otro del tipo convencional, cuyo material y sección será seleccionado por la Sociedad Concesionaria.
- Subestaciones que enlaza: S.E. Cáclic (en Chachapoyas) y S.E. Moyobamba Nueva

Las estructuras de soporte de la línea estarán preparadas para una línea de doble terna; pero como parte del proyecto se instalará solo una de las ternas.

## 2.4 ENLACE DE LA S.E. MOYOBAMBA NUEVA CON LA S.E. MOYOBAMBA (EXISTENTE) Y CON LA S.E. TARAPOTO

Se ha previsto que la S.E. Moyobamba Nueva se ubique sobre la ruta de la LT 138 kV Tarapoto-Moyobamba, conforme se describe en el apartado 3.1 del presente Anexo. En



PERÚ

Ministerio  
de Economía y Finanzas

Agencia de Promoción  
de la Inversión Privada

Comité PRO CONECTIVIDAD

DECENIO DE LAS PERSONAS CON DISCAPACIDAD EN EL PERÚ  
AÑO DE LA INTEGRACIÓN NACIONAL Y EL RECONOCIMIENTO DE NUESTRA DIVERSIDAD

este sentido, como parte de los trabajos a desarrollar se deberá efectuar las coordinaciones que correspondan, así como prever los recursos para la ejecución de las obras que resulten necesarias para seccionar esta línea existente, implementar la S.E. Moyobamba Nueva y enlazarla con el tramo de línea en 138 kV que va hacia la S.E. Moyobamba (existente) y con el tramo de línea en 138 kV que va hacia la S.E. Tarapoto.

## 2.5 REQUERIMIENTOS TÉCNICOS DE LAS LÍNEAS

a) La Sociedad Concesionaria será responsable de la selección de las rutas y recorridos de las líneas de transmisión.

En el anteproyecto de ingeniería se muestra el trazo preliminar seleccionado para las líneas de transmisión. Estos trazos serán evaluados por la Sociedad Concesionaria, quien definirá los trazos definitivos.

Se evitará que las rutas de las líneas pasen por parques nacionales o zonas restringidas.

b) La Sociedad Concesionaria será responsable de todo lo relacionado a la construcción de accesos, para lo cual deberá ceñirse a las normas vigentes que correspondan.

c) Entre otras, la Sociedad Concesionaria será responsable de las siguientes actividades:

- Gestión de los derechos de servidumbre y el pago de las compensaciones a los propietarios o poseedores de los terrenos, para lo cual el Concedente podrá colaborar en las tareas de sensibilización de los propietarios, a fin de tener una gestión de servidumbre expeditiva.
- Obtención del CIRA (certificación del Instituto Nacional de Cultura-INC sobre no afectación a restos arqueológicos).
- Elaboración del Estudio de Impacto Ambiental y su plan de monitoreo, el mismo que será desarrollado dentro del marco legal vigente, además de contar con la aprobación de las entidades públicas correspondientes.
- Obtención de la Concesión Definitiva de Transmisión Eléctrica.
- Coordinar con las empresas concesionarias que estén desarrollando algún proyecto o que cuenten con instalaciones comprendidas en el recorrido de la línea, o donde sea necesario realizar trabajos para la conexión a las subestaciones que forman parte del alcance del presente proyecto.

d) Las fajas de servidumbre de las líneas en 220 kV serán como mínimo de 25 m. Adicionalmente, en áreas con presencia de árboles u objetos que por su altura y cercanía a la línea representen un peligro potencial para personas que circulan en la zona o para la misma línea (en el caso que ocurrieran acercamientos peligrosos o ante una eventual caída de estos árboles sobre la línea), se deberá prever las medidas que correspondan para eliminar o minimizar estos riesgos como, por ejemplo, la remoción o el corte de tales árboles. Además, debe verificarse el cumplimiento de las Reglas 218 y 219 del Código Nacional de Electricidad-Suministro 2001 vigente.

e) Las líneas de 220 kV deben cumplir los siguientes requisitos mínimos:

- Tensión de operación nominal: 220 kV
- Tensión máxima de operación: 245 kV
- Tensión de sostenimiento al impulso atmosférico 1 050 kV<sub>pico</sub>



PERÚ

Ministerio  
de Economía y Finanzas

Agencia de Promoción  
de la Inversión Privada

Comité PRO CONECTIVIDAD

DECENIO DE LAS PERSONAS CON DISCAPACIDAD EN EL PERÚ  
AÑO DE LA INTEGRACIÓN NACIONAL Y EL RECONOCIMIENTO DE NUESTRA DIVERSIDAD

- Tensión de sostenimiento a 60 Hz      460 kV

Los valores anteriores serán corregidos de acuerdo con la altitud de las instalaciones. Las distancias de seguridad en los soportes y el aislamiento también deberán corregirse por altitud.

La longitud de línea de fuga del aislamiento deberá ser verificada de acuerdo con el nivel de contaminación de las zonas por las que atraviesen las líneas. De manera referencial, en el anteproyecto de ingeniería se ha considerado una distancia de fuga específica mayor a 28 mm/kV, calculada con la máxima tensión del sistema de fase a tierra, corregida según la altitud de las líneas; sin embargo este valor debe ser verificado para asegurar un nivel de aislamiento adecuado frente a descargas atmosféricas.

La resistencia de las puestas a tierra individuales en las estructuras de la línea no deberán superar los 25 Ohms. Este valor debe ser verificado para condiciones normales del terreno y en ningún caso luego de una lluvia o cuando el terreno se encuentre húmedo. Asimismo, el cumplimiento de este valor no exime de la verificación de las máximas tensiones de toque y paso permitidas en caso de fallas, así como de las medidas que resulten necesarias para mantener estos valores dentro de los rangos permitidos.

f) Se deberán cumplir con los siguientes valores eléctricos:

- f.1) El máximo gradiente superficial en los conductores no debe superar 16 kVrms/cm. El valor indicado corresponde a nivel del mar, por lo tanto deberá corregirse de acuerdo con la altitud de las instalaciones.
- f.2) Los límites de radiaciones no ionizantes al límite de la faja de servidumbre, para exposición poblacional según el Anexo C4.2 del CNE-Utilización 2006.
- f.3) El ruido audible al límite de la faja de servidumbre, para zonas residenciales según el Anexo C3.3 del CNE –Utilización 2006.
- f.4) Los límites de radio interferencia cumplirán con las siguientes normas internacionales:
  - IEC CISPR 18-1 Radio interference characteristics of overhead power lines and high-voltage equipment Part 1: Description of phenomena.
  - IEC CISPR 18-2 Radio interference characteristics of overhead power lines and high-voltage equipment. Part 2: Methods of measurement and procedure for determining limits.
  - IEC CISPR 18-3 Radio Interference Characteristics of Overhead Power Lines and High-Voltage Equipment – Part 3: Code of Practice for Minimizing the Generation of Radio Noise.

g) Las distancias de seguridad, considerando un creep de 20 años, serán calculadas según la Regla 232 del CNE Suministro vigente a la fecha de cierre. Para la aplicación de la Regla 232 se emplearán los valores de componente eléctrica, indicados en la Tabla 232-4 del NESC. Las distancias de seguridad no serán menores a los valores indicados en la Tabla 2.1 que se incluyen al final del presente anexo. Junto con esta tabla también se incluye la Tabla 2.2 relativa a los niveles admisibles de campos eléctricos y magnéticos que deben cumplirse.



PERÚ

Ministerio  
de Economía y Finanzas

Agencia de Promoción  
de la Inversión Privada

Comité PRO CONECTIVIDAD

DECENIO DE LAS PERSONAS CON DISCAPACIDAD EN EL PERÚ  
AÑO DE LA INTEGRACIÓN NACIONAL Y EL RECONOCIMIENTO DE NUESTRA DIVERSIDAD

- h) El diseño del aislamiento, del apantallamiento de los cables de guarda, de las puestas a tierra, y la selección de materiales a utilizar, deberán tomar en cuenta que las salidas de servicio que excedan las tolerancias permitidas serán penalizadas, según se indica en las Directivas y Procedimientos del OSINERGMIN, establecidas para el efecto y que no excluyen las compensaciones por mala calidad de suministro o mala calidad del servicio especificados en la NTCSE.

En cuanto al comportamiento de las líneas frente a descargas atmosféricas se considera aceptable una tasa de salidas fuera de servicio igual o menor a 0,6 salidas/100 km/año.

Con el fin de cumplir con este objetivo, a manera de referencia, se recomienda lo siguiente:

- Verificar que el ángulo de apantallamiento de los cables de guarda sea el apropiado para la altura de las estructuras de soporte de las líneas.
  - Utilizar de cables de guarda adicionales laterales en caso de vanos largos que crucen grandes quebradas o cañones.
  - Utilizar de puestas a tierra capacitivas en las zonas rocosas o de alta resistividad.
  - Seleccionar una ruta de línea que tenga un nivel cerámico bajo.
  - Utilizar materiales (aisladores, ferretería, cables OPGW, etc.) de comprobada calidad, para lo cual se deberá utilizar suministros con un mínimo de 15 años de experiencia de fabricación y uso a nivel mundial.
- i) Se emplearán dos cables de guarda, uno del tipo convencional, cuyo material y sección serán determinados por la Sociedad Concesionaria, y el otro del tipo OPGW, de manera tal que este último permita de forma rápida, segura y selectiva la protección diferencial de línea, el envío de datos al COES en tiempo real, el telemando y las telecomunicaciones. Los dos cables de guarda deberán ser capaces de soportar el cortocircuito a tierra hasta el año 2030, valor que será sustentado por la Sociedad Concesionaria.
- j) Para los servicios de mantenimiento de la línea se podrá utilizar un sistema de comunicación con celulares satelitales, en lugar de un sistema de radio UHF/VHF.
- k) Se podrá utilizar cables tipo ACSR, AAAC o ACAR según la capacidad de transporte, las cargas, vanos y tiros adecuados que presenten la mejor opción de construcción y operación, siempre y cuando se garantice un tiempo de vida útil no menor a 30 años.

La Sociedad Concesionaria podrá emplear el conductor que considere apropiado, sin exceder el valor de gradiente crítico superficial, de acuerdo con la altitud sobre el nivel del mar, ni el porcentaje de pérdidas por efecto Joule establecidas.

- l) Los límites máximos de pérdidas Joule, calculados para un valor de potencia de salida igual a la capacidad nominal de las líneas, con un factor de potencia igual a 1,00, y tensión en la barra de llegada igual a 1,00 p.u., serán los indicados en el siguiente cuadro:



**PERÚ**Ministerio  
de Economía y FinanzasAgencia de Promoción  
de la Inversión Privada

Comité PRO CONECTIVIDAD

DECENIO DE LAS PERSONAS CON DISCAPACIDAD EN EL PERÚ  
AÑO DE LA INTEGRACIÓN NACIONAL Y EL RECONOCIMIENTO DE NUESTRA DIVERSIDAD

Linea	% de Pérdidas a Capacidad Nominal /Circuito		
	Longitud aproximada (km)	Capacidad Nominal (MVA)	Pérdidas Máximas (%)
LT Carhuauero – Cajamarca Norte en 220 kV	97,0	220	2,3 %
LT Cajamarca Norte – Cállic en 220 kV	161,0	220	3,7 %
LT Cállic – Moyobamba en 220 kV	142,5	220	3,3 %

El cumplimiento de estos niveles de pérdidas será verificado por el Concedente, mediante los cálculos de diseño del conductor, previo a la adquisición de los suministros por la Sociedad Concesionaria. No se autorizará la instalación del conductor en caso de incumplimiento de los valores de pérdidas límites.

La fórmula de cálculo para verificar el nivel de pérdidas Joule será la siguiente:

$$Pérdidas = \left( \frac{P_{nom}}{V_{nom}} \right)^2 \times \frac{R_{75^{\circ}C}}{P_{nom}} \times 100\%$$

Donde:

$P_{nom}$  = Capacidad nominal de la línea en MVA

$V_{nom}$  = Tensión nominal de la línea en kV

$R_{75^{\circ}C}$  = Resistencia total de la línea por fase, a la temperatura de 75 °C y frecuencia de 60 Hz.

- m) Indisponibilidad por mantenimiento programado: El número de horas por año fuera de servicio por mantenimiento programado de cada línea de transmisión, no deberá exceder de dos jornadas de ocho horas cada una.
- n) Tiempo máximo de reposición post falla: El tiempo de reposición del tramo de línea que haya tenido una falla fugaz que ocasione desconexión de un circuito, debe ser menor a 30 minutos.

### 3 SUBESTACIONES

#### 3.1 ALCANCE DE LA CONFIGURACIÓN

Todas las subestaciones nuevas de 220 kV y 138 kV serán diseñadas y proyectadas bajo la configuración de conexiones de tipo doble barra y se preverá los espacios y áreas necesarias para tal configuración de conexiones. El proyecto comprende las siguientes subestaciones:

##### a) AMPLIACIÓN S.E. CARHUAQUERO 220 KV

La S.E. Carhuauero es existente y se ubica a 375 msnm y en las siguientes coordenadas UTM:

9269413,51N

693913,96 E



PERÚ

Ministerio  
de Economía y Finanzas

Agencia de Promoción  
de la Inversión Privada

Comité PRO CONECTIVIDAD

DECENIO DE LAS PERSONAS CON DISCAPACIDAD EN EL PERÚ  
AÑO DE LA INTEGRACIÓN NACIONAL Y EL RECONOCIMIENTO DE NUESTRA DIVERSIDAD

#### a.1 Instalaciones Existentes

Esta subestación actualmente dispone de un Patio de 220 kV bajo la configuración de conexión de barra simple, y cuenta con las siguientes salidas existentes:

- Una celda de salida de línea a la SE Chiclayo Oeste (L-2240).
- Cuatro celdas de llegada de los transformadores principales de la C.H. Carhuaquero.
- Una celda de llegada del transformador para la salida a Jaén y C.H. Chiriconga.

#### a.2 Ampliación de la S.E. Carhuaquero 220 kV para el Proyecto

El alcance previsto para la ampliación de la S.E. Carhuaquero 220 kV es el siguiente:

- Ampliación de los pórticos de barra en 220 kV, correspondiente a la celda de salida a Cajamarca Norte.
- Equipamiento de la ampliación de la celda en 220 kV para la salida de la línea hacia Cajamarca Norte.

#### b) AMPLIACIÓN S.E. CAJAMARCA NORTE 220 kV

La S.E. Cajamarca Norte es existente y está siendo ampliada por el Concesionario Abengoa Transmisión Norte (ATN), se ubica a 3 606 msnm y en las siguientes coordenadas:

S 7° 3' 24,99" 9219275,29 S  
O 78° 36' 9,53" 764833,44 E Zona 17M

#### b.1 Instalaciones Existentes

Esta subestación actualmente cuenta con un Patio de 220 kV bajo la configuración de conexión de barra doble en "U", y cuenta con las siguientes salidas existentes y comprometidas:

Una celda de salida a la SE Trujillo Norte L-2260.

Una salida a la línea a Gold Mill L-2261.

Una salida futura a la línea a Gold Mill, 2ª línea.

Una celda de salida a la Cerro Corona L-2263.

Una salida para el transformador 220/60 kV hacia Yanacocha (La Pajuela) y Cajamarca; y futura segunda salida adicional para un nuevo transformador 220/60 kV.

Dos celdas de salida del proyecto para la concesión de ATN: Huallanca 1 y Huallanca 2 (Kiman Ayllu).

Una celda de acoplamiento de barras.

Espacio para el puente de unión entre las barras "A" extremas de la "U".

Una celda para la conexión al sistema de compensación estático (SVC).

Una celda de salida futura a la línea a Carhuaquero.

Una celda de salida futura a la línea a Mina Conga.

Una celda de salida futura a la línea a Michiquillay.

Una celda de salida futura a la línea a Galeno.



PERÚ

Ministerio  
de Economía y Finanzas

Agencia de Promoción  
de la Inversión Privada

Comité PRO CONECTIVIDAD

DECENIO DE LAS PERSONAS CON DISCAPACIDAD EN EL PERÚ  
AÑO DE LA INTEGRACIÓN NACIONAL Y EL RECONOCIMIENTO DE NUESTRA DIVERSIDAD

## b.2 Ampliación de la S.E. Cajamarca Norte 220 kV para el Proyecto

El alcance previsto para la ampliación de la S.E. Cajamarca Norte 220 kV es el siguiente:

- Ampliación de los pórticos de las barras A y B en 220 kV, correspondiente a la celda de salida a Cáclic y la llegada de Carhuaquero.
- Equipamiento de la ampliación de la celda en 220 kV para la salida a la línea hacia Cáclic.
- Equipamiento de la ampliación de la celda en 220 kV para la llegada de la línea de Carhuaquero.
- Previsión de espacio para una (1) futura celda en 220 kV.

## c) SUBESTACIÓN CÁCLIC 220/138/22,9 kV

Se construirá una subestación para el enlace a futuras expansiones en 220 kV, ubicada en las cercanías de la ciudad de Chachapoyas, para la instalación de los equipos de maniobra y compensación reactiva.

Esta Subestación será completamente nueva y, de manera referencial, se ha localizado en un terreno ubicado a unos 1 500 m al extremo sur-este de la ciudad, a 2 337 msnm y las coordenadas aproximadas son:

S	6° 14' 8,78"	9309881,09	S
O	77° 50' 54,09"	184784,26	E 18M

Al momento de desarrollar el estudio definitivo, la Sociedad Concesionaria deberá determinar la ubicación final de la Subestación.

El equipamiento previsto en esta Subestación, es el siguiente:

### • Lado de 220 kV:

- Sistema de conexiones en doble barra; "A" y "B" en 220 kV.
- Una (1) celda para la salida a la línea de Cajamarca Norte.
- Una (1) celda para la salida a la línea de Moyobamba Nueva.
- Una (1) celda para la conexión de acoplamiento de barras en 220 kV.
- Una (1) celda para la conexión al transformador en 220 kV.
- Un banco de transformadores monofásicos con una unidad de reserva, de 60/60/20 MVA, en condiciones de operación ONAF 2; relación de transformación: 220/138/22,9 kV, regulación automática bajo carga y grupo de conexión Y/Y/Δ: Estrella/Estrella/Delta.
- Un (1) reactor de línea en el lado de la salida hacia la S.E. Cajamarca Norte, de 20 MVAR, 220 kV, con equipo de conexión (\*).
- Una (1) celda de conexión del reactor de línea.
- Previsión de espacio para la implementación de cinco (05) bahías o celdas de salida adicionales.



PERÚ

Ministerio  
de Economía y Finanzas

Agencia de Promoción  
de la Inversión Privada

Comité PRO CONECTIVIDAD

DECENIO DE LAS PERSONAS CON DISCAPACIDAD EN EL PERÚ  
AÑO DE LA INTEGRACIÓN NACIONAL Y EL RECONOCIMIENTO DE NUESTRA DIVERSIDAD

- Previsión de espacio para la implementación de un transformador de potencia 220/138/22,9 kV con sus respectivas celdas de conexión 220 kV, 138 kV y 22,9 kV.

El esquema final será definido en los Estudios de Pre operatividad, tal que garantice la capacidad de transmisión establecida en los numerales 1a) y 1b) anteriores.

- **Lado de 138 kV:**

- Previsión de espacio para un sistema de conexiones en doble barra "A" y "B" en 138 kV.
- Previsión de espacio para una (1) celda para la conexión al transformador en 138 kV.
- Previsión de espacio para una (1) celda para la conexión del acoplamiento de barras en 138 kV.
- Previsión de espacio para cuatro (04) celdas para la conexión a salidas en 138 kV.

- **Lado de 22,9 kV; instalación al interior:**

- Celda metálica, blindada tipo metal clad, para la conexión de los bornes del transformador de 22,9 kV con las barras de la misma tensión; el enlace es por cables aislados unipolares XLPE.
- Celda metálica blindada, del tipo metal clad, para los servicios auxiliares propios de la subestación, incluyendo el transformador seco, de servicios auxiliares.
- Previsión de espacio para un mínimo de siete (07) nuevas celdas metálicas en 22,9 kV blindadas, del tipo metal-clad.
- Adicionalmente deberá incluirse un transformador Zig-Zag en la barra 22,9 kV.

(\*) ver nota A.

**c) S.E. MOYOBAMBA NUEVA 220/138/22,9 kV**

Se construirá una subestación cercana a la ciudad de Moyobamba, en un punto intermedio en el tramo de línea en 138 kV existente Moyobamba – Tarapoto aproximadamente a 1,17 km de la ciudad de Moyobamba, para la instalación de los equipos de maniobra y compensación reactiva en 220 kV.

Esta subestación será completamente nueva, estará ubicada a 854 msnm, al lado derecho de la Línea Tarapoto - Moyobamba de 138 kV y la LT-22 de Electro-Oriente, aproximadamente a unos 1,17 km antes de alcanzar la S.E. Moyobamba existente de 138/60/22,9 kV, entre las torres 228 y 229 de la línea existente, y las coordenadas aproximadas son:

S 6° 2' 49,65" 9331194,39 S

O 76° 57' 43,64" 282829,89 EZona 18M

Al momento de desarrollar el estudio definitivo, la Sociedad Concesionaria deberá determinar la ubicación final de la Subestación.

El equipamiento previsto en esta Subestación es el siguiente:



PERÚ

Ministerio  
de Economía y Finanzas

Agencia de Promoción  
de la Inversión Privada

Comité PRO CONECTIVIDAD

DECENIO DE LAS PERSONAS CON DISCAPACIDAD EN EL PERÚ  
AÑO DE LA INTEGRACIÓN NACIONAL Y EL RECONOCIMIENTO DE NUESTRA DIVERSIDAD

- **Lado de 220 kV:**

- Sistema de conexiones en doble barra; "A" y "B" en 220 kV.
- Una (1) celda para la salida a la línea proveniente de la S.E. Cáclic.
- Un (1) reactor de barra de 10 MVAR en 220 kV, con equipo de conexión (\*).
- Un (1) reactor de línea en el lado de la salida hacia la S.E. Cáclic, de 10 MVAR en 220 kV, con equipo de conexión (\*).
- Dos (2) celdas para conexiones a los dos reactores de 10 MVAR en 220 kV.
- Una (1) celda para la conexión de acoplamiento de barras en 220 kV.
- Una (1) celda de conexión del lado de 220 kV del transformador.
- Un banco de transformadores monofásicos con una unidad de reserva, de 100/100/20 MVA, en condiciones de operación ONAF 2; relación de transformación: 220/138/22,9 kV, regulación automática bajo carga y grupo de conexión Y/Y/Δ: Estrella/Estrella/Delta.
- Previsión de espacio para la implementación de cinco (05) bahías o celdas de salidas adicionales.

El esquema final será definido en los Estudios de Pre operatividad, tal que garantice la capacidad de transmisión establecida en los numerales 1a) y 1b) anteriores.

- **Lado de 138 kV:**

- Pórticos para el sistema de conexiones en 138 kV para configuración en doble barra; "A" y "B".
- Una (1) celda para la conexión de acoplamiento de barras.
- Una (1) celda de conexión del lado de 138 kV del transformador.
- Dos (2) celdas para la conexión de las líneas: una hacia la S.E. Tarapoto y otra hacia la S.E. Moyobamba existente.
- Previsión de espacio para la implementación de dos (2) celdas para salidas adicionales a líneas.
- Instalación de torres terminales entre las torres de suspensión N° 228 y 229 que permitan cortar la línea, retenerla e ingresar a la S.E. Moyobamba Nueva.

- **Lado de 22,9 kV; instalación al interior:**

- Celda metálica, blindada tipo metal clad, para la conexión de los bornes del transformador de 22,9 kV con las barras de la misma tensión; el enlace es por cables aislados unipolares XLPE.
- Celda metálica blindada, del tipo metal clad, para los servicios auxiliares propios de la subestación, incluyendo el transformador seco, de servicios auxiliares.
- Previsión para mínimo de siete (07) nuevas celdas metálicas en 22,9 kV blindadas, del tipo metal-clad.
- Adicionalmente deberá incluirse un transformador Zig-Zag en la barra 22,9 kV.

(\*) ver nota A

El esquema final será definido en los Estudios de Pre operatividad del Sistema, tal que garanticen la capacidad de transmisión establecida en los numerales 1a) y 1b) anteriores.



PERÚ

Ministerio  
de Economía y Finanzas

Agencia de Promoción  
de la Inversión Privada

Comité PRO CONECTIVIDAD

DECENIO DE LAS PERSONAS CON DISCAPACIDAD EN EL PERÚ  
AÑO DE LA INTEGRACIÓN NACIONAL Y EL RECONOCIMIENTO DE NUESTRA DIVERSIDAD

En la S.E. Moyobamba Nueva se deberá prever los espacios necesarios para la implementación e instalación futura de los siguientes equipamientos:

- . Un transformador 138/60/22,9 kV, con sus respectivas celdas de conexión 138 kV, 60 kV y 22,9 kV.
- . Sistema de conexiones en doble barra para 60 kV.
- . Cinco (05) celdas para salidas en 60 kV.

En general, la Sociedad Concesionaria deberá efectuar las coordinaciones necesarias con las empresas concesionarias como parte del Proyecto, y por lo tanto constituirá su responsabilidad, efectuar las modificaciones, refuerzos, instalación o sustitución de equipos en las subestaciones a ampliarse y que sean necesarias para la correcta operación de las instalaciones de la Concesión al SEIN.

Adicionalmente, la Sociedad Concesionaria recomendará, sustentado en los estudios de pre operatividad y operatividad, las modificaciones y refuerzos necesarios para la operación posterior a los tres años, los cuales estarán a cargo del titular o titulares de las instalaciones, o quien designe el Concedente.

*Nota A. La configuración, el dimensionamiento y las características finales de los equipos de compensación reactiva serán definidos por el Concesionario y aprobados en el Estudio de Pre-Operatividad por el COES-SINAC.*

### 3.2 REQUERIMIENTOS TÉCNICOS DE LAS SUBESTACIONES

#### a) Características técnicas generales

En el presente acápite se especifican los requerimientos técnicos que deberán soportar y cumplir los equipos de las subestaciones. Sin embargo, durante el desarrollo del estudio definitivo la Sociedad Concesionaria deberá realizar todos aquellos estudios que determinen el correcto comportamiento operativo del sistema propuesto.

- Se deberá instalar equipos de fabricantes que tengan un mínimo de experiencia de fabricación y suministro de quince (15) años.
- Los equipos deberán ser de reciente tecnología y con referencia de operación exitosa acreditada por parte de operadores de sistemas de transmisión.
- Los equipos deberán contar con informes certificados por institutos internacionales reconocidos, que muestren que han pasado exitosamente las Pruebas de Tipo. Todos los equipos serán sometidos a las Pruebas de Rutina.
- Las normas aplicables que deberán cumplir los equipos, serán principalmente las siguientes: ANSI/IEEE, IEC, VDE, NEMA, ASTM, NESC, NFPA.

#### b) Ubicación y espacio para ampliaciones futuras

##### b.1) Ampliación de subestaciones existentes.

- Será de responsabilidad de la Sociedad Concesionaria gestionar, coordinar o adquirir bajo cualquier título el derecho a usar los espacios disponibles, estableciendo los acuerdos respectivos con los titulares de las subestaciones, así como coordinar los requerimientos de equipamiento, estandarización, uso de instalaciones comunes y otros.

**PERÚ**Ministerio  
de Economía y FinanzasAgencia de Promoción  
de la Inversión Privada

Comité PRO CONECTIVIDAD

DECENIO DE LAS PERSONAS CON DISCAPACIDAD EN EL PERÚ  
AÑO DE LA INTEGRACIÓN NACIONAL Y EL RECONOCIMIENTO DE NUESTRA DIVERSIDAD

- La Sociedad Concesionaria será también la responsable de adquirir los terrenos adyacentes, donde esto resulte necesario o sea requerido, y efectuar las obras de modificación y adecuación de las subestaciones.

## b.2) Subestaciones nuevas.

- La Sociedad Concesionaria será responsable de seleccionar la ubicación final, determinar el área requerida, adquirir el terreno, habilitarlo y construir la infraestructura necesaria.
- Deberá preverse el espacio de terreno para ampliaciones futuras, según lo indicado en los numerales 3.1. b), 3.1. d) y 3.1.e), debidamente coordinado con las concesionarias involucradas. La coordinación será supervisada por el OSINERGMIN.

## c) Niveles de tensión y aislamiento.

## c.1) Nivel de 220 kV

Tensión nominal	220	kV
Máxima tensión de servicio	245	kV
Resistencia a tensión de impulso	1 050	kVpico
Resistencia a sobretensión a 60 Hz:	460	kV

## c.2) Nivel de 138 kV

Tensión nominal	138	kV
Máxima tensión de servicio	145	kV
Resistencia a tensión de impulso	550	kVpico
Resistencia a sobretensión a 60 Hz	230	kV

## c.3) Nivel de 22,9 kV

Tensión nominal	22,9	kV
Máxima tensión de servicio	25,8	kV
Resistencia a tensión de impulso	125	kVpico
Resistencia a sobretensión a 60 Hz	50	kV

## c.4) Nivel de Protección

Línea de fuga	25	mm/kV.
Protección contra descargas atmosféricas mínimo	Clase 4	

## c.5) Distancias de seguridad

Las separaciones mínimas entre fases para conductores y barras desnudas al exterior serán como mínimo las siguientes:

- En 220 kV: 4,00 m.
- En 138 kV: 3,00 m.
- En 60 kV: 1,30 m

Todas las distancias deberán cumplir con lo establecido en las normas ANSI/IEEE.

## d) Niveles de corriente

Todos los equipos de maniobra (interruptores y seccionadores), deberán cumplir con las siguientes características:

	<b>220 kV</b>	<b>138 kV</b>	<b>22,9 kV</b>
Corriente nominal no menor de; A	2 500	1 500	1 200



PERÚ

Ministerio  
de Economía y Finanzas

Agencia de Promoción  
de la Inversión Privada

Comité PRO CONECTIVIDAD

DECENIO DE LAS PERSONAS CON DISCAPACIDAD EN EL PERÚ  
AÑO DE LA INTEGRACION NACIONAL Y EL RECONOCIMIENTO DE NUESTRA DIVERSIDAD

Capacidad de ruptura de cortocircuito trifásico, 1s; kA	40	31,5	25
Capacidad de ruptura de cortocircuito trifásico; kApico	104	82	65

Los interruptores de conexión de los reactores deberán cumplir con la Norma IEEE Std.C37.015 relacionada con los requerimientos de cierre y apertura de corrientes.

#### e) Transformadores de corriente

Los transformadores de corriente deberán tener por lo menos cuatro núcleos secundarios:

- Tres núcleos de protección 5P20.
- Un núcleo de medición clase 0,2.

#### f) Requerimientos sísmicos.

Teniendo en cuenta que el proyecto esta localizado en áreas con diferentes características sísmicas, todos los equipos deberán estar diseñados para trabajar bajo las siguientes condiciones sísmicas:

- Aceleración horizontal: 0,5 g.
- Aceleración vertical: 0,3 g.
- Frecuencia de oscilación: 10 Hz
- Calificación sísmica: Alta de acuerdo a normas.

#### g) Transformadores y Reactores.

##### g.1) Transformadores

Para la transformación 220/138/22,9 kV deberá emplearse unidades monofásicas de la capacidad indicada para las subestaciones Cáclic y Moyobamba Nueva, condiciones de operación permanente ONAF 2, del tipo sumergido en aceite, que deberán cumplir con las exigencias establecidas en el acápite c), **Niveles de Tensión y Aislamiento..**

Los transformadores deberán ser suministrados con transformadores de corriente incorporados en los aisladores pasatapas (bushings), de tres núcleos de protección 5P20, en las tres fases y en los tres devanados, además de los núcleos correspondientes para regulación y protección de imagen térmica.

Tensión nominal, regulación de tensión y grupo de conexión del banco de transformadores.

- Tensiones
  - Tensión primaria 220 kV
  - Tensión secundaria 138 kV
  - Tensión terciaria 22,9 kV para alimentación de los servicios auxiliares y además conectará a la red de distribución local de la ciudad.

##### S.E. Cáclic

- Grupo de conexión YN / yn / d(Δ)
  - Lado Primario, 220 kV Estrella, neutro sólidamente a tierra
  - Lado Secundario, 138 kV Estrella, neutro sólidamente a tierra
  - Lado terciario, 22,9 kV: Delta (Δ)





PERÚ

Ministerio  
de Economía y Finanzas

Agencia de Promoción  
de la Inversión Privada

Comité PRO CONECTIVIDAD

DECENIO DE LAS PERSONAS CON DISCAPACIDAD EN EL PERÚ  
AÑO DE LA INTEGRACIÓN NACIONAL Y EL RECONOCIMIENTO DE NUESTRA DIVERSIDAD

- Regulación de tensión Automática, bajo carga
- Potencia nominal 60/60/20 MVA en condiciones de operación ONAF 2
- Lado 22,9 kV Se instalará un transformador Zig-Zag

#### S.E. Moyobamba Nueva

- Grupo de conexión YN / yn / d( $\Delta$ )
  - Lado Primario, 220 kV Estrella, neutro sólidamente a tierra
  - Lado Secundario, 138 kV Estrella, neutro sólidamente a tierra
  - Lado terciario, 22,9 kV: Delta ( $\Delta$ )
  - Regulación de tensión Automática, bajo carga
  - Potencia nominal 100/100/20 MVA, condiciones de operación ONAF 2.
  - Lado 22,9 kV Se instalará un transformador Zig-Zag

La Sociedad Concesionaria deberá definir las tensiones nominales, el número y rango de variación de las tomas (taps) así como de los mecanismos de accionamiento y control de los transformadores, de conformidad a lo que sea definido y sustentado en el Estudio de Pre-Operatividad. De manera referencial se recomienda +/- 10% en pasos de 1%, bajo carga en el lado 220 kV.

#### g.2) Reactores

Los reactores serán unidades trifásicas de conexión y con neutro a tierra, con capacidad para cumplir con los requerimientos técnicos, exigidos por los niveles de tensión, indicados en el acápite c), **Niveles de Tensión y Aislamiento**.

Los reactores deberán ser suministrados con transformadores de corriente incorporados en los aisladores pasatapas (bushings), de dos núcleos de protección 5P20, en las tres fases y borne de neutro, además del núcleo correspondientes para protección de imagen térmica.

Las capacidades trifásicas estimadas, en condiciones permanentes ONAN, son:

- En 220 kV: 20 MVAR en la S.E. Cállic.  
10 MVAR en la S.E. Moyobamba Nueva

Los valores de reactancia, capacidades finales y características, serán determinadas por la Sociedad Concesionaria, de acuerdo a los resultados del Estudio de Pre operatividad, y aprobados por el COES-SINAC.

#### g.3) Pérdidas

Se deberá garantizar que los niveles de pérdidas en los transformadores y reactores, para los siguientes niveles de carga permanente: 100%, 75%, y 50% de la operación del sistema.

Los valores garantizados deberán cumplir con lo establecido en la norma IEC 60070 o su equivalente ANSI/IEEE.



PERÚ

Ministerio  
de Economía y Finanzas

Agencia de Promoción  
de la Inversión Privada

Comité PRO CONECTIVIDAD

DECENIO DE LAS PERSONAS CON DISCAPACIDAD EN EL PERÚ  
AÑO DE LA INTEGRACIÓN NACIONAL Y EL RECONOCIMIENTO DE NUESTRA DIVERSIDAD

#### **g.4) Protección contra incendios**

Cada transformador y cambiador de derivaciones bajo carga y reactor será equipado de un sistema contra explosión y prevención de incendio, que actúe ante la gradiente de súbita presión mediante rotura de membrana e inyección de nitrógeno, y que despresurice evacuando una cantidad de aceite y gases explosivos debido a un corto circuito de baja impedancia o de otro origen, tipo Sergi o similar.

Un Tanque de Separación Aceite-Gas recogerá la mezcla de aceite despresurizado y gases explosivos e inflamables, y separará el aceite de los gases explosivos, los cuales serán conducidos por medio de una tubería de evacuación, a un área segura.

Este tanque asegurará que el aceite quede confinado y no entre en contacto con el medio ambiente y tampoco se permitirá ninguna fosa en tierra para la recolección del aceite y gases despresurizados, respetándose que se cumpla con los requerimientos de protección del medio ambiente.

El equipo estará provisto de un dispositivo de Eliminación de Gases Explosivos para garantizar la seguridad de las personas y evitar el efecto bazuca causado por el contacto del gas explosivo con el aire al abrir el tanque después del incidente. Se puede emplear dos tipos de inyección de nitrógeno: la inyección manual y/o la automática.

#### **g.5) Recuperación de aceite**

Todas las unidades de transformación deberán tener un sistema, de captación y recuperación del aceite de los transformadores en caso de falla.

#### **g.6) Muros Cortafuego**

Se construirán muros cortafuego para aislar las unidades entre sí; en el presenta caso y para ambas subestaciones, se colocará un muro corta fuegos ubicado hacia el lado de la ubicación del futuro banco de transformadores.

#### **h) Equipos de 220 kV**

El equipamiento recomendado de las celdas de conexión a líneas de 220 kV es el siguiente:

Convencional del tipo exterior y con pórticos. Estará constituido por lo menos con los siguientes equipos: pararrayos, transformador de tensión capacitivo, trampas de onda, seccionador de línea con cuchillas de tierra, transformadores de corriente, interruptor de operación uni-tripolar sincronizado y seccionador de barras.

El equipamiento recomendado de las celdas de conexión a transformadores de 220 kV es el siguiente:

Convencional del tipo exterior y con pórticos. Estará constituido por lo menos con los siguientes equipos: pararrayos, transformadores de corriente, interruptor de operación uni-tripolar sincronizado y seccionador de barras.

#### **i) Equipos de 138 kV**

El equipamiento recomendado de las celdas de conexión a líneas de 138 kV es el siguiente:



PERÚ

Ministerio  
de Economía y Finanzas

Agencia de Promoción  
de la Inversión Privada

Comité PRO CONECTIVIDAD

DECENIO DE LAS PERSONAS CON DISCAPACIDAD EN EL PERÚ  
AÑO DE LA INTEGRACIÓN NACIONAL Y EL RECONOCIMIENTO DE NUESTRA DIVERSIDAD

Convencional del tipo exterior y con pórticos. Estará constituido por lo menos con los siguientes equipos: pararrayos, transformador de tensión capacitivo, trampas de onda, seccionador de línea con cuchillas de tierra, transformadores de corriente, interruptor de operación uni-tripolar sincronizado y seccionador de barras.

El equipamiento recomendado de las celdas de conexión a transformadores de 220 kV es el siguiente:

Convencional del tipo exterior y con pórticos. Estará constituido por lo menos con los siguientes equipos: pararrayos, transformadores de corriente, interruptor de operación uni-tripolar sincronizado y seccionador de barras.

#### **j) Equipos de 22,9 kV**

El equipamiento recomendado de las celdas de conexión de 22,9 kV estará constituido por: interruptores tripolares extraíbles, transformadores de tensión inductivos de barras, transformadores de corriente, barras, equipo de medición y protección instalados en celdas metálicas blindadas, tipo metal-clad, instaladas al interior en ambiente cerrado.

Se instalará adicionalmente un transformador Zig-Zag en la barra 22,9 kV para permitir una operación adecuada de los sistemas de protección de estas redes.

**Nota:** Los tipos de equipamiento recomendado deberán ser confirmados o modificados por la Sociedad Concesionaria, según los diseños finales de Ingeniería y aprobados por el COES-SINAC en el Estudio de Pre Operatividad.

#### **k) Protección y medición**

La protección del sistema de transmisión deberá contar con sistemas de protección, primaria y secundaria del mismo nivel sin ser excluyentes, a menos que se indique lo contrario. Deberá cumplirse con los Requisitos Mínimos para los Sistemas de Protección del COES establecidos en el documento "Requerimientos mínimos de equipamiento para los sistemas de protección del SEIN".

Cada subestación deberá contar con equipos registradores oscilo perturbógrafos con las características mínimas establecidas por el COES.

##### **k.1) Líneas de transmisión**

La protección de las líneas estará basada en una protección primaria y secundaria, del mismo nivel sin ser excluyentes, así como en protección de respaldo, entre otros, los siguientes:

- Protección primaria: relés de corriente diferencial
- Protección secundaria: relés de distancia
- Protección de respaldo: relés de sobrecorriente  
relés de sobrecorriente direccional a tierra  
relés de desbalance  
relés de mínima y máxima tensión.  
relé de frecuencia.

Todas las líneas deberán contar con relés de recierre monofásico, coordinados por el sistema de teleprotección, que actúen sobre los respectivos interruptores, ubicados a ambos extremos de la línea.



PERÚ

Ministerio  
de Economía y Finanzas

Agencia de Promoción  
de la Inversión Privada

Comité PRO CONECTIVIDAD

DECENIO DE LAS PERSONAS CON DISCAPACIDAD EN EL PERÚ  
AÑO DE LA INTEGRACIÓN NACIONAL Y EL RECONOCIMIENTO DE NUESTRA DIVERSIDAD

#### k.2) Transformador y Reactores

Los transformadores y reactores deberán contar con la siguiente protección, entre otros:

- Protección principal: relés de corriente diferencial.
- Protección secundaria: relé de bloqueo.  
relé de sobrecorriente.  
relé de sobrecorriente a tierra.

#### l) Telecomunicaciones

Se deberá contar con un sistema de telecomunicaciones principal (fibra óptica – OPGW) y secundario (onda portadora) en simultáneo y no excluyentes, más un sistema de respaldo (satelital u otro que considere la Sociedad Concesionaria) en situaciones de emergencia, que permitan la comunicación permanente de voz y datos entre las subestaciones.

#### m) Servicios auxiliares

Para nuevas instalaciones se recomienda emplear el sistema que se describe a continuación.

- I.1) En corriente alterna será trifásico 400-230 Vca; 4 conductores, neutro corrido, para atender los servicios de luz y fuerza de la subestación. Las subestaciones nuevas deberán contar con un grupo diesel de emergencia para atender la carga completa de la subestación.
- I.2) En corriente continua la tensión será 125 V cc, para atender los servicios de control y mando de la subestación.
- I.3) Para telecomunicaciones se empleará la tensión de 48 V cc.
- I.4) Los servicios de corriente continua serán alimentados por dobles conjuntos de cargadores-rectificadores individuales de 400 V, 60 Hz, a 125 Vcc y a 48 Vcc, respectivamente, con capacidad cada uno para atender todos los servicios requeridos y al mismo tiempo, la carga de sus respectivos bancos de acumuladores (baterías).

Para el caso de ampliación de instalaciones existentes, el sistema a emplear deberá ser compatible con el existente.

Para la alimentación de los servicios auxiliares en las subestaciones nuevas, la Sociedad Concesionaria deberá implementar lo siguiente:

**S.E. Moyobamba Nueva:** Los servicios auxiliares en CA serán alimentados en primer término desde la propia subestación, en segundo término a través de una futura línea de 10 kV proveniente de la S.E. Moyobamba existente y por último desde un grupo de emergencia de 100 kW.

**S.E. Cáclic:** Los servicios auxiliares en CA serán alimentados en primer término desde la propia subestación, en segundo término desde el sistema de 22,9 kV al cual se conecta la CH Cáclic y por último desde un grupo de emergencia de 100 kW.



PERÚ

Ministerio  
de Economía y Finanzas

Agencia de Promoción  
de la Inversión Privada

Comité PRO CONECTIVIDAD

DECENIO DE LAS PERSONAS CON DISCAPACIDAD EN EL PERÚ  
AÑO DE LA INTEGRACIÓN NACIONAL Y EL RECONOCIMIENTO DE NUESTRA DIVERSIDAD

#### n) Control

- n.1) Los tableros de protección y medición estarán ubicados al lado de cada bahía de conexión, y se conectarán por fibra óptica radial hasta la sala de control; el control de cada celda o bahía se realizará desde unidades de control de bahía (UCB), uno por cada celda en alta tensión. Se proveerán los siguientes niveles de operación y control:
- Local manual, sobre cada uno de los equipos
  - Remoto automático, desde:
    - La unidad de control de bahía (UCB)
    - La sala de control de la subestación
    - Un centro de control remoto a la subestación
- n.2) Las subestaciones nuevas deberán contar con un sistema de vigilancia y seguridad externo e interno, que permita el control permanente y la operación de la subestación desde el interior y desde un centro de control remoto.
- n.3) Las subestaciones estarán integradas a un sistema SCADA para el control, supervisión y registro de las operaciones en la subestación. Para esto se deberá diseñar un sistema que cumpla con los últimos sistemas tecnológicos de acuerdo con la norma IEC 61850.
- n.4) Además deberán estar conectadas al sistema y centro de control operativo del COES SINAC, de conformidad con lo establecido en la Norma de Operación en Tiempo Real, aprobado mediante Resolución Directoral N° 049-99-EM/DGE.

#### o) Malla de tierra.

- o.1) Todas las subestaciones nuevas deberán contar con una malla de tierra profunda, que asegure al personal contra tensiones de toque y de paso. Al mismo tiempo, la malla de tierra deberá permitir la descarga segura a tierra de las sobretensiones de origen atmosférico sin que los equipos instalados sean afectados.
- o.2) Se incluye en el alcance la ampliación y conexión a la malla de tierra en las subestaciones existentes.
- o.3) A la malla de tierra se conectarán todos los elementos sin tensión de todos los equipos.
- o.4) Todos los pararrayos serán también conectados a electrodos de tierra individuales.
- o.5) Todas las subestaciones contarán con blindaje contra descargas atmosféricas.

#### p) Obras civiles.

- p.1) Para el caso de subestaciones nuevas, éstas deberán contar con:
- Un cerco perimétrico de ladrillos, con protección por concertina, portones de ingreso y caseta de control.
  - Vías de circulación interna y facilidades de transporte, para el mantenimiento y construcción de ampliaciones futuras.
  - Un edificio o sala de control que alojará a los sistemas de baja tensión, control centralizado local y comunicaciones.
  - Las obras sanitarias necesarias que se requieran.



PERÚ

Ministerio  
de Economía y Finanzas

Agencia de Promoción  
de la Inversión Privada

Comité PRO CONECTIVIDAD

DECENIO DE LAS PERSONAS CON DISCAPACIDAD EN EL PERÚ  
AÑO DE LA INTEGRACIÓN NACIONAL Y EL RECONOCIMIENTO DE NUESTRA DIVERSIDAD

- Bases y fundaciones de los equipos, pórticos, transformadores, reactores, interruptores, pararrayos; canaletas y ductos de los cables de fuerza y control, entre otros.
- Muros corta fuegos.
- Pórticos metálicos y soportes de los de los equipos.
- Un sistema de drenaje interno para la evacuación de las aguas pluviales y un sistema de drenaje externo para evitar el ingreso de agua de lluvia.
- Las plataformas de las subestaciones tendrán una pendiente no menor del 1% para el drenaje interno.

p.2) Para el caso de ampliación de subestaciones, éstas deberán contar con:

- Bases y fundaciones de los equipos, pórticos, canaletas y ductos de los cables de fuerza y control, entre otros.
- Las adecuaciones necesarias para la instalación de tableros en la Sala de Control y Telecomunicaciones, para lo cual se deberá coordinar con el concesionario de la subestación existente.

#### q) Grupo Electrógeno

En las subestaciones Cáclic y Moyobamba Nueva se instalará un grupo eléctrico de emergencia de 100 kW como mínimo, el cual se ubicará adyacente a los edificios de control. La tensión de generación será 400/230 Vac.

## 4 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES

Las obras del proyecto deberán cumplir como mínimo con las especificaciones técnicas que se describen en la presente sección. Sin embargo, el Concedente podrá aceptar modificaciones a estas especificaciones, cuando sean solicitadas o propuestas por la Sociedad Concesionaria con el debido sustento.

### 4.1 LÍNEA DE TRANSMISIÓN

#### 4.1.1 CONFIGURACIÓN DE LOS SOPORTES

En el tramo de línea Carhuaquero - Cajamarca se ha previsto la configuración simple terna con dos conductores por fase, con disposición triangular de los pares de conductores de fase y con dos cables de guarda. Para los tramos de línea Cajamarca – Cáclic y Cáclic – Moyobamba se ha previsto estructuras para una configuración de doble terna, con dos conductores por fase, con sólo una de las ternas implementadas (quedando la otra terna para su implementación futura) y con dos cables de guarda.

#### 4.1.2 ESTRUCTURAS DE LA LÍNEA

##### 4.1.2.1 Alcance

Establecer los requerimientos técnicos para el suministro de las estructuras de tipo autosoportado de la línea, incluyendo el suministro de las fundaciones tipo parrilla, o tipo "stub", y sus accesorios.



PERÚ

Ministerio  
de Economía y Finanzas

Agencia de Promoción  
de la Inversión Privada

Comité PRO CONECTIVIDAD

DECENIO DE LAS PERSONAS CON DISCAPACIDAD EN EL PERÚ  
AÑO DE LA INTEGRACIÓN NACIONAL Y EL RECONOCIMIENTO DE NUESTRA DIVERSIDAD

#### 4.1.2.2 Normas

Para el diseño, fabricación, inspección, pruebas, embalaje, transporte y entrega se utilizarán, sin ser limitativas, las versiones vigentes de las siguientes normas:

CNE Suministro 2001, ASTM A 36, ASTM A572, ASTM A6, ASTM A394, ANSI B18.21.1, ANSI B18.2.1, ANSI B.18.2.2, ASTM A123, ASTM A153, ASTM B201, ASCE 10-97, IEC 60652.

#### 4.1.2.3 Características principales

En el tramo de línea Carhuauquero - Cajamarca las estructuras serán diseñadas para simple terna en 220 kV, con dos conductores por fase y con dos (02) cables de guarda, uno de tipo OPGW y el otro de tipo convencional. Los pares de conductores de fase tendrán una disposición triangular. Para los tramos de línea Cajamarca – Cáclic y Cáclic – Moyobamba las estructuras serán diseñadas para una línea de doble terna, con dos conductores por fase y dos (02) cables de guarda, uno de tipo OPGW y el otro de tipo convencional. Los conductores de fase tendrán una disposición vertical.

Para las hipótesis de cálculo y los grados de construcción deberán ceñirse a lo indicado en el CNE Suministro, y en Normas internacionales aplicables para el diseño, fabricación y pruebas, como la ASCE 10-97, "Design of Latticed Steel Transmission Structures" y la ASCE N° 74 "Guidelines for Electrical Transmission Line Structural Loading".

Para las estructuras se utilizarán perfiles angulares de lados iguales y placas de acero estructural o acero de alta resistencia, fabricados según las normas ASTM A-36 y ASTM A572 o normas internacionales equivalentes que aseguren una calidad de fabricación igual o superior.

El espesor mínimo permitido para perfiles y placas será de 6 mm y no se utilizarán perfiles inferiores a 60x60x6 mm para elementos de montantes y crucetas.

Todos los elementos constitutivos de las estructuras serán galvanizados en caliente de acuerdo con las normas ASTM A123 y ASTM A153, en tanto que los pernos cumplirán con las especificaciones de la norma ASTM A394.

El espesor mínimo de la capa de zinc depositada en el material no deberá ser inferior a 600 gr/m<sup>2</sup>.

En el caso que se encontraran perfiles o piezas con formación de "moho blanco" durante el envío o en el almacenamiento en el sitio, el OSINERGMIN o el Concedente, tendrá la facultad de:

- a) Aprobar un sistema de limpieza y pintura protectora, de probada calidad, a aplicarse en el terreno.
- b) Ordenar inmediatamente la prohibición del empleo de las partes afectadas, y que todos los futuros embarques reciban un tratamiento especial mediante pulverización a baño de los elementos individuales, antes del despacho.

#### 4.1.2.4 Accesorios

Cada torre será completada con los accesorios siguientes:

- Pernos de escalamiento ubicados a 5 m del nivel del suelo.
- Dispositivos anti escalamiento.



PERÚ

Ministerio  
de Economía y Finanzas

Agencia de Promoción  
de la Inversión Privada

Comité PRO CONECTIVIDAD

DECENIO DE LAS PERSONAS CON DISCAPACIDAD EN EL PERÚ  
AÑO DE LA INTEGRACIÓN NACIONAL Y EL RECONOCIMIENTO DE NUESTRA DIVERSIDAD

- Placas de indicación del número de la torre, de alta tensión y peligro, nombre de la Línea, la disposición de fases y código de la línea.
- Todas las placas serán de aluminio anodizado.
- Estribos del tipo y dimensiones adecuadas para la conexión de las cadenas de aisladores de suspensión y de anclaje.

#### 4.1.3 CONDUCTORES DE FASE

##### 4.1.3.1 Alcance

Establecer las características técnicas de los conductores a suministrarse para las líneas de transmisión, seleccionados de acuerdo con los criterios técnicos especificados en los numerales 1 y 2 del presente anexo.

##### 4.1.3.2 Normas

Para el diseño, fabricación y transporte de los conductores, y de acuerdo con el tipo del mismo, se utilizarán, sin ser limitativas, las versiones vigentes de las siguiente normas: CNE Suministro 2001, ASTM B398/B398M, ASTM B399/B399M, ASTM B524/524M, ASTM B-230/B230M, ASTM B232/B232M, ASTM B-498/B498M, ASTM B-500/B500M, ASTM B401, ASTM B-233-97, IEC 1597.

##### 4.1.3.3 Características de los conductores de fase

El conductor recomendado en el anteproyecto de ingeniería es del tipo AAAC; sin embargo ésta es sólo una selección preliminar y la Sociedad Concesionaria podrá evaluar adicionalmente el empleo de cables tipo ACSR o ACAR, según la capacidad de transporte, el número de conductores por fase, las cargas, vanos y tiros adecuados que presenten la mejor opción final de construcción, y que cumplan con los requerimientos técnicos establecidos para la línea.

#### 4.1.4 CABLE DE GUARDA TIPO CONVENCIONAL

De acuerdo con el anteproyecto de ingeniería, para el cable de guarda de tipo convencional se ha seleccionado de manera preliminar cables de acero galvanizado de alta resistencia (EHS) de 70 mm<sup>2</sup> para ambas líneas; sin embargo corresponde a la Sociedad Concesionaria seleccionar el tipo y secciones de cable más convenientes, de manera tal que se garantice cumplir con los requerimientos técnicos establecidos para la línea. Los cables de guarda deberán ser capaces de soportar el cortocircuito a tierra hasta el año 2030, valor que será sustentado por la Sociedad Concesionaria.

#### 4.1.5 CABLE DE GUARDA OPGW

##### 4.1.5.1 Alcance

Establecer los requerimientos técnicos para el suministro del cable OPGW (Optical Power Ground Wire), de manera tal que se asegure que el mismo funcione satisfactoriamente como un transmisor óptico y como un cable de guarda, durante toda la vida útil de la línea de transmisión.

##### 4.1.5.2 Constitución básica

El cable OPGW está compuesto por fibras ópticas para telecomunicaciones, contenidas en una unidad óptica dieléctrica.





PERÚ

Ministerio  
de Economía y Finanzas

Agencia de Promoción  
de la Inversión Privada

Comité PRO CONECTIVIDAD

DECENIO DE LAS PERSONAS CON DISCAPACIDAD EN EL PERÚ  
AÑO DE LA INTEGRACIÓN NACIONAL Y EL RECONOCIMIENTO DE NUESTRA DIVERSIDAD

La unidad óptica deberá ser totalmente dieléctrica y su configuración debe ser tipo "loose".

El cable debe poseer características eléctricas y mecánicas adecuadas al diseño de las líneas de transmisión, y debe garantizar que la fibra no sufra esfuerzos durante la vida útil del cable.

El cable debe ser longitudinalmente sellado contra agua.

Corresponde a la Sociedad Concesionaria determinar las características técnicas y especificaciones finales del cable OPGW, para lo cual debe tomar en cuenta normas como la IEEE 1138, la ITU-T G.652, o equivalentes, que garanticen una selección con los niveles de calidad requeridos para el SEIN.

#### 4.1.5.3 Fibras ópticas

La fibra óptica debe cumplir con las características siguientes:

##### a. Cable Completo

###### Características Generales

- Tipo OPGW
- Regulaciones de Fabricación ITU-T G.652

###### Características de Dimensión

- Diámetro nominal del cable 14,70 mm (\*)
- Aproximación total de la sección 106 mm<sup>2</sup> (\*)

###### Características mecánicas

- Peso aproximado del cable 457 kg/km (\*)
- Carga de rotura mínima a la tracción  $\geq 6\,370$  kgf (\*)
- Módulo de elasticidad (E) 11 500 – 12 700 kg/mm<sup>2</sup>
- Coeficiente de expansión térmica lineal  $14 \times 10^{-6}$  -  $16 \times 10^{-6}$  1/°C
- Radio de curvatura mínimo  $\leq 12$  Mn (\*)

###### Características térmicas y eléctricas

- Resistencia eléctrica 20°C 0,37 Ohm/km (\*)
- Capacidad de corriente de cortocircuito  $\geq 60$  kA<sup>2</sup>s (\*)
- Temperatura máxima del cable 210 °C (\*)

##### b. Tubo De Protección

- Material Aluminio
- Construcción Extruido

##### c. Núcleo Óptico

- Número de unidades ópticas 1
- Número de fibras por unidad óptica 24
- Construcción Holgado
- Llenado de tubo Gel antihumedad



PERÚ

Ministerio  
de Economía y Finanzas

Agencia de Promoción  
de la Inversión Privada

Comité PRO CONECTIVIDAD

DECENIO DE LAS PERSONAS CON DISCAPACIDAD EN EL PERÚ  
AÑO DE LA INTEGRACIÓN NACIONAL Y EL RECONOCIMIENTO DE NUESTRA DIVERSIDAD

- Barrera térmica Incorporada
- Protección mecánica Incorporada
- Máxima temperatura soportable por la fibra y sus recubrimientos 140 °C

#### d. Fibra Óptica

##### Características Geométricas y Ópticas

- Diámetro del campo monomodo 9 a 10 ± 10% µm (\*)
- Diámetro del revestimiento 125 ± 2,4% µm (\*)
- Error de concentricidad del campo monomodal ≤ 1 µm (\*)
- No circularidad del revestimiento < 2% (\*)
- Longitud de onda de corte 1 100 – 1 280 nm (\*)
- Proof test ≥ 1% (\*)
- Código de colores Estándar

##### Características de Transmisión

- Atenuación para  $\lambda = 1\ 310\ \text{nm}$  ≤ 0,28 dB/km (\*)
- Atenuación para  $\lambda = 1\ 550\ \text{nm}$  ≤ 0,40 dB/km (\*)
- Dispersión total para  $\lambda = 1\ 310\ \text{nm}$  ≤ 3,50 ps/km.nm (\*)
- Dispersión total para  $\lambda = 1\ 550\ \text{nm}$  ≤ 18,0 ps/km.nm (\*)

##### Condiciones Ambientales

- Humedad relativa mínima 75% a 40 °C
- Humedad relativa máxima 99% a 40 °C
- Rango de temperatura de funcionamiento 5 – 50 °C
- Instalación Intemperie

Nota (\*): Valores referenciales, a ser definidos por la Sociedad Concesionaria con el Proveedor.

#### 4.1.6 AISLADORES

##### 4.1.6.1 Alcance

Establecer las características técnicas de los aisladores a suministrarse para la línea de transmisión.

##### 4.1.6.2 Normas

Para el diseño, fabricación y transporte de los aisladores y sus accesorios, se utilizarán, sin ser limitativas y según correspondan, las versiones vigentes de las normas siguientes: CNE Suministro 2001, IEC60120, IEC 60305, IEC 60372, IEC 60383, IEC 60437, IEC 60507, ANSI C29.1, ANSI C29.2, ASTM A 153.

##### 4.1.6.3 Características de los Aisladores

De manera general, el tipo y material de los aisladores será seleccionado de acuerdo a las características de las zonas que atraviesen las líneas, y tomarán en

**PERÚ**Ministerio  
de Economía y FinanzasAgencia de Promoción  
de la Inversión Privada

Comité PRO CONECTIVIDAD

DECENIO DE LAS PERSONAS CON DISCAPACIDAD EN EL PERÚ  
AÑO DE LA INTEGRACIÓN NACIONAL Y EL RECONOCIMIENTO DE NUESTRA DIVERSIDAD

cuenta las buenas prácticas y experiencias de líneas de transmisión construidas en zonas similares del Perú.

Los aisladores podrán ser de vidrio templado de estructura homogénea o porcelana de superficie exterior vidriada, de tipo estándar, con partes metálicas de acero forjado o hierro maleable galvanizado, provistos de pasadores de bloqueo fabricados con material resistente a la corrosión.

Los aisladores conformarán cadenas con el número necesario de unidades para garantizar una longitud de fuga adecuada según el nivel de contaminación de las áreas por las que atraviesen las líneas, la altitud de las mismas sobre el nivel del mar y el máximo nivel de tensión del sistema.

Del mismo modo estas cadenas deben garantizar el nivel de aislamiento requerido frente a sobretensiones de origen atmosférico, sobretensiones de maniobra y sobretensiones a frecuencia industrial, para las mismas condiciones de altitud señaladas previamente y los niveles de aislamiento definidos en el apartado 2.3 del presente anexo.

El número de aisladores y la longitud de fuga a considerar por cadena de suspensión, según la altitud de las instalaciones, es el que se indica a continuación:

Altitud	Unidades por cadena de suspensión	Longitud de Fuga mínima (mm)
Hasta 1000 msnm	16	5040
De 1001 msnm a 3000 msnm	20	6300
De 3001 msnm a 4000 msnm	22	6930

En el caso de estructuras de ángulos mayores las cadenas emplearán un (01) aislador adicional a los utilizados en las cadenas de suspensión y las terminales y de anclaje utilizarán dos (02) aisladores adicionales.

Corresponde a la Sociedad Concesionaria establecer las características técnicas de los aisladores que serán utilizados en las líneas; sin embargo, como parte del anteproyecto de ingeniería, de manera referencial se ha previsto el empleo de aisladores con las características que se indican a continuación:

Características	Línea de 220 kV
Tipo de aislador	Estándar
Material aislante	Vidrio templado o porcelana
Norma de Fabricación	IEC -60305
Diámetro del disco	255 mm
Espaciamento por aislador	146 mm
Longitud de línea de fuga	315 mm
Tipo de conexión	16A
Carga de rotura	120 kN
Voltaje resistente a frecuencia industrial	
En seco, un minuto	70 kV
Húmedo, un minuto	40 kV



PERÚ

Ministerio  
de Economía y Finanzas

Agencia de Promoción  
de la Inversión Privada

Comité PRO CONECTIVIDAD

DECENIO DE LAS PERSONAS CON DISCAPACIDAD EN EL PERÚ  
AÑO DE LA INTEGRACIÓN NACIONAL Y EL RECONOCIMIENTO DE NUESTRA DIVERSIDAD

En todos los casos deberá verificarse que la resistencia mecánica de las cadenas sea la adecuada, de acuerdo con las condiciones de trabajo a las que se encuentren sometidas; evaluando, de ser necesario, el empleo cadenas dobles o aisladores con mayor carga de rotura.

#### **4.1.7 ACCESORIOS DEL CONDUCTOR**

##### **4.1.7.1 Alcance**

Establecer los requerimientos técnicos para el suministro de los accesorios de los conductores, tales como: varillas de armar, manguitos de empalme, manguitos de reparación y herramientas para su aplicación, espaciadores, amortiguadores, y otros a ser utilizados con el conductor seleccionado.

##### **4.1.7.2 Normas**

Para el diseño, fabricación y transporte de los accesorios se utilizarán, sin ser limitativas, las versiones vigentes de las normas siguientes: CNE Suministro 2001, ASTM A 36, ASTM A 153, ASTM B201, ASTM B230, ASTM B398, IEC 61284, UNE 207009:2002.

##### **4.1.7.3 Características Técnicas**

- a) Varillas de armar: serán de aleación de aluminio de forma helicoidal y del tipo preformado, para ser montadas fácilmente sobre los conductores. Las dimensiones de las varillas de armar serán apropiadas para las secciones de los conductores seleccionados.  
Una vez montadas, las varillas deberán proveer una capa protectora uniforme, sin intersticios y con una presión adecuada para evitar aflojamiento debido a envejecimiento
- b) Manguitos de empalme: serán del tipo compresión, del material y diámetro apropiados para el conductor seleccionado. La carga de rotura mínima será de 95% de la del conductor correspondiente.
- c) Manguitos de reparación: serán del tipo compresión. Su utilización será solamente en casos de daños leves en la capa externa del conductor. Las características mecánicas serán similares a las de los manguitos de empalme.
- d) Espaciadores-amortiguadores: deberán mantener el espaciado de diseño de los conductores de fase en las distintas condiciones de operación de los mismos, además de controlar los niveles de vibración eólica dentro de los límites de seguridad permitidos; conservando sus propiedades mecánicas y de amortiguamiento a lo largo de la vida útil de la línea.

#### **4.1.8 ACCESORIOS PARA CADENAS DE AISLADORES**

##### **4.1.8.1 Alcance**

Establecer los requerimientos para el diseño y fabricación de los accesorios de ensamble de las cadenas de aisladores, tanto en suspensión como en anclaje, incluyendo adaptadores, grilletes, grapas de suspensión y anclaje, contrapesos, descargadores, etc.

##### **4.1.8.2 Normas**



PERÚ

Ministerio  
de Economía y Finanzas

Agencia de Promoción  
de la Inversión Privada

Comité PRO CONECTIVIDAD

DECENIO DE LAS PERSONAS CON DISCAPACIDAD EN EL PERÚ  
AÑO DE LA INTEGRACIÓN NACIONAL Y EL RECONOCIMIENTO DE NUESTRA DIVERSIDAD

Para el diseño, fabricación y transporte de los accesorios se utilizarán, sin ser limitativas, las versiones vigentes de las normas siguientes: CNE Suministro 2001, ASTM B6, ASTM A153, ASTM B201, ASTM B230.

#### 4.1.8.3 Características Técnicas

- a) Mecánicas: las grapas de suspensión no permitirán ningún deslizamiento ni deformación o daño al conductor activo y deben tener la capacidad de soportar de manera apropiada las cargas de trabajo asociadas a la instalación y mantenimiento de las líneas.
- b) Eléctricas: ningún accesorio atravesado por corriente eléctrica deberá alcanzar una temperatura superior al conductor respectivo en las mismas condiciones y deberá tener la capacidad suficiente para soportar las corrientes de cortocircuito, así como las condiciones de operación del mismo, además de presentar un efecto corona limitado.

La resistencia eléctrica de los empalmes y de las grapas de anclaje no será superior al 80% correspondiente a la longitud equivalente del conductor.

Para evitar descargas parciales por efecto corona, la forma y el diseño de todas las piezas bajo tensión será tal que evite esquinas agudas o resaltos que produzcan un excesivo gradiente de potencial eléctrico.

- c) Se recomienda la utilización de cadenas provistas de descargador y anillos de campo.

#### 4.1.8.4 Prescripciones constructivas

- a) Piezas bajo tensión mecánica: serán fabricadas en acero forjado, o en hierro maleable, adecuadamente tratado para aumentar su resistencia a impactos y a rozamientos.
- b) Piezas bajo tensión eléctrica: los accesorios y piezas normalmente bajo tensión eléctrica serán fabricados de material antimagnético.
- c) Resistencia a la corrosión: los accesorios serán fabricados con materiales compatibles que no den origen a reacciones electrolíticas, bajo cualquier condición de servicio.
- d) Galvanizado: una vez terminado el maquinado y marcado, todas las partes de hierro y acero de los accesorios serán galvanizados mediante inmersión en caliente según Norma ASTM A 153.

El galvanizado tendrá textura lisa, uniforme, limpia y de un espesor uniforme en toda la superficie. La preparación del material para el galvanizado y el proceso mismo del galvanizado no afectarán las propiedades mecánicas de las piezas trabajadas. La capa de zinc tendrá un espesor mínimo de 600 gr/m<sup>2</sup>.

### 4.1.9 PUESTAS A TIERRA

#### 4.1.9.1 Alcance

Establecer los requerimientos mínimos para el diseño y fabricación de los accesorios necesarios para el sistema de puesta a tierra de las estructuras de la línea de transmisión.

#### 4.1.9.2 Normas



PERÚ

Ministerio  
de Economía y Finanzas

Agencia de Promoción  
de la Inversión Privada

Comité PRO CONECTIVIDAD

DECENIO DE LAS PERSONAS CON DISCAPACIDAD EN EL PERÚ  
AÑO DE LA INTEGRACIÓN NACIONAL Y EL RECONOCIMIENTO DE NUESTRA DIVERSIDAD

Para el diseño, fabricación y transporte de los accesorios se utilizarán, sin ser limitativas, las versiones vigentes de las normas siguientes: CNE Suministro 2001, ASTM B910, ASTM B228, ANSI C33.8, UNE 21056.

#### 4.1.9.3 Materiales a utilizarse

- a) Cable de puesta a tierra: de preferencia se especifica cable de alma de acero con recubrimiento de cobre de 70mm<sup>2</sup> de sección mínima, con una conductividad aproximada del 30 %.
- b) Electrodo o varillas: serán de alma de acero con recubrimiento de cobre con una conductividad aproximada del 30%.
- c) Conector electrodo-cable: será de bronce y unirá el cable con el electrodo.
- d) Conector doble vía: será de cobre estañado para el empalme de los cables de puesta a tierra.
- e) Cemento conductor: se usará como alternativa para mejorar la resistencia de puesta a tierra de las estructuras.
- f) En aquellos casos donde la resistividad del terreno sea muy alta se podrán utilizar otros medios para lograr un valor aceptable de resistencia de puesta a tierra, como el uso de puestas a tierra capacitivas.

## 4.2 SUBESTACIONES

### 4.2.1 INTERRUPTORES DE POTENCIA

#### 4.2.1.1 Alcance

Estas especificaciones cubren la aplicación para el diseño, fabricación y ensayos de los interruptores de 220 kV, 138 kV y 22,9 kV, incluyendo los equipos auxiliares necesarios para su correcto funcionamiento y operación.

#### 4.2.1.2 Normas

Para el diseño, fabricación y transporte de los interruptores se utilizarán, sin ser limitativas, las Normas siguientes: IEC 62271-100, IEC 60158-1, IEC 60376, IEWC 60480, IEC 60694, ANSI C37.04, ANSI C37.90A, ANSI C37.06.

#### 4.2.1.3 Características Técnicas

Los interruptores a utilizarse serán de preferencia tanque vivo o podrán ser de tanque muerto; con extinción del arco en SF<sub>6</sub>, con accionamiento uni-tripolar para la maniobra de las líneas de transmisión y tripolares sincronizados para la maniobra de transformadores y reactores, y tendrán mando local y remoto.

Para el empleo de interruptores de tanque muerto deberán presentarse las justificaciones técnicas respectivas.

Los interruptores de tanque vivo deberán ser suministrados con amortiguadores contra sismos. Serán del tipo a presión única con auto soplado del arco.

Todos los interruptores deberán poder soportar el valor pico de la componente asimétrica subtransitoria de la corriente máxima y deberán poder interrumpir la componente asimétrica de la corriente de ruptura.



PERÚ

Ministerio de Economía y Finanzas

Agencia de Promoción de la Inversión Privada

Comité PRO CONECTIVIDAD

DECENIO DE LAS PERSONAS CON DISCAPACIDAD EN EL PERÚ  
AÑO DE LA INTEGRACIÓN NACIONAL Y EL RECONOCIMIENTO DE NUESTRA DIVERSIDAD

También deberán ser capaces de interrumpir pequeñas corrientes inductivas y soportar sin reencendido las tensiones de recuperación (Transient Recovery Voltage - TRV).

Los interruptores serán diseñados para efectuar reenganches automáticos ultrarrápidos, y poseerán mando independiente por polo contando con dispositivos propios para detección de discordancia, en caso de mal funcionamiento de los mecanismos de apertura y cierre.

Se proveerán estructuras antisísmicas con amortiguadores.

Los equipos tendrán las siguientes características generales:

Descripción	220 kV	138 kV	22,9 kV
Medio de extinción	SF6	SF6	Vacío
Tensión nominal	220 kV	138 kV	22,9 kV
Máxima tensión de servicio	245 kV	145 kV	25,8 kV
Corriente en servicio continuo	2 500 A	1 500 A	1 200 A
Poder de ruptura kA asimétrica	40 kA	31,5 kA	25 kA
Duración del cortocircuito	1"	1"	1"
Tiempo total de apertura	50 ms	50 ms	50 ms
Secuencia de operación:			
a) Maniobra de transformadores	CO-15"-CO	CO-15"-CO	CO-15"-CO
b) Maniobra de líneas	O-0,3"-CO-3"-CO	O-0,3"-CO-3"-CO	CO-15"-CO
Tipo	Exterior	Exterior	Extraíble, al Interior

#### 4.2.1.4 Características constructivas

- Cámaras de extinción: serán diseñadas con factores de seguridad adecuados, de forma de obtener una solidez mecánica y eléctrica que permita la interrupción de cualquier corriente comprendida entre cero y el valor nominal de la corriente de cortocircuito y todas las operaciones previstas en las Normas IEC y ANSI.
- Contactos: deberán cumplir con los requerimientos de la Norma ANSI C37.04, en lo que respecta a apertura y conducción de corrientes nominales y de cortocircuito.
- Soportes y anclajes: todos los interruptores contarán con soportes de columnas de fase de las dimensiones y alturas apropiadas para los niveles de tensión, que serán galvanizados en caliente.

Los pernos de anclaje contarán con tuercas de nivelación que quedarán embebidas en el "grouting" de las fundaciones, luego de realizado el nivelado de los soportes.

- Los armarios y cajas de control serán de un grado de protección IP-54.



PERÚ

Ministerio de Economía y Finanzas

Agencia de Promoción de la Inversión Privada

Comité PRO CONECTIVIDAD

DECENIO DE LAS PERSONAS CON DISCAPACIDAD EN EL PERÚ  
AÑO DE LA INTEGRACIÓN NACIONAL Y EL RECONOCIMIENTO DE NUESTRA DIVERSIDAD

#### 4.2.2 SECCIONADORES Y AISLADORES SOPORTE

##### 4.2.2.1 Alcance

Estas especificaciones cubren la aplicación para el diseño, fabricación y ensayos de los seccionadores y aisladores soporte de 220 y 138 kV, incluyendo los equipos auxiliares necesarios para su correcto funcionamiento y operación.

##### 4.2.2.2 Normas

Para el diseño, fabricación y transporte de los seccionadores se utilizarán, sin ser limitativas, las Normas siguientes: CNE Suministro 2001, IEC 62271-102, IEC 60168, IEC 60273, IEC 60694, IEC 60158-1, IEC 60255-4, ANSI C37.90a.

Para los aisladores soporte son de aplicación las normas IEC 60168 e IEC 60273 antes citadas, y además la IEC 60437.

##### 4.2.2.3 Características Técnicas

Serán para montaje al exterior, de tres columnas, de apertura central de preferencia, serán motorizados con mando local y remoto.

Los seccionadores serán diseñados para conducir en forma permanente la corriente nominal para la cual han sido diseñados y podrán ser operados bajo tensión.

No se requerirá, sin embargo, que interrumpan corrientes mayores que la de carga de las barras colectoras y conexiones a circuito ya abierto por el interruptor que corresponda.

En el caso particular de las cuchillas de puesta a tierra deberán ser capaces de establecer o interrumpir las corrientes indicadas que puedan existir, como consecuencia de una línea conectada a un campo adyacente al considerado.

Las características principales de los seccionadores serán las siguientes:

Descripción	220 kV	138 kV
Tipo de instalación	Intemperie	Intemperie
Corriente en servicio continuo	2 500 A	1 500 A
Poder de ruptura kA en cortocircuito	40 kA	31,5 kA
Duración del cortocircuito	1 s	1 s

##### 4.2.2.4 Bloqueos y enciavamientos

Para el caso de la cuchilla se puesta a tierra se deberá proveer un mecánico, que impida:

- Cerrar las cuchillas si el seccionador principal está cerrado.
- Cerrar el seccionador principal si las cuchillas de puesta a tierra están cerradas.

Para todos los seccionadores y cuchillas de puesta a tierra existirá un bloqueo eléctrico que será necesario liberar para efectuar la operación manual de apertura o cierre o para efectuar la apertura o cierre de las cuchillas de puesta a tierra.

Para los seccionadores de línea, se dispondrá un bloqueo por cerradura de mando local, tanto manual como eléctrico.





PERÚ

Ministerio  
de Economía y Finanzas

Agencia de Promoción  
de la Inversión Privada

Comité PRO CONECTIVIDAD

DECENIO DE LAS PERSONAS CON DISCAPACIDAD EN EL PERÚ  
AÑO DE LA INTEGRACIÓN NACIONAL Y EL RECONOCIMIENTO DE NUESTRA DIVERSIDAD

Se proveerá un enclavamiento mecánico automático para impedir cualquier movimiento intempestivo del seccionador en sus posiciones extremas de apertura o cierre.

#### **4.2.2.5 Aisladores soporte**

Serán de piezas torneadas ensamblables, no se aceptarán aisladores del tipo multicono; serán del tipo de alma llena (solid core) y serán calculados para soportar las cargas requeridas, incluyendo los respectivos coeficientes de seguridad.

Los aisladores soporte cumplirán con lo especificado en el numeral 3.2, literal c) **Niveles de tensión y aislamiento.**

### **4.2.3 TRANSFORMADORES DE CORRIENTE Y DE TENSIÓN**

#### **4.2.3.1 Alcance**

Estas especificaciones cubren la aplicación para el diseño, fabricación y ensayos de los transformadores de medida de 220 kV, 138 kV y 22,9 kV, incluyendo los elementos auxiliares necesarios para su correcto funcionamiento y operación.

#### **4.2.3.2 Normas**

Para el diseño, fabricación y transporte de los transformadores de medida se utilizarán, sin ser limitativas, las Normas siguientes: CNE Suministro 2001, IEC 60044-1, IEC 60044-2, IEC 60044-3, IEC 60044-5, IEC-60044-5, IEC 60137, IEC 60168, IEC 60233, IEC 60270, IEC 60358, IEC 61264.

#### **4.2.3.3 Características Técnicas**

Los transformadores de medida serán monofásicos, para montaje a la intemperie, en posición vertical, del tipo aislamiento en baño de aceite o gas SF<sub>6</sub>, y herméticamente sellados.

La cuba será de acero soldado o de fundición de aluminio, hermética, con suficiente resistencia para soportar las condiciones de operación y serán provistas de orejas y orificios para permitir el izaje del transformador completo.

Todas las uniones empernadas y tapas tendrán empaquetaduras de goma sintética resistente al aceite.

La caja de conexiones será de acero galvanizado de 2,5 mm de espesor como mínimo o de fundición de aleación de aluminio, apta para instalación al exterior del aparato.

La tapa de la caja será empernada o abisagrada y el cierre con junta de neopreno. El acceso de cables será por la parte inferior.

La caja de conexiones tendrá un grado de protección IP54 según IEC-60259.

#### **4.2.3.4 Transformadores de corriente**

Deberán poder conducir la corriente nominal primaria y la de rango extendido durante un minuto, estando abierto el circuito secundario.

Los núcleos de protección serán utilizados con un sistema de protecciones ultrarrápido, serán aptos para dar respuesta al régimen transitorio.



PERÚ

Ministerio de Economía y Finanzas

Agencia de Promoción de la Inversión Privada

Comité PRO CONECTIVIDAD

DECENIO DE LAS PERSONAS CON DISCAPACIDAD EN EL PERÚ  
AÑO DE LA INTEGRACIÓN NACIONAL Y EL RECONOCIMIENTO DE NUESTRA DIVERSIDAD

El núcleo será toroidal y estará formado por láminas magnéticas de acero de muy bajas pérdidas específicas.

Todas las partes metálicas serán galvanizadas en caliente según Normas ASTM o VDE, y los arrollamientos serán de cobre aislado.

Para los transformadores que trabajan asociados a seccionadores se deben tener en cuenta las corrientes y tensiones de alta frecuencia transferibles a los circuitos secundarios y de tierra durante las maniobras de los seccionadores adyacentes bajo tensión. El diseño constructivo del fabricante será tal que impida:

- a) Que la elevada densidad de corriente en ciertos puntos del equipo provoque sobrecalentamientos localizados.
- b) Sobretensiones internas de muy breve duración que ocasione rupturas dieléctricas en los aislantes líquidos y sólidos.

Los transformadores de corriente tendrán las características principales siguientes:

Descripción	220 kV	138 kV	22,9 kV
Tipo de instalación	Intemperie	Intemperie	Interior
Máxima tensión de servicio	245 kV	145 kV	25,8 kV
Corriente en servicio continuo	2 000-1 000 A	1200-600 A	1 000-500 A
Corriente secundaria	1 A	1 A	1A
Características núcleos de medida			
a) Clase de precisión	0,2 %	0,2 %	0,2 %
b) Potencia	30 VA	30 VA	30 VA
Características núcleos de protección			
c) Clase de precisión	5P20	5P20	5P20
d) Potencia	30 VA	30 VA	30 VA

#### 4.2.3.5 Transformadores de tensión

Para el nivel 220 kV y 138 kV se proveerán transformadores del tipo inductivo o capacitivo, y para 22,9 kV serán siempre del tipo inductivo.

Se deberá tener en cuenta que los transformadores no deben producir efectos ferro resonancia asociados a las capacidades de las líneas aéreas.

Todas las partes metálicas serán galvanizadas en caliente según Normas ASTM o VDE, y los arrollamientos serán de cobre, aislados con papel impregnado en aceite, según corresponda.

Los transformadores serán diseñados para soportar los esfuerzos térmicos y mecánicos debidos a un cortocircuito en los terminales secundarios durante periodo de un segundo con plena tensión mantenida en el primario. Los transformadores no presentarán daños visibles y seguirán cumpliendo con los requerimientos de esta especificación. La temperatura en el cobre de los arrollamientos no excederá los 250 ° C bajo estas condiciones de cortocircuito (para una condición inicial de 95°C en el punto más caliente).



PERÚ

Ministerio de Economía y Finanzas

Agencia de Promoción de la Inversión Privada

Comité PRO CONECTIVIDAD

DECENIO DE LAS PERSONAS CON DISCAPACIDAD EN EL PERÚ  
AÑO DE LA INTEGRACIÓN NACIONAL Y EL RECONOCIMIENTO DE NUESTRA DIVERSIDAD

Los elementos del divisor capacitivo para los transformadores de 220 y 138 kV contenidos en aisladores de porcelana marrón, constituyendo una columna auto-soportada. Las bobinas de divisor capacitivo serán de hoja de aluminio con aislamiento de papel impregnado o film poliéster y del tipo anti inductivo para mejorar la respuesta a los transitorios.

La reactancia podrá ser aislada en aceite, en aire o gas SF6.

Los transformadores de tensión tendrán las características principales siguientes:

Descripción	220 kV	138 kV	22,9 kV
Tipo de instalación	Intemperie	Intemperie	Interior
Tensión secundaria	110/√3 V	110/√3 V	110/√3 V
Características núcleos de medida			
a) Clase de precisión	0,2 %	0,2 %	0,2 %
b) Potencia	30 VA	30 VA	30 VA
Características núcleos de protección			
a) Clase de precisión	3P	3P	3P
b) Potencia	30 VA	30 VA	30 VA

#### 4.2.4 TRANSFORMADOR DE POTENCIA

##### 4.2.4.1 Alcance

Estas especificaciones cubren el alcance de las características mínimas a considerar para el diseño, fabricación y ensayos de los transformadores de potencia, incluyendo los elementos auxiliares necesarios para su correcto funcionamiento y operación.

##### 4.2.4.2 Normas

Para el diseño, fabricación y transporte de los transformadores se utilizarán, sin ser limitativas, las Normas siguientes: CNE Suministro 2001, IEC 60076-1, IEC 60076-2, IEC 60076-3, IEC 60076-3-1, IEC- 60076-4, IEC 60076-5, IEC 60137, IEC 60214, IEC 60354, IEC 60551, IEC 60044, IEC-60296, IEC 60542.

##### 4.2.4.3 Características constructivas

En forma general se suministrarán transformadores del tipo sumergidos en aceite, refrigerados por circulación natural del aceite y aire (ONAN) y su diseño debe permitir incrementar su capacidad mediante ventilación forzada (ONAF 1 y ONAF 2).

##### a) Núcleos

Los núcleos serán construidos de manera que reduzcan al mínimo las corrientes parásitas, y serán fabricados en base a láminas de acero al silicio con cristales orientados, libres de fatiga al envejecimiento, de alto grado de magnetización, de bajas pérdidas por histéresis y de alta permeabilidad.

El circuito magnético estará sólidamente puesto a tierra con las estructuras de ajuste del núcleo y con el tanque, de una forma segura, de tal manera que permita una fácil desconexión a tierra, cuando se necesite retirar el núcleo del tanque.



PERÚ

Ministerio  
de Economía y Finanzas

Agencia de Promoción  
de la Inversión Privada

Comité PRO CONECTIVIDAD

DECENIO DE LAS PERSONAS CON DISCAPACIDAD EN EL PERÚ  
AÑO DE LA INTEGRACIÓN NACIONAL Y EL RECONOCIMIENTO DE NUESTRA DIVERSIDAD

#### b) Arrollamientos

Todos los cables, barras o conductores que se utilicen para los arrollamientos serán de cobre electrolítico de alta calidad y pureza.

El aislamiento de los conductores será de papel de alta estabilidad térmica y resistente al envejecimiento, podrán darse un baño de barniz para mejorar la resistencia mecánica.

El conjunto de arrollamientos y núcleo, completamente ensamblado deberá secarse al vacío para asegurar la extracción de la humedad y después ser impregnado y sumergido en aceite dieléctrico.

El transformador de potencia debe estar provisto de un analizador de gases incorporado con equipamiento para monitoreo remoto.

#### c) Tanque

El tanque será construido con planchas de acero estructural de alta resistencia, reforzado con perfiles de acero.

Todas las aberturas que sean necesarias en las paredes del tanque y en la cubierta, serán dotadas de bridas soldadas al tanque, preparadas para el uso de empaquetaduras, las que serán de material elástico, que no se deterioren bajo el efecto del aceite caliente. No se aceptarán empaquetaduras de goma sintética resistente al aceite.

El tanque estará provisto de dos tomas de puesta a tierra con sus respectivos conectores ubicados en los extremos opuestos de la parte inferior del tanque. Asimismo, estará provisto de las válvulas y accesorios siguientes (la lista no es limitativa), y de ser necesario el fabricante implementará los accesorios necesarios para la óptima operación del transformador:

- Válvula de descarga de sobrepresión interna, ajustada para  $0,5 \text{ kg/cm}^2$  de sobrepresión interna.
- Válvulas para las conexiones de filtración del aceite, situadas una en la parte superior y otra en la parte inferior del tanque.
- Válvula de tres vías para la conexión de la tubería de conexión al relé Buchholz.
- Válvulas de cierre (separación) de aceite para cada tubería del sistema de enfriamiento.
- Grifos de toma de aceite y de purga.

#### d) Aisladores pasatapas y cajas terminales

Los aisladores pasatapas serán del tipo condensador y de acuerdo a la Norma IEC 60137.

Deberán ser diseñados para un ambiente de alta contaminación, y con línea de fuga no menor a  $25 \text{ mm/kV}$ . La porcelana empleada en los pasatapas deberá ser homogénea, libre de cavidades, protuberancias, exfoliaciones o resquebrajaduras y deberán ser impermeables a la humedad.



PERÚ

Ministerio de Economía y Finanzas

Agencia de Promoción de la Inversión Privada

Comité PRO-CONECTIVIDAD

DECENIO DE LAS PERSONAS CON DISCAPACIDAD EN EL PERÚ  
AÑO DE LA INTEGRACIÓN NACIONAL Y EL RECONOCIMIENTO DE NUESTRA DIVERSIDAD

Todas las piezas de los pasatapas que sean expuestas a la acción de la atmósfera deberán ser fabricadas de material no higroscópico.

**e) Sistema de enfriamiento**

El sistema de enfriamiento será ONAN (circulación natural de aceite y aire), el que operará de acuerdo al régimen de carga del mismo, y su diseño debe permitir incrementar su capacidad mediante ventilación forzada (ONAF 1 y ONAF 2).

La construcción de los radiadores deberá permitir facilidades de acceso para su inspección y limpieza con un mínimo de interrupciones.

Cada uno de los radiadores contará con válvulas dispuestas convenientemente, de tal forma que el radiador pueda colocarse o sacarse fuera de servicio sin afectar la operación del transformador.

**f) Aceite aislante**

El transformador será suministrado con su dotación completa de aceite aislante más un reserva de mínimo 5% del volumen neto, los cuales serán embarcados separadamente en recipientes de acero herméticamente cerrados.

El transformador será embarcado sin aceite y en su lugar será llenado con gas nitrógeno para su transporte.

El aceite dieléctrico a proveerse será aceite mineral refinado, que en su composición química no contenga sustancias inhibitoras y deberá cumplir con las Normas IEC 60354 e IEC 60296.

**g) Sistema de regulación**

Los transformadores deberán contar con un sistema de regulación bajo carga con mando local y remoto, con un rango de regulación sugerido del +/-10%, en pasos de 1%.

El conmutador de tomas cumplirá con las Norma IEC 60214 y será de un fabricante de reconocida calidad y experiencia.

El motor y sus mecanismos de control se instalarán en un gabinete hermético para instalación a la intemperie clase IP 55, y será montado en el exterior de la cuba del transformador.

La información del indicador de posiciones del conmutador deberá ser visualizada en los siguientes puntos: localmente en la caja de mando, en el tablero de mando ubicado en la sala de control, y adicionalmente señales para ser integrado al sistema SCADA y para su envío al Centro de Control (COES).

**Características Técnicas**

**Descripción**

**S.E. Cáclic**

Potencia de transformación requerida	60/60/20 MVA – ONAF 2
Tensión devanado primario	220 kV (*) Estrella, neutro a tierra
Tensión devanado secundario	138 kV (*) Estrella, neutro a tierra
Tensión devanado terciario	22,9 kV (*) Delta Δ (*)
Refrigeración	ONAN/ONAF1/ONAF2
Grupo de conexión	YN/yn/D



PERÚ

Ministerio  
de Economía y Finanzas

Agencia de Promoción  
de la Inversión Privada

Comité PRO CONECTIVIDAD

DECENIO DE LAS PERSONAS CON DISCAPACIDAD EN EL PERÚ  
AÑO DE LA INTEGRACION NACIONAL Y EL RECONOCIMIENTO DE NUESTRA DIVERSIDAD

Regulación de tensión

- Tipo automática, bajo carga
- Rango  $\pm 10\%$ , en pasos de 1%.(\*)

**S.E. Moyobamba Nueva**

- Potencia de transformación requerida 100/100/20 MVA – ONAF 2
- Tensión devanado primario 220 kV (\*) Estrella, neutro a tierra
- Tensión devanado secundario 138 kV (\*) Estrella, neutro a tierra
- Tensión devanado terciario 22,9 kV (\*) Delta  $\Delta$  (\*)
- Refrigeración ONAN/ONAF1/ONAF2
- Grupo de conexión YN/yn/D
- Regulación de tensión
  - Tipo automática, bajo carga
  - Rango  $\pm 10\%$ , en pasos de 1%.(\*)

(\*) Valores de referencia, los valores finales serán definidos por la Sociedad Concesionaria y aprobados por el COES-SINAC en el Estudio de Pre Operatividad.

**h) Transformadores de corriente**

Los transformadores de potencia serán suministrados con transformadores de corriente incorporados en los aisladores pasatapas (bushings), de tres núcleos, para protección, en todos los devanados y en las tres fases.

Adicionalmente los transformadores contarán con los transformadores de corriente para regulación y protección de imagen térmica.

**i) Protección contra incendio**

Cada transformador y cambiador de derivaciones bajo carga será equipado de un sistema contra explosión y prevención de incendio, que actúe ante la gradiente de súbita presión mediante rotura de membrana e inyección de nitrógeno, y que despresurice evacuando una cantidad de aceite y gases explosivos debido a un corto circuito de baja impedancia o de otro origen, tipo Sergi o similar.

Un Tanque de Separación Aceite-Gas recogerá la mezcla de aceite despresurizado y gases explosivos e inflamables, y separará el aceite de los gases explosivos, los cuales serán conducidos por medio de una tubería de evacuación, a un área segura.

Este tanque asegurará que el aceite quede confinado y no entre en contacto con el medio ambiente y tampoco se permitirá ninguna fosa en tierra para la recolección del aceite y gases despresurizados, respetándose que se cumpla con los requerimientos de protección del medio ambiente.

El equipo estará provisto de un dispositivo de Eliminación de Gases Explosivos para garantizar la seguridad de las personas y evitar el efecto bazuca causado por el contacto del gas explosivo con el aire al abrir el tanque después del incidente. Se puede emplear dos tipos de inyección de nitrógeno: la inyección manual y/o la automática.



PERÚ

Ministerio  
de Economía y Finanzas

Agencia de Promoción  
de la Inversión Privada

Comité PRO CONECTIVIDAD

DECENIO DE LAS PERSONAS CON DISCAPACIDAD EN EL PERÚ  
AÑO DE LA INTEGRACIÓN NACIONAL Y EL RECONOCIMIENTO DE NUESTRA DIVERSIDAD

## 4.2.5 REACTORES

### 4.2.5.1 Alcance

Estas especificaciones cubren el alcance de las características mínimas a considerar para el diseño, fabricación y ensayos de los reactores trifásicos de barra y de línea de 220 kV incluyendo los elementos auxiliares necesarios para su correcto funcionamiento y operación.

### 4.2.5.2 Normas

Para el diseño, fabricación y transporte de los reactores se utilizarán, sin ser limitativas, las Normas siguientes: IEC 60289, IEC 600076-1, IEC 60076-2, IEC 60076-3, IEC 60076-3-1, IEC-60076-5, IEC-60551, IEC-60722, Publicación C57.21.

### 4.2.5.3 Características constructivas

En forma general se suministrarán reactores para servicio exterior, devanado sumergido en aceite, diseñado para circulación natural de aceite y aire (ONAN).

#### a) Núcleos

Los núcleos serán construidos de manera que reduzcan al mínimo las corrientes parásitas, y serán fabricados en base a láminas de acero al silicio con cristales orientados, libres de fatiga al envejecimiento, de alto grado de magnetización, de bajas pérdidas por histéresis y de alta permeabilidad.

El circuito magnético estará sólidamente puesto a tierra con las estructuras de ajuste del núcleo y con el tanque de una forma segura, de tal manera que permita una fácil desconexión a tierra, cuando se necesite retirar el núcleo del tanque.

#### b) Arrollamientos

Todos los cables, barras o conductores que se utilicen para los arrollamientos serán de cobre electrolítico de alta calidad y pureza.

El aislamiento de los conductores será de papel de alta estabilidad térmica y resistente al envejecimiento, podrán darse un baño de barniz para mejorar la resistencia mecánica.

El conjunto de arrollamientos y núcleo, completamente ensamblado deberá secarse al vacío para asegurar la extracción de la humedad y después ser impregnado y sumergido en aceite dieléctrico.

#### c) Tanque

El tanque será construido con planchas de acero estructural de alta resistencia, reforzado con perfiles de acero.



PERÚ

Ministerio  
de Economía y Finanzas

Agencia de Promoción  
de la Inversión Privada

Comité PRO CONECTIVIDAD

DECENIO DE LAS PERSONAS CON DISCAPACIDAD EN EL PERÚ  
AÑO DE LA INTEGRACIÓN NACIONAL Y EL RECONOCIMIENTO DE NUESTRA DIVERSIDAD

Todas las aberturas que sean necesarias en las paredes del tanque y en la cubierta, serán dotadas de bridas soldadas al tanque, preparadas para el uso de empaquetaduras, las que serán de material elástico, que no se deterioren bajo el efecto del aceite caliente. No se aceptaran empaquetaduras de goma sintética resistente al aceite.

El tanque estará provisto de dos tomas de puesta a tierra con sus respectivos conectores ubicados en los extremos opuestos de la parte inferior del tanque.

El tanque estará provisto de las válvulas y accesorios siguientes (la lista no es limitativa), y de ser necesario el fabricante implementará los accesorios necesarios para la óptima operación del reactor:

- i. Válvula de descarga de sobrepresión interna, ajustada para 0,5 kg/cm<sup>2</sup> de sobrepresión interna.
- ii. Válvulas para las conexiones de filtración del aceite, situadas una en la parte superior y otra en la parte inferior del tanque.
- iii. Válvula de tres vías para la conexión de la tubería de conexión al relé Buchholz.
- iv. Grifos de toma de aceite y de purga.

#### **d) Aisladores pasatapas y cajas terminales**

Los aisladores pasatapas serán del tipo condensador y de acuerdo a la Norma IEC 60137.

Deberán ser diseñados para un ambiente de alta contaminación, y con una línea de fuga no menor a 25 mm/kV. La porcelana empleada en los pasatapas deberá ser homogénea, libre de cavidades, protuberancias, exfoliaciones o resquebrajaduras y deberán ser impermeables a la humedad.

Todas las piezas de los pasatapas que sean expuestas a la acción de la atmósfera deberán ser fabricadas de material no higroscópico.

#### **e) Aceite aislante**

El reactor será suministrado con su dotación completa de aceite aislante más un reserva de mínimo 5% del volumen neto, los cuales serán embarcados separadamente en recipientes de acero herméticamente cerrados.

El reactor será embarcado sin aceite y en su lugar será llenado con gas nitrógeno para su transporte.

El aceite dieléctrico a proveerse será aceite mineral refinado, que en su composición química no contenga sustancias inhibitoras y deberá cumplir con las Normas IEC 60354 e IEC 60296.

#### **f) Características Técnicas**

Los reactores serán trifásicos, para instalación exterior, sumergidos en aceite aislante y de las características principales siguientes:





PERÚ

Ministerio  
de Economía y Finanzas

Agencia de Promoción  
de la Inversión Privada

Comité PRO CONECTIVIDAD

DECENIO DE LAS PERSONAS CON DISCAPACIDAD EN EL PERÚ  
AÑO DE LA INTEGRACIÓN NACIONAL Y EL RECONOCIMIENTO DE NUESTRA DIVERSIDAD

**Descripción**

Tensión devanado primario	: 220 kV
Tipo	: Derivación (Shunt reactor)
Potencia Nominal (*)	: 20 MVAR en la S.E. Cáclic 10 MVAR en la S.E. Moyobamba Nueva
Refrigeración	: ONAN
Conexión de neutro	: A tierra a través de reactancia de neutro
Accesorios	: Transformadores de corriente (BCT)

(\*) Valores de referencia, los valores finales serán definidos por la Sociedad Concesionaria y aprobados en el COES-SINAC.

**h) Transformadores de corriente**

Los reactores serán suministrados con transformadores de corriente incorporados en los aisladores pasatapas (bushings), de dos núcleos, ambos para protección, en las tres fases.

Aparte, los reactores contarán con los transformadores de corriente para protección de imagen térmica.

**i) Protección contra incendio**

Cada será equipado de un sistema contra explosión y prevención de incendio, que actúe ante la gradiente de súbita presión mediante rotura de membrana e inyección de nitrógeno, y que despresurice evacuando una cantidad de aceite y gases explosivos debido a un corto circuito de baja impedancia o de otro origen, tipo Sergi o similar.

Un Tanque de Separación Aceite-Gas recogerá la mezcla de aceite despresurizado y gases explosivos e inflamables, y separará el aceite de los gases explosivos, los cuales serán conducidos por medio de una tubería de evacuación, a un área segura.

Este tanque asegurará que el aceite quede confinado y no entre en contacto con el medio ambiente y tampoco se permitirá ninguna fosa en tierra para la recolección del aceite y gases despresurizados, respetándose que se cumpla con los requerimientos de protección del medio ambiente.

El equipo estará provisto de un dispositivo de Eliminación de Gases Explosivos para garantizar la seguridad de las personas y evitar el efecto bazuca causado por el contacto del gas explosivo con el aire al abrir el tanque después del incidente. Se puede emplear dos tipos de inyección de nitrógeno: la inyección manual y/o la automática.

**4.2.6 REACTANCIAS DE NEUTRO**

**4.2.6.1 Alcance**

Estas especificaciones cubren el alcance de las características mínimas a considerar para el diseño, fabricación y ensayos de los reactores de neutro incluyendo los elementos auxiliares necesarios para su correcto funcionamiento y operación.



PERÚ

Ministerio  
de Economía y Finanzas

Agencia de Promoción  
de la Inversión Privada

Comité PRO CONECTIVIDAD

DECENIO DE LAS PERSONAS CON DISCAPACIDAD EN EL PERÚ  
AÑO DE LA INTEGRACIÓN NACIONAL Y EL RECONOCIMIENTO DE NUESTRA DIVERSIDAD

#### 4.2.6.2 Normas

Para el diseño, fabricación y transporte de los reactores de neutro se utilizarán, sin ser limitativas, las Normas siguientes: IEC 60289, IEC 60076-1, IEC 60076-2, IEC 60076-3, IEC 60076-3-1, IEC-IEC 60076-5, IEC 60772, IEC 60156, IEC 60354, IEC 60551, IEC 60044, IEC-60296, IEC 60542.

#### 4.2.6.3 Características constructivas

Se suministrarán reactancias de neutro supresor de arco monofásico, para instalación exterior, sumergido en aceite aislante refrigerado por circulación natural del aceite y aire (ONAN).

Formarán parte del suministro:

- Aceite aislante para el primer llenado, con una reserva mínima de 5% para reposición.
- Placas aislantes para apoyo de los equipos.

### 4.2.7 PARARRAYOS

#### 4.2.7.1 Alcance

Estas especificaciones cubren el alcance de las características mínimas a considerar para el diseño, fabricación y ensayos de los descargadores de sobretensiones para 220 kV, 138 kV y 22,9 kV, incluyendo los elementos auxiliares necesarios para su correcto montaje y funcionamiento.

#### 4.2.7.2 Normas

Para el diseño, fabricación y transporte de los reactores se utilizarán, sin ser limitativas, las Normas siguientes: CNE Suministro 2001, IEC 60099, IEC 60099-4, ANSI C.62.11.

#### 4.2.7.3 Características constructivas

En forma general se suministrarán descargadores de Oxido de zinc (ZnO) para instalación exterior.

Serán adecuados para protección de los equipos contra sobretensiones atmosféricas y sobretensiones de maniobra. La corriente permanente deberá retornar a un valor constante no creciente luego de la disipación del transitorio producido por una descarga.

Los descargadores serán aptos para sistemas rígidos a tierra, la tensión residual las corrientes de impulso deben ser lo más baja posible.

No deberá presentar descargas por efecto corona. Los puntos agudos en terminales, etc, deberán ser adecuadamente blindados mediante el uso de anillos anticorona para cumplir con los requerimientos de radio interferencia y efecto corona.

El material de la unidad resistiva será óxido de zinc, y cada descargador podrá estar constituido por una o varias unidades, debiendo ser cada una de ellas un descargador en sí misma. Estarán provistos de contadores de descarga.



## 5 CONTROL DE CONTAMINACIÓN DE CONDUCTORES Y AISLADORES

La Sociedad Concesionaria programará actividades periódicas de inspección y limpieza de los conductores y aisladores de la línea, a fin de controlar la acumulación de contaminación y garantizar adecuados niveles de pérdidas transversales (por efecto corona y corrientes de fuga), así como el efecto de radio interferencia.

A partir del quinto año de Operación Comercial de la Línea Eléctrica, la Sociedad Concesionaria efectuará las siguientes actividades:

- a) Inspecciones visuales periódicas.
- b) Toma de muestras de contaminación.
- c) Limpieza de conductores.
- d) Limpieza de aisladores

Antes de concluir el cuarto año de Operación Comercial, la Sociedad presentará al OSINERGMIN, los procedimientos detallados y específicos, así como los programas de inspección y limpieza.

### 5.1 INSPECCIONES VISUALES PERIÓDICAS

La Sociedad Concesionaria efectuará inspecciones visuales con el objeto de identificar los tramos de línea que presenten niveles altos de contaminación superficial de los conductores y de las cadenas de aisladores.

Las inspecciones abarcan a toda la longitud de la línea y se efectuará por lo menos según la frecuencia que se indica en el Cuadro N° 1.

**Cuadro N° 1 Frecuencia de Inspección de líneas**

Altitud	Frecuencia
Superior a 1500 msnm	Cada 5 años
Debajo de 1500 msnm	Cada 3 años

Los tramos cuyos conductores o aisladores han sido objeto de limpieza previa ó han sido sustituidos por causa de contaminación severa, serán inspeccionados cada 2 años.

El OSINERGMIN tiene la facultad de presenciar las inspecciones y solicitar la repetición, en caso necesario, con la finalidad de verificar el nivel de contaminación reportado.

Los niveles de contaminación de los conductores y aisladores serán calificados como Bajo, Medio y Alto, aplicando los criterios indicados en el Cuadro N° 2.

El procedimiento para realizar las inspecciones visuales es el siguiente:

- a) Las inspecciones serán efectuadas por técnicos especialistas en líneas de transmisión, equipados con implementos de seguridad, binoculares y cámara fotográfica digital con fechador.
- b) Las inspecciones se realizarán únicamente durante el día, con presencia de luz de solar, ausencia de lluvia, baja humedad y sin viento fuerte.



PERÚ

Ministerio de Economía y Finanzas

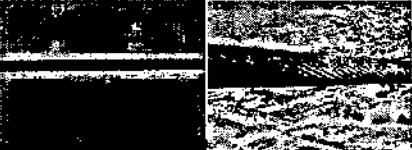

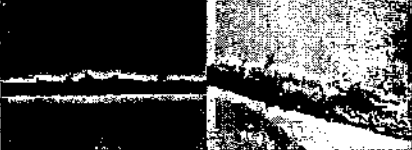
Agencia de Promoción de la Inversión Privada

Comité PRO CONECTIVIDAD

DECENIO DE LAS PERSONAS CON DISCAPACIDAD EN EL PERÚ  
AÑO DE LA INTEGRACIÓN NACIONAL Y EL RECONOCIMIENTO DE NUESTRA DIVERSIDAD

- c) El técnico encargado de la inspección se ubicará en el suelo a una distancia entre 30 a 50 metros del eje de la línea; utilizando binoculares observará la acumulación de la contaminación, en la superficie de los conductores y de los aisladores de las tres fases del vano. En caso resulte necesario realizará la inspección con escalamiento a la estructura de la línea.
- d) Deberá tenerse especial atención en los puntos de instalación de los espaciadores y amortiguadores, a fin de verificar el estado de los conductores en los puntos de sujeción.
- e) Utilizando los criterios indicados en el Cuadro N° 2, el técnico calificará y registrará en el cuaderno de inspecciones el nivel de contaminación de los conductores y aisladores.
- f) Si el nivel de contaminación corresponde a los niveles Medio o Alto, el técnico tomará un registro fotográfico.
- g) Los pasos indicados en los numerales c) al f), serán repetidos para cada uno de los demás vanos de la línea inspeccionada, hasta completar el 100% de los tramos a inspeccionar.
- h) La Sociedad Concesionaria verificará los reportes de calificación del nivel de contaminación y agrupará los tramos por niveles de contaminación. En caso de existir observaciones a la calificación, reasignará la calificación correcta mediante la fotografía o, de ser el caso, se efectuará una nueva inspección de campo.

**Cuadro N° 2: Criterios para calificar los Niveles de Contaminación**

Nivel	Aspecto Visual	Descripción
Bajo		Contaminación mínima, no existe puntas de acumulación
Medio		Contaminación visible con presencia de pequeñas puntas de acumulación a lo largo del conductor
Alto		Contaminación visible con presencia de grandes puntas de acumulación

Los informes de las inspecciones visuales se remitirán al OSINERGMIN.



PERÚ

Ministerio de Economía y Finanzas

Agencia de Promoción de la Inversión Privada

Comité PRO-CONECTIVIDAD

DECENIO DE LAS PERSONAS CON DISCAPACIDAD EN EL PERÚ  
AÑO DE LA INTEGRACIÓN NACIONAL Y EL RECONOCIMIENTO DE NUESTRA DIVERSIDAD

## 5.2 TOMA DE MUESTRAS DE CONTAMINACIÓN

Según los resultados de las inspecciones visuales, la Sociedad Concesionaria elaborará un programa de verificación del nivel de contaminación mediante toma de muestras para todos aquellos tramos calificados como nivel Medio o Alto, o en los tramos en los cuales la inspección visual no haya resultado determinante.

Las labores de toma de muestras se realizarán con las líneas desenergizadas, por lo que la Sociedad Concesionaria deberá coordinar con el COES el programa de salida del servicio de las líneas, de preferencia coincidiendo con los periodos de salida por mantenimiento programado.

El procedimiento de toma de muestras será el siguiente:

- La toma de muestras se realiza con la línea de transmisión fuera de servicio, con presencia de luz de solar, ausencia de lluvia, baja humedad y sin viento fuerte.
- Las muestras se toman en porciones de 60 á 100 m de conductor, de una de las tres fases del tramo seleccionado.
- Con el equipo de limpieza de conductores se recolecta la contaminación existente en la superficie del conductor.
- La contaminación recolectada se pesa en una balanza de precisión expresada en miligramos.
- Se determina el nivel de contaminación (NC) en mg/cm<sup>2</sup>, aplicando la fórmula:

$$NC = \text{Peso de la contaminación [mg]} / \text{Superficie del conductor [cm}^2\text{]}$$

*Donde:*

*la superficie del conductor es  $2\pi r L$ ,*

*r es el radio del conductor en cm y*

*L es la longitud de la porción del conductor donde se tomó la muestra, en cm.*

- Para las cadenas de aisladores se tomará la muestra de una de las campanas, la que visualmente tenga la mayor contaminación. Se determina el nivel de contaminación (NC) en mg/cm<sup>2</sup>, aplicando la fórmula:

$$NC = \text{Peso de la contaminación [mg]} / \text{Superficie exterior de la campana [cm}^2\text{]}$$

- El valor de NC se compara con los valores del Cuadro N° 3 y se determina el nivel de contaminación en los conductores.

**Cuadro N° 3: Niveles de Contaminación**

Nivel de contaminación	Peso (mg / cm <sup>2</sup> )
Bajo	5 – 20
Medio	20 – 45
Alto	> 45

- Los pasos indicados en los literales c) a g) son repetidos para los demás tramos de la línea que requieran toma de muestra.

Los informes de las tomas de muestra se remitirán al OSINERGMIN.



PERÚ

Ministerio  
de Economía y Finanzas

Agencia de Promoción  
de la Inversión Privada

Comité PRO CONECTIVIDAD

DECENIO DE LAS PERSONAS CON DISCAPACIDAD EN EL PERÚ  
AÑO DE LA INTEGRACIÓN NACIONAL Y EL RECONOCIMIENTO DE NUESTRA DIVERSIDAD

A solicitud del OSINERGMIN y de común acuerdo con la Sociedad Concesionaria, se podrán revisar los valores de Niveles de Contaminación establecidos en los Cuadros N° 2 y N° 3.

### 5.3 LIMPIEZA DE CONDUCTORES

La limpieza de conductores se efectuará en todos los tramos calificados con nivel Medio y Alto de contaminación.

Las labores de limpieza se efectuarán coincidiendo con la salida de servicio de la línea de transmisión, de acuerdo con el programa de intervenciones aprobado por el COES a solicitud de la Sociedad Concesionaria.

El procedimiento para efectuar la limpieza de los conductores es el siguiente:

- a) La limpieza de conductores se realizará en los tramos programados, con la línea de transmisión fuera de servicio, en presencia de luz solar, ausencia de lluvia, baja humedad y sin viento fuerte.
- b) La limpieza de conductores será efectuada por técnicos especialistas en líneas de transmisión, equipados con implementos de seguridad, equipo de limpieza de conductores, equipos de maniobras especializados y deberá cumplirse con las normas de seguridad establecidas.

La Sociedad Concesionaria elaborará el procedimiento de limpieza del haz de conductores, para la aprobación del OSINERGMIN.

Los informes de la limpieza de conductores se remitirán al OSINERGMIN.

### 5.4 LIMPIEZA DE AISLADORES

Se programará para efectuarse de manera simultánea con la limpieza de conductores.

En general se seguirá el mismo procedimiento que el indicado para la limpieza de los conductores.

La Sociedad Concesionaria podrá, de considerarlo conveniente, efectuar las labores de limpieza en caliente.

La Sociedad Concesionaria elaborará los procedimientos y protocolos de verificación del nivel de limpieza de los aisladores y los niveles de referencia. Los informes de limpieza de aisladores deberán ser remitidos al OSINERGMIN, el mismo que podrá verificarlos en campo.



PERÚ

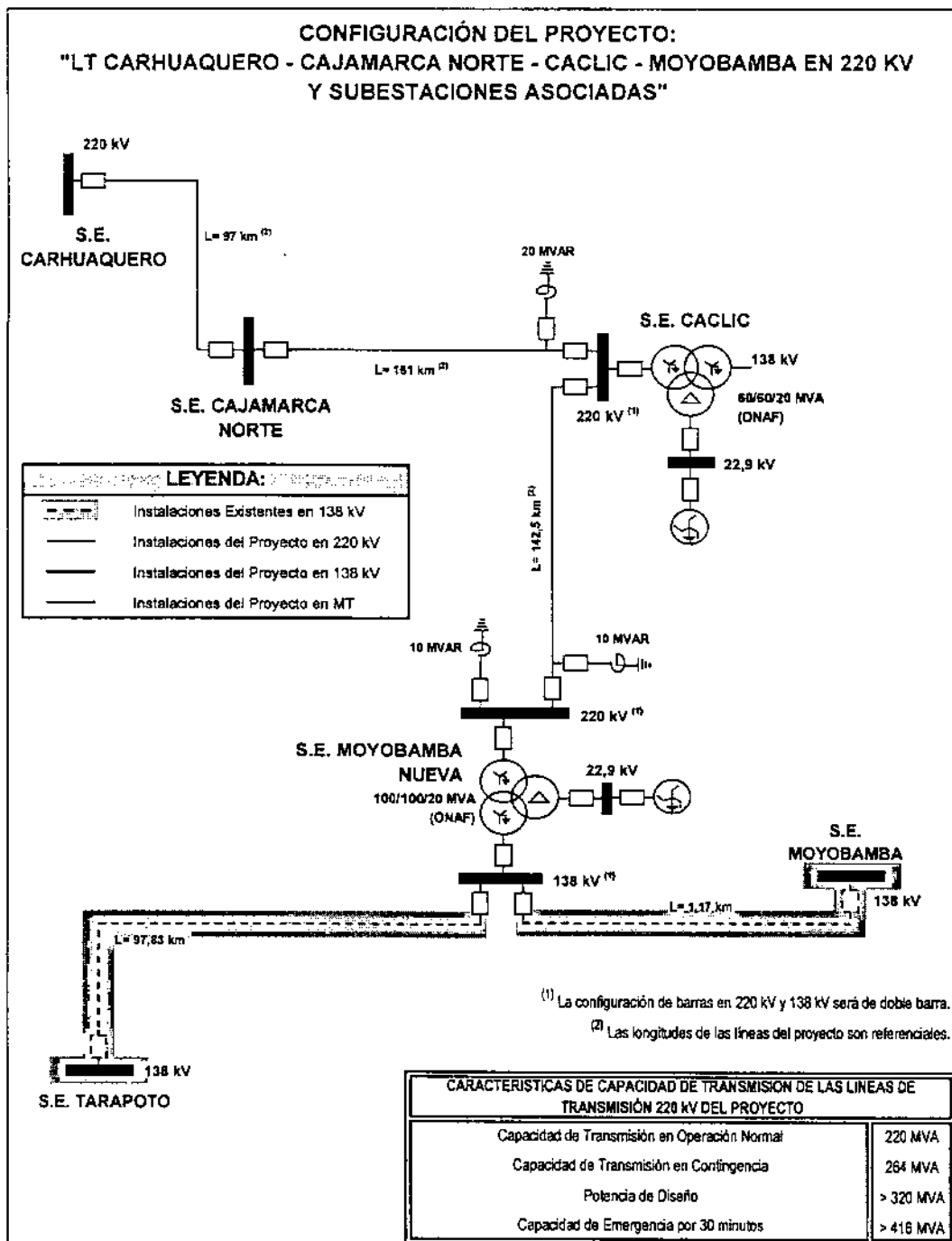
Ministerio de Economía y Finanzas

Agencia de Promoción de la Inversión Privada

Comité PRO CONECTIVIDAD

DECENIO DE LAS PERSONAS CON DISCAPACIDAD EN EL PERÚ  
AÑO DE LA INTEGRACIÓN NACIONAL Y EL RECONOCIMIENTO DE NUESTRA DIVERSIDAD

### DIAGRAMA UNIFILAR N° 1



**PERÚ**Ministerio  
de Economía y FinanzasAgencia de Promoción  
de la Inversión Privada

Comité PRO CONECTIVIDAD

DECENIO DE LAS PERSONAS CON DISCAPACIDAD EN EL PERÚ  
AÑO DE LA INTEGRACIÓN NACIONAL Y EL RECONOCIMIENTO DE NUESTRA DIVERSIDAD

Tabla 232-1a

**Mínimas Distancias Verticales de Seguridad de alambres, conductores y cables  
sobre el nivel del piso, camino, riel o superficie de agua**(Véase la Regla 232.B.1)  
(en metros)

DESCRIPCIÓN	NIVEL DE TENSIÓN			
	50 kV - 60 kV	138 kV	220 kV	500 kV
	Altitud 3 000 m.s.n.m.			Altitud 1 000 m.s.n.m.
Al cruce de vías de ferrocarril al canto superior del riel	9,4	10,50	11,0	13,5
Al cruce de carreteras y avenidas	7,6	8,1	8,5	12,0
Al cruce de calles	7,6	8,1	8,5	12,0
Al cruce de calles y caminos rurales	7,6	8,1	8,5	11,0
A lo largo de carreteras y avenidas	7,0	8,1	8,5	12,0
A lo largo de calles	7,0	8,1	8,5	12,0
A lo largo de calles y caminos rurales	7,0	8,1	8,5	11,0
A áreas no transitadas por vehículo	5,5	6,6	7,0	9,0
Sobre el nivel más alto de río no navegable	7,0	7,5	8,0	11,5
A terrenos recorridos por vehículos, tales como cultivos, pastos, bosques, huertos, etc.	7,0	8,1	8,5	11,0

**NOTA 1:** Estas son las distancias mínimas que deben emplearse, sin embargo, si al aplicar los demás criterios indicados en esta Sección para determinar las distancias, se obtuvieran valores distintos a los indicados en esta tabla, deberá utilizarse el valor mayor. Véase también la Regla 230.A.2.

**NOTA 2:** Esta tabla es válida hasta 3 000 m.s.n.m. para niveles de tensión menores o iguales a 220 kV y hasta 1 000 m.s.n.m. para nivel de tensión de 500 kV. Para elevaciones mayores se deben aplicar los criterios correspondientes de esta Sección.





PERÚ

Ministerio  
de Economía y Finanzas

Agencia de Promoción  
de la Inversión Privada

Comité PRO CONECTIVIDAD

DECENIO DE LAS PERSONAS CON DISCAPACIDAD EN EL PERÚ  
AÑO DE LA INTEGRACIÓN NACIONAL Y EL RECONOCIMIENTO DE NUESTRA DIVERSIDAD

**Tabla 2.2**

**Exposición a Campos Eléctricos y Magnéticos**

Esta tabla establece los valores máximos de radiaciones no ionizantes referidas a campos eléctricos y magnéticos (Intensidad de Campo Eléctrico y Densidad de Flujo Magnético), los cuales se han adoptado de las recomendaciones del ICNIRP (International Commission on Non - Ionizing Radiation Protección) y del IARC (International Agency for Research on Cancer) para exposición ocupacional de día completo o exposición de público.

En zonas de trabajo (exposición ocupacional), así como en lugares públicos (exposición poblacional), no se debe superar los Valores Máximos de Exposición a Campos Eléctricos y Magnéticos a 60 Hz dados en la siguiente tabla:

Tipo de Exposición	Intensidad de Campo Eléctrico (kV/m)	Densidad de Flujo Magnético ( $\mu$ T)
- Poblacional	4,2	83,3
- Ocupacional	8,3	416,7

En el caso de Exposición Ocupacional, la medición bajo las líneas eléctricas se debe realizar a un metro de altura sobre el nivel del piso, en sentido transversal al eje de la línea hasta el límite de la faja de servidumbre.

En el caso de Exposición Poblacional, para la medición se debe tomar en cuenta las distancias de seguridad o los puntos críticos, tales como lugares habitados o edificaciones cercanas a la línea eléctrica.