SECCIÓN 04: CRITERIOS DE DISEÑO ELÉCTRICO SUBESTACIÓN

ETG-24\_266\_OC\_E03.04

www.coordinadorelectrico.cl

ÍNDICE

[4.1 OBJETIVO Y ALCANCE 4](#_Toc193822278)

[4.2 CONDICIONES AMBIENTALES 4](#_Toc193822279)

[4.3 PARÁMETROS DEL SISTEMA ELÉCTRICO 4](#_Toc193822280)

[4.4 NORMATIVA APLICABLE 5](#_Toc193822281)

[4.5 DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES EXISTENTES 6](#_Toc193822282)

[4.6 CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LAS INSTALACIONES PROYECTADAS 6](#_Toc193822283)

[4.6.1 CONSIDERACIONES GENERALES PARA EL DISEÑO ELÉCTRICO 7](#_Toc193822284)

[4.6.1.1 PARA TODAS LAS INSTALACIONES 7](#_Toc193822285)

[4.6.1.2 DE LAS INSTALACIONES EN EL PATIO DE ALTA TENSIÓN 7](#_Toc193822286)

[4.6.1.3 DE LAS INSTALACIONES DE CONTROL Y SERVICIOS AUXILIARES 8](#_Toc193822287)

[4.6.1.4 DE LA OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO 8](#_Toc193822288)

[4.6.2 CONDICIONES DE SEGURIDAD Y MEDIO AMBIENTE 9](#_Toc193822289)

[4.6.2.1 EXIGENCIAS POR IMPACTOS AMBIENTALES 9](#_Toc193822290)

[4.6.2.2 CONDICIONES GENERALES DE SEGURIDAD 9](#_Toc193822291)

[4.7 CRITERIOS DE DISEÑO DE OBRAS ELÉCTRICAS 10](#_Toc193822292)

[4.7.1 BARRAS Y CABLES DESNUDOS 10](#_Toc193822293)

[4.7.2 DISTANCIAS ELÉCTRICAS 11](#_Toc193822294)

[4.7.2.1 DISTANCIAS ELÉCTRICAS MÍNIMAS 11](#_Toc193822324)

[4.7.2.2 DISTANCIAS MÍNIMAS PARA EL PERSONAL 11](#_Toc193822325)

[4.7.2.3 ALTURA DE LOS CONDUCTORES DE BARRAS SOBRE EL NIVEL DEL SUELO 11](#_Toc193822326)

[4.7.2.4 DISTANCIAS DE ALCANCE DE UN OPERADOR 11](#_Toc193822327)

[4.7.3 COORDINACIÓN DE LA AISLACIÓN 11](#_Toc193822328)

[4.7.4 CANALIZACIONES ELÉCTRICAS 12](#_Toc193822329)

[4.7.4.1 DISEÑO GENERAL DE CANALIZACIONES 12](#_Toc193822330)

[4.7.4.1.1 Canalizaciones Exteriores. 12](#_Toc193822331)

[4.7.4.1.2 Canaletas Interiores. 13](#_Toc193822332)

[4.7.4.2 CÁMARAS DE INSPECCIÓN. 13](#_Toc193822333)

[4.7.4.3 PUESTA A TIERRA DE LAS CANALIZACIONES 14](#_Toc193822334)

[4.7.5 MALLA DE PUESTA A TIERRA. 14](#_Toc193822335)

[4.7.5.1 MALLA DE PUESTA A TIERRA SUBTERRÁNEA 14](#_Toc193822336)

[4.7.5.2 MALLA DE PUESTA A TIERRA AÉREA 15](#_Toc193822337)

[4.7.6 INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE BAJA TENSIÓN 15](#_Toc193822338)

[4.7.6.1 TENSIONES NORMALES 15](#_Toc193822339)

[4.7.6.2 SISTEMAS PARA SERVICIOS AUXILIARES. 16](#_Toc193822340)

[4.7.6.2.1 Diseño de los servicios auxiliares de corriente alterna 16](#_Toc193822341)

[4.7.6.2.2 Diseño de los servicios auxiliares de corriente continua 16](#_Toc193822342)

[4.7.7 ALUMBRADO 17](#_Toc193822343)

[4.7.7.1 SISTEMA DE ALUMBRADO 17](#_Toc193822344)

[4.7.8 PROTECCIÓN ANTI-PÁJAROS (SI APLICA) 17](#_Toc193822345)

[4.7.8.1 ELEMENTOS ANTI-FALLAS SUBESTACIÓNES. 17](#_Toc193822346)

# OBJETIVO Y ALCANCE

Esta especificación establece los criterios, requerimientos técnicos y las condiciones especiales que se deberán considerar para los diseños de las obras eléctricas asociadas al desarrollo de Ingeniería de las obras para el proyecto “AMPLIACIÓN EN S/E FUENTECILLA (BP+BT)”.

.

# CONDICIONES AMBIENTALES

El proyecto eléctrico se deberá diseñar para funcionar adecuadamente bajo las siguientes condiciones de instalación:

Tabla 1: Condiciones Ambientales

| **PARÁMETRO** | **UNIDAD** | **VALOR** |
| --- | --- | --- |
| Altitud de instalación | m.s.n.m. | <1.000 |
| Tipo de clima | - | Mediterráneo |
| Temperatura mínima | °C | -1 |
| Temperatura máxima | °C | 38 |
| Temperatura ambiente | °C | 18 |
| Velocidad máxima del viento | km/h | 15 |
| Radiación solar | kWh/m^2/día | 5 |
| Humedad relativa | % | 60-70 |

# PARÁMETROS DEL SISTEMA ELÉCTRICO

Para el diseño se considerarán los siguientes parámetros eléctricos:

Tabla 2: Características del Sistema de 66 kV

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **PARÁMETRO** | **UNIDAD** | **VALOR** |
| Tensión nominal de sistema | kV | 66 |
| Tensión máxima de equipos | kV | 72.5 |
| Frecuencia | Hz | 50 |
| Puesta a tierra del sistema | - | - |
| Clase de aislamiento a la altura de instalación | kV | 72.5 |
| Sobrevoltaje de impulso | kVpeak | 325 |
| Nivel de contaminación ambiental Según IEC 60815:2008 USCD de acuerdo estándar vigente | mm/kVf-t | “d”- Heavy 43,3 |

# NORMATIVA APLICABLE

Para ejecutar los trabajos se debe implementar las normas, códigos y cualquier otro documento relacionado que se nombren en estas Especificaciones, siempre que corresponda. Además, se deben seguir las indicaciones del Inspector en Jefe. A continuación, se listan las instituciones que emiten las normas citadas en este documento:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| [1] | INN | : | Instituto Nacional de Normalización. |
| [2] | ASTM | : | American Society for Testing and Materials. |
| [3] | SEC | : | Superintendencia de Servicios Eléctricos y Combustibles Chile. |
| [4] | NEC | : | National Electrical Code. |
| [5] | NESC | : | National Electrical Safety Code. |
| [6] | ANSI | : | American National Standards Institute. |
| [7] | IEC |  | International Electrotechnical Commission. |
| [8] | ICEA |  | Insulated Cable Engineers Association. |
| [9] | HSEC |  | Programa HSEC del Proyecto. |
| [10] | NFPA |  | National Fire Protection Association. |
| [11] | IEEE |  | Institute of Electrical and Electronics Engineers |
| [12] | AISI |  | American Iron and Steel Institute. |
| [13] | ASME |  | American Society of Mechanical Engineers. |
| [14] | AWS |  | American Welding Society. |
| [15] | ISA |  | Instrument Society of America. |
| [16] | UL |  | Underwriter's Laboratories. |
| [17] | DIN |  | Deutsche Institut für Normung. |
| [18] | DIA |  | Declaración Impacto Ambiental |
| [19] | NEMA |  | National Electrical Manufacturer´s Association. |
| [20] | NTSyCS |  | Norma Técnica de Seguridad y Calidad de Servicio”, Comisión Nacional de Energía (CNE), Gobierno de Chile |
| [21] |  |  | Código del Trabajo, Gobierno de Chile. |
| [22] |  |  | Requerimientos Operacionales, según los Reglamentos del CEN. |
| [23] |  |  | Pliegos técnicos normativos – Reglamento de seguridad de instalaciones de Producción, Transporte y Distribución (RPTD N°1 - RPTD N°17). |
| [24] |  |  | Anexo técnico “Exigencias mínimas para el diseño de instalaciones de transmisión”. |

En caso de discrepancia entre las normas se aplicará la más exigente

El Proveedor debe indicar cual o cuales de las normas anteriores utiliza en la fabricación y pruebas del suministro.

Para las publicaciones indicadas se empleará la edición más reciente al momento en que esta especificación es emitida para construcción, si una de ellas pierde su vigencia, se considerará como válida aquella que la reemplaza

# DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES EXISTENTES

La subestación (SE) Fuentecilla, propiedad de Sistema de Transmisión del Sur, está compuesta de un patio de 66kV en configuración barra principal con barra de transferencia, tecnología AIS (por sus siglas en inglés), con dos paños de Línea (B1, B2), un paño acoplador (BR) y un paño de transformación (BT1). Este último, cuenta con un transformador de poder 66/15 kV, 30 MVA, con CDBC, que alimenta un patio de media tensión de 15 kV en celdas, con capacidad para cuatro (4) alimentadores, celda de servicios auxiliares y medida.

Cabe mencionar que actualmente se encuentra adjudicada la obra del Decreto Exento N° 200 de 2022 del Ministerio de Energía “Ampliación en S/E Fuentecilla 66kV (BP+BT), Nuevo patio 154 kV (NBPS+BT), Nuevo transformador (NTR ATAT) y seccionamiento Línea 1x66 kV San Vicente de Tagua Tagua – Las Cabras”.

# CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LAS INSTALACIONES PROYECTADAS

Las principales obras incluidas en el proyecto son las siguientes:

* Barra 66kV
  + Ampliación de la barra principal, tecnología AIS, mediante un (1) marco de barra (viga + dos pilares), en estructura de acero reticulado, con capacidad para 3 paños
  + Ampliación de la barra de transferencia, tecnología AIS, mediante un (1) marco de barra (viga + dos pilares), en estructura de acero reticulado, con capacidad para 3 paños.
* Instalaciones comunes
  + Extensión y/o modificación plataforma.
  + Extensión y/o reubicación caminos interiores.
  + Extensión y/o modificación de cercos interiores y exteriores.
  + Extensión del sistema de canalizaciones generales (canaletas y cámaras).
  + Extensión, modificación y/o refuerzo de la malla de puesta a tierra subterránea y aérea existentes en el sector intervenido por el proyecto.

## CONSIDERACIONES GENERALES PARA EL DISEÑO ELÉCTRICO

### PARA TODAS LAS INSTALACIONES

* El diseño de las estructuras y fundaciones de las barras deberá considerar lo especificado en el documento “24\_266\_OC\_E03.06 Criterio de Diseño Civil”
* Se deberá considerar la verificación y/o modificación de la malla de puesta a tierra. Se debe realizar la conexión a tierra de las estructuras altas proyectadas.
* El diseño deberá considerar la verificación, modificación y/o construcción de las canalizaciones.
* Las canalizaciones deberán diseñarse considerando los porcentajes de ocupación adecuados en los ductos y/o bandejas o escalerillas portaconductores, en de acuerdo con lo establecido en el Pliego Técnico Normativo RIC Nº04 “Conductores, materiales y sistemas de canalización”.
* En general, los cables y conductores desnudos a utilizar deberán tener la sección y material adecuados desde el punto de vista técnico y económico, de manera de cumplir con los requerimientos exigidos en las normas nacionales e internacionales.
* Para la determinación de los cables desnudos a utilizar en el proyecto se utilizará la norma IEEE Std 738-2012., no se aceptarán aproximaciones por tablas de proveedores.
* El diseño y la elección de los componentes del proyecto deberán lograr una solución óptima desde los puntos de vista de calidad, rendimiento global, seguridad, costo de operación, facilidades de mantenimiento y otras metas propias de una buena ingeniería.
* El diseño y la elección de los equipos y materiales deberán considerar tecnologías modernas. No obstante, los equipos y materiales seleccionados deberán ser de confiabilidad comprobada de acuerdo con las normas citadas en estos Criterios de Diseño.
* En la selección de los equipos y materiales, se deberá procurar la uniformidad para funciones iguales o similares, tendiendo a un mínimo de repuestos necesarios.
* Los aisladores de anclaje y suspensión serán de vidrio templado

### DE LAS INSTALACIONES EN EL PATIO DE ALTA TENSIÓN

* El diseño de las modificaciones declaradas en el alcance de este proyecto deberá mantener o mejorar las características de los patios existentes en la subestación, en lo que respecta al equipamiento convencional.
* Las distancias eléctricas serán especificadas para 66kV.

### DE LAS INSTALACIONES DE CONTROL Y SERVICIOS AUXILIARES

* La subestación cuenta con servicios auxiliares los cuales deberán ser verificados para asegurar la futura incorporación de los tres (3) paños al patio de 66kV.
* La tensión de alimentación de los circuitos de control de la Subestación se considera en 125 [Vcc].
* La tensión de alimentación en corriente alterna será de 380 [Vac].
* La tensión de alimentación de los motores en los equipos primarios se considera en 125 [Vcc].

### DE LA OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

El contenido de las instrucciones de mantenimiento, el alcance de la capacitación y la determinación de las existencias de repuestos deberán hacer posibles las revisiones periódicas, las eventuales reparaciones y las ampliaciones de los sistemas de control y protecciones por parte de personal propio de la empresa, sin depender de especialistas de fábrica, salvo en casos excepcionales.

Los diseños deberán tomar en consideración, entre otros, los siguientes criterios:

* La subestación deberá estar diseñada para un servicio normal, adecuada para inspecciones y operaciones de mantenimiento.
* Todas las partes metálicas de los equipos deben estar conectados a tierra.
* Funcionalidad de cada elemento del equipo e instalaciones.
* Analisis técnico-económico de las alternativas para los suministros de equipos y materiales.
* Simplicidad, sin desmedro de la seguridad de servicio.
* Espacios necesarios alrededor de los equipos para ejecutar montajes y desmontajes en caso de reparaciones y mantenimientos.
* Acceso fácil a los equipos e instalaciones, tanto para su montaje como para su operación, reparación y mantenimiento.
* Seguridad, tanto para el personal como para el equipo y las instalaciones durante la construcción, el montaje, la operación, la reparación y el mantenimiento de los equipos y las instalaciones. Se deberán considerar bloqueos mecánicos para los equipos de poder, como candados en cajas de control.
* Seguridad para el personal, los equipos y las instalaciones contra siniestros, como inundaciones, movimientos sísmicos e incendios y para el desplazamiento de los medios de extinción.
* Seguridad para el personal frente a equipos, o partes de equipos energizados.
* Seguridad para el personal en caso de oscurecimiento involuntario, como fallas en los circuitos de alumbrado, fallas en los circuitos de servicios auxiliares, etc.
* Los requerimientos para alcanzar los términos de diseño (capacidad máxima, confiabilidad y disponibilidad).
* Las características del terreno (altitud, topografía, calidad del suelo, condiciones ambientales y sísmicas).
* Sistema de control con suficientes enclavamientos, para evitar errores de operaciones y capacidad para conectar servicios en forma rápida y segura.
* Diseño de sistemas de protecciones que actúen eficientemente ante una condición fuera de los ajustes normales.
* Sistema de información que permita visualizar y despejar rápidamente la zona afectada.
* Recopilación de antecedentes para realizar análisis de las condiciones de operación y de anomalías del sistema.
* Sistema de iluminación adecuado y provisión de enchufes de fuerza para el servicio, en todas las áreas.

## CONDICIONES DE SEGURIDAD Y MEDIO AMBIENTE

### EXIGENCIAS POR IMPACTOS AMBIENTALES

Como mínimo, se deberá cumplir con los requerimientos señalados en la Ley 19.300 de Medio Ambiente.

### CONDICIONES GENERALES DE SEGURIDAD

Todas las obras que deberán ser realizadas para la construcción de la ampliación de la subestación deberán cumplir con la normativa de seguridad nacional vigente. De ésta, se han derivado los siguientes requerimientos mínimos para una Subestación de alta tensión:

* Los aparatos que deban maniobrarse y los instrumentos que deban intervenirse en el curso de la explotación deberán estar dispuestos en lugares adecuadamente accesibles y sin peligro.
* Todo equipo importante deberá tener fácil acceso y poder ser colocado o retirado de su lugar sin dificultad ni daño.
* Si la misma instalación comprende varias tensiones diferentes o diferentes clases de corrientes, las partes de las instalaciones correspondientes o cada una de ellas deberán estar adecuadamente separadas, aisladas, identificadas y protegidas.
* Las instalaciones deberán estar subdivididas adecuadamente, ya sea para la puesta en servicio, u operación normal, de manera que, como consecuencia de posibles averías, de revisiones o de reparaciones, el servicio pueda ser mantenido en la mejor forma posible.
* Todo equipo dejado fuera de servicio deberá poder quedar a cubierto de toda energización mediante dispositivos apropiados visibles y con capacidad de bloqueo por medio de un candado, con enclavamientos de apertura mecánicos y visibles.
* Al diseñar las instalaciones se tendrá en cuenta las probables ampliaciones y la necesidad de mantener la explotación de la Obra durante los periodos de construcción, mediante un diseño flexible y seguro, con una implementación que minimice las perturbaciones de los equipos energizados, y con mínimos tiempos de desconexión.
* El perímetro de la subestación deberá estar cerrado mediante cierre tipo bulldog.
* Los accesos deberán mantenerse cerrados con llave.
* Los aparatos que deban maniobrarse y los instrumentos que deban intervenirse en el curso de la explotación deberán estar dispuestos en lugares adecuadamente accesibles y sin peligro.
* Todo equipo importante deberá tener fácil acceso y poder ser instalado o retirado de su lugar sin dificultad ni daño.
* Las partes de las instalaciones correspondientes distintos niveles de tensión deberán estar adecuadamente separadas, aisladas, identificadas y protegidas.

# CRITERIOS DE DISEÑO DE OBRAS ELÉCTRICAS

## BARRAS Y CABLES DESNUDOS

El conductor de las barras deberá ser de tipo flexible, aluminio o aleación de aluminio.

En el diseño de las barras deberá verificarse que se cumpla el valor del gradiente superficial máximo que indica el Anexo de Exigencias Mínimas de Diseño de Instalaciones de Transmisión.

El conductor de las barras deberá verificarse por capacidad de corriente permanente para el escenario de máxima transferencia que origine la mayor distribución de corrientes en los conductores de barra y por cortocircuito.

Los cables serán sujetos a los marcos de barra mediante conjuntos de anclaje adecuados para la sección y resistencia mecánica del conductor.

Todos los materiales deberán cumplir las características especificadas en un rango de temperatura de -10ºC a 80ºC.

En caso que el conductor de barra este compuesto por más de un conductor, se deberán considerar separadores adecuados para la sección y resistencia mecánica del conductor.

## DISTANCIAS ELÉCTRICAS



### DISTANCIAS ELÉCTRICAS MÍNIMAS

Las distancias eléctricas mininas que se deben considerar en la etapa de diseño del proyecto, entre partes energizadas y a su vez estas respecto a tierra, serán determinadas en base a la norma IEC 61936-1 y los Pliegos Técnicos Normativos (RPTD).

### DISTANCIAS MÍNIMAS PARA EL PERSONAL

La altura mínima desde el suelo hasta la base de los aisladores que soportan las partes vivas de los equipos no deberá ser inferior a 2500 [mm]. Esta altura es la comprendida entre el piso de gravilla y la zona más accesible del aislador de cualquier equipo.

### ALTURA DE LOS CONDUCTORES DE BARRAS SOBRE EL NIVEL DEL SUELO

La altura de los conductores de barra se debe calcular de acuerdo con el Pliego Técnico RPTD Nº7 “Franja y Distancia de Seguridad”, considerando a los conductores de barra como regiones poco transitables.

### DISTANCIAS DE ALCANCE DE UN OPERADOR

Las personas u operadores que realicen trabajos cerca de los conductores energizados no deben permitir que ninguna parte de sus cuerpos, ni ningún objeto o herramienta móvil que estén manipulando, quede más cerca que las distancias mínimas de seguridad en el área de trabajo, de acuerdo con lo indicado en el RPTD-N°10 Centrales de producción y Subestaciones.

## COORDINACIÓN DE LA AISLACIÓN

Los criterios de coordinación de la aislación de la subestación se verifican en la Memoria de cálculo de coordinación de aislación, considerando las solicitaciones a que estará sometida durante su servicio y de las condiciones meteorológicas y ambientales de la zona donde esté ubicada. Ésta debe ser suficiente para permitir una operación aceptable durante la vida útil de la subestación.

Las solicitaciones eléctricas a las que puede estar sometida la aislación de los conductores aéreos son las siguientes:

* Sobretensión de origen interno (transitorios por maniobras y por frecuencia industrial).
* Sobretensión de origen externo (descarga atmosférica).
* Solicitaciones producidas en condiciones de servicio normal (contaminación).

## CANALIZACIONES ELÉCTRICAS

El diseño de las canalizaciones de control y fuerza debe cumplir con lo indicado el Pliego Técnico Normativo RIC N°04 “Conductores, materiales y sistemas de canalización”.

El diseño del sistema completo de canalizaciones, vale decir, canaletas, bandejas, escalerillas, ductos, cajas de derivación, etc., se incluyen en el proyecto.

Se incluyen también dentro de las canalizaciones, las necesarias para el sistema de telecomunicaciones, de aplicar.

### DISEÑO GENERAL DE CANALIZACIONES

#### Canalizaciones Exteriores.

Se deberán tener las siguientes consideraciones

* El sistema de canaletas al exterior, como en los patios de alta tensión, llevará tapas de hormigón armado que deberán disponer de dos asas que permitan su fácil retiro y reposición.
* El diseño considerará que las canaletas con sus tapas no deberán sobresalir del nivel del terreno terminado.
* El acabado exterior de la tapa deberá ser antideslizante, cuando se prevea su uso como camino para peatones.
* Las canaletas deberán construirse de tal manera que tengan una pendiente que permita escurrir el agua en caso de que penetre al interior. En los puntos más bajos deberán considerarse drenajes.
* En las instalaciones a la intemperie o en recintos de ambiente húmedo, se deberá asegurar la impermeabilidad adecuada al tipo de cables a usar y contar con protección conveniente contra la oxidación.

Las canaletas se deben diseñar para canalizar por separado y en bandejas o escalerillas, los circuitos de control y los circuitos de fuerza, considerando además una reserva de un 30 % para cada caso. Esta reserva, que debe quedar libre, estará destinada a satisfacer las necesidades de eventuales modificaciones o complementos posteriores a la recepción final de las obras.

Las canalizaciones a la vista sólo podrán utilizarse en lugares en que no existe riesgo de daño mecánico.

Las canaletas podrán diseñarse considerando instalar una o más escalerillas o bandejas en su interior. Las bandejas y escalerillas, como los componentes menores, es decir, pernos, golillas, etc., deberán ser metálicas de acero galvanizado en caliente y cumplir con las normas ASTM A143 y A153. Las escalerillas y las bandejas metálicas deberán estar conectadas a tierra.

El diseño de las escalerillas deberá considerar a lo menos las siguientes distancias mínimas:

* Separación entre escalerillas (una sobre otra): 300 mm
* Separación en cruces de escalerillas: 300 mm
* Separación a tapas en canaletas: 100 mm
* Separación a techo en sala de control: 150 mm

Como criterio general, la transición de las canalizaciones subterráneas y las uniones a las cajas de equipos será por medio de ductos metálicos flexibles al aire conectados mediante coplas de acero galvanizadas. La derivación de cables desde las canaletas se hará a través de cualquier sistema de canalización normalizado y vigente en Chile.

Se utilizarán ductos rígidos de PVC Schedule 40 enterrados desde las cámaras de inspección y/o canaletas hasta la base de los equipos, los que a su vez se empalmarán mediante coplas de acero galvanizadas en caliente que cumplirán con la Norma ANSI C.80-1 Rigid Steel Conduit más terminal PVC a ductos metálicos flexibles.

El Diámetro del conduit será tal que se cumpla con lo establecido en el Pliego Técnico Normativo RIC Nº4 “Conductores, materiales y sistemas de canalización” (punto 7.16.1.14), considerando los siguientes porcentajes máximos de ocupación de la sección transversal de la tubería por los conductores:

* 1 conductor 50%
* 2 conductores 33%
* 3 o más conductores 33%

Los ductos entre cámaras de inspección serán de conduit de PVC Schedule 40.

#### Canaletas Interiores.

* En la Sala de Control se instalarán canalizaciones a la vista, utilizando como sistema principal, bandejas portaconductores de fondo perforado, de acero galvanizado en caliente, sin tapas, salvo donde sea requerido por motivos de protección mecánica a los conductores.
* Como sistema complementario se utilizarán cañerías de acero galvanizadas en caliente que cumplirán con la Norma ANSI C.80-1 Rigid Steel Conduit, y ductos metálicos flexibles, conectados mediante coplas de acero galvanizadas a los tableros o a los sistemas de bandejas portaconductores.

### CÁMARAS DE INSPECCIÓN.

Las cámaras de inspección, de aplicar, se usarán para facilitar el tendido y mantenimiento de las diversas canalizaciones subterráneas y permitir los empalmes de distintos tipos de ductos o bancos de ductos. Se ubicarán, aproximadamente, cada 30 m y además en aquellos puntos en que la diferencia de niveles del terreno es apreciable, en cambios de trazado y cuando la disposición de equipos lo exija.

Para el diseño de las cámaras de inspección se deberá considerar el radio de curvatura mínimo para los conductores canalizados a través de ella, según las recomendaciones de la norma NEMA WC 74 (ICEA S-93-639). Se deberá considerar también las especificaciones para los tres tipos de cámaras definidos en el Pliego Técnico Normativo RIC Nº04 “Conductores, materiales y sistemas de canalización”.

Los ductos o bancos de ductos exteriores se instalarán con pendiente hacia las cámaras, evitando así la posible entrada de agua en las instalaciones principales. A su vez, las cámaras contarán con un sistema de drenaje, adecuado a las características del terreno.

A los ductos que lleguen a las cámaras se les instalará boquillas adecuadas para proteger la aislación o cubierta de los cables.

### PUESTA A TIERRA DE LAS CANALIZACIONES

Todos los elementos metálicos integrantes de un sistema de canalización deberán conectarse a la malla de puesta a tierra.

## MALLA DE PUESTA A TIERRA.

### MALLA DE PUESTA A TIERRA SUBTERRÁNEA

Para el diseño de la malla de puesta a tierra, se deberá considerar el método de cálculo indicado en IEEE Std 80-2013 – “Guide for safety in ac substation grounding”, además se deberá realizar medida de resistividad del terreno utilizando el método Schlumberger en los terrenos de la zona donde se emplaza la subestación.

La implementación de la malla considera una ampliación y verificación de la malla de puesta a tierra existente asociada a la superficie de terreno requerido para el proyecto.

Todos los equipos se conectarán a la malla de puesta a tierra mediante termofusión, la casa de control deberá tener malla de puestas a tierra subterránea para la conexión de tableros, gabinetes de control, etc.

Las dimensiones de la malla y sus reticulados quedarán definidos en la memoria de cálculo, respectando en medida de lo posible, el reticulado existente en la subestación. Para el tendido de los conductores se aceptará ±0,20m de variación horizontal. La profundidad de la malla de puesta a tierra deberá quedar indicada en planos, memoria de cálculo y junto con el modelo de capas de resistividad del terreno.

La capa de grava extendida sobre el terreno estabilizado de la subestación corresponde a un elemento propio del diseño y no es un elemento decorativo; se usará como espesor máximo 20 cm y mínimo 10 cm, sin embargo, deberá verificarse el espesor de la capa existente en la subestación, y mantener las mismas características, de ser posible. Debe estar libre de contaminación. Solo se aceptará la capa superficial de gravilla, y la resistividad de ésta será seleccionada según lo contenido en IEEE Std 80-2013 – “Guide for safety in ac substation grounding” tabla N°7.

Para el tendido subterráneo del conductor de la malla, se construirán zanjas de un ancho equivalente al ancho normal de una pala y con su fondo aproximadamente a 60 cm de profundidad desde la superficie del terreno, indicados en los planos de malla puesta a tierra.

En los puntos donde se requiera doblar el conductor: (esquinas, cruces, derivaciones, etc.) Se respetará el radio mínimo de curvatura recomendado (esto es 10 a 20 veces el diámetro del conductor en referencia o de acuerdo con la recomendación del fabricante).

Se aplicará la primera capa de material harneado, para mejorar la resistencia eléctrica de contacto entre el material extraído (y luego repuesto) y el conductor tendido.

Las planchas de operador y plataformas del accionamiento de equipos eléctricos de maniobra deben estar conectadas sólidamente a la malla subterránea en dos puntos de estas planchas.

El conductor para esta malla de puesta a tierra base será de cobre y tendrá como sección mínima 4/0 AWG. Las derivaciones a equipos, gabinetes, cajas, etc., serán como mínimo con conductor Cu 2/0 AWG, salvo para los pararrayos que tendrán como mínimo un conductor Cu 4/0 AWG.

### MALLA DE PUESTA A TIERRA AÉREA

El Contratista será responsable del diseño, suministro, construcción de la construcción de la malla de puesta a tierra aérea para toda la instalación.

Para el diseño de la malla de puesta a tierra área, se deberá considerar el método de cálculo indicado en IEEE Std 998 – “Guide for Direct Lightning Stroke Shielding of Substations”.

## INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE BAJA TENSIÓN

### TENSIONES NORMALES

Las tensiones normales de servicio usadas en el proyecto serán las siguientes.

Tabla 3: Tensiones Nominales

| **TENSIÓN** | **VALOR** |
| --- | --- |
| Tensión principal | 220 Vac- 50 Hz |
| Tensión de SSAA de CA y Alumbrado | 380/220 Vac, 50 Hz |
| Tensión de SSAA de CC | 125 Vcc |

El dimensionamiento de los alimentadores de servicios auxiliares deberá respetar los siguientes valores en condiciones de carga:

* Variación de tensión a plena carga en puntos de conexión común: 3 %
* A plena carga en puntos de consumo: 5 %

### SISTEMAS PARA SERVICIOS AUXILIARES.

La subestación cuenta con servicios auxiliares los cuales deberán ser verificados para la capacidad de crecimiento proyectada para la barra. En caso de tener que ampliar y/o modificar los servicios auxiliares, estos deberán cumplir con lo indicado en el artículo 52 del Anexo Técnicos de Exigencias Mínimas para el Diseño de Instalaciones de Transmisión considerando lo siguiente como mínimo:

#### Diseño de los servicios auxiliares de corriente alterna

Para el diseño de los servicios auxiliares de corriente alterna se debe considerar lo siguiente:

* Fuente de abastecimiento:

Los servicios auxiliares de corriente alterna serán tomados desde la barra de 380-220Vca mediante un trasformador de distribución de 23/0.4-0.23kV con capacidad de soportar los consumos asociados a la subestación y la etapa de ampliación, el cual alimentara un Tablero de Transferencia de alimentadores y seguido del armario de SSAA, ubicado en la sala de control.

Se considera un grupo generador de emergencia que deberá ser dimensionado de acuerdo con las instalaciones proyectadas como respaldo local.

* Los tableros de distribución:

Los armarios de SSAA CA deberán contar con todos los elementos necesarios para alimentar los requerimientos de la subestación.

#### Diseño de los servicios auxiliares de corriente continua

Para el diseño de los servicios auxiliares de corriente continua se debe considerar lo siguiente:

* Fuente de abastecimiento:

Los servicios auxiliares de corriente continua serán tomados desde la barra de 125Vcc mediante dos cargadores de baterías alimentados desde la barra de circuitos esenciales de corriente alterna con sus bancos de baterías de respaldo, los cuales alimentarán un Tablero de Transferencia de cargadores y seguido el armario de SSAA, ubicado en la sala de control, con la capacidad necesaria para abastecer los consumos asociados a la ampliación declarada en este proyecto.

El banco de baterías y cargador de baterías deberán ser dimensionado de acuerdo con la memoria de cálculo respectiva.

* Los tableros de distribución:

Los armarios de SSAA CC deberán contar con todos los elementos necesarios para alimentar los requerimientos de la subestación.

## ALUMBRADO

### SISTEMA DE ALUMBRADO

El sistema de alumbrado será alimentado en 220 Vac, tomado desde el tablero de distribución de alumbrado.

En general, las luminarias para el alumbrado de patio de la subestación serán tipo outdoor, con refractor de vidrio y lámpara de alta densidad de descarga HPS.

La alimentación de las luminarias se ejecutará mediante cables flexibles con chaqueta resistente a la intemperie y muy especialmente a la luz solar y rayos UV. En caso de ser necesario, se incluirán prensaestopas adecuadas para sellar la entrada de los cables.

El alumbrado de las salas eléctricas será en base a equipos fluorescentes tipo industrial y deberá considerar, además, alumbrado de emergencia.

La ingeniería, el diseño, suministro y montaje del sistema de alumbrado de la subestación, se realizará ateniéndose a estas especificaciones y a los Pliegos Técnicos Normativos RIC Nº1 al Nº19.

## PROTECCIÓN ANTI-PÁJAROS (SI APLICA)

### ELEMENTOS ANTI-FALLAS SUBESTACIÓNES.

Debido a la circulación y existencia de aves como palomas, jotes, bandurrias o similares, se deberá considerar el uso de peinetas antipájaros con púas de a lo menos 30 cm de altura, en todos los marcos de la subestación.

En casos extremos, y sí así lo recomendare la evaluación ambiental, deberá evaluarse además la protección de conductores, protecciones rígidas o sistemas de ruido antipájaros.

En cualquier caso, el diseño de las estructuras o el largo de las peinetas debe impedir que se produzcan fallas por aves habituales de la zona.