



PERÚ

Ministerio  
de Economía y Finanzas

Agencia de Promoción  
de la Inversión Privada

Comisión de Promoción de la Inversión Privada  
Ministerio de Transportes y Comunicaciones  
Ministerio de Energía y Petróleo  
Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento

"DECENIO DE LAS PERSONAS CON DISCAPACIDAD EN EL PERÚ"  
"AÑO DE LA CONSOLIDACIÓN ECONÓMICA Y SOCIAL DEL PERÚ"

## Anexo N° 1

### Especificaciones del Proyecto

#### 1. Configuración de la Línea Eléctrica

El proyecto comprende la construcción de una línea de transmisión de 220 kV e instalaciones complementarias, desde las barras de 220 kV de la S.E. Piura hasta las barras de 220 kV de la S.E. Talara.

Las características principales de la Línea de Transmisión Piura – Talara son las siguientes:

##### a) Capacidad de transmisión en operación normal

La capacidad mínima de transmisión de la Línea Eléctrica en régimen de operación normal, en las barras de llegada de 220 kV de la S.E. Talara, será de 180 MVA.

Esta capacidad será garantizada por el Concesionario, para todas las condiciones de operación normal del SEIN, dentro de los rangos y condiciones de operación establecidos en la Norma de Operación en Tiempo Real del SEIN.

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

En condiciones de contingencia del SEIN, la Línea Eléctrica deberá tener la capacidad de transmitir una potencia igual a 216 MVA.

##### c) Potencia de diseño

La potencia de diseño por ampacitancia de la línea y los componentes asociados, deberá ser mayor a 250 MVA. En condiciones de emergencia, por un período de treinta (30) minutos, deberá soportar una sobrecarga no menor de 50%, sobre la potencia de diseño MVA. Se observarán las distancias de seguridad incluidas en el CNE, Suministro 2001.

##### d) Factores de evaluación

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 supere el valor máximo establecido de 75°C.
- Las pérdidas óhmicas no superen 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 %.



PERÚ

Ministerio  
de Economía y Finanzas

Agencia de Promoción  
de la Inversión Privada



"DECENIO DE LAS PERSONAS CON DISCAPACIDAD EN EL PERÚ"  
"AÑO DE LA CONSOLIDACIÓN ECONÓMICA Y SOCIAL DEL PERÚ"

En el Esquema N° 1, al final de presente anexo, se ilustra la configuración general del proyecto.

## 2. Línea de Transmisión

### 2.1 Alcance

Las características principales de la línea son las siguientes:

- Longitud aproximada: 102,10 km
- Numero de ternas: Una (1)
- Configuración : vertical
- Tipo de conductor: ACAR 1100 MCM (557 mm<sup>2</sup>).
- Cable de guarda: uno (1) de OPGW, de 24 fibras, de 106 mm<sup>2</sup>.
- Subestaciones que enlaza: SE Piura y SE Talara, en 220 kV.

### 2.2 Requerimientos Técnicos

- a) La Sociedad Concesionaria será responsable de la selección de la ruta y recorrido de la línea de transmisión.

En la Preingeniería del proyecto se muestra el trazo preliminar para la Línea de Transmisión, el cual será evaluado por la Sociedad Concesionaria, quien definirá el trazo final.

El trazo de línea deberá ser, en la medida de lo posible, paralelo a la línea existente Talara – Piura.

- b) Asimismo será responsable de lo relacionado a la construcción de accesos, para lo cual deberá ceñirse a las normas vigentes. Entre otros, será responsable de las actividades siguientes:

- Gestión de los derechos de servidumbre y el pago de las compensaciones a los propietarios o posesionarios de los terrenos, para lo cual el Concedente podrá colaborar en las tareas de sensibilizar a los propietarios, a fin de tener una gestión de servidumbre expeditiva.
- Obtención del CIRA (certificación del INC sobre no afectación a restos arqueológicos).
- Estudio de Impacto ambiental y su plan de monitoreo. Se debe incluir la participación del INRENA y evitar cruzar parques nacionales.
- Obtención de la Concesión Definitiva de Transmisión Eléctrica.

- c) Faja de servidumbre: la faja de servidumbre será como mínimo de 25 m.

- d) La línea debe cumplir los requisitos del CNE-Suministro 2001 siguientes:

- Voltaje de operación nominal : 220 kV
- Voltaje máximo de operación : 245 kV
- Voltaje de sostenimiento de maniobra : 750 kV





PERÚ

Ministerio  
de Economía y Finanzas

Agencia de Promoción  
de la Inversión Privada



"DECENIO DE LAS PERSONAS CON DISCAPACIDAD EN EL PERÚ"  
"AÑO DE LA CONSOLIDACIÓN ECONÓMICA Y SOCIAL DEL PERÚ"

- Voltaje de sostenimiento al impulso atmosférico : 1050 kV

De ser necesario, los valores anteriores serán corregidos para altitudes mayores a 1000 m. Las distancias de seguridad en los soportes y el aislamiento deberán corregirse por altitud.

El aislamiento en zonas contaminadas o donde la lluvia es escasa deberá verificarse por línea de fuga.

e) Se deberá cumplir con las siguientes condiciones de diseño:

e.1) Por ser la altitud de toda la ruta de las líneas menor a 2000 m, el valor máximo de gradiente superficial será 15 kVrms/cm. Este valor está referido al nivel del mar por lo que para efectos de verificación deberá corregirse por altitud.

e.2) Límites de radiaciones no ionizantes al límite de la faja de servidumbre, para exposición poblacional según el Anexo C4.2 del CNE-Utilización 2006.

e.3) Ruido audible al límite de la faja de servidumbre, para zonas residenciales según el Anexo C3.3 del CNE –Utilización 2006.

e.4) Límites de radio interferencia. Se cumplirá 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.

f) 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 podrán ser menores a los valores indicados en la Tabla 2.1 anexa. En esta tabla se incluye también la regla 212 relativa a los niveles admisibles, de campos eléctricos y magnéticos que deben cumplirse.

g) El diseño del aislamiento, apantallamiento de los cables de guarda, la puesta a tierra y el uso de materiales deberá ser tal que las salidas de servicio que excedan las tolerancias serán penalizadas, según se indica en las Directivas y Procedimientos de 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.

A manera de referencia se recomienda lo siguiente:

- Utilización de cables de guarda adicionales laterales en caso de vanos largos que crucen grandes quebradas o cañones.



- Utilización de puestas a tierra capacitivas en las zonas rocosas o de alta resistividad.
  - Selección de una ruta de línea que tenga un nivel cerámico bajo.
  - Utilización de materiales (aisladores, espaciadores, ferretería, cables OPGW, etc.), de comprobada calidad para lo cual se deberá utilizar suministros de fabricantes con un mínimo de 15 años de fabricación a nivel mundial.
- h) Se empleará como mínimo un (1) cable de guarda, que será del tipo OPGW, tal que permita la protección diferencial de línea, el envío de datos al COES en tiempo real, telemando y telecomunicaciones. El cable de guarda deberá ser capaz de soportar el cortocircuito a tierra hasta el año 2030, valor que será sustentado por la Sociedad Concesionaria.
- i) 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.
- j) El límite máximo de pérdidas Joule, calculado para un valor de potencia de salida igual a la capacidad de transmisión en operación normal, con un factor de potencia igual a 1.00 y tensión en la barra de llegada igual a 1.00 p.u., será el indicado en el siguiente cuadro:

| Línea                    | % de pérdidas a Pnom/circuito |            |                      |
|--------------------------|-------------------------------|------------|----------------------|
|                          | Longitud (km)                 | Pnom (MVA) | Pérdidas máximas (%) |
| LT 220 kV Piura – Talara | 102,10                        | 180,0      | 2,3                  |

El cumplimiento de este nivel 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 por cada circuito será la siguiente:

$$\text{Pérdidas} = (\text{Pnom}/\text{Vnom})^2 \times R / \text{Pnom} \times 100 (\%)$$

Donde:

Pnom = Capacidad nominal de la línea (MVA)

Vnom = Tensión nominal de la línea (500 kV)

R = Resistencia total de la línea por fase, a la temperatura de 75 °C y frecuencia de 60 Hz.

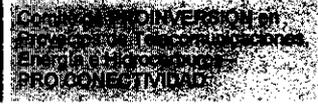
- k) Indisponibilidad por mantenimiento programado: El número de horas por año fuera de servicio por mantenimiento programado de cada línea de transmisión, no deberá exceder de dos jornadas de ocho horas cada una



PERÚ

Ministerio  
de Economía y Finanzas

Agencia de Promoción  
de la Inversión Privada



"DECENIO DE LAS PERSONAS CON DISCAPACIDAD EN EL PERÚ"  
"AÑO DE LA CONSOLIDACIÓN ECONÓMICA Y SOCIAL DEL PERÚ"

- l) El 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

El proyecto comprende la ampliación de las siguientes subestaciones:

##### a) Ampliación de la S.E. Talara (220 kV)

Esta subestación es existente y deberá ser ampliada para permitir la salida de una línea de transmisión 220 kV hacia la subestación Piura.

El alcance del presente Proyecto para la ampliación de la Subestación Talara 220 kV corresponderá al equipamiento, de una celda de línea de 220 kV para conexión de barras tipo doble barra a esta subestación.

El equipamiento previsto en esta Subestación es el siguiente:

- Ampliación de pórticos y barras en 220 kV, configuración doble barra
- Una celda de salida de línea 220 kV.

##### b) Ampliación de la S.E Piura (220 kV)

Esta subestación es existente y deberá ser ampliada para permitir la salida de una línea de transmisión 220 kV hacia la subestación Talara.

El alcance del presente Proyecto para la ampliación de la Subestación Piura 220 kV corresponderá al equipamiento, de una celda de línea de 220 kV para conexión de barras tipo doble barra a esta subestación.

El equipamiento previsto en esta Subestación es el siguiente:

- Ampliación de pórticos y barras en 220 kV, configuración doble barra
- Una celda de salida de línea 220 kV.

#### 3.2 Requerimientos técnicos

##### 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 última tecnología; sin embargo, no se aceptarán equipos con poca experiencia de operación. Se deberán presentar referencias de suministros similares y de referencias acreditadas, de operación exitosa de equipos por parte de operadores de sistemas de transmisión.



PERÚ

Ministerio  
de Economía y Finanzas

Agencia de Promoción  
de la Inversión Privada

"DECENIO DE LAS PERSONAS CON DISCAPACIDAD EN EL PERÚ"  
"AÑO DE LA CONSOLIDACIÓN ECONÓMICA Y SOCIAL DEL PERÚ"

- 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) Uso de espacio disponible**

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

**c) Niveles de tensión y aislamiento**

c.1) Nivel de Aislamiento

- 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 Protección.

- Línea de fuga: 31 mm/kV.
- Protección contra descargas atmosféricas: mínimo Clase 4.

c.3) Distancias de seguridad.

- Las separaciones entre fases para conductores y barras desnudas al exterior serán las siguientes:
  - En 220 kV: 4.00 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:

- Corriente nominal no menor de: 2500 A
- Capacidad mínima de ruptura de cortocircuito trifásico, 1s, simétrica: 40 kA
- Capacidad mínima de ruptura de cortocircuito trifásico: 104 kApico



PERÚ

Ministerio  
de Economía y Finanzas

Agencia de Promoción  
de la Inversión Privada



"DECENIO DE LAS PERSONAS CON DISCAPACIDAD EN EL PERÚ"  
"AÑO DE LA CONSOLIDACIÓN ECONÓMICA Y SOCIAL DEL PERÚ"

**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.

**g) Equipos**

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

g.1) Subestación Talara: convencional del tipo exterior y con pórticos. Estará constituido por lo menos con los siguientes equipos: transformador de tensión capacitivo, trampas de onda, seccionadores de línea con cuchilla de tierra, transformadores de corriente, interruptor de operación uni-tripolar y seccionadoras de barras.

g.2) Subestación Piura: convencional del tipo exterior y con pórticos. Estará constituido por lo menos con los siguientes equipos: pararrayos, transformador de tensión capacitivo, trampas de onda, seccionadores de línea con cuchilla de tierra, transformadores de corriente, interruptor de operación uni-tripolar y seccionadoras de barras.

**h) 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".

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 distancia.
- Protección secundaria: relés de corriente diferencial.
- 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.

**i) Telecomunicaciones**

Se deberá contar con un sistema de telecomunicaciones principal y secundario en simultáneo y no excluyentes, más un sistema de respaldo en situaciones de emergencia, que permitan la comunicación permanente de voz y datos entre las subestaciones, basado en fibra óptica, satelital y onda portadora.

**j) Servicios auxiliares.**

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

j.1) En corriente alterna 400-230 V, 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

j.2) En corriente continua 110 – 125 V cc, para atender los servicios de control y mando de la subestación.

j.3) Para telecomunicaciones se recomienda la tensión de 48 V cc.

j.4) Los servicios de corriente continua serán alimentados por dobles conjuntos de cargadores – rectificadores individuales de 380 V, 60 Hz, a 110 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.

**k) Control.**

k.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. Se proveerán los siguientes niveles de operación y control:

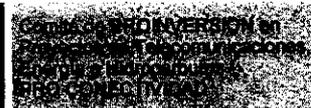
- Local: manual, sobre cada uno de los equipos
- Remoto: automático, desde:
  - la sala de control de la subestación
  - un centro de control remoto a la subestación



PERÚ

Ministerio  
de Economía y Finanzas

Agencia de Promoción  
de la Inversión Privada



"DECENIO DE LAS PERSONAS CON DISCAPACIDAD EN EL PERÚ"  
"AÑO DE LA CONSOLIDACIÓN ECONÓMICA Y SOCIAL DEL PERÚ"

- k.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.
- k.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.
- k.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.

**l) Malla de tierra.**

- l.1) Todas la 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.
- l.2) A la malla de tierra se conectarán todos los elementos sin tensión de todos los equipos.
- l.3) Todos los pararrayos serán también conectados a electrodos de tierra individuales.
- l.4) Todas las subestación contarán con blindaje contra descargas atmosféricas.

**m) Obras civiles.**

- m.1) Todas las subestaciones deberán contar con un cerco perimétrico de ladrillos, con protección por concertina, portones de ingreso y caseta de control.
- m.2) Interiormente deberán contar con vías de circulación interna y facilidades de transporte, para el mantenimiento y construcción de ampliaciones futuras.
- m.3) Se construirá un edificio o sala de control que alojará a los sistemas de baja tensión, control centralizado local y comunicaciones.
- m.4) Las subestaciones nuevas deberán contar con las obras sanitarias necesarias que se requieran.
- m.5) Todas las subestaciones contarán con 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.
- m.6) Las plataformas de las subestaciones tendrán una pendiente del 2% para el drenaje interno.



#### 4. Especificaciones Técnicas Generales

Las obras del proyecto deberán cumplir como mínimo con las siguientes especificaciones Técnicas.

El Concedente podrá aceptar modificaciones a las presentes especificaciones, que sean solicitadas o propuestas por la Sociedad Concesionaria, debidamente sustentadas.

##### 4.1 Líneas de Transmisión

###### 4.1.1 Configuración de los Soportes

Para la Línea de Transmisión 220 kV Piura - Talara, se adopta la configuración Simple Terna.

###### 4.1.2 Estructuras de la Línea

###### 4.1.2.1 Alcance

Comprende los requerimientos técnicos para el suministro de las estructuras de la línea, del tipo autosoportado, incluyendo el suministro de las fundaciones metálicas, tipo parrilla o stub y accesorios.

###### 4.1.2.2 Normas

Para el diseño, fabricación, inspección, pruebas, embalaje, transporte y entrega se utilizarán, sin ser limitativas, las siguientes Normas:

CNE Suministro 2001, ASTM A 36, ASTM A572-Grado 50, ASTM B201, ASTM A123, ASTM A6, ASTM A394, ANSI B18.21.1, ANSI B18.2.1, ANSI B.18.2.2, ASTM A153, ASCE NO. 52, IEC P-652.

###### 4.1.2.3 Características principales

Las estructuras serán diseñadas para un simple circuito en 220 kV, en disposición vertical, y un cable de guarda OPGW.

Para las hipótesis de cálculo y los grados de construcción deberán ceñirse a lo indicado en el CNE Suministro, y en Normas internacionales como la Guía de Diseño de Torres de Transmisión de la ASCE.

Para las estructuras se utilizarán perfiles de acero galvanizado de lados iguales y placas, conforme a las normas Internacionales (ejemplo DIN 17100 o equivalente), con las características mínimas siguientes:

|  | Acero Normal<br>(St-37) | Acero Alta resistencia<br>(St-52) |
|--|-------------------------|-----------------------------------|
| Esfuerzo de ruptura (daN/mm <sup>2</sup> ) | 37-45                   | 51-60                             |
| Limite elástico                            | 24                      | 36                                |
| Alargamiento a ruptura (Lo=5do)            | 25%                     | 22%                               |

El espesor mínimo permitido para perfiles y placas será de 6 mm.

No se utilizarán perfiles inferiores a 60x60x6 mm para elementos de montantes y crucetas.



PERÚ

Ministerio  
de Economía y Finanzas

Agencia de Promoción  
de la Inversión Privada



"DECENIO DE LAS PERSONAS CON DISCAPACIDAD EN EL PERÚ"  
"AÑO DE LA CONSOLIDACIÓN ECONÓMICA Y SOCIAL DEL PERÚ"

Todos los elementos constitutivos de las estructuras serán galvanizados en caliente, de acuerdo a lo establecido en el CNE Suministro y las Normas Internacionales.

El espesor mínimo de la capa de zinc depositada en el material no deberá ser inferior a 800 gr/m<sup>2</sup>

Caso de moho blanco: si se encontraran perfiles o piezas con formación de "moho blanco" durante el envío o en el almacenamiento en el sitio, 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 antiescalamiento.
- 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 pacas 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

##### 4.1.3.1 Alcance

Establecer las características técnicas de los conductores a suministrarse para la línea de Transmisión.

La selección de los conductores deberá estar de acuerdo con los criterios especificados en el numeral 2.2 literal c).

El conductor recomendado en el Anteproyecto es:

- LT 220 kV Piura – Talara, conductor ACAR 1100 MCM (557 mm<sup>2</sup>)

Sin embargo la Sociedad Concesionaria podrá optar por otro conductor que cumpla con los requerimientos técnicos.

A continuación se incluyen las características del conductor recomendado:

#### Características Dimensionales

- Sección nominal 557 mm<sup>2</sup>
- Sección real 557,49 mm<sup>2</sup>



- Número y diámetro de alambre
    - Aluminio (EC) 24 x 4,38 mm
    - Aleación de aluminio 6201 o equivalente 13 x 4,38 mm
  - Diámetro exterior del conductor 30,65 mm
- Características Mecánicas**
- Masa del conductor 1,537 kg/m
  - Carga Mínima a tracción 11 272 kg
  - Módulo de elasticidad inicial
  - Módulo de elasticidad final 6 000 kg/mm<sup>2</sup>
  - Coeficiente de dilatación térmica lineal  $23 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$
- Características Eléctricas**
- Resistencia eléctrica 0,0544 Ohm/km
  - Coeficiente de resistividad 0,0036  $1/^\circ\text{C}$
  - Capacidad de corriente 917 A
- Características de Fabricación**
- Peso máximo de expedición de un carrete 3 500 kg

#### 4.1.3.2 Normas

Para el diseño, fabricación y transporte de los conductores se utilizarán, sin ser limitativas, las Normas siguientes: CNE Suministro 2001, ASTM B524/524M, ASTM B-398M-92, ASTM B-233-92, ASTM B-230, ASTM B232, ASTM B-341, ASTM B401, ASTM B-498, ASTM B-500, IEC 1597, IEC-208, ASTM B399.

#### 4.1.4 Cable de guarda OPGW

##### 4.1.4.1 Alcance

Comprende los requerimientos técnicos para el suministro del cable OPGW, de manera de asegurar que el cable óptico funcionará satisfactoriamente como un transmisor óptico y como un cable de guarda durante la vida técnica de la línea de transmisión.

##### 4.1.4.2 Constitución básica

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

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 una línea de transmisión de 220 kV, y debe garantizar que la fibra no sufra esfuerzos durante la vida útil del cable.

El cable debe ser longitudinalmente sellado contra agua.



#### 4.1.4.3 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
- Material del tubo Acero Inoxidable
- 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  $10 \pm 10\%$   $\mu\text{m}$
- Diámetro del revestimiento  $125 \pm 2,4\%$   $\mu\text{m}$
- Error de concentricidad del campo monomodal  $\leq 1$   $\mu\text{m}$
- No circularidad del revestimiento  $< 2\%$
- Longitud de onda de corte 1 100 – 1 280 nm
- Proof test  $\geq 1\%$
- Código de colores Estándar

##### Características de Transmisión

- Atenuación para  $\lambda = 1\ 310$  nm  $\leq 0,28$  dB/km
- Atenuación para  $\lambda = 1\ 550$  nm  $\leq 0,40$  dB/km
- Dispersión total para  $\lambda = 1\ 310$  nm  $\leq 3,50$  ps/km.nm
- Dispersión total para  $\lambda = 1\ 550$  nm  $\leq 18,0$  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

#### 4.1.5 Aisladores

##### 4.1.5.1 Alcance

Comprende los requerimientos técnicos para el diseño y fabricación de los aisladores a utilizarse en la línea de transmisión.

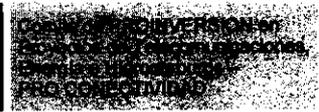
##### 4.1.5.2 Normas

Para el diseño, fabricación y transporte de los aisladores se utilizarán, sin ser limitativas, las Normas siguientes: CNE Suministro 2001, IEC60120, IEC 60305, IEC 60372, IEC 60383, IEC 60437, IEC 60507, ASTM A 153.

##### 4.1.5.3 Características de los aisladores

En forma general el tipo y material de los aisladores será seleccionado de acuerdo a las características, de la zona donde se ubica el proyecto y tomará en cuenta la práctica y experiencia, de líneas de transmisión construidas en zonas similares del Perú.

Los aisladores podrán ser de vidrio templado o porcelana, del tipo Standard o antineblina (Anti fog) para zonas de alta contaminación.



La atmósfera de la zona donde se encuentran las líneas de 220 kV se considera que tiene una alta contaminación, por su cercanía a la costa y con muy escasa precipitación. Por tanto se puede establecer una línea de fuga específica de 31 mm/kV de acuerdo a la Norma IEC-815, que representa un requerimiento de línea de fuga que alcanza a 7 595 mm.

Considerando un aislador antifog de 146 x 280 mm, con una línea de fuga de 455 mm, el número de aisladores requeridos es 17 en cadenas de suspensión y cuello muerto y 18 aisladores en cadenas de anclaje.

De manera referencial se definen las características principales:

**Características Generales**

- Tipo de aislador Antifog Ball-Socket
- Norma de fabricación ASTM A153

**Características Dimensionales**

- Diámetro máximo de la parte aislante 280 mm
- Paso 146 mm
- Tipo de acoplamiento normalizado IEC 120 20 A
- Longitud de línea de fuga 445 mm
- Peso aproximado 5,7 kg

**Característica del material**

- Material Aislante Vidrio templado o porcelana
- Espeso mínimo del galvanizado de caperuza 600 g/m2

**Características Mecánicas**

- Carga electromecánica de ruptura 120kN

**Características Eléctricas**

- Voltaje resistente a frecuencia industrial
  - En seco 1 minuto 85 kV
  - Húmedo 1 minuto 50 kV
- Voltaje resistente al impulso seco 125 kV
- Voltaje de perforación mínimo 130 kV

**4.1.6 Accesorios del conductor**

**4.1.6.1 Alcance**

Comprende 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, amortiguadores, etc. para ser utilizados con el conductor seleccionado.





#### 4.1.6.2 Normas

Para el diseño, fabricación y transporte de los accesorios se utilizarán, sin ser limitativas, las Normas siguientes: CNE Suministro 2001, ASTM A 36, ASTM A 153, ASTM B201, ASTM B230, ASTM B398, IEC 61284, UNE 21-159.

#### 4.1.6.3 Características Técnicas

- a) Varillas de armar: serán de aleación de aluminio de forma helicoidal y del tipo preformado, para ser montado 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) Manguito de empalme: serán de aleación de aluminio, del tipo compresión, del diámetro apropiado para el conductor seleccionado. La carga de rotura mínima será de 95% de la del conductor correspondiente.
- c) Manguito de reparación: serán de aleación de aluminio, del tipo compresión. Su utilización será solamente en casos de daños leves en la capa externa del conductor. La característica mecánica será similar a la del manguito de empalme.

#### 4.1.7 Accesorios para cadenas de aisladores

##### 4.1.7.1 Alcance

Comprende 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.

##### 4.1.7.2 Normas

Para el diseño, fabricación y transporte de los accesorios se utilizarán, sin ser limitativas, las Normas siguientes: CNE Suministro 2001, ASTM B6, ASTM A 153, ASTM B201, ASTM B230.

##### 4.1.7.3 Características Técnicas

- a) Mecánicas: las grapas de suspensión no permitirán ningún deslizamiento ni deformación o daño al conductor activo.
- b) Eléctricas: ningún accesorio atravesado por corriente eléctrica deberá alcanzar una temperatura superior al conductor respectivo en las mismas condiciones.
- c) La resistencia eléctrica de los empalmes y de las grapas de anclaje no será superior al 80% correspondiente a la longitud equivalente del conductor.
- d) 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 resaltes que produzcan un excesivo gradiente de potencial eléctrico.



#### 4.1.7.4 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 electrofíticas, 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 g/m<sup>2</sup>.

#### 4.1.8 Puestas a tierra

##### 4.1.8.1 Alcance

Comprende 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.

##### 4.1.8.2 Normas

Para el diseño, fabricación y transporte de los accesorios se utilizarán, sin ser limitativas, las Normas siguientes: CNE Suministro 2001, ANSI C33.8-1972.

##### 4.1.8.3 Materiales a utilizarse

- a) Cable de puesta a tierra: de preferencia se especifica cable de alma de acero con recubrimiento de cobre, de 70 mm<sup>2</sup> de sección mínima, con una conductividad aproximada del 30 %.
- b) Electrodo o jabalinas: serán de alma de acero con recubrimiento de cobre con una conductividad aproximada del 30% y fabricados según la última versión de las Normas ASTM.
- 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.
- d) 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, 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 de tanque vivo, con extinción del arco en SF<sub>6</sub>, con accionamiento uni-tripolar para la maniobra de las líneas de transmisión y tripolares para la maniobra de los bancos de transformadores y reactores, y tendrán mando local y remoto. De ser el caso, se deberá justificar el uso de interruptores de tanque muerto. 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.

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

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

Los equipos tendrán las siguientes características generales:

| Descripción                    | 220 kV          |
|--------------------------------|-----------------|
| Medio de extinción             | SF <sub>6</sub> |
| Tensión nominal                | 220 kV          |
| Máxima tensión de servicio     | 245 kV          |
| Corriente en servicio continuo | 2500 A          |
| Poder de ruptura kA asimétrica | 40 kA           |
| Duración del cortocircuito     | 1 s             |
| Tiempo total de apertura       | 50 ms           |



PERÚ

Ministerio  
de Economía y Finanzas

Agencia de Promoción  
de la Inversión Privada



"DECENIO DE LAS PERSONAS CON DISCAPACIDAD EN EL PERÚ"  
"AÑO DE LA CONSOLIDACIÓN ECONÓMICA Y SOCIAL DEL PERÚ"

Secuencia de operación:

- a) Maniobra de autotransformadores CO-15S-CO
- b) Maniobra de líneas O-0,3s-CO-  
3 min-CO

#### 4.2.1.4 Características constructivas

- a) 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.
- b) 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.
- c) 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.

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

#### 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 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 y aisladores soporte interruptores 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.



PERÚ

Ministerio  
de Economía y Finanzas

Agencia de Promoción  
de la Inversión Privada



"DECENIO DE LAS PERSONAS CON DISCAPACIDAD EN EL PERÚ"  
"AÑO DE LA CONSOLIDACIÓN ECONÓMICA Y SOCIAL DEL PERÚ"

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     |
|--------------------------------------|------------|
| Tipo de instalación                  | Intemperie |
| Tensión nominal                      | 220 kV     |
| Corriente en servicio continuo       | 2500 A     |
| Poder de ruptura kA en cortocircuito | 40 kA      |
| Duración del cortocircuito           | 1 s        |

#### 4.2.2.4 Bloqueos y enclavamientos

Para el caso de la cuchilla de puesta a tierra se deberá proveer un bloqueo 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.

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 se aplicarán para el diseño, fabricación y ensayos de los transformadores de medida de 220 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 SF6, herméticamente sellado.

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 abulonadas 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.

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.

Los transformadores de corriente tendrán las características principales siguientes:

| <u>Descripción</u>                | <u>220 kV</u> |
|-----------------------------------|---------------|
| Tipo de instalación               | Intemperie    |
| Tensión nominal                   | 220 kV        |
| Corriente en servicio continuo    | 1250-2500 A   |
| Corriente secundaria              | 1 A           |
| Características núcleos de medida |               |
| a) Clase de precisión             | 0,2           |
| b) Potencia                       | 30 VA         |



"DECENIO DE LAS PERSONAS CON DISCAPACIDAD EN EL PERÚ"  
"AÑO DE LA CONSOLIDACIÓN ECONÓMICA Y SOCIAL DEL PERÚ"

Características núcleos de protección

- a) Clase de precisión 5P 20
- b) Potencia 30 VA

**4.2.3.5 Transformadores de tensión**

Se proveerán transformadores del tipo inductivo y capacitivo. 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, o según corresponda si el dieléctrico es SF6.

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).

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

Los transformadores de tensión tendrán las características principales siguientes:

| <u>Descripción</u>                    | <u>220 kV</u> |
|---------------------------------------|---------------|
| Tipo de instalación                   | Intemperie    |
| Tensión secundaria                    | 110V/3 V      |
| Características núcleos de medida     |               |
| a) Clase de precisión                 | 0,2           |
| b) Potencia                           | 30 VA         |
| Características núcleos de protección |               |
| a) Clase de precisión                 | 3P            |
| b) Potencia                           | 30 VA         |

**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.





PERÚ

Ministerio  
de Economía y Finanzas

Agencia de Promoción  
de la Inversión Privada



"DECENIO DE LAS PERSONAS CON DISCAPACIDAD EN EL PERÚ"  
"AÑO DE LA CONSOLIDACIÓN ECONÓMICA Y SOCIAL DEL PERÚ"

- 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 siguiente frecuencia:

**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.

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.
- 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.





"DECENIO DE LAS PERSONAS CON DISCAPACIDAD EN EL PERÚ"  
"AÑO DE LA CONSOLIDACIÓN ECONÓMICA Y SOCIAL DEL PERÚ"

- 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  |
|--------------|---|--|
| <i>Bajo</i>  |  | Contaminación mínima, no existe puntas de acumulación  |
| <i>Medio</i> |  | Contaminación visible con presencia de pequeñas puntas de acumulación a lo largo del conductor |
| <i>Alto</i>  |  | Contaminación visible con presencia de grandes puntas de acumulación                           |

Los informes de las inspecciones visuales se remitirán al OSINERGMIN.

**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.





"DECENIO DE LAS PERSONAS CON DISCAPACIDAD EN EL PERÚ"  
"AÑO DE LA CONSOLIDACIÓN ECONÓMICA Y SOCIAL DEL PERÚ"

El procedimiento de toma de muestras será el siguiente:

- a) 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.
- b) Las muestras se toman en porciones de 60 á 100 m de conductor, de una de las tres fases del tramo seleccionado.
- c) Con el equipo de limpieza de conductores se recolecta la contaminación existente en la superficie del conductor.
- d) La contaminación recolectada se pesa en una balanza de precisión expresada en miligramos.
- e) Se determina el nivel de contaminación (NC) en mg/cm2, aplicando la fórmula:

$$NC = \text{Peso de la contaminación [mg]} / \text{Superficie del conductor [cm2]}$$

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.*

- f) 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/cm2, aplicando la fórmula:

$$NC = \text{Peso de la contaminación [mg]} / \text{Superficie exterior de la campana [cm2]}$$

- g) 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 / cm2) |
|------------------------|-----------------|
| Bajo                   | 5 – 20          |
| Medio                  | 20 – 45         |
| Alto                   | > 45            |

- h) 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.

A solicitud de 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.



PERÚ

Ministerio  
de Economía y Finanzas

Agencia de Promoción  
de la Inversión Privada



"DECENIO DE LAS PERSONAS CON DISCAPACIDAD EN EL PERÚ"  
"AÑO DE LA CONSOLIDACIÓN ECONÓMICA Y SOCIAL DEL PERÚ"

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 de 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.

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.

Los informes de limpieza de aisladores se remitirán al OSINERGMIN.

OSINERGMIN elaborará los procedimientos y protocolos de verificación del nivel de limpieza de los aisladores y los valores de referencia.



PERÚ

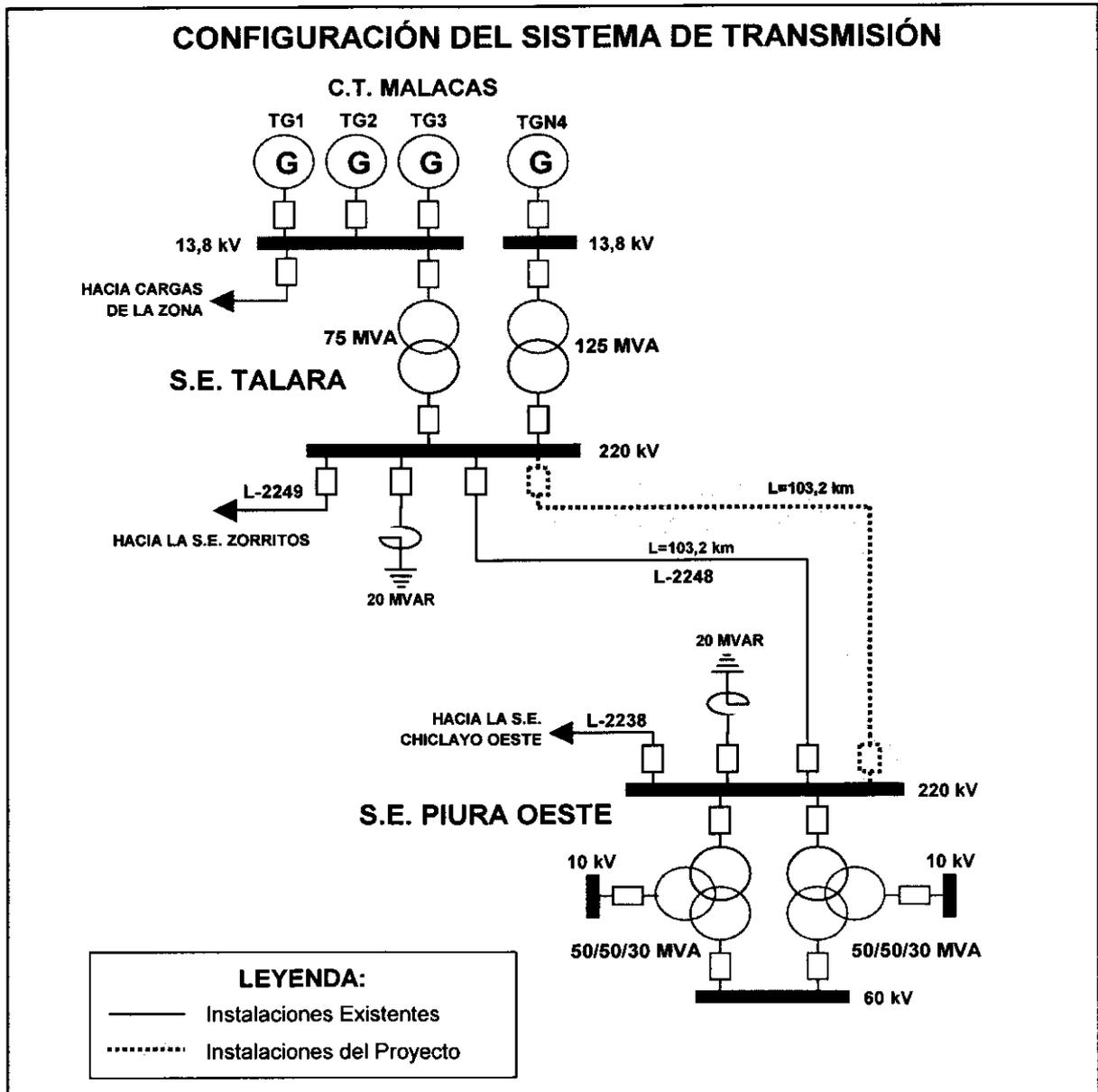
Ministerio de Economía y Finanzas

Agencia de Promoción de la Inversión Privada



"DECENIO DE LAS PERSONAS CON DISCAPACIDAD EN EL PERÚ"  
"AÑO DE LA CONSOLIDACIÓN ECONÓMICA Y SOCIAL DEL PERÚ"

### Esquema N° 1





**Tabla 2.1 – Distancias de Seguridad**  
**Código Nacional de Electricidad**

**232.B. Distancias de seguridad de alambres, conductores, cables, equipos y crucetas instalados en estructuras de soporte**

**232.B.1. Distancias de seguridad en los alambres, conductores y cables**

La distancia vertical de los alambres, conductores y cables por encima del nivel del piso en los lugares generalmente accesibles, camino, riel, o superficies de agua, no será menor a la que se muestra en la Tabla 232-1.

Para el caso de conductores de suministro expuestos de más de 23 kV, la distancia vertical de los alambres, conductores y cables por encima del nivel del piso en los lugares generalmente accesibles, camino, riel, o superficies de agua, será calculada de acuerdo a los criterios dados en la Regla 232.B y no deberá ser menor a los valores que se muestran en la Tabla 232-1a.

**212. Tensiones inducidas – Campos Eléctricos y Magnéticos**

En esta regla se establecen 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:

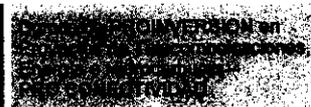
| Tipo de Exposición | Intensidad de Campo Eléctrico (kV/m) | Densidad de Flujo Magnético (µT) |
|--------------------|--------------------------------------|----------------------------------|
| - Poblacional      | 4,2                                  | 83,3                             |
| - Ocupacional      | 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.



PERÚ

Ministerio  
de Economía y FinanzasAgencia de Promoción  
de la Inversión Privada"DECENIO DE LAS PERSONAS CON DISCAPACIDAD EN EL PERÚ"  
"AÑO DE LA CONSOLIDACIÓN ECONÓMICA Y SOCIAL DEL PERÚ"

**Tabla 232-1a**  
**Distancias verticales de seguridad de alambres, conductores y cables sobre el**  
**nivel del piso, camino, riel o superficie de agua**  
**(en metros)**

| Naturaleza de la superficie que se encuentra debajo de los alambres, conductores o cables   | 1 000 m.s.n.m.   | 3 000 m.s.n.m. | 4 000 m.s.n.m. | 4 500 m.s.n.m. | 1 000 m.s.n.m. | 3 000 m.s.n.m. | 4 000 m.s.n.m. | 4 500 m.s.n.m. |
|---|--|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
|   | 60 kV  |                |                |                | 138 kV         |                |                |                |
| <b>Cuando los alambres, conductores o cables cruzan o sobresalen</b>  |  |                |                |                |                |                |                |                |
| 1. Vías Férreas de ferrocarriles (excepto ferrovías electrificadas que utilizan conductores de trole aéreos)  | 8,90   | 9,00           | 9,10           | 9,10           | 9,70           | 10,00          | 10,10          | 10,15          |
| 2.a. Carreteras y avenidas sujetas al tráfico de camiones <sup>23</sup>   | 7,50   | 7,60           | 7,70           | 7,70           | 7,80           | 8,10           | 8,20           | 8,25           |
| 2.b. Caminos, calles y otras áreas sujetas al tráfico de camiones <sup>23</sup>   | 7,50   | 7,60           | 7,70           | 7,70           | 7,80           | 8,10           | 8,20           | 8,25           |
| 3. Calzadas, zonas de parqueo, y callejones   | 7,50   | 7,60           | 7,70           | 7,70           | 7,80           | 8,10           | 8,20           | 8,25           |
| 4. Otros terrenos recorridos por vehículos, tales como cultivos, pastos, bosques, huertos, etc.   | 7,50   | 7,60           | 7,70           | 7,70           | 7,80           | 8,10           | 8,20           | 8,25           |
| 5.a. Espacios y vías peatonales o áreas no transitables por vehículos   | 5,45   | 5,50           | 5,60           | 5,60           | 6,30           | 6,55           | 6,70           | 6,75           |
| 5.b. Calles y caminos en zonas rurales  | 7,50   | 7,60           | 7,70           | 7,70           | 7,80           | 8,10           | 8,20           | 8,25           |
| 6. Áreas de agua no adecuadas para barcos de vela o donde su navegación está prohibida  | 7,45   | 7,50           | 7,55           | 7,60           | 8,30           | 8,55           | 8,70           | 8,75           |
| 7. Áreas de agua para barcos de vela incluyendo lagos, charcas, represas, aguas de marea, ríos, corrientes y canales con un área superficial no obstruida de:               |  |                |                |                |                |                |                |                |
| a. Menos de 8 hectáreas   | 7,95   | 8,00           | 8,05           | 8,10           | 8,80           | 9,05           | 9,15           | 9,25           |
| b. Más de 8 a 80 hectáreas  | 9,45   | 9,50           | 9,55           | 9,60           | 10,30          | 10,55          | 10,65          | 10,75          |
| c. Más de 80 a 800 hectáreas  | 11,45  | 11,50          | 11,55          | 11,60          | 12,30          | 12,55          | 12,70          | 12,75          |
| d. Más de 800 hectáreas   | 12,95  | 13,00          | 13,05          | 13,10          | 13,80          | 14,05          | 14,20          | 14,25          |
| 8. Rampas para barcos y áreas asociadas para aparejar; áreas destinadas para aparejar o botar barcos de vela  | La distancia de seguridad sobre el nivel del piso será de 1,5 m mayor que en 7 anteriormente indicado, para el tipo de áreas de agua servidas por sitios de botadura |                |                |                |                |                |                |                |
| <b>Cuando los alambres o cables recorren a lo largo y dentro de los límites de las carreteras u otras fajas de servidumbre de caminos pero que no sobresalen del camino</b> |  |                |                |                |                |                |                |                |
| 9.a. Carreteras y avenidas  | 6,95   | 7,00           | 7,10           | 7,15           | 7,80           | 8,10           | 8,20           | 8,25           |
| 9.b. Caminos, calles o callejones   | 6,95   | 7,00           | 7,10           | 7,15           | 7,80           | 8,10           | 8,20           | 8,25           |
| 9.c. Espacios y vías peatonales o áreas no transitables por vehículo  | 5,45   | 5,50           | 5,60           | 5,60           | 6,30           | 6,55           | 6,70           | 6,75           |
| 10.a. Calles y caminos en zonas rurales   | 6,45   | 6,50           | 6,55           | 6,60           | 7,30           | 7,55           | 7,70           | 7,75           |
| 10.b. Caminos no carrozables en zonas rurales   | 5,45   | 5,50           | 5,60           | 5,60           | 6,30           | 6,55           | 6,70           | 6,75           |

**Tabla 232-1a**  
(Continuación)**Distancias verticales de seguridad de alambres, conductores y cables sobre el nivel del piso, camino, riel o superficie de agua (en metros)**

| Naturaleza de la superficie que se encuentra debajo de los alambres, conductores o cables   | 1 000 m.s.n.m.   | 3 000 m.s.n.m. | 4 000 m.s.n.m. | 4 500 m.s.n.m. | 1 000 m.s.n.m. | 3 000 m.s.n.m. | 4 000 m.s.n.m. | 4 500 m.s.n.m. |
|---|--|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
|   | 220 kV   |                |                |                | 500 kV (*)     |                |                |                |
| <b>Cuando los alambres, conductores o cables cruzan o sobresalen</b>  |  |                |                |                |                |                |                |                |
| 1. Vías Férreas de ferrocarriles (excepto ferrovías electrificadas que utilizan conductores de trole aéreos)  | 10,20  | 10,50          | 10,70          | 11,10          | 11,75          | 12,65          | 13,10          | 13,30          |
| 2.a. Carreteras y avenidas sujetas al tráfico de camiones <sup>23</sup>   | 8,25   | 8,50           | 8,65           | 8,7            | 9,25           | 10,15          | 10,60          | 10,80          |
| 2.b. Caminos, calles y otras áreas sujetas al tráfico de camiones <sup>23</sup>   | 8,25   | 8,50           | 8,65           | 8,7            | 9,25           | 10,15          | 10,60          | 10,80          |
| 3. Calzadas, zonas de parqueo, y callejones   | 8,25   | 8,50           | 8,65           | 8,7            | 9,25           | 10,15          | 10,60          | 10,80          |
| 4. Otros terrenos recorridos por vehículos, tales como cultivos, pastos, bosques, huertos, etc.   | 8,25   | 8,50           | 8,65           | 8,7            | 9,25           | 10,15          | 10,60          | 10,80          |
| 5.a. Espacios y vías peatonales o áreas no transitables por vehículos   | 6,80   | 7,0            | 7,15           | 7,20           | 7,75           | 8,65           | 9,10           | 9,35           |
| 5.b. Calles y caminos en zonas rurales  | 8,25   | 8,5            | 8,65           | 8,7            | 9,25           | 10,15          | 10,60          | 10,8           |
| 6. Áreas de agua no adecuadas para barcos de vela o donde su navegación está prohibida  | 8,65   | 9,0            | 9,15           | 9,20           | 8,75           | 9,65           | 10,10          | 10,35          |
| 7. Áreas de agua para barcos de vela incluyendo lagos, charcas, represas, aguas de marea, ríos, corrientes y canales con un área superficial no obstruida de:               |  |                |                |                |                |                |                |                |
| a. Menos de 8 hectáreas   | 9,15   | 9,50           | 9,65           | 9,70           | 9,75           | 10,65          | 11,10          | 11,35          |
| b. Más de 8 a 80 hectáreas  | 10,65  | 11,00          | 11,15          | 11,20          | 12,25          | 13,15          | 13,60          | 13,85          |
| c. Más de 80 a 800 hectáreas  | 12,65  | 13,0           | 13,15          | 13,2           | 13,75          | 14,65          | 15,10          | 15,35          |
| d. Más de 800 hectáreas   | 14,15  | 14,50          | 14,65          | 14,70          | 15,75          | 16,65          | 17,10          | 17,35          |
| 8. Rampas para barcos y áreas asociadas para aparejar; áreas destinadas para aparejar o botar barcos de vela  | La distancia de seguridad sobre el nivel del piso será de 1,5 m mayor que en 7 anteriormente indicado, para el tipo de áreas de agua servidas por sitios de botadura |                |                |                |                |                |                |                |
| <b>Cuando los alambres o cables recorren a lo largo y dentro de los límites de las carreteras u otras fajas de servidumbre de caminos pero que no sobresalen del camino</b> |  |                |                |                |                |                |                |                |
| 9.a. Carreteras y avenidas  | 8,25   | 8,50           | 8,65           | 8,70           | 9,25           | 10,15          | 10,60          | 10,85          |
| 9.b. Caminos, calles o callejones   | 8,25   | 8,50           | 8,65           | 8,70           | 9,25           | 10,15          | 10,60          | 10,85          |
| 9.c. Espacios y vías peatonales o áreas no transitables por vehículo  | 6,80   | 7,0            | 7,15           | 7,20           | 7,75           | 8,65           | 9,10           | 9,35           |
| 10.a. Calles y caminos en zonas rurales   | 7,65   | 8,0            | 8,15           | 8,20           | 9,25           | 10,15          | 10,60          | 10,85          |
| 10.b. Caminos no carrozables en zonas rurales   | 6,80   | 7,0            | 7,15           | 7,20           | 7,75           | 8,65           | 9,10           | 9,35           |



PERÚ

Ministerio  
de Economía y Finanzas

Agencia de Promoción  
de la Inversión Privada

Comité de PROMERSON en  
Proceso de Evaluación  
PRO-CON-INV-001

"DECENIO DE LAS PERSONAS CON DISCAPACIDAD EN EL PERÚ"  
"AÑO DE LA CONSOLIDACIÓN ECONÓMICA Y SOCIAL DEL PERÚ"

<sup>23</sup> A efectos de esta regla, los camiones se definen como cualquier vehículo que sobrepase de 2,45 m de altura, Las áreas no sujetas al tráfico de camiones son áreas por donde generalmente no se encuentra el tráfico de camiones ni se espera de manera razonable,

(\*) Los valores para 500 kV han sido calculados considerando un factor de sobretensión transitoria de conmutación en por unidad igual (P.U.) a 2,4, para valores superiores de dicho factor de sobretensión deberán efectuarse los cálculos correspondientes,

**Nota:** Las distancias verticales de seguridad determinadas de acuerdo con los criterios de la Regla 232.B no deberán ser menores que los valores dados en esta tabla,