CRITERIOS DE DISEÑO ELÉCTRICO SUBESTACIÓN

ÍNDICE

1. [OBJETIVO Y ALCANCE 5](#_bookmark0)
2. [NORMATIVA APLICABLE 5](#_bookmark1)
3. [CARACTERÍSTICAS GENERALES 6](#_bookmark2)
   1. [CONSIDERACIONES GENERALES PARA EL DISEÑO ELÉCTRICO 6](#_bookmark3)
      1. [PARA TODAS LAS INSTALACIONES 6](#_bookmark4)
      2. [DE LAS INSTALACIONES EN EL PATIO DE ALTA TENSIÓN 7](#_bookmark5)
      3. [DE LAS INSTALACIONES DE CONTROL Y SERVICIOS AUXILIARES 7](#_bookmark6)
      4. [DE LA OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO 8](#_bookmark7)
   2. [CONDICIONES DE SEGURIDAD Y MEDIO AMBIENTE 9](#_bookmark8)
      1. [EXIGENCIAS POR IMPACTOS AMBIENTALES 9](#_bookmark9)
      2. [CONDICIONES GENERALES DE SEGURIDAD 9](#_bookmark10)
4. [CRITERIOS DE DISEÑO DE OBRAS ELÉCTRICAS 10](#_bookmark11)
   1. [TRANSFORMADORES DE POTENCIAL DE 66 KV 10](#_bookmark12)
   2. [TRANSFORMADORES DE CORRIENTE DE 66 KV 10](#_bookmark13)
   3. [DESCONECTADORES TRIFÁSICOS 66 KV 11](#_bookmark14)
   4. [INTERRUPTORES DE PODER 66 KV 11](#_bookmark15)
   5. [AISLADORES DE PEDESTAL 66 KV 12](#_bookmark16)
   6. [DISTANCIAS ELÉCTRICAS 13](#_bookmark17)
      1. [DISTANCIAS ELÉCTRICAS MÍNIMAS 13](#_bookmark18)
      2. [DISTANCIAS MÍNIMAS PARA EL PERSONAL 13](#_bookmark19)
      3. [ALTURA DE LOS CONDUCTORES DE BARRAS SOBRE EL NIVEL DEL SUELO 13](#_bookmark20)
      4. [ALTURA DE REMATE EN SUBESTACIÓN 13](#_bookmark21)
      5. [DISTANCIAS DE ALCANCE DE UN OPERADOR 13](#_bookmark22)
   7. [COORDINACIÓN DE LA AISLACIÓN 13](#_bookmark23)
   8. [CONDUCTORES DE PAÑO 14](#_bookmark24)
   9. [GRADOS DE PROTECCIÓN 14](#_bookmark25)
   10. [CANALIZACIONES ELÉCTRICAS 14](#_bookmark26)
       1. [DISEÑO GENERAL DE CANALIZACIONES 14](#_bookmark27)
          1. [Canalizaciones Exteriores 14](#_bookmark28)
          2. [Canaletas Interiores 16](#_bookmark29)
       2. [CÁMARAS DE INSPECCIÓN 16](#_bookmark30)
       3. [PUESTA A TIERRA DE LAS CANALIZACIONES 16](#_bookmark31)
   11. [MALLA DE PUESTA A TIERRA. 17](#_bookmark32)
       1. [MALLA DE PUESTA A TIERRA SUBTERRÁNEA 17](#_bookmark33)
       2. [MALLA DE PUESTA A TIERRA AÉREA 18](#_bookmark34)
   12. [INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE BAJA TENSIÓN 18](#_bookmark35)
       1. [TENSIONES NORMALES 18](#_bookmark36)
       2. [SISTEMAS PARA SERVICIOS AUXILIARES 18](#_bookmark37)
          1. [Diseño de los servicios auxiliares de corriente alterna 18](#_bookmark38)
          2. [Diseño de los servicios auxiliares de corriente continua 19](#_bookmark39)
   13. [SISTEMAS DE CONTROL 19](#_bookmark40)
       1. [SISTEMA DE CONTROL ELÉCTRICO 19](#_bookmark41)
       2. [DISEÑO GENERAL DE LAS INSTALACIONES DE CONTROL LOCAL 19](#_bookmark42)
          1. [Redundancia de Circuitos y Equipos de Control 19](#_bookmark43)
          2. [Eliminación de Perturbaciones en los Circuitos 19](#_bookmark44)
          3. [Fuentes de Alimentación 20](#_bookmark45)
          4. [Independencia de los Circuitos de Control 20](#_bookmark46)
          5. [Previsiones para Alarmas y Señalizaciones 20](#_bookmark47)
          6. [Terminales de Prueba 21](#_bookmark48)
          7. [Bornes de Alimentación 21](#_bookmark49)
          8. [Conexión a Tierra de los Enrollados Secundarios 21](#_bookmark50)
          9. [Barras de Conexión a Tierra 21](#_bookmark51)
          10. [Aislación de los Circuitos 21](#_bookmark52)
          11. [Letreros para Identificación 22](#_bookmark53)
          12. [Enchufes y Calefacción de Armarios 22](#_bookmark54)
       3. [OBJETIVOS Y MODALIDADES DE CONTROL ELÉCTRICO 22](#_bookmark55)
       4. [FUNCIONES DEL CONTROL 23](#_bookmark56)
       5. [SUPERVISIÓN 23](#_bookmark57)
       6. [ENCLAVAMIENTOS 24](#_bookmark58)
   14. [CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LAS PROTECCIONES 24](#_bookmark59)
   15. [PROTECCIONES ELÉCTRICAS QUE EMPLEAR 24](#_bookmark60)
       1. [ESTUDIO DE PROTECCIONES 25](#_bookmark61)
          1. [Estudios de Verificación del Sistema de Protección 25](#_bookmark62)
          2. [Estudios de Coordinación y Ajuste de Protecciones 25](#_bookmark63)
       2. [SISTEMA DE PROTECCIONES 25](#_bookmark64)
          1. [Esquema de protección Local 25](#_bookmark65)
       3. [BLOCKS DE PRUEBAS 25](#_bookmark66)
   16. [ALUMBRADO 26](#_bookmark67)
       1. [SISTEMA DE ALUMBRADO 26](#_bookmark68)

# OBJETIVO Y ALCANCE

El presente documento tiene como objetivo establecer los criterios, requerimientos técnicos y las condiciones especiales que se deberán considerar para los diseños de las obras eléctricas asociadas para el desarrollo de Ingeniería de detalles.

# 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:

* INN Instituto Nacional de Normalización.
* ASTM American Society for Testing and Materials.
* SEC Superintendencia de Servicios Eléctricos y Combustibles Chile.
* NEC National Electrical Code.
* NESC National Electrical Safety Code.
* ANSI American National Standards Institute.
* IEC International Electrotechnical Commission.
* ICEA Insulated Cable Engineers Association.
* HSEC Programa HSEC del Proyecto.
* NFPA National Fire Protection Association.
* IEEE Institute of Electrical and Electronics Engineers.
* AISI American Iron and Steel Institute.
* ASME American Society of Mechanical Engineers.
* AWS American Welding Society.
* ISA Instrument Society of America.
* UL Underwriter's Laboratories.
* DIN Deutsche Industrie Norm.
* DIA Declaración Impacto Ambiental
* NEMA National Electrical Manufacturer´s Association.
* NCH Norma Chilena NCH4/2003
* NSEG Norma NSEG 5.71
* NTS y CS Norma Técnica de Seguridad y Calidad de Servicio”, Comisión Nacional de Energía (CNE), Gobierno de Chile
* Código del Trabajo, Gobierno de Chile.
* Requerimientos Operacionales, según los Reglamentos del CEN.

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

# CARACTERÍSTICAS GENERALES

## CONSIDERACIONES GENERALES PARA EL DISEÑO ELÉCTRICO

## PARA TODAS LAS INSTALACIONES

* El diseño de las estructuras y fundaciones de los equipos e instalaciones deberá considerar lo especificado en el documento Criterio de Diseño Civil
* El diseño deberá considerar la construcción de canalizaciones, la ampliación de la malla de puesta a tierra (si aplica) y la conexión a tierra de los equipos. Además de la construcción de sus fundaciones.
* 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 la NCh4.
* Las fundaciones y los anclajes de los equipos de maniobra de patio deben ser diseñados para soportar los requerimientos sísmicos en conformidad a las solicitaciones sísmicas establecidas en la ETG-1020 “Diseño Sísmico de ENDESA”.
* 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 aislados a utilizar en el proyecto, se debe considerar la norma IEC 60287 y para los cables desnudos la 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.
* Los aisladores de anclaje y suspensión serán del tipo poliméricos.

## DE LAS INSTALACIONES EN EL PATIO DE ALTA TENSIÓN

* La normalización del paño de línea a realizar en el patio de 66 kV, se diseñarán usando equipos de maniobra de alta tensión (AT) convencional AIS, instalados a la intemperie. Por otro lado, el proyecto propone la normalización del paño del lado de 66 kV del transformador T1 y T2, utilizando el equipamiento existente y un nuevo desconectador para conexión a la sección de barra pertinente respectivamente. Todos los equipos de los paños serán conectados de forma aérea a través de conductores según el tipo y sección indicada en la Memoria de cálculo conductores, barra, conexionado y cables aislados.
* El diseño de las modificaciones declaradas en el alcance de este proyecto deberá mantener la característica de patio abierto existente en la subestación, con equipamiento convencional. Los desconectadores a utilizar en 66 kV serán de operación a motor, a excepción de los declarados como existentes a reutilizar. Serán de montaje vertical sobre estructura fijada a fundación o losa según corresponda.
* Las distancias eléctricas y equipos del Patio (AT) serán especificados para 66 kV.

## DE LAS INSTALACIONES DE CONTROL Y SERVICIOS AUXILIARES

* El diseño debe considerar una Sala de Control que deberá tener las dimensiones adecuadas para albergar en su interior los equipos de protección, control y medida, asociados a la ampliación de la subestación declarada en el alcance de este proyecto.
* La alimentación de los servicios auxiliares de las instalaciones proyectadas se realizará mediante un transformador dedicado para estos fines, conectado desde la barra de media tensión para alimentar los consumos en 380 – 220 Vac, El transformador de SSAA se dimensionará considerando solo los consumos de los equipos e instalaciones de este proyecto.
* La tensión de alimentación de los circuitos de control de la Subestación se considera en 125 [Vcc], mediante un banco de baterías y dos cargadores de baterías, dimensionados adecuadamente para los consumos declarados, e incluidos dentro de la sala de control proyectada.
* 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 deberá 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.
* Análisis 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 del patio de alta tensión de la subestación deberá estar cerrado mediante cierre Acmafor.
* 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

## TRANSFORMADORES DE POTENCIAL DE 66 KV

Los Transformadores de potencial (TTPP) serán tipo inductivo, monopolares, multirelación, del tipo intemperie, aislados en aceite, para operar en el sistema eléctrico y con las condiciones ambientales del proyecto. Se instalarán según indique el diagrama unilineal y de disposición de equipos

Los núcleos para las medidas serán clase 02. IEC ó 0.3 ANSI y los núcleos para protección serán clase 3P de 10 VA. Las razones serán adecuadas para los niveles de carga y cortocircuito correspondientes.

Los terminales secundarios, se alambrarán hasta una caja resumen, donde se agruparán los conductores correspondientes a cada circuito y desde esta caja de resumen, por circuitos independientes, se alambrará hasta su punto de destino en el armario de Interconexión y los paneles de control y protecciones.

Se tenderá un cable multiconductor independiente por cada circuito de potencial, de una sección mínima 10 AWG, la cual podrá ser incrementada si las condiciones de carga (burden), según se requiera.

La caja de resumen de corrientes tendrá un grado de protección indicado en las especificaciones técnicas correspondientes, y los conductores entre los TTPP y la caja, tendrán una sección mínima del 10 AWG.

Cada circuito secundario se pondrá a tierra solo en un punto, de preferencia en la caja resumen instaladas en el patio.

## TRANSFORMADORES DE CORRIENTE DE 66 KV

Se instalarán juegos de tres (3) transformadores de corriente (TTCC) para protección y/o medida, serán instalados según indique el diagrama unilineal y de disposición de equipos y estarán constituidos por tres unidades monopolares, multirelación, del tipo intemperie,

aislados en aceite, con núcleos independientes para protección y medida, para operar en el sistema eléctrico y con las condiciones ambientales del proyecto.

Los núcleos para facturación o medida serán clase 0.2 IEC o 0.3 ANSI y los núcleos para protección serán clase 5P20 con corriente nominal secundaría de 1 A. Las razones serán las adecuadas a los niveles de carga y cortocircuito correspondientes.

Los terminales secundarios de los enrollados correspondientes a cada núcleo de las unidades monopolares, se alambrará hasta una caja resumen, donde se agruparán los conductores correspondientes a cada circuito y desde esta caja de resumen, por circuitos independientes, se alambrará hasta su punto de destino en el armario de Interconexión y los paneles de control y protecciones.

Para los TTCC se tenderá un cable independiente por cada circuito de corriente, de una sección mínima del 10 AWG, la cual podrá ser incrementada si las condiciones de carga (burden) así lo requieren. El cable para los circuitos de corriente será apantallado.

La caja de resumen de corrientes tendrá un grado de protección indicado en las especificaciones técnicas correspondientes, con regletas cortocircuitables y seccionables. Los conductores entre los TTCC y la caja tendrán una sección mínima 10 AWG.

Cada circuito secundario se pondrá a tierra solo en un punto, de preferencia en la caja resumen instaladas en el patio.

Los núcleos de reserva se dejarán cortocircuitados en la caja de resumen.

## DESCONECTADORES TRIFÁSICOS 66 KV

Los desconectadores de 66 kV serán del tipo intemperie, de operación motor, con excepción de los declarados como existentes en la subestación, montados verticalmente en las estructuras diseñadas para tales fines, y fijados a una fundación o losa según corresponda.

El accionamiento motorizado de cada desconectador será en 125 Vcc y estará eléctricamente enclavado para evitar su funcionamiento con el interruptor cerrado.

Los desconectadores poseerán comando local, ubicado en un gabinete local del desconectador y accionamiento remoto desde los armarios de control.

La puesta a tierra será motorizada y dispondrá solo de comando local, incorporando todos los bloqueos necesarios y pertinentes para el no cierre de la puesta a tierra cuando el desconectador esté cerrado.

## INTERRUPTORES DE PODER 66 KV

Los interruptores serán del tipo intemperie, adecuados para operar en el sistema eléctrico y con las condiciones ambientales del proyecto.

Los interruptores de poder serán en SF6, para el nivel de 66 kV tripolares, serán en vacío tripolares, con doble bobina de apertura, del tipo columna, con sistema de accionamiento motor-resorte. El sistema de control y el motor de carga de los resortes serán de alimentación en 125 Vcc y los calefactores de sus gabinetes de control se alimentarán en 220 VCA.

El sistema de control será de 125 Vcc, el motor de carga del resorte del interruptor será de alimentación en 125 Vcc y los calefactores serán en 220 [Vac].

Tanto la orden de apertura manual como la orden de apertura por protecciones se darán simultáneamente a las dos bobinas de apertura. La alimentación de cada bobina de apertura provendrá de circuitos de corriente continua distintos e independientes.

Tanto la apertura manual como la apertura por protecciones se darán simultáneamente a las dos bobinas de apertura y se considerarán las facilidades para la reconexión monopolar y tripolar correspondientes. Las bobinas de apertura de cada interruptor deberán poseer circuitos independientes de alimentación.

Para los interruptores de 66 kV deberán poseer un (1) circuito de discordancia de polos que actúe sobre ambas bobinas mediante un relé de discrepancia de fases.

Se considerará enclavamientos entre interruptores y desconectadores asociados, para efectuar la apertura automática del interruptor cuando se intente accionar el desconectador, estando el interruptor cerrado, para asegurar así, la apertura o cierre del desconectador sin carga.

Los interruptores tendrán comando local, ubicado en un gabinete de comando local y comando remoto desde el tablero de control y protecciones ubicado en la Sala de Control. Se dispondrá de un selector local/remoto en el gabinete de comando local del interruptor, para seleccionar estas alternativas.

Todos los contactos para control, señalización y alarmas del interruptor se alambrarán hasta el Armario de interconexión y los gabinetes de Control y protecciones asociados. Los cables de interconexión entre los gabinetes de control local con los armarios de la Sala de control deberán disponer de reservas para futuros usos.

## AISLADORES DE PEDESTAL 66 KV

En general deben cumplir con lo siguiente:

Los aisladores serán instalados según indique la disposición de equipos, y serán del tipo “Solid Core Station Post”, adecuados para operar en el sistema eléctrico y con las condiciones ambientales del proyecto, cumpliendo con la distancia de fuga mínima especificada en la Memoria de cálculo de distancias eléctricas y determinación de aislación.

## 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 las normas IEC 60071-1 y 60071-2, según la Memoria de cálculo de distancias eléctricas y determinación de aislación para la tensión nominal de operación de 66.

## 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 3200 [mm para 66 kV.

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 la Norma NSEG 5 E.n. 7, “Reglamento de Instalaciones Eléctricas de Corrientes Fuertes” considerando a los conductores de barra como categoría C, instalados en regiones poco transitables.

## ALTURA DE REMATE EN SUBESTACIÓN

La altura de los conductores de barra se debe calcular de acuerdo con la Norma NSEG 5 E.n. 7, “Reglamento de Instalaciones Eléctricas de Corrientes Fuertes” considerando a los conductores de barra como categoría C, instalados en regiones 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 la Norma National Electrical Code del ANSI C2-1990, sección 234 F4.

## 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).

## CONDUCTORES DE PAÑO

Para el cálculo de los conductores de cada paño se deberá considerar lo siguiente:

* Límite Térmico: Para este análisis, la temperatura del conductor no será superior a 75 C en régimen permanente. La corriente máxima admisible se calculará con un viento de 0,61 m/s (2 pie/s), efecto de sol de 0,1 W/cm², factor de emisividad de 0,5, absorción solar de 0,5 y una temperatura ambiente máxima de 35C con sol.
* Se podrán emplear conductores de aleación de aluminio (AAAC) para las conexiones entre los equipos e instalaciones en el patio de 66 kV.
* El diámetro mínimo de los alambres de aluminio o de aleación de aluminio deberá ser mayor que 3,0 mm.
* Para las barras de MT se considera la implementación de un tubo EHPS.
* Para los alimentadores de MT se considera la utilización de conductor de cobre.
* Para los paños Transformador de MT se considera la utilización de conductor de cobre.

Los cálculos correspondientes para cada conductor quedan definidos en la Memoria de cálculo conductores, barra, conexionado y cables aislados.

## GRADOS DE PROTECCIÓN

El grado de protección de los tableros y gabinetes deberá ser, como mínimo IP 54 según Norma IEC o 4X según estándar NEMA.

## CANALIZACIONES ELÉCTRICAS

El diseño de las canalizaciones de control y fuerza debe cumplir con lo indicado en la Norma NCH Elec. 4/2003 Instalaciones de consumo en baja tensión.

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): 400 mm
        + Separación en cruces de escalerillas: 200 mm
        + Separación al techo o equivalente: 600 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 la norma chilena NCH. Elec. 4/2003 (punto 8.2.11.5), considerando los siguientes porcentajes máximos de ocupación de la sección transversal de la tubería por los conductores:

* + - * + 1 conductor 50%
        + 2 conductores 31%
        + 3 o más conductors 35%

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 la norma NCH ELEC. 4/2003 "Electricidad. Instalaciones de Consumo en Baja Tensión".

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 80-2000 – “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 15 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 con una resistividad de 3.000 ohm-m.

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

No Aplica

## INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE BAJA TENSIÓN

## TENSIONES NORMALES

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

Tabla 1: 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.

El proyecto considera un solo armario de servicios auxiliares el cual albergará los servicios auxiliares de corriente alterna y continua.

### 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 media tensión mediante un trasformador de distribución de 23 kV /0,40 kV con una capacidad de soportar los consumos asociados a la etapa de ampliación de la subestación, el cual alimentará la barra corriente alterna, ubicada en el tablero correspondiente a los SSAA ubicado en la sala de control proyectada.

Para el respaldo de energía de los consumos esenciales asociados a los servicios auxiliares, se considera la instalación de un grupo de emergencia móvil trifásico de la potencia requerida de acuerdo con los consumos de los equipos.

El transformador y el grupo de emergencia serán dimensionados en el documento Memoria de cálculo estimación de SSAA proyectados.

### 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 abastecidos mediante un cargador de baterías alimentado desde la barra de circuitos esenciales de corriente alterna, además de la conexión de un banco de baterías también a la barra de corriente continua de 125 Vcc, ubicada en el tablero correspondiente a los SSAA ubicado en la sala de control de subestación con la capacidad necesaria para abastecer los consumos asociados a la ampliación declarada en este proyecto.

El banco de baterías y el cargador de baterías son dimensionados en el documento Memoria de cálculo estimación de SSAA proyectados

## SISTEMAS DE CONTROL

Se indica a continuación los criterios que se deberá aplicar en los diseños de los sistemas de control para la Subestación.

## SISTEMA DE CONTROL ELÉCTRICO

Se deberá realizar el diseño del sistema de control eléctrico para la subestación, considerando que las instalaciones son desasistidas, controladas y monitoreadas desde el Centro de Operación Remoto del Propietario.

## DISEÑO GENERAL DE LAS INSTALACIONES DE CONTROL LOCAL

Las instalaciones del sistema de control local deberán cumplir con las siguientes especificaciones generales de diseño.

### Redundancia de Circuitos y Equipos de Control

Se deberá incorporar, en los casos que corresponda, el uso de la redundancia en el diseño de los circuitos de alimentación de los equipos de control, a fin de resguardar al máximo la seguridad de las instalaciones e incrementar la confiabilidad de los sistemas de control.

### Eliminación de Perturbaciones en los Circuitos

Se deberá estudiar exhaustivamente y adoptar medidas y soluciones para evitar toda interferencia producida por acoplamiento galvánico, capacitivo o inductivo, que pueda afectar la seguridad de las instalaciones de control y de comunicaciones de la subestación.

Lo anterior deberá complementarse con el uso de cables apantallados. La cubierta metálica (pantalla) de los cables deberá conectarse a la malla de puesta a tierra en uno de sus extremos y en lo posible en los tableros de control y protecciones.

### Fuentes de Alimentación

El diseño de la alimentación a los equipos deberá ser tal que siempre sea posible la operación normal de los sistemas de protecciones y la apertura de los interruptores de poder.

Se deberá considerar todos los equipos intermedios que sean necesarios para asegurar la alimentación permanente de los equipos cuya tensión de alimentación sea diferente a la indicada en este documento. En consecuencia, se deberá estudiar y determinar todos los inversores y los convertidores que sean necesarios y normalizados para transformar la corriente continua en corriente alterna y en continua de otras tensiones, respectivamente, y otras interfaces necesarias, aunque dichos equipos no estén detallados expresamente.

Los equipos de alimentación que precise el diseño deberán ser de tipo estático, basados en semiconductores, con reserva mínima de potencia de un 25% sobre el consumo máximo y no deberán producir perturbaciones nocivas en los circuitos de control y comunicaciones de la Subestación.

Todos los equipos de control deberán operar satisfactoriamente dentro de los rangos de variación aceptables para las redes de servicios auxiliares, esto es, 125 Vcc +10% –15% y 380- 220 Vac ±10%.

### Independencia de los Circuitos de Control

Los circuitos de control serán independientes y deberán estar protegidos convenientemente para evitar que una falla o cortocircuito afecte a otro circuito.

Cada uno de los circuitos de control estará protegido independientemente por interruptores automáticos de dos polos, de capacidades adecuadas de conducción y ruptura. Los interruptores automáticos deberán tener los valores de régimen nominal claramente indicados en un lugar visible. Cada interruptor automático estará provisto de contactos auxiliares para señalizar la apertura, tanto por falla como por acción manual. En caso de que esto no sea posible, en el circuito protegido se deberá instalar un relé de tensión cero para dar la alarma de falta de tensión.

### Previsiones para Alarmas y Señalizaciones

Se deberá considerar que todas las alarmas y eventos locales serán transmitidos hacia el control centralizado y remoto.

Las señalizaciones de posición del interruptor, desconectadores y en general de todos aquellos equipos importantes, deberán ser informadas mediante estados dobles (un contacto abierto y

un contacto cerrado). El resto de las señalizaciones se informarán como estado simple (un contacto).

### Terminales de Prueba

Todos los circuitos secundarios de Transformador de medida asociados a las protecciones, al control y a las medidas, estarán provistos de terminales de prueba. Estos terminales permitirán efectuar la calibración de instrumentos y relés de protección en el terreno, además de realizar bloqueos en la acción de protecciones sin necesidad de abrir o cortocircuitar otras conexiones.

Del mismo modo, las señales de desenganche y órdenes relevantes deberán pasar también a través de terminales de prueba. Los terminales de prueba se montarán en lugares de fácil acceso.

### Bornes de Alimentación

En la parte posterior de cada conjunto de armarios de control se deberán montar seis (6) bornes de alimentación: dos energizados desde el sistema de corriente continua en 125 Vcc y cuatro conectados al sistema de corriente alterna con neutro en 380 Vac 50 Hz.

Desde estos bornes se obtendrá alimentación para los equipos de prueba y calibración que utilice el personal de mantenimiento.

Estos bornes estarán alimentados a través de interruptores automáticos dispuestos en circuitos exclusivos para ellos. Deberán estar adecuadamente aislados y ubicados de manera de evitar contactos accidentales de las personas.

### Conexión a Tierra de los Enrollados Secundarios

Los enrollados secundarios de los Transformador de medida se deberán conectar a tierra en un solo terminal y en un solo punto. Esta conexión se efectuará desde las regletas de terminales de las cajas de resumen ubicadas en patio.

### Barras de Conexión a Tierra

Todos los armarios de control estarán provistos de una barra de conexión a la malla de puesta a tierra. Estas barras estarán conectadas directamente a la malla de puesta a tierra y deberán asegurar una conexión adecuada de todas las estructuras metálicas en que se monten los equipos y los cables de control.

### Aislación de los Circuitos

Los circuitos de control deberán tener una aislación clase 600 V, corriente alterna y deberán resistir las pruebas de 1000 V a 50 Hz durante un minuto.

### Letreros para Identificación

Cada armario de control deberá llevar en su parte superior un letrero o etiqueta que lo identifique, escrita en español y de calidad y tipo uniforme para todos los equipos suministrados.

Además, cada uno de los equipos de control deberá tener una etiqueta escrita en español que lo defina en cuanto a su función y una nomenclatura que permita individualizarlo de acuerdo con los planos eléctricos. Una vez que esté definida la disposición de los equipos y se conozca su función, se entregará una nómina en español con las leyendas de las etiquetas.

### Enchufes y Calefacción de Armarios

Cada uno de los armarios estará equipado con un enchufe de 220 Vac, 50 Hz, 10 A de acuerdo con norma chilena, y un calefactor controlado por termostato. El circuito de enchufes y calefacción de cada armario deberá estar adecuadamente protegido por un interruptor automático, ubicado en el mismo armario.

## OBJETIVOS Y MODALIDADES DE CONTROL ELÉCTRICO

El objetivo básico de los sistemas de control será comandar y supervisar el funcionamiento de todas las instalaciones de forma eficiente y segura.

El sistema de control local será de tipo numérico. Se debe adaptar todo el diseño a este requerimiento.

El sistema de control deberá tener 4 niveles:

* Control Local Inmediato (Desde el equipo).
* Control Local (desde armario del control del paño).
* Control Local Centralizado (concentrador de datos, Casa de Control).
* Telecontrol (Desde posición remota).

El Control Local Inmediato reside en las cajas de control individuales que son propias de los equipos de maniobra (desconectadores, equipos compactos e interruptores).

Corresponde al nivel local (controladores de bahía). Este nivel estará conformado por todos los controladores de paño. Estos dispositivos son los destinados a controlar los equipos primarios de alta tensión 66 kV.

El Control Local Centralizado, se ubicará en la caseta de control. Desde este lugar se podrá emitir mandos que inicien secuencias automáticas y mandos directos sobre los equipos individuales y se deberá disponer de todas las alarmas, señalizaciones, eventos, medidas y registros. Se usará este control durante puestas en servicio y eventualmente en faenas de mantenimiento o pruebas

Mediante el Telecontrol se hará el control habitual de las instalaciones, desde donde se podrá supervisar y tele controlar la instalación desde una posición remota Centro de Operación Remoto. Con este nivel de control se podrán controlar equipos en forma individual, se tendrá información de estados, alarmas y medidas. Este control se usará en emergencias durante puestas en servicio y eventualmente en faenas de mantenimiento o pruebas, cuando no esté disponible el Control Local Centralizado.

El sistema de control será de tipo distribuido y numérico con unidades de control independientes por paño. Las unidades de control, junto con las unidades de protección, se conectarán entre sí mediante redes de comunicaciones interpaños redundantes, a través de protocolos de comunicación normalizado, de preferencia la norma IEC 61850. El Gateway deberá convertir a DNP 3.0 hacia el sistema SCADA. El sistema deberá permitir la conexión con el Centro de Operación Remoto, el que podrá ejecutar funciones de supervisión y mando de las instalaciones. Además, debe disponer de interfaz de comunicación con terceros para el cumplimiento de normas nacionales.

## FUNCIONES DEL CONTROL

Las funciones de control deberán considerar:

* Confirmación de los comandos por parte de los operadores.
* Las instalaciones podrán ser operadas desde cada nivel de control, pero siempre desde un nivel a la vez.
* Prohibir la doble operación de equipos; por ejemplo, dos cierres de un interruptor.
* Bloqueo y desbloqueo de equipos de maniobra protegido por password.
* Habilitar y deshabilitar la función de reconexión automática.

## SUPERVISIÓN

El estado de cada equipo de maniobra deberá ser supervisado constantemente. Cada cambio detectado se deberá reflejar inmediatamente en la pantalla de operación y en la lista de eventos. Se deberá emitir una alarma cuando un cambio de estado no es producido por un comando.

* Se deberá realizar la supervisión de los servicios auxiliares de la subestación.
* Para cumplir con lo anterior, el sistema deberá:
* Adquirir los datos desde el campo y almacenarlos en la base de datos del nuevo sistema, estampando el tiempo de ocurrencia de cada evento.
* Ser capaz de adquirir y procesar aquellas alarmas fugaces o transitorias.
* Validar los datos y marcar aquellos que no estén correctos y aquellos que se encuentren en estado de alarma.
* Marcar todos aquellos puntos que tienen algún tipo de entrada manual.
* Convertir las medidas analógicas en valores digitales.
* Comparar los valores medidos con los límites de operación y marcar aquellos puntos que sobrepasen algún límite.

La base de datos mencionada deberá tener una estructura que permita su ampliación futura sin que se produzcan desórdenes entre sus funciones.

## ENCLAVAMIENTOS

Las funciones de enclavamientos garantizarán la correcta operación de cada uno de los equipos de maniobras.

Esta función se encontrará distribuida en cada una de las unidades de control de los paños, de tal forma que la falla de una unidad de control bloquee únicamente la operación de ese paño y no interfiera con la correcta operación del resto de la instalación.

## CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LAS PROTECCIONES

Las protecciones serán del tipo digital, programables en el panel y alternativamente desde un computador personal, para lo cual se deberán entregar los programas correspondientes en formato digital además de traspasar las licencias de uso, manuales, etc. Asimismo, las protecciones deberán almacenar los últimos eventos con sus principales características para ser consultadas tanto por pantalla como por un computador personal, para lo cual se deberán entregar los programas correspondientes.

Las protecciones tendrán una puerta serial para comunicación en línea con el sistema de control.

Las protecciones deberán tener sistema de sincronización vía GPS y lectura remota vía TCP/IP.

## PROTECCIONES ELÉCTRICAS QUE EMPLEAR

Fuera de las protecciones propias del transformador, se deberán considerar las siguientes protecciones eléctricas:

* Relé de sobrecorriente para las barras.
* Protección diferencial de barra.
* Relé diferencial de línea en sistema 1 y 2, con funciones de distancia.

En casos particulares de alimentación en AT desde otras empresas de transmisión, se deberán habilitar esquemas de protecciones que permitan asegurar un adecuado despeje de corrientes de cortocircuito desde y hacia instalaciones de esas empresas, tanto en caso de fallas en las instalaciones como de la que entrega el suministro.

Dependiendo de las exigencias de esas empresas suministradoras, las líneas de AT podrán tener sistemas de protección de distancia multifunción redundantes. Adicionalmente ambas protecciones tendrán habilitadas sus unidades de sobrecorriente como protecciones de respaldo y respaldo redundante respectivamente.

En otros casos de las líneas muy cortas, se considerará usar Protección Diferencial de Línea, la que deberá incluir el enlace de comunicaciones en los extremos de la línea.

## ESTUDIO DE PROTECCIONES

A continuación, se presentan los estudios y características mínimas que deberán cumplir las protecciones que se instalarán en la Subestación.

### Estudios de Verificación del Sistema de Protección

Estudios para verificar que los sistemas de protección definidos son suficientes y adecuados para proteger las instalaciones y líneas. Además, se deberá determinar los márgenes de ajuste de los diferentes elementos que forman los sistemas de protección, y demostrar que esos márgenes permiten una correcta protección de todos los elementos involucrados en el sistema de potencia.

Estos estudios se deberán efectuar de acuerdo con los criterios normales del Coordinador Eléctrico Nacional (CEN), considerando las instalaciones existentes en el Sistema Eléctrico Nacional Chileno (SEN).

### Estudios de Coordinación y Ajuste de Protecciones

Estudios para determinar los valores de ajuste de los diferentes elementos de los equipos de protección, para su puesta en servicio y correcta operación posterior, así como para las condiciones de prueba de las instalaciones. Estos estudios se deberán efectuar de acuerdo con los criterios normales que informe el CEN, considerando las instalaciones existentes en el SEN.

## SISTEMA DE PROTECCIONES

El diseño de las protecciones eléctricas de los equipos e instalaciones deberá asegurar la correcta operación de los esquemas de protecciones, para los niveles de cortocircuito mínimo y máximo previstos.

El sistema de protecciones deberá cumplir con lo estipulado en la Norma Técnica de Seguridad y Calidad de Servicio (NTSyCS).

El sistema de protecciones deberá asegurar el despeje de la falla con el mínimo de perturbación en el sistema y/o las instalaciones no falladas.

### Esquema de protección Local

Se debe considerar que cada protección deberá contar con la función 50BF tanto para paños de línea como para la protección diferencial de barras.

## BLOCKS DE PRUEBAS

Se deberán considerar blocks de prueba para los medidores de facturación del paño de transformador, y para los paños de salida de alimentadores.

Cada una de las protecciones incluirá un block de pruebas para su mantención y verificación.

## 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 las Normas Chilenas NCh Elec. 4/2003 “Electricidad Instalaciones de Consumo en Baja Tensión".