



CLIENTE: AES ANDES

**PROYECTO: OBRA DE AMPLIACIÓN SUBESTACIÓN SANTA CLARA
220 kV**

TÍTULO: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

DOCUMENTO: 25SSC-SE-AP-ET-001-0

VERSIÓN	FECHA	TBA CONSULTING			CLIENTE	DESCRIPCIÓN
		PREPARÓ	REVISÓ	APROBÓ	APROBÓ	
A	04/07/2025	ING	MAR/EBM	EBM		Avance para comentarios y observaciones de AES
B	17/07/2025	ING	MAR/EBM	EBM		Para revisión
C	08/09/2025	ING	MAR/EBM	EBM		Avance
0	26/09/2025	ING	MAR/EBM	EBM		Para uso

CONTENIDO

1	Alcance	8
2	Normas Aplicables.....	8
3	Subestación Santa Clara 220 kV	9
3.1	Aspectos Generales	9
3.2	Ubicación y Configuración	9
3.3	Plataforma	10
3.4	Cercos Perimetrales.....	10
3.4.1	Subestación	10
3.4.2	Patio 220 kV	10
3.5	Caminos	10
3.6	Barras De 220 kV	11
3.6.1	Barras B1 y B2	11
3.6.2	Cable Conductor	11
3.6.3	Marcos De Barra.....	12
3.6.4	Transformadores De Potencial Para Control Y Protecciones	12
3.6.5	Protección Diferencia De Barra	13
3.7	Malla De Puesta A Tierra Y Aérea De Apantallamiento.....	13
3.8	Servicios Auxiliares	13
3.8.1	Alimentación SSAA CA.....	13
3.8.2	Alimentación SSAA CC.....	13
3.8.3	Consumos CA.....	14
3.8.4	Consumos CC.....	14
3.9	Casa De Servicio Generales	14
4	Ampliación Subestación Santa Clara 220 kV	15
4.1	Aspecto Generales.....	15
4.2	Ubicación Y Dimensiones De La Ampliación.....	16
5	Condiciones Generales Para El Diseño	16
5.1	Aspectos Generales	16
5.2	Condiciones Ambientales En El SITIO	16
5.3	Parámetros Eléctricos.....	17
5.3.1	Parámetros Sistema Eléctrico De Potencia	17
5.3.2	Servicios Auxiliares De CA y CC Subestación	17
5.4	Diseño Sísmico.....	17

5.5	Condiciones Del Terreno	17
5.6	Estudios Eléctricos Y De Protecciones	17
5.6.1	Estudios Sistemas de Protección	18
5.7	Diseño De La Ampliación De La Plataforma De La Subestación	19
5.7.1	Aspectos Generales	19
5.7.2	Nomas	20
5.7.3	Proyecto De Movimiento De Tierras	20
5.7.4	Características Del Material De Relleno	20
5.7.5	Diseño Sistema De Drenaje	21
5.8	Diseño De Caminos	21
5.8.1	Normas Aplicables	21
5.8.2	Diseño	22
5.8.3	Planos y Documentos	22
5.9	Diseño De Canaletas, Cámaras y Ductos	22
5.9.1	Aspectos Generales	22
5.9.2	Condiciones Para El Diseño	23
5.9.3	Planos y documentos	24
5.10	Diseño Malla De Puesta A Tierra	24
5.10.1	Aspectos Generales	24
5.10.2	Normas Aplicables	24
5.10.3	Diseño	24
5.10.4	Medición De La Resistencia De Puesta A Tierra De La Malla	26
5.10.5	Planos Y Documentos	26
5.11	Diseño Marcos De Barra	27
5.11.1	Normas	27
5.11.2	Cálculo De Los Esfuerzos Internos	28
5.11.3	Diseño Sísmico	28
5.11.4	Planos Y Documentos	28
5.12	Diseño De Fundaciones Marcos De Barra	28
5.12.1	Normas	28
5.12.2	Materiales	28
5.12.3	Requisitos Geométricos	28
5.12.4	Solicitaciones	29
5.12.5	Diseño Geotécnico	29
5.12.6	Diseño del Hormigón Armado	29
5.12.7	Anclaje A La Fundación	30
5.12.8	Planos Y Documentos	30
5.13	Diseño Malla Aérea De Apantallamiento Contra Descargas Atmosféricas	30

5.13.1	Normas Aplicables.....	30
5.13.2	Diseño	30
5.13.3	Planos y documentos	30
5.14	Diseño Servicios Auxiliares	31
5.14.1	Condiciones De Diseño.....	31
5.15	Diseño Sistema De Alumbrado Exterior Y Enchufes.....	32
5.15.1	Normas Aplicables.....	32
5.15.2	Aspectos Generales.....	32
5.15.3	Nivel de Iluminación.....	32
5.15.4	Condiciones De Medición	33
5.15.5	Uniformidad	33
5.15.6	Disposición De Las Luminarias	33
5.15.7	Luminarias	33
5.15.8	Postes Para Luminarias	33
5.15.9	Fuentes De Alimentación Del Alumbrado.....	34
5.15.10	Canalizaciones.....	34
5.15.11	Planos Y Documentos	34
5.16	Diseño Sistema De Detección De Intrusión	35
5.16.1	Planos Y Documentos.....	35
5.17	Diseño Sistema De Video Vigilancia	36
5.17.1	Planos Y Documentos.....	36
5.18	Diseño Sistema De Protecciones	36
5.18.1	Otros Aspectos Para El Diseño	37
5.18.2	Planos E Información Técnica	37
5.19	Documentación De Respaldo Del Diseño	38
5.19.1	Aspectos Generales.....	38
5.19.2	Planos Y Documentos Del Proyecto	38
5.19.3	Aceptación Del Diseño E Ingeniería	39
6	Suministros.....	39
6.1	Aspectos Generales	39
6.1.1	Alcance Y Condiciones.....	39
6.1.2	Programación	40
6.1.3	Planos Y Documentos Técnicos Del Suministro	40
6.1.4	Control De Calidad	40
6.1.5	Condiciones Para Las Maderas De Los Embalajes.....	40
6.1.6	Entrega De Protocolos De Prueba	41
6.2	Malla De Puesta A Tierra	41

6.2.1	Alcance	41
6.2.2	Normas	41
6.2.3	Fabricantes	42
6.2.4	Suministro De Conductores	42
6.2.5	Suministro De Elementos Para Unión Por Termofusión	43
6.2.6	Pruebas En Fábrica De Los Conductores	44
6.3	Estructuras Marcos De Barra	45
6.3.1	Fabricante.....	45
6.3.2	Materiales	45
6.3.3	Armado De Prueba En Fábrica	45
6.3.4	Suministro Y Fabricación	45
6.4	Cable Conductor De Aluminio	46
6.4.1	Aspectos Generales.....	46
6.4.2	Normas Aplicables.....	46
6.4.3	Fabricante.....	46
6.4.4	Características Generales Del Conductor AAC	46
6.4.5	Características Generales Del Embalaje	47
6.4.6	Pruebas En Fábrica	49
6.4.7	Información Previa A La Orden De Compra	50
6.5	Aisladores De Disco	51
6.5.1	Aspectos Generales.....	51
6.5.2	Normas Aplicables.....	51
6.5.3	Fabricante.....	51
6.5.4	Requisitos De Diseño Y Fabricación	51
6.5.5	Pruebas En Fábrica	54
6.5.6	Condiciones De Embalaje	56
6.5.7	Información Previa A La Orden De Compra	56
6.6	Herrajes Y Accesorios Para Conjuntos De Anclaje Y Conductor	57
6.6.1	Aspectos Generales.....	57
6.6.2	Normas Aplicables.....	58
6.6.3	Fabricante.....	58
6.6.4	Requisitos De Diseño Y Fabricación	59
6.6.5	Marcas Para Identificación.....	60
6.6.6	Condiciones De Embalaje	61
6.6.7	Información Previa A La Orden De Compra	62
6.7	Equipos De Protección.....	63
6.7.1	Aspectos Generales.....	63
6.7.2	Normas Aplicables.....	63
6.7.3	Fabricantes	64
6.7.4	Requisitos Generales De Diseño	64

6.7.5	Características Constructivas	65
6.7.6	Pruebas En Fábrica	68
7	Construcción De Obras Civiles.....	69
7.1	Aspectos Generales	69
7.1.1	Alcance	69
7.1.2	Responsabilidad Y Organización Del CONTRATISTA.....	69
7.1.3	Normas	70
7.2	Construcción De La Ampliación De La Plataforma	70
7.2.1	Aspectos Generales.....	70
7.2.2	Iniciación De Los Trabajos	70
7.2.3	Roce Y Escarpe	70
7.2.4	Disposición De Los Materiales Extraídos.....	70
7.2.5	Sello De Excavación	71
7.2.6	Compactación.....	71
7.2.7	Rellenos	72
7.2.8	Carguío Y Transporte.....	73
7.2.9	Control De Aguas Superficiales Y Subterráneas	73
7.2.10	Control De Calidad	74
7.3	Obras De Hormigón	75
7.3.1	Trazados Y Niveles.....	75
7.3.2	Excavaciones	76
7.3.3	Tolerancias De Construcción De Fundaciones	77
7.3.4	Hormigón.....	79
7.3.5	Moldajes.....	86
7.3.6	Enfierraduras Para Hormigón Armado.....	88
7.3.7	Pernos De Anclaje Y Las Piezas Especiales	89
7.3.8	Rellenos De Fundaciones	90
7.3.9	Control De La Construcción De Obas De Hormigón	92
8	Construcción Y Montaje De Equipos Y Elementos	92
8.1	Aspectos Generales	92
8.2	Transporte Y Almacenamiento.....	92
8.2.1	Transporte Interno	92
8.2.2	Almacenamiento.	93
8.2.3	Cuidado De Los Equipos Durante El Montaje	93
8.3	Malla De Puesta A Tierra	93
8.3.1	Alcance	93
8.3.2	Normas Aplicables.....	94
8.3.3	Construcción, Montaje y Pruebas	94
8.3.4	Materiales	94

8.3.5	Catálogos Del Fabricante.....	95
8.3.6	Almacenamiento De Los Materiales	95
8.3.7	Construcción De Zanjas	95
8.3.8	Tendido Del Conductor	95
8.3.9	Relleno De Las Zanjas	96
8.3.10	Cubierta De Grava	96
8.3.11	Uniones Y Conexiones	96
8.3.12	Plataforma De Operador	97
8.3.13	Conexión De Las Canalizaciones	97
8.3.14	Pruebas	98
8.4	Marcos De Barra	98
8.4.1	Condiciones Generales	98
8.4.2	Sistema De Montaje	98
8.4.3	Tolerancias de montaje	99
8.4.4	Reparaciones Durante El Montaje	99
8.5	Conductores Barras 220 kV	99
8.5.1	Alcance	99
8.5.2	Método de Trabajo.....	99
8.5.3	Manipulación Y Almacenamiento	100
8.5.4	Instalación De Conjuntos De Anclaje	100
8.5.5	Tendido Del Conductor	100
8.6	Malla Aérea	100
8.6.1	Alcance	100
8.6.2	Método De Trabajo	101
8.6.3	Manipulación Y Almacenamiento	101
8.6.4	Instalación de conjuntos de anclaje	101
8.6.5	Conexiones eléctricas y a tierra	101
8.7	Canalizaciones Para Cables De Control Y Fuerza	101
8.7.1	Alcance	101
8.7.2	Almacenamiento	101
8.7.3	Montaje	101
8.8	Letreros De Identificación	104

1 ALCANCE

Las presentes ESPECIFICACIONES TÉCNICAS contienen los requisitos de carácter general y particular que deberá cumplir el Diseño, Ingeniería, Suministro, Construcción, Montaje, Pruebas y Puesta en Servicio del Proyecto de Ampliación de la Subestación Santa Clara 220 kV.

Los criterios y normas generales que se establecen en este documento podrán ser modificados por el CONTRATISTA, solo en el caso que el MANDANTE lo apruebe luego de haber analizado los antecedentes que le sean presentados.

2 NORMAS APLICABLES

El diseño, Ingeniería, suministro, construcción, montaje y puesta en servicio del PROYECTO se debe realizar dando cumplimiento a las normas técnicas que se indiquen específicamente para cada parte de obra, y en general a las siguientes:

- NTSyCS : Norma Técnica De Seguridad y Calidad De Servicio (Comisión Nacional de Energía, CNE).
- Anexo Técnico (Diseño) : Exigencias Mínimas de Diseño de Instalaciones de Transmisión (CNE).
- Anexo Técnico (Sísmico) : Requisitos Sísmicos Para Instalaciones Eléctricas De Alta Tensión (CNE).
- RPTD : Pliegos Técnicos Normativos (Superintendencia de Electricidad y Combustible, SEC).
- ACI : American Concrete Institute
- AISI : American Iron and Steel Institute.
- ANSI : American National Standards Institute.
- ASME : American Society of Mechanical Engineers.
- ASTM : American Standards for Testing and Materials.
- AWS : American Welding Society.
- DIN : Deutsche Industrie Norm
- ICEA : Insulated Cable Engineers Association
- IEC : International Electrotechnical Commission.
- IEEE : Institute of Electrical and Electronics Engineers.
- IES : Illuminating Engineering Society
- ISA : Instrument Society of America
- NCh : Norma Chilena
- INN : Instituto Nacional de Normalización
- NEC : National Electrical Code.
- NEMA : National Electrical Manufacturer's Association.
- NFPA : National Fire Protection Association.

- UL : Underwriter's Laboratories, Inc.
- CIGRE Chile : Lecciones y recomendaciones para el sector eléctrico derivadas del terremoto del 27 de febrero de 2010 en Chile.

Todas las normas a que se hace referencia en el presente documento deben corresponder a la última revisión vigente a la fecha de inicio del proceso de Licitación.

3 SUBESTACIÓN SANTA CLARA 220 kV

3.1 ASPECTOS GENERALES

En esta cláusula 3 se proporciona, solo de manera referencial, información contenida en documentos y planos¹ de la actual Subestación Santa Clara 220 kV, relacionada con las OBRAS del CONTRATO. Es de exclusiva responsabilidad del CONTRATISTA el haber verificado, obtenido y validado durante la preparación de su PROPUESTA, toda la información que a su juicio pudiese haber incidido en su PROPUESTA, bajo la modalidad del presente CONTRATO.

3.2 UBICACIÓN Y CONFIGURACIÓN

La subestación Santa Clara 220 kV de propiedad del MANDANTE, en adelante e indistintamente la Subestación, se encuentra ubicada a unos 14 km al norte de la ciudad de Los Ángeles, en la localidad de Santa Clara, Comuna de Los Ángeles, Provincia y Región del Biobío, Chile.

Las coordenadas que definen la ubicación de la Subestación se presentan en la Tabla 1.

La Subestación cuenta con un patio de 220 kV aislado en aire (AIS), con configuración de doble barra e interruptor y medio, cuyas dimensiones permiten hoy la implementación de cuatro (4) diagonales² y de las cuales, dos y media se encuentran completas y en operación.

Vértice	Coordenadas UTM WGS 84 H18	
	Este	Norte
	m	m
V1	5.863.432	738.928
V2	5.863.432	738.821
V3	5.863.559	738.821
V4	5.863.559	738.928

Tabla 1: Coordenadas referenciales para la ubicación de la Subestación Santa Clara 220 kV

¹ Esta documentación no se encuentra actualizada ni validada para ser utilizada en la ampliación de la S/E Santa Clara. La validación y actualización de la información existente, así como el levantamiento de toda aquella información que no se encuentre disponible es parte del alcance del CONTRATO.

² Cada diagonal corresponde a una configuración de tres (3) interruptores.

Actualmente la Subestación se encuentra conectada a las subestaciones Charrúa 220 kV y Mulchén 220 kV, mediante línea de doble circuito y al Parque Eólico Campo Lindo mediante un circuito en 220 kV.

3.3 PLATAFORMA

La Subestación cuenta con una plataforma de forma rectangular, con su eje mayor orientado en dirección norte-sur, constituida por material de relleno compactado de espesor variable y cuyas dimensiones, pendiente y volúmenes son los siguientes:

- | | | | |
|------------------------------|---|-----------------------|---|
| – Largo | : | 154,5 m | |
| – Ancho | : | 109,8 m | |
| – Pendiente (de sur a norte) | : | 0,5% | : |
| – Volumen de relleno | : | 19.875 m ³ | |
| – Escarpe en la construcción | : | 1.615 m ³ | |

3.4 CERCOS PERIMETRALES

3.4.1 Subestación

La Subestación cuenta con un cerco perimetral tipo BULLDOG de 2,55 m de alto, levantado respecto a los bordes de la plataforma a 1,5 m en su costados norte y sur, y a 1,4 m en sus costados este y oeste.

El portón de acceso a la Subestación se ubica en la esquina suroriente de la Subestación.

3.4.2 Patio 220 kV

El patio de 220 kV, con capacidad para cuatro (4) diagonales, se encuentra delimitado mediante un cerco tipo ACMAFOR, con malla electrosoldada galvanizada, el cual presenta una altura de 2,33 m desde la naciente del poste.

El patio de 220 kV cuenta con cuatro (4) portones de acceso, dos (2) en su costado sur y los otros dos repartidos en sus costados oriente y poniente.

3.5 CAMINOS

Tanto el camino de acceso a la Subestación como el camino interior fueron diseñados con un ancho de 5 m. El camino interior:

- rodea al patio de 220 kV;
- cuenta con un pavimento consistente en una capa granular de 20 cm de espesor, con capa de protección del tipo tratamiento superficial;
- considera una pendiente de bombeo del 2%;
- dispone de obras de drenaje longitudinal.

3.6 BARRAS DE 220 kV

3.6.1 Barras B1 y B2

Cada una de las barras de 220 kV cuenta con un doble conductor por fase, AAC de 1.590 MCM código COREOPSIS, y para cada una se ha declarado una capacidad de 1000 MVA.

En el extremo oriente de cada barra se encuentran conectados tres (3) transformadores de potencial destinado al esquema de control y protecciones de los interruptores de barra.

En el extremo poniente de cada barra se encuentran conectados tres (3) transformadores de potencial destinados a la alimentación de los SSAA de CA.

3.6.2 Cable Conductor

Las características de conductor COREOPSIS son las siguientes:

– Número de hebras	:	61
– Diámetro	:	36,9 mm
– Sección	:	805,36 mm ²
– Resistencia DC a 20°C	:	0,03568 Ohm/km
– Capacidad térmica específica	:	954 J/kg°C
– Coeficiente de temperatura	:	0,00403 1/°C
– Masa específica	:	2,22 kg/m
– Tensión de ruptura	:	12.195,8 kg
– Módulo de elasticidad final	:	5,61 E+9
– Coeficiente de dilatación lineal	:	2,30 E-5
– Corriente a 80°C, 50 Hz	:	1.529 A

Los estudios de ampacidad para las barras fueron realizados considerando un conductor por fase y las siguientes condiciones:

– Altura sobre el nivel del mar	:	100 m.s.n.m.
– Temperatura ambiente máxima	:	25°C
– Temperatura del conductor	:	75 °C
– Coeficiente de emisividad	:	0,5
– Coeficiente de absortividad Solar	:	0,5
– Día del año	:	355
– Hora del día	:	12:00
– Tipo de atmosfera	:	Clara
– Azimut de la barra	:	90°
– Velocidad del viento	:	0,61 m/s
– Ángulo del viento y eje del conductor	:	90°
– Latitud	:	37,4° (Sur)

Bajo las condiciones antes señaladas se obtuvieron los siguientes resultados:

- Ampacidad permanente : 1.370 A
- Nivel de CoCi máximo : 72,214 kA

3.6.3 Marcos De Barra

En cada una de las barras de 220 kV, los conductores están soportados por tres (3) marcos de barra, con un vano de 34,4 m entre los ejes de cada marco, lo cual permite dar cabida a dos (2) diagonales por vano. De acuerdo con sus planos de diseño, cada marco de barra corresponde a una estructura autosoportante, reticulada de acero galvanizado, con las siguientes características:

- Acero de los perfiles : ASTM A36 y ASTM A572 grado 50 alta resistencia, laminados.
- Longitud de separación entre ejes de pilares : 15,4 m
- Altura total pilar : 10,467 m
- Peso total estimado con placas base (sin tornillería ni herrajes) : 2.907,2 kg.

Para la implementación de la malla aérea de la Subestación se contempló la posibilidad de instalar, sobre los pilares de los marcos de barra, un castillete de 2 m de altura con peso estimado de unos 113 kg.

Cada pilar de marco de barra cuenta con una fundación de hormigón armado, con las siguientes ubicaciones de diseño:

- Excavación : 17,2 m³
- Hormigón G10 : 0,47 m³
- Hormigón G20 : 6,97 m³
- Acero enfierradura, A630-420H : 676,1 kg
- Pernos de anclaje : 18 c/u
- Impermeabilización : 10,12 m²
- Relleno (suelo tipo 4) : 10,53 m³
- Grout : 0,078 m³

Para la construcción de cada fundación se contempló la utilización de 13,25 m² de moldaje.

3.6.4 Transformadores De Potencial Para Control Y Protecciones

Para los fines de control y protecciones, cada barra cuenta con tres (3) TTPP, cada uno con las siguientes características:

- Fabricante : SIEYUAN
- Modelo : SOPVT-100/250
- Razón : $230/\sqrt{3}$ / $0,115/\sqrt{3}$ / $0,115/\sqrt{3}$
- S1 : CL 0,2 / 7,5 VA
- S2 : CL 3P / 10 VA

3.6.5 Protección Diferencia De Barra

Cada barra de 220 kV cuenta con una protección diferencial de barra, 87B, constituida por un (1) relé MICOM P746 y su correspondiente relé 86B. El esquema implementado en cada barra puede incluir hasta siete (7) conjuntos de transformadores de corriente, por lo cual en la actualidad existe disponibilidad para otros tres (3) conjuntos adicionales.

3.7 MALLA DE PUESTA A TIERRA Y AÉREA DE APANTALLAMIENTO

La Subestación dispone de una malla de puesta a tierra, que cubre toda el área de la Subestación, construida mediante conductores de cobre con calibres AWG 4/0 y 2/0, con conexiones internas y externas mediante soldadura CADWELD. La profundidad de enterramiento de la malla es de 60 cm.

La malla aérea para el apantallamiento del Patio de 220 kV está constituida mediante cable ALUMOWELD 7 N°8 AWG, soportado y anclado a los marcos de línea de la Subestación. Además, los marcos de línea del lado poniente de las barras cuentan con un cable ALUMOWELD 7 N°8 AWG dispuesto sobre castilletes montados sobre sus pilares.

El edificio de servicios generales se encuentra apantallado con puntas Franklin.

3.8 SERVICIOS AUXILIARES

3.8.1 Alimentación SSAA CA

Para la alimentación en corriente alterna de los SSAA de la Subestación, en el extremo poniente de cada barra principal de 220 kV, se encuentran conectados tres (3) TTPP, cada uno con las siguientes características:

- Fabricante : SIEYUAN
- Modelo : SOPVT-100/250
- Razón : $230/\sqrt{3} \pm 2,5\% / 0,4/\sqrt{3}$
- S : 100 kVA

Además, la Subestación cuenta con un grupo electrógeno con una capacidad de 200 kVA.

3.8.2 Alimentación SSAA CC

Para la alimentación de los SSAA de CC la subestación cuenta con dos (2) cargadores y dos (2) bancos de baterías. Las características de estos equipos son las siguientes:

- Cargador de Baterías
 - Tensión de entrada : 400 Vca
 - Tensión de salida : 125 Vcc
 - Corriente : 125 A
- Banco de Baterías
 - Tensión : 125 Vcc
 - Capacidad : 521 Ah

3.8.3 Consumos CA

En el dimensionamiento de los SSAA de CA se contempló un consumo de 149,6 kVA distribuido de la forma que se indica a continuación, más un 25% de reserva para expansiones futuras:

- Casa Servicios Generales (SSGG) : 66,7 kVA
Equipos de control, protección, comunicaciones
y SS.AA. comunes para la subestación.
- Caseta Diagonal 1 (Futura) : 20,5 kVA
- Caseta Diagonal 2 : 20,5 kVA
- Caseta Diagonal 3 : 20,8 kVA
- Caseta Diagonal 4 : 21,1 kVA

Por su parte los consumos correspondientes a SSGG se desglosan en:

- Cargadores de baterías : 30,9 kVA
- Grupo electrógeno : 1,1 kVA
- Alumbrado de patio : 2,1 kVA
- RTU : 4,3 kVA
- Detección de incendio : 3,0 kVA
- Rack de seguridad : 6,5 kVA
- TDF y alumbrado casa SSGG : 17,8 kVA
- Otros : 1,0 kVA

3.8.4 Consumos CC

En el dimensionamiento de los SSAA de CC se contemplaron los siguientes consumos:

- Permanente : 57 A
- Momentáneo, apertura de cuatro (4) interruptores : 96 A
- Momentáneo, cierre por interruptor : 52 A

A partir de estos valores y considerando:

- un período de 8 h y un factor por envejecimiento de 1,25 0/1, se obtuvo un tamaño requerido para el banco de baterías de 440 Ah;
- un período de 10 h para la recarga del banco de baterías de 10 h, se obtuvo una capacidad para el cargador de 111 Ah.

3.9 CASA DE SERVICIO GENERALES

La Casa de Servicios Generales se ubica en la esquina sur poniente de la Subestación, se encuentra elevada a 1,00 m de altura sobre la rasante, apoyada en cabeza de pilares de hormigón armado y cuenta con las siguientes salas:

- Banco de Baterías
- SSGG
- Control, Protecciones y Telecomunicaciones

La Sala de SSGG tiene una dimensión de 6,6m x 3,27m y alberga:

- Un (1) Tablero General de CA.
- Un (1) Tablero General de CC.
- Un (1) Tablero de Fuerza y Alumbrado casa SSGG
- Una (1) Centralita de Incendio
- Un (1) Gabinete para CCTV
- Una (1) Caja Control de Clima

La Sala de Control, Protecciones y Telecomunicaciones tiene una dimensión de 4,1m x 3,27m y alberga:

- Un (1) Tablero comunicaciones y servidores
- Un (1) Tablero de comunicaciones y SCADA
- Dos (2) Tableros para protecciones diferenciales de barra, 87B1 y 87B2.
- Un (1) Tablero ODF
- Un (1) puesto de trabajo

Las pasadas de cables se realizan a través del piso.

4 AMPLIACIÓN SUBESTACIÓN SANTA CLARA 220 kV

4.1 ASPECTO GENERALES

La “Obra de Ampliación Subestación Santa Clara 220 kV” consiste en la ampliación de las barras principales e instalaciones comunes del patio de 220 kV de la subestación Santa Clara, con la finalidad de permitir que en un futuro se puedan implementar otras dos (2) diagonales completas, adicionales a las cuatro (4) contempladas bajo las condiciones actuales de la Subestación, y para lo cual se requiere con respecto a las instalaciones existentes:

- ampliar la plataforma;
- modificar y ampliar el sistema de drenaje de la Subestación;
- modificar y ampliar el camino perimetral interior;
- modificar y ampliar el cerco perimetral de la Subestación, incluyendo el acceso de ser necesario;
- modificar y ampliar el cerco perimetral y accesos al Patio de 220 kV;
- ampliar las dos (2) barras de 220 kV;
- ampliar la malla de puesta a tierra;
- ampliar el sistema de protección contra descargas atmosféricas;
- modificar y ampliar el sistema de alumbrado exterior de la Subestación;
- construir las canalizaciones necesarias para la instalación de cables aislados entre las casetas de control de las futuras diagonales y la Casa de SSGG;
- efectuar las modificaciones, los suministros y las ampliaciones que sean necesarias en los servicios auxiliares de corriente alterna y corriente continua, para permitir abastecer los

consumos que se originarán producto de las ampliaciones implementadas en el presente CONTRATO y de las futuras diagonales una vez que se encuentren implementadas y en operación;

- ampliar el sistema de alumbrado del patio de 220 kV y de la Subestación;
- ampliar el sistema de protección contra intrusión;
- ampliar el sistema de protección diferencial de las barras de 220 kV de la Subestación.

Las dos nuevas diagonales se identificarán de poniente a oriente como Diagonal 5 y Diagonal 6.

A su vez, el proyecto contempla todas las tareas, labores y obras necesarias para evitar interrupciones en el suministro a clientes finales, considerando para ello una secuencia constructiva que evite o minimice dichas interrupciones.

4.2 UBICACIÓN Y DIMENSIONES DE LA AMPLIACIÓN

Se ha contemplado ampliar la plataforma de la Subestación en su costado oriente, para lo cual se estima que será necesario aumentar la longitud de sus costados norte y sur en aproximadamente 35 m, lo cual implica una mayor superficie de 5.407,5 m². Estos valores que deben ser revisados y validados por el CONTRATISTA, contemplan mantener las actuales dimensiones para los espacios destinados a cada diagonal y sus casetas de control.

El dimensionamiento de la ampliación de la plataforma debe permitir que la emisión de campo electromagnético fuera del deslinde de la ampliación y a 1 metro sobre el nivel del suelo, no supere los siguientes valores:

- 5 kV/m para campo eléctrico.
- 100 μ T para campo magnético

5 CONDICIONES GENERALES PARA EL DISEÑO

5.1 ASPECTOS GENERALES

El CONTRATISTA deberá realizar el diseño y la ingeniería, según lo indicado en las CONDICIONES DE IMPLEMENTACIÓN, de la totalidad de las obras, equipos y sistemas requeridos para la ampliación de la Subestación Santa Clara 220 kV y por lo tanto sin limitarse solo a aquellos que son tratados expresamente en estas ESPECIFICACIONES TÉCNICAS.

5.2 CONDICIONES AMBIENTALES EN EL SITIO

Las condiciones en el SITIO, en el lugar donde se materializarán las OBRAS, son las siguientes:

- | | | | |
|---|------------------------------------|---|-----------------------------|
| – | Clima | : | Mediterráneo oceánico (Csb) |
| – | Cota máxima sobre el nivel del mar | : | 160 m |
| – | Precipitación media anual | : | 1.200 mm |
| – | Temperatura ambiente | | |
| ○ | Media anual | : | 15 °C |

- Máxima absoluta : 42,2 °C
- Mínima absoluta : -8 °C
- Diseño máx/mín. : 30 °C / -5 °C
- Contaminación
 - Nivel según IEC 60815-1 (Método 2) : E3
 - USCD : 34,7 mm/kV
- Presión Máxima de Viento : 40 kg/m²

5.3 PARÁMETROS ELÉCTRICOS

5.3.1 Parámetros Sistema Eléctrico De Potencia

- Tensión nominal : 220 kV
- Tensión máxima : 245 kV
- Frecuencia : 50 Hz
- Nivel de cortocircuito trifásico (Diseño) : 40 kArms
- Capacidad barras : A
- BIL : 1.050 kV

5.3.2 Servicios Auxiliares De CA y CC Subestación

- Tensión SSAA CC : 125 Vcc (+10%. -20%)
- Tensión SSAA CA : 380/220 Vca (+10%. -15%)

5.4 DISEÑO SÍSMICO

El diseño, especificación y materialización de las obras de ampliación y adecuación de la Subestación Santa Clara 220 kV, deben cumplir con lo establecido en el Anexo Técnico De Requisitos Sísmicos Para Instalaciones Eléctricas De Alta Tensión.

5.5 CONDICIONES DEL TERRENO

Las condiciones del terreno y los riesgos morfológicos sobre los cuales se basará el diseño de las OBRAS, incluyendo el diseño sísmico, deben ser establecidos y/o confirmados por el CONTRATISTA a través de la realización de un estudio geotécnico, en concordancia con lo señalado en el Artículo 24 del Anexo Técnico, Exigencias Mínimas de Diseño de Instalaciones de Transmisión, y en la Sección 3.12 del Capítulo 3 del Documento Técnico de CIGRE Chile “Recomendación de Requisitos Sísmicos para Instalaciones Eléctricas de Alta Tensión”, incluyendo la medición de la velocidad de onda de corte VS30.

5.6 ESTUDIOS ELÉCTRICOS Y DE PROTECCIONES

El oferente deberá desarrollar todos los estudios que se requieran para el desarrollo de las OBRAS, incluyendo todos aquellos que requiera el CEN, y deberá atender oportunamente las observaciones que surjan durante las respectivas revisiones. Los requerimientos del CEN se detallan en la Carta de Escenarios Mínimos (CEM) emitida por este organismo. Independientemente de lo anterior, deberán considerarse al menos los siguientes estudios:

- Estudio de impacto al SIC.
- Estudio de flujo de potencia.
- Estudios de cortocircuitos.
- Estudio de coordinación de protecciones.
- Estudio de coordinación de aislación.
- Estudio de capacidad de las barras.

Estos estudios deben considerar, cuando corresponda, las instalaciones existentes en el SEN. El informe correspondiente, acompañado de las memorias de cálculo, deberá ser enviado al JEFE DE PROYECTO, al menos veinte (20) días antes del inicio del diseño de los marcos de barra o los sistemas de protecciones, lo que ocurra primero.

En lo correspondiente al cálculo de capacidad de las barras y determinación de la aislación, aplican las siguientes normas:

- IEEE Standard 738-2006 : Standard for Calculating the Current – Temperature Relationship of Bare Overhead Conductors.
- IEC 60815-1 : Selección y dimensionamiento de aisladores de alta tensión, destinados para su utilización en condiciones de contaminación, Parte 1.
- IEC 60815-2 : Selección y dimensionamiento de aisladores de alta tensión, destinados para su utilización en condiciones de contaminación, Parte 2.
- IEC 60071-1 : Coordinación de aislamiento, Parte 1.
- IEC 60071-2 : Coordinación de aislamiento, Parte 2.
- RPTD N°05 : Aislación.

En base al resultado de estos estudios, el CONTRATISTA deberá definir las características técnicas que apliquen al diseño de las obras.

Los estudios deberán ser realizados por empresas de comprobada experiencia en Sistemas Eléctricos de Alta Tensión. El CONTRATISTA, previamente, deberá someter a la revisión y aceptación del JEFE DE PROYECTO, los antecedentes de dichas empresas.

5.6.1 Estudios Sistemas de Protección

El CONTRATISTA deberá realizar los siguientes estudios:

- estudios para verificar que los sistemas de protección definidos son suficientes y adecuados para proteger las instalaciones. Además, se deberán 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;

- estudios de coordinación de ajuste de protecciones, para determinar los valores de ajuste de los diferentes elementos de los equipos de protección, para su correcta operación posterior, así como para las condiciones de pruebas de las instalaciones.

Estos estudios, además de definir los ajustes de todas las protecciones involucradas en este proyecto deberá revisar los ajustes a las protecciones de todas las instalaciones vecinas, para ello deberá realizar estudios que consideren en forma detallada las características de las instalaciones vecinas a este proyecto y más allá equivalentes de todo el Sistema Eléctrico Nacional (SEN).

En el caso que corresponda, el CONTRATISTA deberá proponer nuevos ajustes para las protecciones existentes. Estas proposiciones de ajuste deberán considerar las limitaciones que pudieran tener aquellos equipos.

Estos estudios se deberán efectuar de acuerdo con los criterios establecidos por el CEN, el MANDANTE y la ingeniería del CONTRATISTA, considerando las instalaciones existentes en el SEN. El informe correspondiente, acompañado de completas memorias de cálculo, deberá ser sometido a la revisión y aceptación del JEFE DE PROYECTO.

5.7 DISEÑO DE LA AMPLIACIÓN DE LA PLATAFORMA DE LA SUBESTACIÓN

5.7.1 Aspectos Generales

La ampliación de la plataforma deberá tener las dimensiones y condiciones adecuadas para contener y soportar las estructuras, equipos, camino interior, obras civiles, malla de puesta a tierra y cercos que permitirán implementar a lo largo del tiempo las dos (2) diagonales de 220 kV proyectadas sobre esta ampliación.

Como parte del diseño de la ampliación de la plataforma, el CONTRATISTA debe:

- efectuar un levantamiento taquimétrico a escala 1/500 y con curvas de nivel cada 25 cm. Este levantamiento debe incluir tanto el lugar de emplazamiento de la ampliación como todos aquellos que deben ser considerados para asegurar la integridad de las obras durante toda su vida útil;
- justificar y respaldar las dimensiones y características técnicas de las obras proyectadas, las cuales deben ser consistentes con la plataforma existente;
- mantener la cota de coronamiento y pendientes de la plataforma existente;
- asegurar su integridad, indeformabilidad y capacidad de soporte durante toda su vida útil;
- realizar un proyecto de movimiento de tierra consistente con la topografía del lugar y el Informe Geotécnico indicado en la cláusula 5.5 de este documento;
- contemplar las pendientes, obras de drenaje y de escurrimiento de aguas que permitan una adecuada evacuación de las aguas lluvias desde la plataforma;
- incluir las obras de arte, más allá de la plataforma, que la protejan de escurrimiento de agua que se puedan producir en la zona aledaña a ésta;
- incluir las obras y elementos que permitan protegerla del escurrimiento de quebradas, inundaciones, erosión e inestabilidad del suelo;

- en los cortes y relleno establecer los taludes indicados en el Informe de Mecánica de Suelos y que en cualquier caso deben asegurar su estabilidad, tanto durante la construcción como toda su vida útil;
- especificar los rellenos con suelo controlado, en concordancia con el Informe de Mecánica de Suelos;
- considerar sobre la superficie de la plataforma la colocación de una capa de 15 cm de espesor de grava con un tamaño comprendido entre 3/4" y 1", debidamente compactada;
- considerar que debe existir una distancia mínima de 1 m o de 2 veces la altura del talud, entre el borde de la plataforma y el extremo más próximo de las fundaciones;
- permitir mantener las distancias entre el cerco perimetral y el borde de la plataforma que tiene la Subestación la Subestación existente;
- Incluir elementos para el control de eventuales deformaciones.

5.7.2 Nomas

- Manual de Carreteras del MOP ed.2019, Volumen N° 3 y 4.

5.7.3 Proyecto De Movimiento De Tierras

El CONTRATISTA deberá preparar y someter a la revisión y aceptación del JEFE DEL PROYECTO la siguiente documentación:

- Una especificación para el movimiento de tierras que contenga las especificaciones y procedimientos correspondientes a: replanteo topográfico; roce y escarpe; transporte a botadero; excavación masiva; tratamiento del sello de excavación; características de los materiales de relleno; transporte desde empréstito y acopio en el SITIO de los materiales de relleno; humedad de los materiales para su compactación; espesor de las capas de material que debe ser compactado; compactación; control de calidad; perfilado.
- Uno o más planos de movimiento de tierras que contengan: grilla con sistema de georreferenciación e indicación de norte para el emplazamiento del terreno y de las obras; espesor recomendado para el escarpe; cota de referencia; curvas de nivel del terreno en el cual se emplazará la ampliación y sus obras de protección; tipo de suelo; nivel freático; los vértices de la plataforma con sus tres (3) coordenadas; taludes de corte y relleno; pendientes; perfiles; cuadro de cubicaciones con los volúmenes de escarpe, corte y relleno; notas correspondientes a la especificación de materiales y construcción; código y fecha del Estudio de Mecánica de Suelos asociado. En el conjunto de planos se debe incluir al menos uno (1) con la disposición de alcantarillas, soleras, fosos y las superficies colaborantes según la topografía del lugar.

La no entrega por parte del CONTRATISTA de la documentación señalada, al menos diez (10) DÍAS antes del inicio de los trabajos en el SITIO, facultará al MANDANTE para aplicar la multa indicada en la cláusula 8.3 de las CONDICIONES GENERALES.

5.7.4 Características Del Material De Relleno

El material de relleno deberá quedar caracterizado considerando lo siguiente:

- tipo de materiales que lo conforman;
- tamaño máximo de la partícula del material, medido en pulgadas;
- contenido porcentual máximo de finos;
- porcentaje de material retenido en malla ASTM N°4;
- porcentaje de material que pase bajo malla ASTM N°200;
- para el material que pase bajo la malla ASTM N°40, índice de plasticidad y límite líquido (ambos en valor %);
- Grado de Compactación, CBR, medido al 80% de la densidad relativa o al 95% del Proctor Modificado (valor %);
- No se deberá utilizar material contaminado.

5.7.5 Diseño Sistema De Drenaje

Se deberá realizar, para un período de retorno de 50 años, un proyecto destinado a:

- La rápida evacuación y conducción de las aguas lluvias desde la plataforma de la Subestación. Este sistema debe considerar el sistema existente.
- La captación y conducción controlada de aguas provenientes de cauces naturales y escorrentías superficiales en la Subestación y su ampliación.

El proyecto incluye la realización de: el estudio hidrológico, topográfico y geotécnico de la zona, incluyendo las obras de la Subestación existentes; las adecuaciones y modificaciones que sea necesario realizar en las obras existentes; una memoria de cálculo que justifique las modificaciones de las obras existentes, el diseño de las nuevas obras y defina el tipo de obras y sus cantidades; planos de diseño y construcción con cubicaciones.

Los colectores, filtros, cunetas y elementos hidráulicos para el drenaje del patio no podrán tener pendientes menores al 0,5%, esto con el fin de garantizar condiciones de autolimpieza.

La disposición final de las aguas que sean transportadas deberá contemplar estructuras de disipación de energía y de las protecciones que impidan la erosión del cauce en y/o del terreno en el cual se depositen las aguas. Estas estructuras deberán ser diseñadas y construidas considerando:

- vida útil concordante con la de la plataforma;
- facilidad en las operaciones de mantenimiento y limpieza;
- la autolimpieza;
- la no retención de objetos ajenos al flujo;
- una correcta aireación.

5.8 DISEÑO DE CAMINOS

5.8.1 Normas Aplicables

- Ministerio de Obras Públicas. Chile. Dirección de Vialidad, Guía de diseño estructural de pavimentos para caminos de bajo volumen de tránsito. 2002.

- Ministerio de Obras Públicas. Chile. Dirección de Vialidad, Manual de Carreteras. Volumen 3: Instrucciones y criterios de diseño. 2018.
- Ministerio de Obras Públicas. Chile. Dirección de Vialidad, Manual de Carreteras. Volumen 5: Especificaciones técnicas generales de construcción. 2018.
- Ministerio de Obras Públicas. Chile. Dirección de Vialidad, Manual de Carreteras. Volumen 7: Mantenimiento vial. 2014.
- Ministerio de Obras Públicas. Chile. Dirección de Vialidad, Manual de Carreteras. Volumen 8: Especificaciones y métodos de muestreo, ensayo y control. 2018.
- AASHTO Guide for Design of Pavement Structures. American Association of State Highway and Transportation Officials. Washington, D.C. 1993.

5.8.2 Diseño

Entre otros aspectos, en el diseño de los caminos:

- se debe incluir la modificación del trazado actual con la finalidad de permitir la continuidad del Patio de 220 kV, y se debe mantener la continuidad del camino entorno al Patio;
- se debe garantizar el radio giro en el ingreso a la subestación;
- se debe contemplar un ancho de calzada de cinco metros (5 m);
- el diseño de los pavimentos se debe verificar para un camión cargado con el equipo más pesado que se contemple o exista en la Subestación;
- se deben incluir las obras de drenaje de la superficie del camino con todos sus elementos tales como: fosos; cunetas; soleras; sumideros; tuberías de conducción; cámaras con tapas de alto tráfico; sistema de evacuación al sistema de drenaje de la plataforma de la Subestación.

5.8.3 Planos y Documentos

Se debe elaborar una memoria de cálculo que justifique y respalde el diseño propuesto por el CONTRATISTA, así como los planos de diseño y construcción con las respectivas cubicaciones.

El proyecto incluye la realización de: el estudio hidrológico, topográfico y geotécnico de la zona, incluyendo las obras de la Subestación existentes; las adecuaciones y modificaciones que sea necesario realizar en las obras existentes; una memoria de cálculo que justifique las modificaciones de las obras existentes, el diseño de las nuevas obras y defina el tipo de obras y sus cantidades; planos de diseño y construcción con cubicaciones.

5.9 DISEÑO DE CANALETAS, CÁMARAS Y DUCTOS

5.9.1 Aspectos Generales

Cada una de las dos (2) futuras diagonales, motivo de las OBRAS del presente CONTRATO, contará con una caseta de control desde la cual se deberán conducir cables aislados hasta la Caseta de Servicios Generales de la Subestación y distribuirlos al interior de ésta hasta su punto de conexión. Estos cables corresponden a los sistemas de protecciones, control, fuerza y comunicaciones de cada uno de paños que forman las diagonales, además de los sistemas propios de cada caseta.

Como parte del diseño de la ampliación de las canalizaciones eléctricas correspondiente a las instalaciones comunes de la Subestación y que son parte del presente CONTRATO:

- se deberá analizar la capacidad requerida para las dos (2) nuevas diagonales y diseñar un nuevo tramo de la canalización. Este tramo se iniciará al oriente de la caseta de control de la Diagonal 6, en el punto a partir del cual se deberá desarrollar en el futuro, en sentido norte-sur, el resto de la canalización de dicha diagonal. El punto de término de esta canalización se deberá definir en concordancia con los siguientes puntos:
 - se deberá analizar la capacidad que quedaría disponible en las canalizaciones existentes, hasta los puntos de conexión de los cables, una vez que queden totalmente implementadas las cuatro (4) diagonales contempladas en la actual Subestación;
 - en el caso que para conducir los cables que requerirán las dos (2) nuevas diagonales hasta la Caseta de SSGG, se necesite ampliar de manera parcial o total la capacidad de las canalizaciones existentes, se deberán diseñar dichas ampliaciones hasta los puntos de conexión.

5.9.2 Condiciones Para El Diseño

En el diseño de las canalizaciones se deberá considerar:

- en canalizaciones subterráneas se considerará un 20% de ductos de reserva para uso futuro;
- la segregación de los sistemas, de modo que cualquier problema que afecte a un sistema no afecte al otro;
- los cables se instalarán en escalerillas dentro de trincheras (canaletas) de hormigón armado que recorrerán los trayectos principales en el área del patio hasta entrar al interior de la Caseta de SSGG. Los cables de control y los cables de fuerza de BT se instalarán separados;
- en las enfierraduras se deberá evitar la conformación de lazos cerrados, que faciliten la circulación de corriente eléctrica inducida;
- 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;
- las bandejas, escalerillas y componentes menores, deberán ser metálicas de acero galvanizado en caliente;
- todos los elementos metálicos integrantes de un sistema de canalización deberán conectarse a una malla de puesta a tierra;
- las trincheras y cámaras contarán con sistemas de drenaje para evitar la acumulación de agua en todo el sistema de canalizaciones;
- las pasadas de cables por escotillas, aberturas en muros, paredes, tabiques, losas, deberán ser selladas después de terminar el tendido de los cables, con un material resistente al fuego, intumesciente y adecuado para un fácil retiro en caso de modificaciones;

- los sistemas de bandejas y escalerillas deberán resistir las solicitaciones conjuntas producidas por la acción sísmica y el peso propio más 1,1 veces el peso de los cables que deban soportar;
- la sujeción o fijación de las escalerillas se usarán tensores, escuadras, consolas o partes estructurales de la construcción. La cantidad de tensores u otros soportes deberá ser tal, que permita retirar uno de ellos y no produzca deformaciones de la escalerilla, además, cada tramo entre apoyos deberá resistir al menos una carga vertical de 90 kg más el peso propio más 1,1 veces el peso de los cables que deba soportar;
- las canaletas deben resistir las solicitaciones especificadas para las bandejas y escalerillas, junto con las solicitaciones por empuje del suelo y la presión de la napa.

5.9.3 Planos y documentos

El CONTRATISTA debe elaborar un informe de diseño, el cual deberá contener al menos lo siguiente:

- Memorias de cálculo que demuestren que el sistema de resiste los esfuerzos resultantes, sin que las tensiones elásticas máximas excedan el 80% del límite de fluencia de los materiales y elementos de fijación;
- Análisis de las capacidades existentes, incluyendo memorias de cálculo y planos de disposición;
- Análisis de las capacidades futuras requeridas, incluyendo memorias de cálculo y planos de disposición;
- Proyecto de ampliación de canaletas, incluyendo memorias, planos de diseño, disposición, armaduras y listado de materiales.

5.10 DISEÑO MALLA DE PUESTA A TIERRA

5.10.1 Aspectos Generales

El CONTRATISTA deberá desarrollar el diseño y la ingeniería para la construcción, el montaje y las pruebas de la malla de puesta a tierra.

5.10.2 Normas Aplicables

- SEC RPTD N°06 : Puesta a Tierra
- IEEE Std 80-2013 : Guide for Safety in AC Substation Grounding
- IEEE Std 81-2012 : Guide for Measuring Earth Resistivity
- IEEE Std. 367-2012 : Recommended Practice for Determining the Electric Power Substation Ground Potential Rise and Induced Voltage from a Power Fault.
- IEEE Std. 81.2-1991 : Guide for Measurement of Impedance and Safety Characteristic of Large, Extended or Interconnected Grounding System (Part 2).

5.10.3 Diseño

En el diseño de la malla de puesta a tierra se deberá considerar lo siguiente:

- la utilización del método de cálculo indicado en IEEE Std 80-2013;
- la unión de la nueva malla con la malla existente en la Subestación, para constituir un sistema único;
- deberá ser realizado en forma coordinada con el diseño del sistema de protecciones contra descargas atmosféricas. La norma aplicable en el diseño del sistema de protección contra descargas atmosféricas es IEEE Std 998-1996 "IEEE Guide for direct lightning stroke shielding of substation".
- la sección de los conductores de la malla se calculará para soportar sin daños las corrientes máximas de cortocircuito futuro en el lugar de instalación, considerando un factor de seguridad de 1.50;
- la medición de resistividad del suelo se hará utilizando el método de Schlumberger. En el proceso de medición se tomarán las precauciones indicadas en la norma IEEE Std 81-2012 con una extensión de los electrodos de corriente de 100 m a cada lado (200 m en total);
- un valor de diseño de la resistencia de puesta a tierra menor a 1 Ohm, calculado utilizando los valores de la estratificación del suelo, según las mediciones realizadas en terreno;
- las tensiones de paso y de contacto se calcularán para una persona de 50 kg, considerando como tiempo máximo de operación de las protecciones 0,5 segundos;
- los cálculos para obtener el potencial GPR (Ground Potential Rise) y los potenciales inducidos, se realizarán según el procedimiento indicado en la norma IEEE Std 367-2012;
- en lo posible, mantener la misma configuración del reticulado de la malla existente;
- una disposición del reticulado que evite interferencias entre los conductores de la malla y las fundaciones, tanto para los nuevos marcos de barra como las correspondientes a los equipos que constituirán las futuras diagonales. Los cables de la malla de puesta a tierra no deben quedar embebidos en el hormigón y/o en contacto con la enfierradura de las fundaciones de cualquier equipo o fundación;
- conductores de cobre AWG 4/0 y 2/0, con uniones internas y externas mediante soldadura Cadweld;
- debe cubrir toda la superficie de la Subestación e incluir su conexión a todos los equipos, estructuras, tableros; cercos, puertas y portones metálicos, postes de iluminación, malla aérea, entre otros.

Además:

- se deberá verificar que las tensiones inducidas originadas por fallas o descargas atmosféricas y que afecten a equipos eléctricos o electrónicos, cañerías e instalaciones metálicas, deberán estar dentro de los límites aceptados por las normas mencionadas y por las limitaciones impuesta por los fabricantes;
- las tensiones inducidas, originadas por fallas eléctricas o descargas atmosféricas, en instalaciones fuera de los límites de la subestación, pero ligadas a esta mediante conductor de neutro, líneas telefónicas, cañerías de agua o gas i otras, deberán estar dentro de los límites establecidos por las normas vigentes.

5.10.4 Medición De La Resistencia De Puesta A Tierra De La Malla

La medición de la resistencia de puesta a tierra de la malla se deberá realizar, utilizando el método de la caída de potencial y siguiendo el procedimiento indicado en la norma Std 81.2-1991. La longitud del eje de mediciones será de cinco veces el valor de la diagonal mayor de la malla de puesta a tierra en análisis. Se realizarán dos mediciones independientes de la resistencia de puesta a tierra, siguiendo ejes ortogonales uno del otro.

Previo al diseño se deberá verificar el valor de la resistencia de puesta a tierra de la malla existente en la Subestación.

Una vez construida la ampliación de la malla se deberá contrastar el valor teórico, definido en la memoria de cálculo, con el valor real medido. En caso de que el valor real medido supere el valor normalizado, se deberá mejorar la malla de puesta a tierra con métodos normalizados y medir nuevamente hasta lograr dichos valores.

5.10.5 Planos Y Documentos

El CONTRATISTA debe elaborar un informe de diseño de la malla de puesta a tierra, el cual deberá contener al menos lo siguiente:

- Cálculo de la sección de los conductores.
- Medida de resistividad de suelo.
- Medida de la resistencia de puesta a tierra de las instalaciones.
- Medida de continuidad de las mallas de puesta a tierra de las instalaciones existentes.
- Cálculo de resistencia de puesta a tierra.
- Cálculo de las tensiones de paso y contacto.
- Cálculo de potenciales inducidos en la malla de puesta a tierra.
- Diseño propuesto.

Por su parte los planos que elabore deberán contener al menos lo siguiente:

- Dimensiones detalladas del reticulado de la malla de puesta a tierra.
- Sección del conductor utilizado en la malla.
- Sección de los conductores utilizados para unir la nueva malla con la malla existente.
- Detalles de la conexión entre la nueva malla y la malla existente.
- Sección de los conductores utilizados para conectar los equipos eléctricos y los elementos metálicos a la malla.
- Dimensiones detalladas de la zanja en la que se enterrará la malla de puesta a tierra.
- Tipos de uniones utilizadas en la malla de puesta a tierra.
- Tipos de uniones utilizadas para conectar los equipos eléctricos y los elementos metálicos a la malla.
- Detalle de las conexiones de todos los equipos eléctricos a la malla de puesta a tierra.
- Detalle de las conexiones de todos los elementos metálicos a la malla de puesta a tierra.
- Vistas y cortes que sean necesarios.
- Listado de los materiales utilizados para la construcción de la malla.

5.11 DISEÑO MARCOS DE BARRA

5.11.1 Normas

5.11.1.1 Requisitos Para El Diseño

El diseño de los marcos de barra se debe realizar de acuerdo con lo establecido en las siguientes normas:

- SEC Pliego RPTD N°10: Centrales de Producción y Subestaciones
- SEC Pliego RPTD N°11 “Líneas de Alta y Extra Alta Tensión”
- Anexo NTSyCS “Exigencias Mínimas de Diseño de Instalaciones de Transmisión”
- ASCE 10-15 “Design of Latticed Steel Transmission Structures”

5.11.1.2 Acero Estructural

El acero estructural deberá cumplir con alguna de las siguientes normas:

- Norma ASTM A36 y ASTM A572 Gr.50.
- Norma EN 10025: calidades S275JR y S355JO.
- Las planchas serán de acero tipo ASTM A36, A240ES o S275JR.

Todos los perfiles ángulo, canal, T y doble T serán laminados.

Para estructuras bajas también se podrán considerar aceros Norma NCh-203: calidades A240ES, A270ES y A345ES

5.11.1.3 Pernos De Conexión Entre Perfiles

Los pernos, tuercas y arandelas deberán cumplir con las siguientes normas:

- Pernos ASTM A394 Tipo 1, A325, DIN 267 tipo 8.8 o DIN 7990 tipo 8.8. Diámetro mínimo será de 3/4”, 5/8” o equivalentes en métricas. Los pernos serán de cabeza hexagonal con tuercas hexagonales con sus bordes redondeados en ambas caras.
- Golillas planas F436 y de presión ANSI B18.2.1, DIN 7989.
- Tuercas hexagonales tipo A563, DIN 555.

5.11.1.4 Galvanizado

El galvanizado de las estructuras y elementos se realizará bajo las siguientes normas:

- ASTM A123 : Standard Specification for Zinc (Hot-Dip Galvanized) Coatings on Iron and Steel Products
- ASTM A143 : Standard Practice for Safeguarding Against Embrittlement of Hot-Dip Galvanized Structural Steel Products and Procedure for Detecting Embrittlement .
- ASTM A153 : Standard Specification for Zinc Coating (Hot-Dip) on Iron and Steel Hardware

5.11.2 Cálculo De Los Esfuerzos Internos

El cálculo de las estructuras se realizará considerando un modelo espacial de nudos y barras que sólo resisten esfuerzo axial, sometido a un análisis tridimensional. Los rellenos no se incorporan en el análisis tridimensional de la estructura.

5.11.3 Diseño Sísmico

No es necesario incluir las solicitaciones sísmicas en el diseño de estas estructuras.

5.11.4 Planos Y Documentos

El CONTRATISTA deberá elaborar:

- una memoria de cálculo para los marcos de barra, planos de diseño con cuadro de cargas, listado de materiales y detalles. Se deberán proporcionar los planos de fabricación debidamente revisados y aprobados por el CONTRATISTA;
- una memoria de cálculo para la determinación del cable conductor;
- una memoria de cálculo para la determinación de la aislación y los planos correspondientes con listado de materiales y detalles.

5.12 DISEÑO DE FUNDACIONES MARCOS DE BARRA

5.12.1 Normas

- SEC Pliego RPTD N°10: Centrales de Producción y Subestaciones
- Anexo NTSyCS “Exigencias Mínimas de Diseño de Instalaciones de Transmisión”

5.12.2 Materiales

El diseño de las fundaciones para los marcos de barra debe contemplar el uso de los siguientes materiales:

- Hormigón de fundaciones calidad H25 (mínimo) (G20 según NCh 170 – 16).
- Hormigón emplantillado calidad H10 (G10 según NCh 170 – 16).
- Barras de acero de refuerzo calidad A630-420H.

5.12.3 Requisitos Geométricos

Se contempla la construcción de fundaciones tipo zapata.

El extremo superior de las fundaciones de hormigón deberá:

- quedar al menos 20 cm sobre la cota superior de gravilla dispuesta sobre la plataforma;
- tener la pendiente suficiente para que no se acumule agua en torno al montante o pieza de fundación.

La profundidad mínima de fundación del marco de barra no podrá ser inferior a 1,5 m y deberá cumplir con lo estipulado en el estudio de mecánica de suelos.

El recubrimiento mínimo para las barras de refuerzo del hormigón deberá cumplir será de acuerdo con lo establecido en la NCh430 of2007, la ACI 318-19 y las recomendaciones del estudio de mecánica de suelos.

5.12.4 Solicitaciones

Las solicitudes con que se diseñarán las fundaciones corresponderán, a las reacciones obtenidas. Estas reacciones deberán obtenerse a partir del análisis con las cargas no mayoradas, es decir, sin la aplicación de los factores de sobrecarga correspondientes al diseño de la estructura.

5.12.5 Diseño Geotécnico

Las fundaciones para marcos de barra están sometidas predominantemente a momentos volcantes por lo cual se deben contemplar como mínimo las siguientes verificaciones:

- Verificación o dimensionamiento de la fundación por compresión o aplastamiento (tensión admisible).
La tensión de contacto resultante deberá ser menor que la tensión admisible del sello de fundación, informada en el estudio de mecánica de suelos.
- Verificación o dimensionamiento de la fundación al volcamiento y verificación de área comprimida bajo el sello de fundación en aquellas fundaciones.
El área en compresión será de 100% en condición de cargas permanentes y un mínimo de 80% para condición de cargas permanentes más eventuales. Para realizar lo anterior, se debe usar el Método X-Y modificado incluido en el Anexo N°2 de la Publicación de CIGRE Chile “Recomendación de Requisitos Sísmicos para Instalaciones de Alta Tensión”.
- Verificación o dimensionamiento de la fundación por deslizamiento.

En el diseño de la fundación se deberá considerar el ángulo de arrancamiento β que indique el estudio de mecánica de suelo. Cuando el hormigonado de la zapata no se realice contra terreno, se deberá considerar $\beta = 0$.

Cuando el informe de mecánica de suelos permita considerar la colaboración lateral del suelo que confina la fundación, será necesario que la fundación sea hormigonada contra terreno natural. Se deberá tener en consideración también la posible alteración del terreno circundante debido a las excavaciones para fundaciones vecinas. Se utilizará para el diseño de este tipo de fundaciones el método de Sulzberger.

5.12.6 Diseño del Hormigón Armado

Una vez seleccionadas las dimensiones y enterramiento de las fundaciones, se dimensionarán los diferentes elementos resistentes, dimensionamiento que se hará de acuerdo con las buenas prácticas de diseño y a lo establecido en el código ACI 318-19. Se incluirán, como mínimo, las siguientes verificaciones, según corresponda al tipo de fundación:

- Verificación al punzonamiento del vástago o pedestal sobre la base o losa de fundación.
- Diseño de armaduras del vástago o pedestal, ante esfuerzos axiales, de corte y flexión.
- Diseño de armaduras de la losa o zapata, ante esfuerzos de corte y de flexión.

Se deberán emplear los factores de reducción de resistencia y de mayoración de las cargas que indique el código ACI 318-19.

5.12.7 Anclaje A La Fundación

El diseño del sistema de anclaje deberá verificarse de acuerdo con el código ACI 318.

Tanto el diseño como el material de los pernos de anclaje deberán cumplir con lo señalado en el Anexo de Sismo de la NTSyCS.

5.12.8 Planos Y Documentos

El CONTRATISTA deberá elaborar una memoria de cálculo para las fundaciones de los marcos de barra, planos de diseño y enfierraduras, listado de materiales y detalles.

5.13 DISEÑO MALLA AÉREA DE APANTALLAMIENTO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS

5.13.1 Normas Aplicables

- IEEE Std 998-2012 : Guide for direct lightning stroke shielding of substation.
- IEC 62305-3 : Protection against lightning - Part 3: Physical damage to structures and life Hazard.

5.13.2 Diseño

La Subestación y su ampliación debe quedar provistas de una malla única de conductores ALUMOWELD, tendida sobre las estructuras de la subestación de manera que blinden las instalaciones contra las descargas atmosféricas, cuyo diseño cumpla con la Norma IEEE Std 998-2012.

La conexión de la malla aérea con la malla de tierra subterránea se efectuará mediante conductores de cobre, fijados a las estructuras por medio de prensas adecuadas.

Los conductores de guardia se ubicarán con un espaciamiento suficiente para que, aplicando el método de la esfera rodante, resulten cubiertas por el blindaje tanto los conductores como las instalaciones de la subestación.

El blindaje se podrá lograr con una combinación de cables de guardia, complementados con electrodos tipo punta Franklin.

Los cables de la malla aérea se deben dimensionar de manera que soporten tanto los esfuerzos mecánicos de tensión de los conductores, como los esfuerzos térmicos producidos por las corrientes de descarga.

5.13.3 Planos y documentos

El CONTRATISTA debe elaborar un informe de diseño de la malla aérea, el cual deberá contener al menos lo siguiente:

- Verificación de las zonas de protección, mediante el método de la esfera rodante, en cada uno de los equipos protegidos.

- Estimación de la tasa de fallas del sistema de apantallamiento, calculada según el procedimiento indicado en la norma IEEE Std 998-2012.

Los planos de la malla aérea deberán contener al menos lo siguiente:

- Dimensiones detalladas de la malla.
- Sección del conductor utilizado.
- Detalles de la conexión con malla aérea existente.
- Sección de los conductores utilizados para conectar la malla aérea con la malla subterránea.
- Detalles de la ferretería y uniones.
- Planta y cortes que permitan una completa visualización de la cobertura otorgada por la malla a la Subestación y su ampliación.
- Listado de materiales.

5.14 DISEÑO SERVICIOS AUXILIARES

5.14.1 Condiciones De Diseño

En equipos de distribución, tales como tableros de distribución, de media y baja tensión, se dejará al menos un 15% de espacio de reserva para crecimiento de la demanda, y al menos un (1) módulo equipado.

En la definición de la capacidad de los transformadores que abastecen las SSAA de CA, se deberá considerar un factor de contingencia de al menos un 15% de la capacidad requerida, que permita absorber el crecimiento de la demanda.

El diseño e ingeniería destinada a la ampliación de los sistemas de SSAA deberá contemplar entre otros aspectos:

- La determinación de las nuevas capacidades requeridas para el abastecimiento de los consumos de CA y CC;
- las modificaciones a las instalaciones existentes y el reemplazo de equipos existentes, que se requiera;
- las especificaciones técnicas, las hojas de características técnicas garantizadas, cantidades y suministradores, para los nuevos equipos y elementos que deben ser incorporados;
- la especificación de todos los trabajos que se deban realizar en el SITIO para modificar, materializar y dejar en servicio los sistemas de SSAA ampliados. La especificación de los trabajos debe detallar, para aquellos que se realizarán en instalaciones energizadas y/o que se encuentran en operación, las medidas de seguridad para las personas, las medidas que se tomarán para garantizar la seguridad y continuidad del servicio de las instalaciones existentes;
- las especificaciones para las pruebas y puesta en servicio de las nuevas instalaciones y de los sistemas de SSAA en su conjunto;
- todas las memorias de cálculo que requiere el proyecto, incluyendo las de determinación de capacidades, eléctricas, civiles, estructurales y sísmicas, y que incluyen entre otras

instalaciones en el caso de resultar necesario, salas, grupo electrógeno y transformadores de potencial para SSAA;

- todos los planos, incluyendo las nuevas versiones de aquellos planos existentes que deban ser modificados para lograr una adecuada integración de las modificaciones y ampliaciones.

Las especificaciones técnicas, memorias, planos, hojas de características técnicas garantizadas, los procedimientos de trabajo en el SITIO y el listado de proveedores deben ser sometidos a la revisión y aceptación del JEFE DE PROYECTO, al menos cuarenta (40) DÍAS antes de que el CONTRATISTA inicie el proceso de adquisición de los suministros. Los proveedores deben corresponder a aquellos que, habiendo sido presentados en la PROPUESTA del CONTRATISTA, hayan sido aceptados por el MANDANTE.

5.15 DISEÑO SISTEMA DE ALUMBRADO EXTERIOR Y ENCHUFES

5.15.1 Normas Aplicables

- NCh 3833/2:2023 : Iluminación-Iluminación de lugares de trabajo-Parte 2: Lugares de trabajos exteriores.
- DS N°1/2022 del MMA : Norma de emisión de luminosidad artificial generada por alumbrados de exterior.
- NCh Elec. 4/2003 : Electricidad Instalaciones de Consumo en Baja Tensión
- NCh 432 Of71-Of25 : Cálculo de la acción del viento sobre construcciones

5.15.2 Aspectos Generales

El diseño correspondiente a la ampliación del sistema de iluminación de la subestación y su correcta integración al sistema existente se debe realizar, y debe dar cumplimiento a lo establecido en: la NCh3833/2:2023; el DS N°1/2022 del Ministerio de Medio Ambiente; los artículos N°103 a 106 del DS N°594/2000 del Ministerio de Salud y lo estipulado en las presentes ESPECIFICACIONES TÉCNICAS.

La ingeniería, el diseño, suministro y montaje de los elementos que componen el sistema de alumbrado de la subestación deberá cumplir con estas ESPECIFICACIONES TÉCNICAS y a las Normas Chilenas NCh Elec. 4/2003

El diseño del sistema de alumbrado correspondiente a la ampliación del patio de la Subestación debe contemplar las modificaciones que sean necesarias en el sistema de alumbrado existente para permitir su correcta integración.

El diseño de la iluminación debe permitir una operación económica del sistema, incluyendo una alta disponibilidad de repuestos en el mercado chileno.

5.15.3 Nivel de Iluminación

Para el diseño de los sistemas de alumbrado exterior se considerarán los siguientes niveles mínimos de iluminación:

- Patio de 220 kV:

- Nivel básico, promedio : 22 Lux
- Nivel zona de operación, promedio : 100 Lux
- Alumbrado perimetral y caminos internos, mínimo : 11 Lux

5.15.4 Condiciones De Medición

Los valores de iluminación en exteriores señalados en clausula anterior, se deberán medir en:

- Patios : En plano vertical a 0,8 m sobre el nivel del suelo.
- Caminos : En plano horizontal a 0,3 m sobre el nivel del suelo en el eje de la calzada

5.15.5 Uniformidad

El factor de uniformidad de la iluminación debe cumplir con lo siguiente:

- En exteriores deberá ser igual o mayor que 0,4.
- En calles y caminos deberá ser igual o mayor que 0,2, referido al eje de la calzada.

5.15.6 Disposición De Las Luminarias

La disposición de las luminarias:

- debe evitar o reducir al mínimo las interferencias con la obra civil y con los equipos primarios del Patio de 220 kV;
- debe permitir fácil acceso para trabajos de construcción y mantenimiento en el Patio de 220 kV;
- y su diseño deben permitir un fácil recambio de lámparas y otros elementos que sea necesario reemplazar.

Tanto en el Patio de 220 kV como en la Subestación, donde existan actualmente o vayan a existir conductores desnudos, las luminarias deben ubicarse de modo que sea posible su mantenimiento sin peligro para el personal y sin necesidad de desenergizar las instalaciones de alta tensión.

5.15.7 Luminarias

Las luminarias para el alumbrado de patio deben ser del tipo intemperie, con refractor de vidrio y lámpara LED con IP65, en tanto que en el diseño del circuito eléctrico de alimentación se considerará la utilización de cables flexibles con chaqueta resistente a la intemperie y muy especialmente a la luz solar y rayos UV. En caso de ser necesario, se deberán incluir prensa estopas adecuadas para sellar la entrada de los cables.

5.15.8 Postes Para Luminarias

El diseño de los postes debe ser adecuado para soportar, con sus respectivas luminarias instaladas, esfuerzos provocados por vientos de 120 km/h. Además, no deben adquirir oscilaciones apreciables con vientos de 60 km/h. Deben cumplir la norma chilena NCh 432.

Los postes deben ser del tipo recto con placa y sus correspondientes elementos de anclaje serán de acero galvanizado en caliente.

Para efectuar las conexiones de alimentación a la luminaria, los pedestales incorporarán una regleta de terminales adecuada para conectar cables con una medida que puede variar entre 14 AWG a 8

AWG. Esta regleta de terminales estará instalada en una caja sellada, ubicada en el pedestal, entre 0,3 m y 1,2 m del suelo.

En casos excepcionales, los que serán debidamente justificados, se podrán utilizar las estructuras de marcos de líneas o marcos de barras de la Subestación para montar equipos de alumbrado.

5.15.9 Fuentes De Alimentación Del Alumbrado

Las instalaciones de alumbrado deben diseñarse para ser alimentadas por las redes de servicios auxiliares de corriente alterna de 50 Hz, 220 V.

5.15.10 Canalizaciones

Para las instalaciones de alumbrado y enchufes de uso general en el área del patio se usarán ductos de acero galvanizado en el caso de canalizaciones a la vista y ductos recubiertos con hormigón pobre en el caso de canalizaciones subterráneas. En canalizaciones subterráneas se considerará un 20% de ductos de reserva para uso futuro.

5.15.11 Planos Y Documentos

Como parte del del diseño del sistema de alumbrado se debe elaborar un estudio de iluminación que incluya tanto las instalaciones existentes como las proyectadas, además de las memorias de cálculo, planos generales y de detalle, y especificaciones requeridas para su materialización, incluyendo:

- Sistema de rejilla para las áreas de trabajo y circundantes, donde se indiquen los puntos en que los valores de iluminancia son calculados y verificados.
- Iluminancia en áreas de tarea y áreas circundantes.
- Uniformidad de iluminancia en áreas de tareas y áreas circundantes.
- Índice de deslumbramiento procedente de las luminarias.
- Límites de luz indeseable del proyecto.
- Apariencia de color de las lámparas.
- Índice de rendimiento de color por áreas.
- Factor de mantenimiento incluyendo: suposiciones efectuadas; programa de mantenimiento.
- Consideraciones de diseño para el ahorro de energía y el cumplimiento del DS1/2022 del MMA.
- Consideraciones para la sostenibilidad de las instalaciones.
- Selección y especificación de las luminarias.
- Disposición de las luminarias.
- Fundaciones para los postes de alumbrado.
- Resistencia mecánica requerida para las estructuras del sistema de alumbrado.
- Canalizaciones.
- Definición de los diferentes circuitos de alimentación de las luminarias y de los puntos de control de encendido y apagado.
- Selección de conductores y caídas de tensión resultantes.

- Protecciones de cada circuito.
- Niveles de cortocircuito y coordinación de protecciones.
- Todos los planos, incluyendo las nuevas versiones de aquellos planos existentes que deban ser modificados para lograr una adecuada integración de las modificaciones y ampliaciones.

Para respaldar el diseño, el CONTRATISTA desarrollará y entregará al MANDANTE un informe técnico completo que incluya lo anteriormente indicado, los estudios realizados, las conclusiones y recomendaciones. Este informe debe estar organizado de la siguiente forma:

- Resumen con la presentación de resultados.
- Requerimientos y zonas estudiadas.
- Datos y parámetros utilizados.
- Resultados obtenidos, sistema de rejilla y gráficos correspondientes.
- Características del diseño.
- Listado de planos y documentos del proyecto.
- Conclusiones y recomendaciones.

Las especificaciones de los suministros y el listado de proveedores deben ser presentados al JEFE DE PROYECTO para su aceptación, al menos cuarenta (40) DÍAS antes de que el CONTRATISTA inicie el proceso de adquisición de los suministros.

5.16 DISEÑO SISTEMA DE DETECCIÓN DE INTRUSIÓN

Se deberá diseñar la modificación y ampliación del sistema de detección de intrusión, el cual está y debe quedar constituido por sensores que cubran completamente el perímetro de la Subestación, lo cual implica agregar al sistema actual, la totalidad de la superficie e instalaciones que forman parte de las OBRAS.

Cada sensor deberá estar traslapado con el siguiente y con el anterior y cruzados en las esquinas, para que no quede ninguna zona desprotegida. Los sensores podrán ser de microonda o infrarrojos y deben quedar conectados a los módulos controladores y de monitoreo.

Las especificaciones de los suministros y el listado de proveedores deben ser presentados al JEFE DE PROYECTO para su aceptación, al menos cuarenta (40) DÍAS antes de que el CONTRATISTA inicie el proceso de adquisición de los suministros.

5.16.1 Planos Y Documentos

Como parte del del diseño destinado a la modificación y ampliación del sistema de detección de intrusión, se debe elaborar un estudio que incluya tanto las instalaciones existentes como las proyectadas, además de las memorias de cálculo, planos generales y de detalle, y especificaciones requeridas para su materialización, incluyendo las soluciones recomendadas y las canalizaciones para cables.

El CONTRATISTA debe proporcionar todos los planos, incluyendo las nuevas versiones de aquellos planos existentes que deban ser modificados para lograr una adecuada integración de las modificaciones y ampliaciones.

5.17 DISEÑO SISTEMA DE VIDEO VIGILANCIA

Se deberá diseñar la modificación y ampliación del sistema de detección de video vigilancia el cual se encuentra y debe quedar constituido por un circuito cerrado de televisión (CCTV) con cámaras móviles, que permita una visualización simultánea de los accesos, patio de alta tensión, salas, antena de comunicaciones y otros.

El sistema de CCTV deberá ser capaz de vigilar la propiedad tanto de día como de noche, para lo cual se debe considerar también cámaras con iluminación IR (infrarroja).

El sistema que cuenta con un servidor de video grabación en red (LNVR), con un formato de montaje en 19", con una capacidad de grabación, para todas sus cámaras de 30 días corrido a 30 cuadros por segundo y 4CIF, la cual se debe mantener.

Las especificaciones de los suministros y el listado de proveedores deben ser presentados al JEFE DE PROYECTO para su aceptación, al menos cuarenta (40) DÍAS antes de que el CONTRATISTA inicie el proceso de adquisición de los suministros.

5.17.1 Planos Y Documentos

Como parte del del diseño destinado a la modificación y ampliación del sistema de video vigilancia, se debe elaborar un estudio que incluya tanto las instalaciones existentes como las proyectadas, además de las memorias de cálculo, planos generales y de detalle, y especificaciones requeridas para su materialización, incluyendo las soluciones recomendadas y las canalizaciones para cables.

El CONTRATISTA debe proporcionar todos los planos, incluyendo las nuevas versiones de aquellos planos existentes que deban ser modificados para lograr una adecuada integración de las modificaciones y ampliaciones.

5.18 DISEÑO SISTEMA DE PROTECCIONES

El CONTRATISTA deberá confirmar que los actuales esquemas de protección diferencial de barras, tienen la capacidad suficiente y adecuada para la incorporación de dos (2) paños o bahías en cada esquema. Los análisis y sus conclusiones deben ser sometidas a la revisión y aceptación del JEFE DE PROYECTO en un plazo máximo de cuarenta (40) días contados a partir del inicio de las actividades de ingeniería.

En el caso que se determine la necesidad de hacer modificaciones, el CONTRATISTA deberá desarrollar el diseño e ingeniería que permitan ampliar la capacidad de las protecciones diferenciales de barra existentes en la Subestación y someterlo a la revisión y aceptación del JEFE DE PROYECTO, al menos 40 DÍAS antes de iniciar el proceso de adquisición de los suministros.

El esquema de protección diferencial de cada barra debe ser independiente, tener una capacidad de gestión para un mínimo de dieciséis (16) paños (ocho (8) diagonales) e incluir relés auxiliares de bloqueo (86B) de alta velocidad.

Estos equipos deben formar parte de un sistema integrado de protección y control. Sin embargo, los equipos de protección deberán ser unidades separadas, autónomas y deben operar en forma independiente del sistema control centralizado. Todas las conexiones desde los armarios hasta los equipos primarios de patio deberán ser realizadas con cables de cobre convencionales.

Los equipos de protección deberán ser enlazados, por vías de comunicaciones, con una unidad de procesamiento central de análisis en las oficinas del MANDANTE. Esto con el fin de que, desde dicha unidad remota, sea posible obtener en cualquier instante la información disponible en sus memorias y de esa forma recuperar el registro de ajustes o el registro de fallas, tanto para análisis como para modificar valores de ajuste.

Los equipos de protección, a través de una puerta IRIG-B, deberán ser conectados a un reloj patrón del sistema de control con el fin de sincronizar su hora con la señal horaria externa.

5.18.1 Otros Aspectos Para El Diseño

En el diseño e ingeniería correspondiente al sistema de protecciones, se deben incluir las condiciones estipuladas en la cláusula 6.7.4 y 6.7.5 de estas ESPECIFICACIONES TÉCNICAS.

5.18.2 Planos E Información Técnica

Una vez finalizada la ingeniería básica para el sistema de protecciones, el CONTRATISTA deberá someter a la revisión y aceptación del JEFE DE PROYECTO la siguiente documentación:

- Lista completa con cantidad de equipos y elementos, marcas y modelos propuestos para la implementación del sistema de protecciones.
- Descripción completa y detallada de los equipos de protección
- Descripción completa del funcionamiento de los sistemas.
- Manuales técnicos de los equipos de protección.
- Hojas de Características Técnicas Garantizadas de las protecciones.
- los estudios y memorias de cálculos que correspondan con las protecciones.

En un plazo máximo de cuarenta (40) contados a partir de la emisión de la Orden de Compra por parte del CONTRATISTA para la adquisición de los equipos de protección, este deberá someter a la revisión y aceptación del JEFE DE PROYECTO la siguiente documentación:

- Planos de los armarios, de configuración, de alambrado y de montaje de los equipos de protección.
- Diagramas elementales.
- Esquemas internos de cada uno de los elementos componentes de los equipos de protección.
- Descripción de los equipos disponibles para efectuar las diferentes pruebas indicadas en esta especificación.

- Manuales descriptivos, de funcionamiento, de montaje, de pruebas, operación y mantenimiento de los equipos.
- Descripción técnica, instrucciones de puesta en servicio e instrucciones de mantenimiento de los equipos componentes de los sistemas.
- Instrucciones de transporte y manejo.
- Programas (software) e informaciones necesarias para los equipos de protección.
- Listado de herramientas especiales y equipos necesarios para el montaje, operación y mantenimiento de las protecciones.
- Listado de repuestos necesarios para el mantenimiento de los equipos de protección y registro de fallas, para un período de cinco (5) años de operación.

Toda la documentación anterior deberá ser entregada en idioma español. En el caso que los manuales propios del fabricante no se encuentren en idioma español, se aceptarán en idioma inglés.

5.19 DOCUMENTACIÓN DE RESPALDO DEL DISEÑO

5.19.1 Aspectos Generales

El CONTRATISTA entregar toda la documentación necesaria que respalde que el diseño e ingeniería de las Obras cumplen con los requisitos definidos en estas ESPECIFICACIONES TÉCNICAS.

Sin ser excluyentes, se deberá entregar a lo menos la siguiente información:

- Descripción detallada de la Obra.
- Memorias de Cálculo.
- Planos.
- Diagramas.
- Ensayos.

5.19.2 Planos Y Documentos Del Proyecto

Los planos, diagramas y demás documentos técnicos que debe suministrar el CONTRATISTA deberán estar de acuerdo con el diseño general de las obras aprobadas por el MANDANTE y las condiciones particulares existentes en el terreno.

El desarrollo de los diseños e ingeniería deberá incluir todas las actividades necesarias para definir, en toda su extensión, las características de la implantación física y de funcionamiento de los componentes y materiales, y los aspectos técnicos de las obras del Proyecto.

Todos los planos y documentos deberán ser revisados y aprobados por el CONTRATISTA, previo a su envío al MANDANTE en cualquier versión. Las observaciones, comentarios, aprobación, ratificación o toma de conocimiento que haga el MANDANTE de estos documentos, no liberará al CONTRATISTA de ninguna de sus obligaciones ni limitarán sus responsabilidades, como tampoco originará obligación alguna por parte del MANDANTE.

Los planos de las instalaciones existentes que proporcione el MANDANTE deben ser considerados por el CONTRATISTA como referenciales ya que no necesariamente se ajustarán a las condiciones existentes en terreno. En consecuencia, el CONTRATISTA deberá realizar la verificación de las

instalaciones existentes (levantamientos en terreno). La entrega de estos planos por parte del MANDANTE no limita en modo alguno la responsabilidad del CONTRATISTA respecto a las condiciones de las instalaciones existentes, las cuales el CONTRATISTA deberá verificar y representar correctamente en dichos planos.

5.19.3 Aceptación Del Diseño E Ingeniería

Para la aceptación del diseño e ingeniería, el MANDANTE se reserva del derecho de realizar, a través de un Profesional Independiente del CONTRATISTA, la revisión del cumplimiento de los requisitos definidos en estas ESPECIFICACIONES TÉCNICAS. El CONTRATISTA deberá entregar toda la información complementaria que el MANDANTE solicite para estos fines.

6 SUMINISTROS

6.1 ASPECTOS GENERALES

6.1.1 Alcance Y Condiciones

El CONTRATISTA deberá suministrar todos los equipos, estructuras, accesorios, elementos y materiales incorporados necesarios para efectuar la ampliación de la Subestación Santa Clara 220 kV y las adecuaciones de las instalaciones existentes, sin limitarse solo a aquellos que son tratadas expresamente en estas ESPECIFICACIONES TÉCNICAS.

El detalle de las especificaciones y cantidades de cada equipo, estructura, accesorio, elemento o material incorporado, que el CONTRATISTA deberá preparar para su adquisición, se incluirá en una especificación técnica y/u Hoja de Características Técnicas Garantizadas elaboradas en concordancia con la establecido en estas ESPECIFICACIONES TÉCNICAS y con los diseños y cubitaciones preparadas por el CONTRATISTA y aceptadas por el JEFE DE PROYECTO. Las especificaciones técnicas y las hojas de Características Técnicas Garantizadas deberán ser presentadas al JEFE DE PROYECTO para su aceptación, al menos treinta (30) DÍAS antes de que se inicie el proceso de adquisición respectivo con excepción de aquellos suministros para los cuales se establezca otro plazo en estas ESPECIFICACIONES TÉCNICAS.

El suministro incluirá todos los elementos, equipos y accesorios que aseguren su adecuada instalación, pruebas, operación y mantenimiento, aunque éstos no estén específicamente mencionados en las presentes ESPECIFICACIONES TÉCNICAS.

Todos los suministros deberán:

- provenir de fábricas y/o suministradores de primera clase y con experiencia reconocida en la materia, presentadas por el CONTRATISTA y aceptadas por el MANDANTE;
- ser nuevos y de primera calidad. Cuando un suministro no cumpla con la calidad requerida de acuerdo con lo establecido en estas ESPECIFICACIONES TÉCNICAS, en el CONTRATO, en las normas y/o buenas prácticas, el MANDANTE no lo aceptará y no podrá ingresar a SITIO o deberá ser retirado de este por el CONTRATISTA, para proceder con su reemplazo;
- ser diseñados y fabricados considerando las condiciones sísmicas y ambientales del SITIO.

Es responsabilidad del CONTRATISTA la inspección en fábrica, sin perjuicio que el MANDANTE podrá participar en la inspección juntamente con el CONTRATISTA.

6.1.2 Programación

En concordancia con el Programa Maestro de las OBRAS, el CONTRATISTA deberá preparar un cronograma de adquisiciones que incluya:

- Presentación de los antecedentes necesarios para la adquisición, para aceptación del JEFE DE PROYECTO.
- Inicio del proceso de adquisición.
- Período de fabricación, compra y/o de abastecimiento.
- Pruebas en fábrica
- Transporte hasta el SITIO
- Inspección en SITIO del suministro
- Inicio de su incorporación a las obras

6.1.3 Planos Y Documentos Técnicos Del Suministro

El CONTRATISTA deberá obtener del suministrador y entregar al MANDANTE, como parte del suministro cuando corresponda, todos los planos, softwares con todas las licencias y autorizaciones, documentos tales como memorias de cálculo, instrucciones, catálogos, diagramas, programas, certificados, protocolos de prueba y controles en fábrica, otros.

Los planos y documentos técnicos serán proporcionados en archivos digitales, en los siguientes programas:

- Planos, AUTOCAD (Respaldo en PDF)
- Textos, WORD (Respaldo en PDF)
- Planillas, EXCEL

6.1.4 Control De Calidad

A partir del método de trabajo que haya descrito el CONTRATISTA en su PROPUESTA, en el Manual de Procedimientos del Contrato deberá incluir una descripción detallada de la metodología que aplicará para asegurar la calidad de los distintos suministros que requieran las OBRAS y el cumplimiento de las ESPECIFICACIONES TÉCNICAS.

6.1.5 Condiciones Para Las Maderas De Los Embalajes

Las maderas que se utilicen en los embalajes de los suministros deberán cumplir con lo siguiente:

- solo se deberá usar madera seca y de buena calidad;
- toda la madera, proveniente del extranjero, deberá recibir un tratamiento bactericida, fungicida y preservativo antes de su uso y de su ingreso al país;
- se deberán enviar al MANDANTE dos (2) copias de los certificados de estos tratamientos fitosanitarios que han sido sometidas las partes de madera utilizadas;
- cada Fabricante debe informar claramente al CONTRATISTA y éste al MANDANTE, los productos químicos o combinaciones de ellos y que se utilizan en los procesos de fumigación, que podrían generar algún tipo de corrosión en los equipos, ferretería, estructuras, conductores u otros que sean embalados.

Adicionalmente a lo anterior, el CONTRATISTA deberá verificar y certificar que el Fabricante fumigue en el puerto de desembarque todos los embalajes que contengan madera, previo a su transporte a la obra. En el caso que no le corresponda al Fabricante realizar la fumigación, su realización y certificación será responsabilidad del CONTRATISTA:

- esta fumigación deberá ser realizada por una empresa autorizada por el SAG. Una (1) copia de los certificados de fumigación se deberá enviar al SITIO junto con el material despachado y otra copia será enviada al MANDANTE;
- la madera no deberá contener corteza ni detectarse galerías de insectos. El CONTRATISTA será responsable de que estas condiciones se cumplan y por tanto será responsable, a su costo, de cualquier procedimiento, sanción, retención u otras exigencias que requieran las autoridades de Chile;
- la madera deberá cumplir con la Norma Internacional para Medidas Fitosanitarias N°15 (NIMF N° 15) acreditada por el Servicio Agrícola y Ganadero (SAG) y lo establecido en la Resolución Exenta N° 4782/2023 de este Servicio.

6.1.6 Entrega De Protocolos De Prueba

Los protocolos de las pruebas en Fábrica, de cada uno de los suministros que se requiera para la ampliación de la Subestación, deberán ser sometidos a la revisión y aceptación del JEFE DE PROYECTO dentro de los siete (7) DÍAS siguientes a su ejecución, debidamente aprobados por el Fabricante y el CONTRATISTA. Solo en aquellos casos que el JEFE DE PROYECTO lo acepte por escrito, podrán ser entregados con al menos cuarenta (40) DÍAS de anticipación a la fecha programada para la llegada del suministro al SITIO.

6.2 MALLA DE PUESTA A TIERRA

6.2.1 Alcance

El CONTRATISTA deberá efectuar el suministro de los materiales del sistema de puesta a tierra, tanto de la malla subterránea como aérea y la conexión de todos los equipos, estructuras y elementos metálicos, a la malla subterránea, correspondiente del Patio de Alta Tensión de 220 kV.

Estos suministros se efectuarán conforme a lo indicado en las cláusulas siguientes y en los planos del diseño de detalle que debe desarrollar el CONTRATISTA.

Todos los materiales utilizados y sus embalajes deberán ser nuevos de primer uso. Con al menos treinta (30) DÍAS de anticipación al inicio del proceso de adquisición, deberán ser sometidas a la revisión y aceptación del JEFE DE PROYECTO, para cada uno de los materiales, los suministradores, las cantidades, los planos, las especificaciones técnicas incluyendo los embalajes y los cronogramas de fabricación.

6.2.2 Normas

- ASTM B3 : Standard Specification for Soft or Annealed Copper Wire
- ASTM B8 : Specification for Concentric-Lay-Stranded Copper Conductors, Hard, Medium-Hard, or Soft.
- ASTM B415 : Standard Specification for Hard-Drawn Aluminum-Clad Steel Wire.

- ASTM B416 : Standard Specification for Concentric-Lay-Stranded Aluminum-Clad Steel Conductors.

6.2.3 Fabricantes

Los fabricantes de conductores, soldaduras, moldajes y otros elementos incorporados, deberán ser de reconocida experiencia y calidad, con una importante presencia y participación en el mercado nacional e internacional, aceptados por el MANDANTE entre aquellos que haya señalado el CONTRATISTA en su PROPUESTA.

6.2.4 Suministro De Conductores

6.2.4.1 Aspectos Generales

La superficie del cable y de sus alambres componentes deberá ser cilíndrica, resultar suave al tacto y estar libre de imperfecciones y de materias extrañas.

El CONTRATISTA deberá someter a la revisión y aceptación del JEFE DE PROYECTO, los documentos del fabricante de los conductores de cobre/ ALUMOWELD que se utilicen en la construcción de la malla subterránea/aérea, que indiquen el proceso de fabricación, las pruebas realizadas, las medidas, el peso, características del material y otros.

Se deberá:

- realizar las pruebas de control de calidad de las materias primas para asegurar que éstas cumplan con las normas ASTM correspondientes. El CONTRATISTA deberá someter los protocolos de verificación de las materias primas a la revisión y aceptación del MANDANTE.
- ejecutar las pruebas y verificaciones establecidos en las normas en los alambres componentes antes y después del cable terminado, para verificar el cumplimiento de los requisitos establecidos en las normas y en esta especificación técnica, así como también para verificar las características técnicas garantizadas indicadas por el Proveedor. El CONTRATISTA deberá someter los protocolos de las pruebas a la revisión y aceptación del MANDANTE.

Con relación a:

- el embalaje de los cables de cobre y ALUMOWELD, aplica lo señalado en la cláusula 6.4.5.1 de estas ESPECIFICACIONES TÉCNICAS, con la salvedad de que solo si el cable es de procedencia nacional el carrete podrá ser de madera;
- las exigencias constructivas de los carretes, aplica lo señalado en la cláusula 6.4.5.2;
- la protección del conductor en los carretes, aplica lo señalado en la cláusula 6.4.5.3;
- el tratamiento de las maderas, aplica lo señalado en la cláusula 6.4.5.4;
- las marcas de los carretes, aplica lo señalado en la cláusula 6.4.5.5.

6.2.4.2 Conductor Malla Subterránea

El suministro del cable de cobre desnudo, temple blando, clase B, que se usará en la malla subterránea y la conexión a los equipos, estructuras, cajas, deberá cumplir con las normas ASTM B3 y B8.

La dirección del cableado de la última capa del cable de cobre desnudo será lo indicado en la norma ASTM B8 en su punto 5.5.

Todo el cobre utilizado en la construcción de las mallas de puesta a tierra deberá ser electrolítico de alta conductividad.

La malla subterránea se ejecutará con cable de cobre desnudo de sección 4/0 AWG, como mínimo.

Todas las derivaciones de la malla subterránea, correspondientes a la ampliación de la S/E Santa Clara 220 kV, se ejecutarán con cables de cobre desnudo de sección 2/0 AWG, como mínimo, con la excepción de las conexiones a la malla aérea, que se deberá realizar con cable de cobre desnudo con la misma sección de la malla subterránea.

6.2.4.3 Conductor Malla Aérea

El conductor que se utilizará como cable de guardia para la protección contra descargas atmosféricas de la ampliación del patio de 220 kV y de la ampliación de la subestación, será cable ALUMOWELD 7 N°8 AWG y deberán cumplir con las normas ASTM B415 y B416.

No se permitirán uniones de ninguna especie en los alambres terminados ni durante el cableado. Si un alambre se cortara durante el cableado, será motivo suficiente para terminar en ese punto la tira de cable en proceso.

La dirección del cableado de la capa exterior del cable será según se indique en la norma ASTM B416, con un trefilado en forma helicoidal de los alambres componentes.

El recubrimiento de aluminio deberá ser concéntrico con el alambre de acero, continuo y uniforme.

El espesor de la capa de aluminio, en ningún punto del alambre podrá ser menor que el valor que se indica en la norma ASTM B415.

6.2.5 Suministro De Elementos Para Unión Por Termofusión

Los materiales que se utilizarán para efectuar las conexiones por el sistema de termofusión de los conductores del sistema de puesta a tierra deben garantizar uniones que no sean afectadas por la temperatura producida por corrientes eléctricas de hasta 162 A/mm² durante 3 segundos.

Se deberá utilizar soldadura CALDWELD y cada molde no se deberá usar en más de 40 conexiones, siempre y cuando mantenga su integridad.

Cada cápsula de soldadura debe tener el tamaño correcto para cada tipo de conexión y debe ser usada en forma íntegra en la conexión.

Como parte del suministro se deben adquirir cepillos de alambre CADWELD para la limpieza de conductores y moldes durante el proceso de conexionado y termofusión.

6.2.6 Pruebas En Fábrica De Los Conductores

6.2.6.1 Conductor Malla Subterránea

6.2.6.1.1 Pruebas En los Alambres De Cobre

Se deberán hacer las siguientes pruebas en los alambres de cobre:

- Todas las especificadas en la norma ASTM B3, incluyendo la prueba de resistencia al doblado. Estas pruebas se deberán hacer en los alambres de cobre antes del proceso de cableado del cable.
- Tracción en muestras que contengan uniones hechas en los alambres antes del trefilado final, o en el alambrón.
- Tracción en muestras que contengan uniones hechas en los alambres que se hayan roto durante el proceso de trefilado del cable.
- Verificación del estado de la superficie de los alambres para comprobar el cumplimiento de los requisitos indicados en los alambres de cobre antes del proceso de cableado del cable.

6.2.6.1.2 Pruebas En El Cable De Cobre

Las siguientes pruebas se deberán hacer en el cable de Cobre terminado, según los procedimientos indicados en la norma ASTM B8:

- Medición de aspectos físicos:
 - o Peso unitario del cable.
 - o Diámetro externo del cable.
 - o Diámetro externo de cada capa de alambres.
 - o Paso de cableado de cada capa de alambres.
 - o Área de la sección transversal del cable.
- Verificación de la dirección del cableado de la capa exterior y de la terminación del cable.
- Medición de la resistencia a la rotura del cable.
- Medición de la resistencia a la corriente eléctrica.

6.2.6.1.3 Rechazo

Para los alambres de cobre se aplicarán los criterios de rechazo establecidos en la norma ASTM B3.

Para el cable terminado, su embalaje y marcas, el incumplimiento de cualquiera de los requerimientos de esta ESPECIFICACIÓN TÉCNICA, constituirá motivo suficiente para el rechazo del suministro.

6.2.6.2 Conductor Malla Aérea

6.2.6.2.1 Pruebas En Los Alambres Componentes

Se deberán hacer las siguientes pruebas en los alambres obtenidos al desarmar una muestra de cable ALUMOWELD terminado, estas pruebas serán ejecutadas según la norma ASTM B415:

- Peso y espesor de la capa de aluminio.
- Ductilidad del acero.
- Torsión del acero.
- Medida de elongación.
- Adherencia del aluminio.

- Diámetro de los alambres.
- Uniformidad del aluminio.
- Resistencia a la tracción.
- Medición de Resistencia eléctrica

6.2.6.2.2 Pruebas En El Cable Terminado

Se deberán realizar las siguientes verificaciones y pruebas en el cable terminado, según los procedimientos indicados en la norma ASTM B416:

- Peso unitario.
- Diámetro.
- Número de alambres.
- Área de la sección transversal.
- Verificación de la dirección del cableado.
- Paso del cableado de cada capa de alambres.
- Medición de la resistencia a la rotura.
- Elongación.
- Medición de Resistencia eléctrica.

6.2.6.2.3 Rechazo

El criterio de rechazo será el indicado en las normas ASTM B415 o ASTM B416.

6.3 ESTRUCTURAS MARCOS DE BARRA

6.3.1 Fabricante

El Fabricante de las estructuras deberá ser de reconocida experiencia y calidad, con una importante presencia y participación en el mercado nacional e internacional, aceptados por el MANDANTE entre aquellos que haya señalado el CONTRATISTA en su PROPUESTA.

6.3.2 Materiales

El CONTRATISTA deberá someter a la revisión y aprobación del JEFE DE PROYECTO, previo a la fabricación, los certificados emitidos por el fabricante que acrediten que los materiales utilizados en las estructuras cumplen con lo estipulado en estas ESPECIFICACIONES TÉCNICAS.

6.3.3 Armado De Prueba En Fábrica

Se debe realizar el armado de prueba en fábrica, de una de las dos (2) estructuras para marcos de barra.

6.3.4 Suministro Y Fabricación

Junto con lo indicado en los numerales anteriores, para el suministro y fabricación de los marcos de barra aplica lo especificado en el documento 25SSC-SE-AP-ET-002: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE FABRICACIÓN DE ESTRUCTURAS.

6.4 CABLE CONDUCTOR DE ALUMINIO

6.4.1 Aspectos Generales

El suministro del cable conductor de aluminio, tipo AAC, que deberá ser utilizado en la ampliación de las barras de 220 kV de la S/E Santa Clara, deberán cumplir con las condiciones y características técnicas generales que se detallan en las siguientes cláusulas.

El CONTRATISTA deberá establecer, mediante los estudios y el diseño que debe realizar para la ampliación, tanto las características técnicas particulares del conductor como la cantidad requerida, y deberá elaborar las especificaciones y la Hoja de Características Técnicas Garantizadas, todo lo cual deberá ser presentado para someterlo a la revisión y aceptación del JEFE DE PROYECTO, en forma previa al diseño de los marcos de barra y con al menos treinta (30) DÍAS de anticipación al inicio del proceso de adquisición.

6.4.2 Normas Aplicables

En todos aquellos puntos no mencionados explícitamente en estas ESPECIFICACIONES TÉCNICAS y en aquellos documentos complementarios aceptados por el MANDANTE, el conductor y sus alambres componentes deberán cumplir con todos los requisitos indicados en las ediciones de más reciente publicación de las Normas ASTM siguientes:

	Norma ASTM aplicable
– Conductor AAC	B231/231M
– Alambres de aluminio 1350-H19, antes del cableado	B230/230M
– Especificación para aluminio 1350	B233

6.4.3 Fabricante

El Fabricante del conductor debe ser de reconocida experiencia y calidad, con una importante presencia y participación en el mercado nacional e internacional, aceptado por el MANDANTE entre aquellos que haya señalado el CONTRATISTA en su PROPUESTA.

6.4.4 Características Generales Del Conductor AAC

El conductor AAC está conformado solamente por alambres de aluminio 1350-H19, elaborados según la norma ASTM B230/B230M, cuya terminación se realiza según la Norma ASTM B231/B231M.

El conductor deberá cumplir con las siguientes características generales:

- deberá ser nuevo, de fabricación reciente y de primer uso;
- la dirección del cableado de la capa exterior de los alambres de aluminio será a mano derecha;
- la superficie del conductor y de sus alambres componentes deberá ser cilíndrica, resultar suave al tacto y estar libre de imperfecciones y de materias extrañas;
- en los alambres de aluminio se deberán cumplir los siguientes requisitos en lo que respecta a uniones:

- las uniones en el alambcón o en los alambres de aluminio deberán cumplir con los requisitos de la Norma ASTM B230/B230M;
- durante el trefilado del conductor no se permitirá hacer uniones a los alambres de aluminio cuando se acabe el rollo o bobina de dicho alambre;
- solamente y a título de excepción se permiten uniones en alambres terminados que se rompan imprevisiblemente durante el cableado, siempre que dichas roturas no se deban a defectos de los alambres. En este caso, todas las uniones deberán cumplir con los requisitos de la norma ASTM. Sin embargo, ninguna unión deberá estar a menos de 15 m de otra unión del mismo alambre o de cualquier otra unión en otro alambre del conductor terminado;

6.4.5 Características Generales Del Embalaje

6.4.5.1 Embalaje Del Conductor

El conductor deberá ser embalado en carretes metálicos:

- en cada carrete deberá haber una sola tira continua de conductor. De ser necesario más de un carrete, todos deberán tener la misma longitud de conductor en tira continua, con una tolerancia de 0% a +3%;
- para prevenir daños durante el transporte y el tendido, el conductor deberá ser enrollado y ordenado apretadamente en el carrete, pero sin emplear golpes;
- los extremos de la tira continua de conductor deberán fijarse firmemente al carrete.

6.4.5.2 Exigencias Constructivas De Los Carretes

La construcción de los carretes deberá ser tal que:

- resistan todas las solicitaciones normalmente encontradas durante la fabricación, el transporte, la carga y descarga, la entrega en los patios, la distribución y el proceso de tendido del conductor;
- sus dimensiones eviten que la tira continua de conductor los llene por completo. Se deberá dejar un espacio libre mínimo de 5 cm entre la última capa de conductor y el lado interior del listonado que se debe instalar en el carrete.
- el agujero del eje central de los carretes esté provisto de bujes metálicos firmemente fijados a los costados del carrete y su diámetro interior mínimo sea de 70 mm;
- sean desarmables, es decir, sus costados (flanges) se deberán poder separar del tambor;
- estén provistos de cinco (5) pernos o tensores de acero que, a través del carrete fijen el tambor a los costados (flanges).

Los pernos o tensores de acero deberán en lo posible no sobresalir de los costados (flanges), aceptándose que sobresalgan hasta un (1) cm.

6.4.5.3 Protección Del Conductor En Los Carretes

La protección del conductor en los carretes deberá asegurar la conservación del conductor en buen estado, en condiciones adversas de humedad y por un período prolongado de almacenamiento, para lo cual y entre otros:

- sobre el tambor del carrete se deberá colocar una o más capas de papel impermeable no corrosivo o de otro material que tenga propiedades similares, de un espesor mínimo total de 0,5 mm;
- en el interior de los costados (flanges), se deberá colocar una capa de cartón no corrosivo resistente a la abrasión u otro material adecuado, de un espesor mínimo de 1,5 mm;
- entre la última capa exterior de conductor, sea completa o parcial, y la capa anterior, se deberá colocar, como mínimo, una capa de papel impermeable no corrosivo, o de otro material que tenga propiedades similares;
- una vez enrollado el conductor, se deberá cubrir su superficie expuesta con una capa de cartón o de otro material adecuado, resistente a la abrasión y no corrosivo, que tenga un espesor mínimo de 2 mm. Esta capa deberá ser asegurada en su sitio por lo menos, con una cinta metálica o similar, que pueda ser retirada sin dañar al conductor.
- todas las superficies expuestas de los carretes, partes sobresalientes, pernos o tensores y bujes se deberán pintar con pintura de aluminio antes que el conductor sea enrollado en los carretes;
- los carretes deberán ser cubiertos completamente con un listonado de madera. El listonado no deberá tocar el conductor, quedando un espacio mínimo de 5 cm entre ambos.
- el espesor mínimo del listonado de madera deberá ser de 38 mm.
- el listonado se deberá fijar sobre los bordes de los costados (flanges) del carrete con pernos o con otro sistema que impida su deslizamiento lateral. El largo del listonado deberá ser igual al ancho total del carrete. El listonado deberá ser adecuado para resistir la manipulación de los carretes a contar de su entrega en fábrica hasta su utilización.
- El listonado deberá ser asegurado en su sitio, con por lo menos, 2 cintas metálicas como mínimo.

El embalaje y estiba de las piezas deberá asegurar evitar deformaciones e impactos que dañen los carretes. Para evitar lo anterior, el Fabricante instalará soportes, conectores y atiesadores que garanticen el adecuado transporte.

6.4.5.4 Tratamiento De La Madera

Las maderas que se utilicen en el listonado de recubrimiento de los carretes deberán cumplir con lo señalado en la cláusula 6.1.5 de estas ESPECIFICACIONES TÉCNICAS.

6.4.5.5 Marcas

En cada carrete se deberá marcar el nombre del MANDANTE, nombre del Fabricante, el peso neto, longitud del conductor, sección y tipo de conductor, peso bruto del carrete incluido el conductor, fecha de fabricación, y toda otra identificación necesaria, en una tarjeta resistente y firmemente sujeta al extremo del conductor dentro del carrete.

Esta misma información, junto con la identificación del Contrato de Suministro, el número de serie del Fabricante y todas las marcas necesarias para envío y destinación, deberán pintarse en el exterior del carrete con pintura indeleble y lectura legible. Además, en la tarjeta sujeta al extremo del conductor, se deberá incluir una copia del certificado fitosanitario del proceso a que han sido sometidas las partes de madera.

Después que el carrete de conductor haya sido inspeccionado y aceptado, la tarjeta atada al extremo del conductor será timbrada y firmada por el representante autorizado del MANDANTE o al CONTRATISTA si el MANDANTE decide no enviar a su representante.

En cada carrete deberá indicarse, claramente con una flecha, el sentido en que debe hacerse rodar el carrete sin que se suelte el conductor.

6.4.6 Pruebas En Fábrica

6.4.6.1 Pruebas Y Certificaciones

El CONTRATISTA deberá someter a la revisión y aprobación del JEFE DE PROYECTO:

- Certificado de Calidad del Fabricante, de cumplimiento del conductor con las normas.
- Certificados del Fabricante con los resultados de las pruebas de control de calidad de las materias primas por él efectuadas, las que deberán incluir la composición química del aluminio.
- Informe certificado de inspección y resultados de pruebas, correspondientes a las propiedades físicas y eléctricas de los alambres de aluminio y el conductor terminado según las normas ASTM aplicables, incluyendo como mínimo:
 - Mediciones y verificaciones, alambres de Aluminio
 - Diámetro y tolerancias de los alambres
 - Resistencia de ruptura de los alambres
 - Resistencia al doblado de los alambres
 - Elongación de los alambres
 - Conductividad de los alambres
 - Para cada capa, los valores y tolerancias de: diámetro, longitud y dirección.
 - Medición de dimensiones físicas del conductor terminado:
 - Área de la sección transversal del conductor.
 - Diámetro externo.
 - Diámetro externo de cada capa de alambres.
 - Paso de cableado de cada capa de alambres.
 - Peso unitario.
 - Mediciones y verificaciones del conductor terminado:
 - Medición de la resistencia a la rotura.
 - Medición de la resistencia eléctrica.
 - Verificación de la dirección del cableado de la capa exterior.
 - Verificación de la terminación del conductor.

El informe certificado de inspección y resultados de pruebas deberá corresponder a los carretes suministrados o en el caso que corresponda, al o a los lotes de prueba de los cuales el o los carretes suministrados formaron parte y para los cuales todas las pruebas fueron aprobadas.

6.4.6.2 Criterios De Rechazo

El incumplimiento de cualquier aspecto contenido en este ESPECIFICACIÓN TÉCNICA, correspondiente al suministro del Cable Conductor será motivo suficiente para el rechazo del suministro por parte del MANDANTE.

6.4.7 Información Previa A La Orden De Compra

Antes de colocar la orden de compra por el cable conductor, el CONTRATISTA deberá solicitar al Fabricante y entregar al MANDANTE la siguiente información, previamente revisada y comentada por el CONTRATISTA, para sus comentarios y observaciones:

- Plano detallado de la construcción del carrete para el embalaje del conductor, que contenga lo siguiente:
 - o Dimensiones.
 - o Pesos.
 - o Lista de materiales.
 - o Características del listonado.
 - o Descripción y ubicación de los materiales usados como protección del conductor del carrete.
 - o Documento que certifique el tratamiento de protección de la madera del listonado del carrete.
 - o Vista de frente, laterales y corte del carrete, mostrando los detalles de construcción.
 - o Indicación del tratamiento de protección de la madera del listonado del carrete.
 - o Indicación de las zonas del carrete pintadas con pintura de aluminio.
- Programa detallado de fabricación del conductor, con indicación de la fecha de comienzo y duración de la fabricación.
- Instrucciones para la manipulación, transporte, almacenamiento por tiempo prolongado y mantenimiento del conductor en sus carretes.
- Curvas Tensión-Deformación del cable conductor, compatibles con software PLS-CADD de Power Line Systems y que permitan la elaboración de las tablas de tensado. Parámetros del conductor para su modelación en PLS-CADD.

Una vez recibida las Ofertas y antes de emitir la correspondiente orden de compra, el CONTRATISTA deberá entregar al MANDANTE para sus observaciones y comentarios, la siguiente información que debe solicitar el CONTRATISTA a los Fabricantes:

- Formulario de Características Garantizadas.
- Formulario de Información Técnica Garantizada.
- Discrepancias Técnicas entre la Oferta y las Bases Técnicas.
- Información Técnica Adicional.
- Planos, datos técnicos e informaciones entregadas con la oferta. En el caso de existir observaciones del MANDANTE y/o del CONTRATISTA, se deberán entregar además los documentos modificados de acuerdo con las observaciones.
- Otros planos, documentos técnicos e informaciones solicitadas por el MANDANTE y/o por el CONTRATISTA que sean necesarios para complementar la información entregada por los fabricantes.

Toda la información antes señalada debe ser enviada al MANDANTE conteniendo los comentarios y observaciones del CONTRATISTA.

6.5 AISLADORES DE DISCO

6.5.1 Aspectos Generales

El suministro de los conjuntos de aislación, constituidos por aisladores de disco, destinados a la ampliación de las barras de 220 kV de la S/E Santa Clara, deberán cumplir con las condiciones y características técnicas generales que se detallan en las siguientes cláusulas.

6.5.2 Normas Aplicables

- IEC 60120 : Dimensions of ball and socket couplings of string insulator units.
- IEC 60383 : Insulators for overhead voltage with a nominal voltage above 1000 V.
- IEC 60372 : Locking devices for ball and socket couplings of string insulator units – Dimensions and tests.
- IEC 60437 : Radio interference test on high-voltage insulators.
- IEC TR 60797 : Residual strength of string insulator units of glass or ceramic material for overhead lines after mechanical damage of the dielectric.
- IEC 61211 : Insulators of ceramic material or glass for overhead lines with a nominal voltage greater than 1 000 V - Impulse puncture testing in air.
- IEC 61325 : Insulators for overhead lines with a nominal voltage above 1000 V
- ANSI 29.2 : Wet Process Porcelain and Toughened Glass— Suspension Type.

6.5.3 Fabricante

El Fabricante debe acreditar un mínimo de 40 años de experiencia y presencia en el mercado, fabricando el tipo de aisladores requeridos para las OBRAS, los cuales deberán corresponder a diseños y fabricación estándar, cuya calidad y confiabilidad sean reconocidas y demostrables. El Fabricante debe ser aceptado por el MANDANTE entre aquellos que haya señalado el CONTRATISTA en su PROPUESTA.

6.5.4 Requisitos De Diseño Y Fabricación

6.5.4.1 Diseño

Los aisladores deberán:

- Estar constituidos, como material aislante, por vidrio templado.
- Ser adecuados para operar bajo las condiciones ambientales, eléctricas y ambientales correspondientes a la S/E Santa Clara 220 kV, formando parte de los conjuntos de aislación requeridos, especialmente en lo que se refiere a minimizar el RIV, corona visible y correcto ajuste al formar los conjuntos.
- Ser diseñados y fabricados para tener una robustez mecánica que garantice una vida útil larga, de al menos 50 años, sin sacrificar por esto las características eléctricas de operación estipuladas en estas especificaciones.

- Ser diseñados para evitar concentraciones excesivas de campo eléctrico en cualquier sección o a través de la superficie de fuga. Deberá evitarse en el diseño todas aquellas características o detalles que impliquen un aumento de la radio interferencia o aparición de corona visible.
- Tener polleras circulares y substancialmente simétricas en su contorno, sin deformación apreciable. Las superficies cubiertas y ranuras deberán dimensionarse para una fácil limpieza.
- Al tener distinta resistencia mecánica o electromecánica, poseer un rasgo característico que los diferencie claramente. Este rasgo característico puede ser un color (o tonalidad) diferente, una forma diferente o cualquier otro método.
- Tener una terminación uniforme, libre de defecto superficial y suave al tacto.
- No requerir de alguna protección adicional por efectos agresivos del ambiente, solo es necesario que lleven golilla de zinc.

6.5.4.2 Calidad

Los aisladores, incluyendo su embalaje, deberán ser nuevos y de primer uso, y deberán ser producidos con vidrio de la mejor calidad, bajo las mejores prácticas de fabricación.

Todos los materiales deberán cumplir las características especificadas en un rango de temperatura de -20 °C a 80 °C.

Todas las partes de acero de los aisladores deberán ser galvanizadas en caliente con un peso mínimo de zinc de 500 g/m² y de acuerdo con la Norma ASTM A 153.

El vidrio debe ser compacto, homogéneo, transparente, exento de doblajes, piedras, hilos, agujeros, fisuras, burbujas de aire, inclusiones de materias extrañas, fallas provenientes de fundición defectuosa, así como de cualquier defecto que puedan perjudicar sus características eléctricas o mecánicas. El color debe ser translúcido o verdoso, las superficies deben ser lisas y pulidas, y el aislador debe ser resistente al manejo y cumplir con la resistencia al ensayo de impacto.

Todas las partes componentes deberán fabricarse exactamente de acuerdo con medidas normales para facilitar su reemplazo.

Por medio del lavado natural de las aguas lluvias o mediante lavado mecánico, debe mantenerse libre de polvo o suciedades residuales ocasionadas por la contaminación ambiental.

6.5.4.3 Caperuzas (Casquetes)

Las caperuzas de los aisladores deberán ser de hierro maleable o hierro fundido nodular (hierro de grafito esferoidal) y deberán ser libres de fisuras, enmiendas, deformaciones, burbujas de aire, rebabas o cantos vivos. Toda la superficie deberá estar libre de puntas u otras irregularidades que favorezcan la aparición de Corona.

El hierro fundido nodular (grafito esferoidal) deberá permitir elongación mínima de 17%.

El socket de la caperuza deberá tener un agujero para alojamiento de la chaveta, proyectado de acuerdo con la Norma IEC 60372.

6.5.4.4 Vástagos

Los vástagos deberán estar fabricados de acero al carbono forjado en caliente y deberán estar libres de escorias, doblajes, enmiendas, rebabas o cantos vivos. Todas las superficies de apoyo deberán ser lisas y uniformes con el propósito de distribuir uniformemente los esfuerzos de carga con el cemento. El manguito deberá ser fundido en la superficie del vástago galvanizado, por proceso metalúrgicamente adherente y poseer un volumen superior a 5g de Zn distribuidos en la parte expuesta.

6.5.4.5 Chavetas

Las chavetas deberán ser de acero inoxidable y cumplir con lo establecido en la IEC 60372.

El diseño de las chavetas a utilizar en los acoplamientos tipo rótula deberá ser del tipo Split-Pin. Debe permitir su fácil instalación y enclavamiento, evitando su desacoplamiento accidental durante la manipulación y uso. Su longitud debe permitir que sus extremidades no sobrepasen la zona del acoplamiento de la caperuza, cuando la chaveta se pone en su posición de enclavamiento.

6.5.4.6 Cemento

La unión de la porcelana o el vidrio a la caperuza y al vástago, se hará usando cemento, de alta resistencia mecánica, del tipo Aluminoso, curado en caliente. El cemento deberá experimentar un mínimo de alteración de volumen debido a cambios de temperatura o al envejecimiento. El coeficiente de expansión lineal deberá ser menor que 0,12 % en el ensayo de expansión. No se aceptará que el cemento contenga azufre como componente principal.

El método de unión de los aisladores deberá asegurar el traspaso uniforme de las solicitaciones a la porcelana.

La superficie del cemento deberá ser uniforme, debiendo tomarse cuidados especiales para el correcto montaje de las partes componentes individuales del aislador durante la cementación.

Las superficies del dieléctrico y de las partes metálicas (caperuza y vástago) deberán estar limpias y libres de fragmentos de cemento. No deberá existir reacción química entre el cemento y el zinc.

La altura del nivel del cemento que cubre el vástago al borde del material aislante deberá estar entre 1 mm y 10 mm para aisladores que posean manguito de zinc y entre 1 mm y 17 mm para aisladores con vástago sin manguito de zinc.

6.5.4.7 Marcas Para Identificación

Todos los aisladores deberán ser marcados en forma indeleble y claramente legible con el número de catálogo y con un símbolo que identifique al Fabricante. Estas marcas deberán estar estampadas, fundidas o forjadas en el metal.

En forma adicional, los aisladores deberán ser marcados con el año de fabricación y el valor de su resistencia mecánica.

La marca:

- sobre el cuerpo aislante no debe producir protuberancias o rebabas que perjudiquen el comportamiento de los aisladores en servicio.

- sobre las caperuzas no podrá perjudicar la calidad del galvanizado ni favorecer el efecto corona y RIV.

6.5.5 Pruebas En Fábrica

6.5.5.1 Aspectos Generales

Las pruebas y verificaciones indicadas a continuación deberán ser hechas en conformidad con las Normas señaladas en estas ESPECIFICACIONES TÉCNICAS para cada caso, con el objeto de verificar el cumplimiento de los requisitos establecidos en dichas Normas y en este documento, así como también para verificar las características técnicas garantizadas indicadas por el Fabricante.

Previo a la ejecución de las pruebas se debe verificar que la validez de la certificación de calibración de los equipos e instrumentos que serán utilizados se encuentre vigente durante el período de las pruebas.

6.5.5.2 Muestreo Pruebas Y Rechazo

Para determinar las cantidades de aisladores que se deben seleccionar para las pruebas, para su selección, los tipos de pruebas y en caso de falla de algún aislador de alguna muestra o lote, para su rechazo, se debe proceder conforme a lo establecido en la norma IEC 60383.

6.5.5.3 Pruebas Tipo

El Fabricante podrá homologar las pruebas que se describen a continuación, mediante la presentación de los certificados y protocolos debidamente aprobados a satisfacción.

Las Pruebas Tipo se deben realizar de acuerdo con lo estipulado en las normas que se indican, con sus correspondientes criterios de aceptación. Estas pruebas son:

- Dimensional (IEC 60383-1)
- Tensión resistida de impulso bajo lluvia (IEC 60383-1)
- Tensión de frecuencia industrial resistida bajo lluvia (IEC 60383-1)
- Onda de impulso de frente escarpado (IEC 61211)

Se debe realizar sobre diez (10) aisladores seleccionados al azar del primer lote de producción presentados para aceptación.

- Ruptura mecánica (IEC 60383-1)

Durante la etapa inicial del ensayo, el aislador unitario deberá ser sometido a una carga mecánica de tracción igual a 60% del valor mecánico o electromecánico especificado (CMN). Esta carga mecánica de tracción debe ser aplicada e inmediatamente aliviada cuatro veces consecutivas. A continuación de las cargas y descargas, los aisladores deben ser individualmente sometidos al ensayo de rotura mecánica conforme previsto por norma.

- Resistencia al Impacto. (cláusula 8.2.8 de la norma ANSI 29.2)
- Tensión de Radiointerferencia TRI. (IEC 60437)

El ensayo deberá ser realizado sobre aisladores unitarios, debiendo las mediciones de TRI ser determinadas para los niveles de voltajes definidos para la instalación.

Las muestras serán aprobadas siempre que la TRI medida sea menor o igual a los valores indicados en la norma.

- Comportamiento termo-mecánico (IEC 60383-1)

La prueba de comportamiento termo mecánico se efectuará en conformidad con lo estipulado en la norma IEC 60383-1, modificada en que la carga mecánica aplicada durante el ensayo será equivalente al 70% de la carga de ruptura del aislador. Además, el valor promedio de las cargas de rotura efectiva de la prueba de resistencia mecánica menos 3 desviaciones standard deberá ser igual o mayor que el valor de la resistencia mecánica garantizada del aislador y ninguno de los aisladores deberá fallar a un valor de la resistencia electromecánica inferior al valor garantizado.

La máquina para realizar esta prueba deberá estar equipada con un impresor que permita registrar en forma continua, las variaciones de temperatura y carga y además que dibuje los gráficos necesarios.

– Resistencia Mecánica Residual (IEC 60797)

La prueba de resistencia mecánica residual se efectuará conforme a la norma IEC 60797, debiendo la temperatura del baño caliente durante el ensayo de ciclo térmico ser mantenida a una temperatura superior a 90°C y la diferencia entre las temperaturas del agua fría y caliente debe ser superior a 70°C, independientemente del tipo de cemento utilizado para el ensamblado del aislador.

La muestra se modificará en que el número de aisladores a probar será de diez (10) unidades. Esta prueba se efectuará en uno de cada dos lotes de aisladores presentados para pruebas de aceptación.

Para el criterio de aceptación, el valor de la constante de aceptación es: $K > 0,8$

6.5.5.4 Pruebas De Aceptación

Una vez aceptados por el Mandante los protocolos de las Pruebas Tipo, en concordancia con la norma IEC 60383 se deberán realizar las siguientes pruebas de aceptación:

- Verificación de las dimensiones de los aisladores.
- Ensamble de todos los aisladores, para verificar su correcto ajuste y libertad de movimiento (desplazamiento axial, radial y angular).
- Verificación de terminaciones, nivel del cemento junto al vástago, manchas de cemento en la pollera.
- Verificación del sistema de trabamiento. Extracción de las chavetas.
- Prueba de choque térmico.
- Prueba de perforación.
- Pruebas de galvanización, espesor de la capa de zinc.
- Prueba de rotura con carga mecánica.
- Prueba de impacto residual.

6.5.5.5 Pruebas De Rutina.

En concordancia con la norma IEC 60383 se realizarán las siguientes pruebas:

- Inspección visual.
- Prueba de tracción mecánica para una fracción de la carga electromecánica nominal o mecánica.
- Prueba de choque térmico.

Las composiciones químicas y las propiedades físicas del cemento de fijación a los elementos metálicos deberán ser controladas durante las diversas etapas de las pruebas de rutina.

Adicionalmente al resultado de las pruebas indicadas, no se aceptarán aisladores que contengan impurezas, defectos superficiales y burbujas.

6.5.5.6 Protocolos De Prueba

Los protocolos de prueba deberán incluir:

- Número de muestras y de aisladores de cada tipo representados por ella.
- Número de aisladores de cada tipo aceptados y rechazados.
- Resultados de cada una de las pruebas.
- Descripción de las pruebas.
- Resultados de las verificaciones del embalaje y de las marcas hechas en los aisladores.

6.5.6 Condiciones De Embalaje

Los aisladores de disco deberán ser embalados en jabas de madera que contengan seis (6) aisladores como máximo. Estas jabas y cajas deberán tener separadores y soportes adecuados para evitar golpes de los aisladores entre sí.

Las maderas que se utilicen en los embalajes deberán cumplir con lo señalado en la cláusula 6.1.5 de estas ESPECIFICACIONES TÉCNICAS.

Los embalajes deberán ser del tipo exportación y diseñados y contruidos de tal forma que resistan todas las sollicitaciones que se puedan producir durante el transporte entre el lugar de fabricación y el lugar de destino en Chile, y que permitan evitar pérdidas y robos, así como también daños en los elementos embalados. Adicionalmente, los embalajes deberán ser capaces de resistir los efectos de un almacenamiento prolongado a la intemperie y deberán ser nuevos.

Las marcas que se deberán colocar en los embalajes son las siguientes:

- Proyecto Ampliación S/E Santa Clara 220 kV.
- Nombre del fabricante.
- Número del contrato.
- Número de catálogo
- Peso bruto.
- Peso neto.
- Puerto de salida.
- Puerto de entrada.

6.5.7 Información Previa A La Orden De Compra

Antes de colocar la orden de compra por los aisladores de disco el CONTRATISTA deberá solicitar al Fabricante y entregar al MANDANTE la siguiente información, previamente revisada y comentada por el CONTRATISTA, para sus comentarios y observaciones:

- Plano detallado de cada aislador mostrando en una vista en corte su configuración esencial e indicando sus dimensiones y tolerancias, peso, color, características principales. En el plano se deberá indicar, además:
 - o Peso de la capa de zinc (en gr/cm²) para vástagos y casquetes.
 - o Recomendaciones para carga máxima y carga normal de trabajo.
- Plano de la chaveta que se utilizará en los acoplamientos, tipo rótula, con indicación de sus dimensiones y características principales.
- Descripción del embalaje y de sus marcas, incluyendo planos aclaratorios:
 - o Dibujo del embalaje propuesto, en que se indique forma, pesos, dimensiones incluso el espesor de las partes de madera y protección para la exportación indicando como se protegerá el material contra la humedad, el ambiente salino, la corrosión química, los golpes y el manejo rudo.
 - o Número de unidades por embalaje.
- Programa detallado de fabricación, con indicación del comienzo y duración de la fabricación.
- Cronograma

La oferta deberá incluir un cronograma completo, el que deberá contener al menos los siguientes tiempos comprometidos, contados en días a partir de la fecha de emisión de la Orden de Compra:

- o Emisión de documentos requeridos.
- o Período de fabricación.
- o Período de pruebas en fábrica.
- o Entrega del suministro, probado y listo para el transporte.

Una vez recibida las Ofertas y antes de emitir la correspondiente orden de compra, el CONTRATISTA deberá entregar al MANDANTE para sus observaciones y comentarios, la siguiente información que debe solicitar el CONTRATISTA a los Fabricantes:

- o Formulario de Características Garantizadas.
- o Formulario de Información Técnica Garantizada.
- o Discrepancias Técnicas entre la Oferta y las Bases Técnicas.
- o Información Técnica Adicional.
- o Planos, datos técnicos e informaciones entregadas con la oferta. En el caso de existir observaciones del MANDANTE y/o del CONTRATISTA, se deberán entregar además los documentos modificados de acuerdo con las observaciones.
- o Otros planos, documentos técnicos e informaciones solicitadas por el MANDANTE y/o por el CONTRATISTA que sean necesarios para complementar la información entregada por los fabricantes.

6.6 HERRAJES Y ACCESORIOS PARA CONJUNTOS DE ANCLAJE Y CONDUCTOR

6.6.1 Aspectos Generales

El suministro de herrajes y accesorios para los conjuntos de aislación y conductor, destinados a la ampliación de las barras de 220 kV de la S/E Santa Clara, deberán cumplir con las condiciones y características técnicas generales que se detallan en las siguientes cláusulas. Además:

- Incluyendo los embalajes, deberán ser nuevos y de primer uso, fabricados y seleccionados de acuerdo con la mejor práctica de ingeniería considerando sus características funcionales, de elaboración y de duración;
- todas las partes metálicas, excepto las chavetas, deberán ser de fierro maleable o acero fundido, de calidad aceptada por las normas;
- deberán incluir todos los pernos, tuercas, arandelas, chavetas y otros elementos y piezas necesarias para proporcionar el servicio especificado para el ítem correspondiente, aún si estas piezas y elementos no hayan sido explícitamente especificados o indicados en los planos;
- los elementos de unión de los conjuntos con las estructuras forman parte de los herrajes de los conjuntos;
- todos los elementos y accesorios del tipo compresión deberán suministrarse, cuando sea necesario, con un compuesto de relleno cuyo tipo y cantidad deberá ser recomendado por el Fabricante. El compuesto de relleno se suministrará de preferencia en los elementos y accesorios desde fábrica, o se podrá suministrar en latas o tubos, debiendo también suministrarse el dispositivo para su aplicación;
- el CONTRATISTA deberá responsabilizarse del ajuste correcto de todos los componentes de cada conjunto y deberá reemplazar cualquier material defectuoso descubierto durante el montaje.

6.6.2 Normas Aplicables

En todos aquellos puntos no mencionados explícitamente en estas ESPECIFICACIONES TÉCNICAS y documentos complementarios aceptados por el MANDANTE, los herrajes y accesorios deberán cumplir con todos los requisitos indicados en las ediciones de más reciente publicación de las Normas que se señalan a continuación:

- IEC 60038 : IEC standard voltage.
- ICC 60060 : High-voltage test techniques.
- IEC 60071-1 : Insulation co-ordination. Part 1: Definitions, principles and rules.
- IEC 60120 : Dimensions of ball and socket couplings of string insulator units.
- IEC 60372 : Locking devices for ball and socket couplings of string insulator units – Dimensions and tests.
- IEC 60383 : Insulators for overhead voltage with a nominal voltage above 1000 V.
- IEC 61284 : Overhead - Requirements and tests for fittings.
- ISO 1461 : Hot dip galvanized coatings on fabricated iron and steel articles
- Specifications and test methods.

6.6.3 Fabricante

El Fabricante debe acreditar un mínimo de 30 años de experiencia y presencia en el mercado, fabricando el tipo de herrajes y accesorios requeridos para las OBRAS, los cuales deberán corresponder a diseños y fabricación estándar, cuya calidad y confiabilidad sean reconocidas y demostrables. El Fabricante debe ser aceptado por el MANDANTE entre aquellos que haya señalado el CONTRATISTA en su PROPUESTA.

6.6.4 Requisitos De Diseño Y Fabricación

6.6.4.1 Requisitos Generales

Los herrajes y accesorios deberán:

- cumplir con las características eléctricas, mecánicas y constructivas indicadas en la Hoja de Características Técnicas Garantizadas que haya sido aceptada por el MANDANTE, y lo establecido en la norma IEC 61284;
- ser diseñados de acuerdo con las tensiones máximas de diseño establecidas en la norma IEC 60038, para resistir las tensiones indicadas en la norma IEC 60071-1 y para operar en forma continua bajo las condiciones: ambientales del lugar de instalación; de tensiones normales y transitorias del sistema eléctrico; mecánicas requeridas para las instalaciones;
- ser adecuados para poder utilizarlos en las barras de 220 kV de la subestación Santa Clara, especialmente en lo que se refiere a minimizar los voltajes de radio interferencia y a evitar la aparición de efectos corona visible;
- no tener que requerir alguna protección adicional por efectos agresivos del ambiente;
- todos los materiales deberán cumplir las características especificadas en un rango de temperatura de -20 °C a 80 °C. Los accesorios para los conductores, una vez instalados correctamente, no deberán aumentar la temperatura de trabajo de los conductores, suponiendo que ésta no excederá los 80 °C;
- con excepción de las chavetas, ser galvanizados en caliente según norma IEC 61284, con un peso mínimo de zinc de 505 g/m² y promedio de 610 g/m²;
- en el caso de los grilletes y los componentes del tipo "horquilla", ser suministrados con un pasador de acero galvanizado de alta resistencia y provisto de tuerca y chaveta. Los pernos deben ser de acero galvanizado según norma ASTM A36;
- en el caso de aquellos que se unen con los aisladores, ser compatibles con las bolas y rotulas de los aisladores según lo indicado en las Hojas de Características Técnicas Garantizadas aceptadas por el MANDANTE. La norma para el dimensionamiento y para el calibre de verificaciones de los vástagos, bolas y rotulas es la IEC 60120.

6.6.4.2 Chavetas

Las chavetas deberán:

- ser de acero inoxidable y cumplir con lo establecido en la IEC-60372;
- tener un diseño del tipo Split-Pin, para aquellas que se utilicen en los acoplamientos tipo rótula;
- tener un diseño que permita una fácil instalación o reemplazo del elemento, al usar el método de pértiga aislante (hot sticks) para el mantenimiento de líneas energizadas.

6.6.4.3 Grampas De Anclaje

Las grampas de anclaje deberán ser del tipo compresión, adecuadas para el conductor AAC que se utilice, y deberán ser suministradas con un terminal de conexión que pueda ser empernado a 0° y 30°.

El elemento de conexión de la grampa a la cadena podrá ser del tipo horquilla ("clevis") o del tipo eslabón ("eye").

La conexión con pernos entre la grampa tipo compresión y su terminal deberá tener como mínimo cuatro (4) pernos para el conductor AAAC FLINT.

Las superficies de la conexión con pernos, que hacen contacto eléctrico, deberán ser pulidas hasta obtener una terminación plana y suave al tacto. Estas superficies, al ser embaladas, deberán ser protegidas con un envoltorio resistente y que no se desprenda durante el transporte, manipulación o almacenamiento.

El material utilizado en la confección de las grampas deberá impedir la corrosión por efecto de acción electrolítica entre las grampas y el conductor. Asimismo, el material de los elementos a comprimir sobre los alambres de aluminio, deberán ser de aluminio con 99,5% de pureza (en peso).

Las grampas de compresión y sus terminales de conexión incluyendo las conexiones con pernos, deberán tener una conductividad mayor que la de una longitud igual de conductor en el cual se van a usar, de manera que, al instalarse adecuadamente, ellos puedan trabajar más fríos que el conductor, aún en condiciones de emergencia.

Las grampas, una vez instaladas correctamente, deberán tener una resistencia mínima a la rotura de 95% de la tensión de rotura para el cable AAC que se utilice.

6.6.4.4 Separadores Y Espaciadores

El diseño de los separadores y espaciadores amortiguadores deberán ser anticorona.

6.6.5 Marcas Para Identificación

Todos los herrajes deberán tener símbolos que identifiquen el número de catálogo, al fabricante, el valor de resistencia mecánica. Estas marcas deberán estar estampadas, fundidas o forjadas en el metal.

Además, y en forma adicional, los elementos del tipo compresión deben incluir la identificación del conductor en que se emplearán y la identificación de los dados (matrices) a ser utilizados para su compresión.

6.6.5.1 Pruebas En Fábrica

El suministro:

- deberá contar con los certificados de los herrajes y los correspondientes Protocolos de Pruebas;
- deberá incluir los protocolos, emitidos por un laboratorio independiente, de las pruebas Tipo de todos los elementos que se suministran, las cuales deben ser presentadas por el CONTRATISTA para revisión y aceptación del MANDANTE, previo a su adquisición;
- deberá contar con las pruebas de muestreo que se indican en la norma IEC 61284;
- todos los elementos deben contar con las siguientes pruebas de rutina:
 - Inspección visual con el objeto de detectar defectos de fabricación tales como asperezas del galvanizado, partes filudas, defectos superficiales, grietas y otros.

- Verificación de dimensiones.
- Pruebas del Galvanizado de los elementos, piezas y accesorios galvanizados según lo indicado en la Publicación IEC 61284:
 - Prueba para la uniformidad del galvanizado.
 - Verificación del peso del galvanizado.
- Resistencia mecánica. Los herrajes se deberán someter al 60% de su carga nominal de rotura durante un (1) minuto. Se rechazarán aquellos que presenten deterioros en el galvanizado, fallas superficiales o evidencia de deformaciones.

6.6.5.2 Pruebas De Conjuntos Completos

En una muestra de los conjuntos de anclaje completos se deberá:

- verificar las dimensiones del conjunto y de sus componentes;
- verificar el correcto ajuste y libertad de movimiento de los elementos ensamblados;
- realizar las siguientes pruebas eléctricas, según norma IEC 60383 e IEC 60060 (debe efectuarlas el Fabricante de los aisladores. El Fabricante de la ferretería deberá proporcionar la ferretería correspondiente):
 - Voltaje de descarga para 50 Hz, valor mínimo, en seco y bajo lluvia.
 - Voltaje de descarga para onda de impulso, positiva y negativa, de descarga atmosférica, valor crítico, en seco.

6.6.6 Condiciones De Embalaje

6.6.6.1 Embalaje

Los distintos componentes de los conjuntos, así como también los accesorios para el conductor deberán ser embalados separadamente de tal manera que cada embalaje contenga solamente el mismo tipo de elementos.

Los embalajes deberán ser del tipo exportación y diseñados y contruidos de tal forma que resistan todas las sollicitaciones que se puedan producir durante el transporte entre el lugar de fabricación y el lugar de destino en Chile, y que permitan evitar pérdidas y robos, así como también daños en los elementos embalados. Adicionalmente, los embalajes deberán ser capaces de resistir los efectos de un almacenamiento prolongado a la intemperie y deberán ser nuevos.

Los elementos componentes de los conjuntos y los accesorios para el conductor y el cable de guardia deberán ser embalados en cajones de madera completamente cerrados. El peso bruto de estos cajones deberá estar comprendido entre 50 y 250 kilogramos.

Se deberá evitar el empleo de cajones pequeños separados. Cuando así resulte, deberá reunirse un grupo de estos embalajes pequeños en un cajón de mayores dimensiones.

En el interior de los cajones, los elementos allí embalados deberán protegerse para evitar daños por contacto entre ellos durante el transporte. En especial, todas aquellas partes de elementos destinados a ser usados como conexiones eléctricas deberán ser provistas con una envoltura sujeta firmemente que pueda resistir la manipulación y el almacenamiento normales.

Las maderas que se utilicen en los embalajes deberán cumplir con lo señalado en la cláusula 6.1.5 de estas ESPECIFICACIONES TÉCNICAS.

6.6.6.2 Marcas

Los cajones usados para el embalaje de los elementos componentes de los conjuntos y de los accesorios deberán ser marcados, clara e indeleblemente, con marcas que indiquen su contenido y cantidad de piezas, de modo que puedan ser verificados en forma expedita con los documentos de embarque. Además, cada cajón deberá ser numerado en forma correlativa con el número de serie del Fabricante.

6.6.7 Información Previa A La Orden De Compra

Antes de colocar la orden de compra el CONTRATISTA deberá solicitar al Fabricante y entregar al MANDANTE la siguiente información, previamente revisada y comentada por el CONTRATISTA, para sus comentarios y observaciones:

- Plano definitivo a escala de cada conjunto completo, con indicación de por lo menos la siguiente información:
 - Dimensiones y sus tolerancias, en mm.
 - Resistencia a la rotura garantizada, en kg.
 - Peso total, en kg.
 - Lista de los elementos que forman cada conjunto, con indicación del número de catálogo del Fabricante para cada uno de ellos.
 - Número de catálogo o identificación del Fabricante para el conjunto completo.
- Plano definitivo de cada uno de los distintos elementos que forman los conjuntos (excepto aisladores) y de los distintos accesorios para el conductor, con indicación de por lo menos la siguiente información:
 - Número de catálogo e identificación del Fabricante.
 - Dimensiones y sus tolerancias, en mm.
 - Peso, en kg.
 - Tipo de acoplamiento según Publicación IEC 60120.
 - Resistencia a la rotura garantizada, en kg.
 - Torques de apriete de los pernos: mínimo, máximo y recomendado, al usar llave dinamométrica. En el caso que no se requieran estos torques, deberá indicarse este hecho claramente en el plano correspondiente.
 - Lista de las diferentes piezas que forman el elemento o accesorio, con indicación del material de que están hechas, terminación y peso en kg.
 - Para las grampas de anclaje deberá indicarse además lo siguiente:
 - Vista lateral y corte antes y después de la compresión, con todas las dimensiones.
 - Indicación de los agujeros para la aplicación de la pasta antioxidante, cuando proceda.
 - Código y número de catálogo de las grampas o empalmes y código del respectivo dado para la compresión.
 - Indicar el nombre del conductor a que están destinados.

- Plano de la chaveta que se utilizará en los acoplamientos, tipo rótula, con indicación de sus dimensiones y características principales.
- Descripción del embalaje y de sus marcas, incluyendo planos aclaratorios, para los distintos elementos que forman los conjuntos y los accesorios para el conductor:
 - Dibujo del embalaje propuesto, en que se indique forma, pesos, dimensiones incluso el espesor de las partes de madera y protección para la exportación indicando como se protegerá el material contra la humedad, el ambiente salino, la corrosión química, los golpes y el manejo rudo.
 - Número de unidades por embalaje.
- Instrucciones para la instalación y la compresión de las grampas.
- Programa detallado de fabricación, con indicación del comienzo y duración de la fabricación.

Una vez recibida las Ofertas y antes de emitir la correspondiente orden de compra, el CONTRATISTA deberá entregar al MANDANTE para sus observaciones y comentarios, la siguiente información que debe solicitar el CONTRATISTA a los Fabricantes:

- Planos, datos técnicos e informaciones entregados con la oferta, modificados de acuerdo con las observaciones solicitadas por el CONTRATISTA.
- Otros planos, documentos técnicos e informaciones solicitadas por el CONTRATISTA, que sean necesarios para complementar la información entregada.

6.7 EQUIPOS DE PROTECCIÓN

6.7.1 Aspectos Generales

En el caso que los análisis realizados por el CONTRATISTA establezcan la necesidad de efectuar modificaciones en los sistemas de protección diferencial de barra, aplicarán, en lo que corresponda, las estipulaciones generales de la cláusula 6.7 de estas ESPECIFICACIONES TÉCNICAS.

El suministro de los equipos y elementos destinados a la ampliación de los sistemas de protección diferencial de barra, de las barras de 220 kV de la S/E Santa Clara, deberán cumplir con las condiciones y características técnicas generales que se detallan en las siguientes cláusulas.

El CONTRATISTA deberá suministrar todo lo necesario para incorporar las dos nuevas diagonales al esquema de protección diferencial de barra existente en la S/E Santa Clara 220 kV, incluyendo de ser necesario, su reemplazo.

Asociado al suministro mencionado anteriormente, el CONTRATISTA deberá proporcionar los servicios de ingeniería, diseño del proyecto, de montaje, de pruebas en fábrica y en sitio, y de capacitación. Además, se deberán suministrar todos los programas (software) necesarios para configurar, efectuar ajustes, realizar análisis y evaluación de las fallas y se deberán incluir las licencias corporativas o de multiusuarios.

6.7.2 Normas Aplicables

- IEEE C37.90 : ANSI Standard for Relays and Relay Systems Associated with Electric Power

Apparatus.

- IEC 60255 : Measuring relays and protection equipment.
- IEC 60259 : Ingress protection (IP) ratings for electrical and electronic equipment.
- IEC 60068 : Environmental testing.

6.7.3 Fabricantes

Los fabricantes de los equipos y elementos incorporados al sistema de protecciones de la Subestación deberán ser de reconocida experiencia y calidad con una importante presencia y participación en el mercado nacional e internacional, aceptados por el MANDANTE entre aquellos que haya señalado el CONTRATISTA en su PROPUESTA.

6.7.4 Requisitos Generales De Diseño

El esquema de protecciones debe tener las siguientes características:

- de diseño centralizado;
- los equipos deben ser de tecnología numérica, alta velocidad y bajo consumo;
- medida de corriente e indicación independiente por fase;
- actuar directamente sobre ambas bobinas de apertura de los interruptores;
- emitir ordenes de transferencia directa de desenganche para los interruptores de los extremos remotos de las líneas asociados a la barra;
- tener la capacidad de recibir las ordenes de disparo de las protecciones de respaldo para falla de interruptor, para asignar los disparos a los interruptores conectados a la misma barra del interruptor fallado;
- para cada una de las operaciones de las protecciones deberá contar con contactos independientes, libres de potencial y suficientes para satisfacer los requerimientos del proyecto. Estas operaciones podrían ser disparos, recepción y envío de señales de transferencia de desenganche, alarmas, otros;
- provocar el bloqueo de la protección en caso de abrirse cualquier circuito de corriente;
- tener ajustes internos o elementos para igualar razones de corriente entre distintos transformadores de corriente o, en su defecto, elementos necesarios para cumplir esta función;
- proporcionar un servicio confiable y seguro y soportar sobretensiones, sobrecargas y otras condiciones adversas que se pudieran producir en condiciones de servicio;
- ser construidos con componentes y materiales de la mejor calidad, conforme con las recomendaciones de las normas IEC o IEEE/ANSI correspondientes;
- estabilidad de funcionamiento ante fallas externas a la zona protegida, e independiente de los siguientes factores:
 - Potencia de cortocircuito del sistema.
 - Saturación de los transformadores de corriente.
 - Remanencia magnética y fenómenos transitorios.
 - Corriente inducida por circuito paralelo.

Las características de los relés auxiliares de bloqueo (86B) deberán ser las siguientes:

- Tiempo máximo de operación a 10 ms.

- Contactos, deberán ser para una corriente nominal superior a 10 A en corriente continua, y una tensión de control de 125 V en corriente continua, con un rango de variación de +10%/- 20%.
- Reposición manual, eléctrica local y remota.

El CONTRATISTA deberá verificar y certificar que los equipos son apropiados para una operación libre de interferencias y fallas. Su diseño deberá asegurar que no los afecten condiciones externas al equipo mismo, como, por ejemplo:

- condiciones ambientales, según lo indicado en estas especificaciones;
- vibraciones producidas por operación de los interruptores y movimientos sísmicos, de modo que no se produzcan falsas operaciones debido a dichos fenómenos;
- interferencias electromagnéticas producidas en las cercanías de los armarios;
- inducciones en los cables de alimentación, control e interconexión con los equipos de telecontrol;
- respuesta transitoria de los transformadores de corriente y de potencial asociados a los equipos de protección;
- equipos de telecomunicaciones que operan en conjunto con los sistemas de protección.

6.7.5 Características Constructivas

6.7.5.1 Equipos

Los equipos de protección:

- deberán contar con auto supervisión y supervisión de los circuitos de disparo, para verificar en forma permanente su correcto funcionamiento;
- deben tener la capacidad de operar en forma integrada a un SAS (Substation Automation System), el cual podría integrar IED's (Intelligent Electronic Device) de diferentes proveedores, por lo que el equipo debe soportar, entre otros, al menos un protocolo de comunicaciones abierto de uso común que integre funciones de control y monitoreo, tales como: IEC 61850, IEC 870-5-103, 104, DNP3.0 y DNP/IP. El Proveedor deberá incluir la documentación completa del protocolo que proveerá para las funciones de integración a un SAS;
- deben contar con un mínimo de cuatro (4) puerto de comunicación sobre los cuales podrá implementar comunicaciones mediante interfaz RS232, RS485, fibra óptica o Ethernet:
 - un (1) puerto frontal serial con interfaz RS232 o Ethernet, para funciones de parametrización, configuración, extracción de registros, mantenimiento y monitoreo en línea de las magnitudes analógicas y estados de señales digitales. Este puerto debe permitir la comunicación serial directa vía cable un computador convencional portátil, equipado con software respectivo y con sistema operativo Windows;
 - un (1) puerto posterior, para ser conectado, a un centro de análisis remoto con la finalidad de obtener toda la información contenida en las memorias de la protección (Lectura Remota) y, además, realizar configuración y modificación de ajustes;

- un (1) puerto dedicado al monitoreo remoto para ser integrado a un SAS;
 - un (1) puerto IRIG-B, para conectar a un equipo GPS de sincronización horaria externa;
- deberán tener incorporada la capacidad de registro de fallas y eventos, que permita registrar magnitudes análogas y señales digitales de todas las funciones de protección (tanto contactos propios como contactos de operación externos);
- deben tener capacidad de almacenar, en una memoria no volátil con almacenamiento circular (FIFO), al menos 20 registros oscilográficos de fallas, mediante registros de 64 muestras por ciclo y de 4 segundos de duración, según el siguiente detalle:
 - los registros oscilográficos deberán registrar y almacenar la información de todas las señales analógicas de corrientes y tensiones de fases y residuales de todos los canales simultáneamente;
 - los registros oscilográficos deberán registrar y almacenar la información de todas las señales digitales de entradas, salidas y activación de elementos internos simultáneamente. Todas estas señales deberán ser discriminadas con una resolución menor a 1 milisegundo;
 - el largo de los registros oscilográficos deberá ser ajustable por el usuario entre al menos 0,5 segundos hasta 4 segundos. Además se deberá permitir parametrizar tiempos de pre-disparo desde 0 hasta 2 segundos;
 - el equipo debe entregar los registros oscilográficos con la información de señales analógicas no filtradas;
 - los registros oscilográficos deberán ser iniciados por las siguientes causas: superación de umbrales analógicos de corriente, tensión o frecuencia, activación de cualquier entrada digital, activación de cualquier salida digital, superación de los valores de pick up y fallas;
- deben disponer de un registrador histórico de datos (Data Logger) que almacene los datos de las señales analógicas con un muestreo ajustable por el usuario desde 1 segundo hasta 1 hora;
- debe tener la capacidad para almacenar en memoria no volátil:
 - los últimos 1000 eventos secuenciales. Estos eventos secuenciales deberán quedar registrados con la estampa de la fecha y la hora con exactitud de 1 milisegundo. El registrador de eventos secuenciales deberá registrar los cambios de estado de todas las variables internas del equipo, salidas y entradas digitales, cambios de parámetros, encendido, apagado del equipo, evento de superación de umbral analógico;
 - los últimos 100 reportes resumidos de fallas. Estos reportes deben incluir como mínimo: causa de partida del registro, fecha y hora, magnitudes analógicas en el instante de la falla, fases afectadas, elementos operados.

6.7.5.2 Circuitos Externos Y Señalizaciones

Todos los circuitos externos de control, tensión y corriente, correspondientes a los equipos de protección y registro de fallas, deberán tener blindaje apropiado para impedir inducciones electromagnéticas que puedan perturbar su operación.

Todos los equipos deberán tener señalización local, con reposición manual, para las siguientes operaciones, cuando proceda:

- Operación de la protección.
- Fase fallada.
- Etapa operada.
- Recepción y envío de señales de transferencia de desenganche.
- Falla fuente de Poder.
- Otras operaciones por definir entre el CONTRATISTA y el JEFE DE PROYECTO.

6.7.5.3 Armarios

Los armarios deben estar equipados puerta frontal transparente y puerta posterior, donde se deberán encontrar sus borneras de conexión. No se aceptará armarios del tipo basculante.

Los armarios deberán ser capaz de soportar y resistir sin daños ni deformaciones permanentes las solicitaciones resultantes de las condiciones sísmicas del terreno. Además, el diseño deberá prever las disposiciones necesarias para asegurar que no se puedan soltar o desprender componentes del armario por efecto de un sismo.

Estos armarios deberán tener un grado de protección IP 51. Deben estar constituidos por perfiles de acero soportantes de 2,8 mm y sus dimensiones deberán ser de 2200 x 800 x 800 mm.

Cada armario deberá llevar:

- Planchuela exterior con leyenda en español que identifique su función.
- Lámparas de iluminación interior.
- Lamparillas externas para señalar las fuentes de C.C. que están en servicio o fuera de servicio.
- Enchufe interior de 220 V, para una capacidad de 6 A, según norma chilena.

El diseño, la configuración de los equipos y el alambrado interno, montaje de los equipos en los armarios deberá ser efectuado en la fábrica de origen de los equipos. La ejecución del alambrado interno se deberá realizar de modo que permita modificaciones y expansiones con facilidad.

El alambrado deberá ser efectuado con cable de cobre flexible monoconductor, de clase de aislación no menor que 600 Vca., 50 Hz, y capaz de soportar 2000 V durante un (1) minuto. Las regletas de terminales deberán tener terminales de tipo seccionable y puentable, para facilitar las conexiones y desconexiones.

Los equipos de protección deberán poseer terminales de prueba y medición, los cuales deberán tener fácil acceso y permitir la realización de pruebas con inyección de magnitudes alternas y bloqueos de salidas de disparo. Dichos terminales estarán debidamente identificados.

Todos los armarios deberán tener una barra de conexión a tierra, para conectarlos directamente a la red de puesta a tierra.

Todos los circuitos dentro de los armarios se deberán mantener aislados de la estructura de estos y de otros circuitos cercanos.

El color de los armarios será gris claro (RAL 7035), y deberá ser confirmado por el JEFE DE PROYECTO.

6.7.6 Pruebas En Fábrica

Con al menos treinta (30) DÍAS de anticipación, el CONTRATISTA deberá someter a la revisión y aceptación del JEFE DE PROYECTO, el programa de Pruebas en Fábrica del suministro, el cual deberá incluir al menos lo siguiente:

- Identificación de cada prueba.
- Descripción de cada prueba.
- Circuitos de prueba
- Criterios de aceptación
- Cronograma de pruebas
- Protocolos de las Pruebas Tipo

No se aceptará ningún suministro que no cuente con las pruebas tipos realizadas según las normas correspondientes.

Todos los equipos deberán ser sometidos en fábrica a las pruebas de rutina, alta frecuencia y funcionales.

6.7.6.1 Pruebas De rutina

Todos los equipos de protección deberán ser sometidos a pruebas individuales de recepción en fábrica, de acuerdo con estas especificaciones y con las recomendaciones de las normas de fabricación del equipo.

6.7.6.2 Pruebas De Alta frecuencia

Todos los equipos de protección deberán ser sometidos a las pruebas de alta frecuencia descritas en la norma ANSI/IEEE C37.90.1, "Surge Withstand Capability (SWC) Tests", o prueba equivalente descrita en la Publicación IEC 255-6, Apéndice C.

6.7.6.3 Pruebas Funcionales.

El sistema de protección, ya integrado en su armario definitivo, deberán ser sometidos, en fábrica, a pruebas funcionales para verificar que los sistemas están cumpliendo con las funciones para las cuales fueron diseñados y operando dentro de los valores aceptados.

En las pruebas funcionales se deberá probar en forma completa cada uno de los sistemas que componen el suministro demostrándose que la totalidad de las funciones se cumplen según lo especificado.

6.7.6.4 Protocolos De Pruebas

Por cada prueba que se realice en fábrica, se deberá emitir un informe o protocolo conteniendo la siguiente información:

- Identificación del equipo bajo prueba.
- Descripción de la prueba.
- Resultados obtenidos, incluyendo descripciones de las fallas ocurridas.

- Descripción de las intervenciones, correcciones, modificaciones y reparaciones efectuadas en los equipos.
- Una declaración que el equipo bajo prueba cumplió los requerimientos solicitados.

El CONTRATISTA deberá entregar al JEFE DE PROYECTO, todos los protocolos de las pruebas realizadas, según lo establecido en estas especificaciones. Sólo después que el JEFE DE PROYECTO o sus representantes revisen y acepten los resultados de las pruebas en fábrica, el CONTRATISTA podrá embarcar los equipos.

7 CONSTRUCCIÓN DE OBRAS CIVILES

7.1 ASPECTOS GENERALES

7.1.1 Alcance

Esta especificación se aplica a la construcción de todas las obras civiles requeridas para la materialización de las OBRAS, y por lo tanto sin limitarse solo a aquellas que son tratadas expresamente en estas ESPECIFICACIONES TÉCNICAS, como las siguientes:

- A. Construcción De Plataforma.
 - Excavaciones y rellenos masivos.
 - Compactación.
 - Control de calidad del relleno compactado.
- B. Construcción De Fundaciones Y Canaletas.
 - Trazados, niveles, replanteo.
 - Excavaciones.
 - Tolerancias de construcción.
 - Hormigón armado para construcción de fundaciones, canaletas y muros de contención.
 - Rellenos de fundaciones

7.1.2 Responsabilidad Y Organización Del CONTRATISTA

El CONTRATISTA:

- Es el único responsable de la contratación del personal idóneo para la labor encomendada mediante el presente CONTRATO, debiendo disponer de los servicios de higiene, salud y alimentación para el buen desempeño de los trabajadores.
- Debe contar con los equipos y maquinarias adecuados y en buen estado para la realización de los trabajos encomendados, que le permitan cumplir con la construcción de las Obras con la calidad y plazos establecidos.
- Durante la faena, tendrá el control de acceso al SITIO y deberá contar con cuidador propio para los equipos e instalaciones que utilice durante el desarrollo de los trabajos si así lo considera necesario.

- Los materiales de construcción de desecho provenientes de la faena los deberá transportar a un botadero autorizado y dando pleno cumplimiento a los permisos ambientales del PROYECTO y no podrán ser dispuestos en predios vecinos.

7.1.3 Normas

En las diferentes secciones que forman parte de estas especificaciones se hace referencia a algunas Normas y Especificaciones Externas, las cuales forman parte de este documento.

7.2 CONSTRUCCIÓN DE LA AMPLIACIÓN DE LA PLATAFORMA

7.2.1 Aspectos Generales

La ejecución de los movimientos de tierra para la construcción de la ampliación de la plataforma de la subestación se regirá por la presente especificación, el Informe de Mecánica de Suelos y el diseño que debe proporcionar el CONTRATISTA como parte de la Obras.

7.2.2 Iniciación De Los Trabajos

El CONTRATISTA deberá efectuar el replanteo de las áreas en que, de acuerdo con los planos de proyecto, se deberán ejecutar los trabajos de ampliación de la Subestación. Previo al inicio del movimiento de tierras el replanteo deberá ser sometido a la inspección del JEFE DE PROYECTO.

Los procedimientos y formas para delimitar en el terreno las áreas involucradas deberán permitir verificar, en forma simple y rápida, que los trabajos se desarrollan dentro de los límites que corresponden según el diseño y/o áreas establecidas en el CONTRATO.

El replanteo se deberá realizar a partir de los puntos de referencia topográficos que entregará el CONTRATISTA con su Ingeniería, los que deberá monolizar para tenerlos como referencia durante toda la ejecución del CONTRATO.

7.2.3 Roce Y Escarpe

Esta actividad está destinada a eliminar árboles, arbustos, césped, y toda la capa de suelo que contenga raíces, material orgánico y/o material deleznable, hasta alcanzar el suelo natural sobre el cual se emplazará la ampliación de la plataforma.

Para el retiro de la capa de suelo contaminado se debe realizar un escarpe cuya profundidad será la indicada en los planos de movimiento de tierras, con un mínimo de 0,15 m.

7.2.4 Disposición De Los Materiales Extraídos

Todos los árboles, arbustos, raíces y cualquier otro material proveniente del roce y escarpe no podrán ser quemados a menos que el CONTRATISTA cuente con la autorización del JEFE DE PROYECTO y con los permisos de los organismos oficiales correspondientes, en cuyo caso deberá tener el equipo adecuado necesario para poder controlar el fuego y evitar que se propague a las zonas vecinas.

Los materiales provenientes de las operaciones de escarpe y aquellos que puedan ser utilizados como suelo vegetal o material orgánico en trabajos de estabilización mediante implantación de vegetación, deberán ser acopiados en lugares especialmente destinados a este fin con la

autorización previa del JEFE DE PROYECTO. Los depósitos destinados al material de escarpe se deberán dejar limpios y con taludes suaves y adecuados que aseguren el escurrimiento de las aguas sin que se produzca erosión.

7.2.5 Sello De Excavación

Excepto cuando la superficie sea roca, la superficie o sello de excavación de la plataforma se deberá preparar nivelando y compactando el suelo hasta obtener un grado de densidad igual o superior al especificado.

Si en opinión del JEFE DE PROYECTO, el sello de excavación se encuentra demasiado seco o liso para obtener una buena adherencia con la primera capa de relleno por colocar sobre éste, el CONTRATISTA deberá humedecer o trabajar con arados, escarificadores u otro equipo indicado por el JEFE DE PROYECTO, y en una extensión y profundidad suficiente para obtener una superficie con adherencia satisfactoria, antes de iniciar el relleno. Si a juicio del JEFE DE PROYECTO, la superficie de fundación está muy húmeda para obtener una buena compactación de la primera capa de relleno, el CONTRATISTA deberá remover el material de la superficie o permitir que se seque, trabajándolo con arados, escarificadores u otro equipo apropiado para bajar el contenido de agua a límites aceptables. Luego de las intervenciones descritas en este párrafo, previo a la colocación de la primera capa de relleno se deberá nivelar y compactar el suelo hasta alcanzar el grado especificado.

7.2.6 Compactación

Los procedimientos de compactación que se adopten deberán asegurar que los materiales se compacten hasta lograr una densidad relativamente uniforme, igual o superior al grado especificado.

Tanto la compactación del sello de excavación como de las capas de relleno, se deberá realizar mediante la utilización de rodillo vibratorio liso y bajo las condiciones que se señalen en el Estudio de Mecánica de Suelos, que garanticen el grado de compactación requerido, cuyo peso estático no podrá ser inferior a cinco (5) toneladas.

El peso estático de los rodillos no podrá ser obtenido mediante la adición de dispositivos que no formen parte del rodillo tal como lo suministra normalmente el fabricante.

El CONTRATISTA solo podrá emplear medios especiales de colocación y compactación de los materiales de rellenos, en los lugares en donde sea impracticable el empleo de equipos convencionales. Los compactadores que se usen en estas zonas deberán ser mecanizados, pero de accionamiento manual del tipo de impacto o vibratorio, éstos deberán ser capaces de producir densidades iguales o mayores a aquellas obtenidas por los equipos empleados en las zonas vecinas.

El o los equipos de compactación que se utilicen deberán contar con la aceptación del JEFE DE PROYECTO y el buen funcionamiento del sistema vibratorio de cada equipo deberá estar certificado por el representante del equipo o por un laboratorio aceptado por el JEFE DE PROYECTO.

La compactación de cada capa de material de relleno se ejecutará en forma sistemática, ordenada, continua y en forma paralela a la dirección de colocación de los materiales que la forman.

El JEFE DE PROYECTO podrá solicitar reducir los espesores de capa, aumentar el número de pasadas, regar el material, exigir cambio del equipo de compactación o cualquier otra medida que estime conveniente si la densidad no alcanza los mínimos especificados.

7.2.7 Rellenos

7.2.7.1 Aspectos Generales

El CONTRATISTA deberá ejecutar los rellenos con los materiales, las dimensiones, ubicación y procedimientos que se indiquen en las especificaciones y planos destinados al movimiento de tierras, y que hayan sido previamente aceptados por el JEFE DE PROYECTO.

Todos los rellenos que necesite realizar el CONTRATISTA para las labores propias de la construcción y que no estén contemplados en los Planos y Especificaciones del CONTRATO, deberán contar con la revisión del JEFE DE PROYECTO, quien podrá rechazar su ejecución si a su juicio ellos puedan provocar problemas durante la ejecución de la obra.

7.2.7.2 Materiales Para Relleno

La ubicación y obtención de los materiales necesarios para los rellenos serán responsabilidad del CONTRATISTA.

El material se debe obtener de yacimiento o de planta, debidamente aceptados por el JEFE DE PROYECTO, y es responsabilidad del CONTRATISTA realizar todos los ensayos e investigaciones que le permitan contar con dicha aceptación.

No se permitirá en los rellenos la inclusión de ningún material que tenga restos de origen vegetal u orgánico, ni materiales extraños tales como basuras, escombros, restos metálicos u otros.

Con la finalidad de verificar que el acopio que se propone usar está constituido por un material homogéneo que cumple con lo especificado, antes de comenzar los rellenos el CONTRATISTA deberá presentar al JEFE DE PROYECTO los resultados de los siguientes ensayos, para un mínimo de cuatro (4) muestras obtenidas desde el acopio en presencia del JEFE DE PROYECTO:

- Clasificación Completa
- Densidad Máxima y Densidad Mínima.
- Proctor Modificado con Curva Proctor, Densidad Máxima y Humedad Óptima.

7.2.7.3 Colocación De Rellenos

El material de relleno se colocará en capas sucesivas con el espesor máximo de material suelto especificado en el Estudio de Mecánica de Suelos, el cual en ningún caso podrá ser mayor a cero coma tres metros (0,3 m), cada una de las cuales se compactará mediante rodillo vibratorio liso hasta obtener la densidad establecida en los respectivos planos y especificaciones.

Para cada capa, el número de pasadas por punto del rodillo vibratorio no podrá ser inferior a seis (6).

La granulometría y los límites de plasticidad especificados para los materiales se deberá entender que corresponden a la de los materiales que conforman el relleno una vez colocado y compactado.

No se aceptarán dentro del relleno lentes o zonas segregadas de éste que presenten materiales de granulometría muy diferentes a la de los materiales vecinos.

En el proceso de colocación de cada capa el CONTRATISTA deberá esparcir el material de relleno, regarlos, compactarlos, ararlos, emparejarlos o efectuar cualquier otro proceso, de acuerdo con los requisitos especificados. Los materiales se descargarán y esparcirán en el lugar que quedarán, de manera que no se produzca segregación de éstos.

La superficie de cada capa que se coloque deberá quedar nivelada antes de compactar de modo que no presente depresiones y montículos que alcancen profundidades o sobreelevaciones mayores de 5 cm, a fin de conseguir una compactación efectiva y uniforme de los rellenos; para esta nivelación se deberá usar medios mecánicos.

El CONTRATISTA no podrá:

- colocar ningún material de relleno antes que el JEFE DE PROYECTO haya inspeccionado y realizando los levantamientos topográficos que estime necesario, y acepte que la superficie está apta para la colocación del material;
- generar desniveles mayores de 0,50 m entre rellenos contiguos;
- colocar ningún material de relleno en superficies bajo agua. Para ello se deberá realizar el agotamiento de la napa;
- no podrá usar materiales congelados en la ejecución de los rellenos ni podrá colocar nuevos rellenos sobre terrenos de fundación o rellenos antiguos congelados. Los materiales de fundación o los rellenos existentes que se hayan congelado se deberán remover y eliminar o deshielar, reacondicionar y compactar, de acuerdo con las disposiciones de estas Especificaciones.

7.2.8 Carguío Y Transporte

El CONTRATISTA tendrá plena responsabilidad del diseño, suministro y operación de todas las instalaciones y equipos necesarios para el carguío y transporte de los materiales para rellenos desde los yacimientos, las excavaciones y los acopios intermedios hasta el lugar de los rellenos.

El CONTRATISTA deberá modificar o cambiar sus instalaciones y equipos de carguío y transporte, o modificar sus sistemas de operación a satisfacción del JEFE DE PROYECTO en los casos que, a juicio de éste dichas instalaciones o sistema de operación produzcan o puedan producir segregación, saturación, secado, congelamiento o cualquier otro defecto perjudicial en los materiales de relleno.

7.2.9 Control De Aguas Superficiales Y Subterráneas

Durante la ejecución de los rellenos, el CONTRATISTA deberá mantener el nivel de las aguas a una cota tal que permita efectuar los rellenos en seco y además mantener el sello de fundación con una humedad tal que éste no se vea alterado por los trabajos de preparación de la superficie de fundación y los de colocación y compactación de los materiales que formarán los rellenos.

El CONTRATISTA deberá asegurar mediante una adecuada inclinación o por otro método que sea aceptado por el JEFE DE PROYECTO, la salida rápida de las aguas lluvias o de otro origen de la superficie de trabajo.

El CONTRATISTA deberá proyectar todas las ataguías, todos los drenajes y sistemas de agotamiento que se requieran para satisfacer lo señalado anteriormente y someterlos a la revisión del JEFE DE PROYECTO antes de iniciar la construcción de las obras para su aceptación. Las ataguías se deberán proyectar de modo que eviten en forma efectiva la erosión de las mismas y las filtraciones que se puedan producir a través de su cuerpo o su fundación.

El CONTRATISTA será el único responsable de la seguridad y eficiencia de las instalaciones de drenaje y agotamiento y de las ataguías.

Las aguas provenientes del agotamiento de la napa o del escurrimiento de la lluvia no podrán ser desviadas hacia predios vecinos sin el permiso del propietario respectivo y deberá contar con la aceptación del JEFE DE PROYECTO.

7.2.10 Control De Calidad

El CONTRATISTA será el único responsable de asegurar que los rellenos cumplan totalmente los requisitos que se establecen en las especificaciones y planos del CONTRATO.

Los controles de calidad serán de cargo del CONTRATISTA, quien deberá efectuarlo con equipo y personal apropiados, o con un laboratorio especializado certificado que cuente con la aceptación del JEFE DE PROYECTO.

Los ensayos que se deban ejecutar para efectuar el control de calidad de los rellenos incluirán entre otros, aquellos necesarios para la determinación de la granulometría y plasticidad de los materiales, la densidad in situ, la humedad de compactación y las densidades y humedades patrones de comparación.

Estos ensayos se deberán efectuar siguiendo los procedimientos estandarizados que se indican a continuación u otros que especifique el CONTRATISTA y sean aceptados por el JEFE DE PROYECTO:

Ensayo	Procedimiento
Granulometría	ASTM D422
Límite Líquido	NCh1517/1
Límite Plástico	NCh1517/2
Peso Específico partículas mayores a 4,76 mm	ASTM C127
Peso Específico partículas menores a 4,76 mm	ASTM D 854
Determinación del contenido de humedad	ASTM D 2216
Densidad in situ (Método de cono de arena)	NCh 1516
Densidad in situ (Densímetro Nuclear)	ASTM D2922/05 ASTM D3017/05
Densidad Relativa	ASTM D4253 ASTM D4254
Proctor Modificado	ASTM D1557
CBR	ASTM D1883

El control de calidad de los materiales que forman el relleno se efectuará a los materiales colocados y compactados.

El JEFE DE PROYECTO podrá tomar muestras y enviar a realizar los ensayos de los rellenos colocados por el CONTRATISTA con el fin de determinar si éstos cumplen con lo especificado.

La frecuencia con que se realizará el control será la siguiente:

- Verificación de densidad: Una (1) cada 2000 m² de superficie, con un mínimo de dos (2) por cada capa colocada.
- Ensayo de Clasificación : Una (1) cada 2.500 m³ de material de relleno compactado y cada vez que cambie el material de relleno, con un mínimo de cuatro (4).
- Ensayo Proctor Modificado: Una (1) cada 5.000 m³ de material de relleno y cada vez que cambie el material, con un mínimo de dos (2).
- Ensayo CBR: Una (1) cada 5.000 m³ de material de relleno y cada vez que cambie el material, con un mínimo de 2.

Además de los ensayos normales, el JEFE DE PROYECTO podrá solicitar un control de calidad para aquellos materiales o áreas de rellenos en que a su juicio haya dudas en relación con la calidad de los materiales o al grado de compactación de los rellenos.

El CONTRATISTA estará obligado a prestar toda la ayuda que le solicite el JEFE DE PROYECTO para el control de calidad de los rellenos. Para ello se deberá considerar: el libre acceso al área de control, la interrupción de los trabajos en las zonas vecinas al punto de control, la remoción del material superficial suelto y la nivelación del área a controlar.

7.3 OBRAS DE HORMIGÓN

7.3.1 Trazados Y Niveles

7.3.1.1 Aspectos Generales

Las actividades comprendidas en este ítem se refieren a las distintas faenas a realizar para un correcto replanteo de Puntos de Referencias, trazados, niveles y demás elementos indicados en los planos para la ubicación espacial de las distintas obras que lo conforman.

7.3.1.2 Ejecución

Se deberá:

- ubicar y verificar los Puntos de Referencia y demás elementos indicados en los planos;
- materializar el conjunto de Puntos de Referencia mediante monolitos de hormigón 25 cm x 25 cm de base x 50 cm de enterramiento con malla de acero perimetral y con una barra de acero de 25 mm (de 50 cm de longitud) para marcar el punto, debiendo proceder a su reemplazo inmediato cuando estos resulten dañados o desplazados;
- efectuar un reconocimiento completo de ubicación, trazados, cotas y niveles indicados en los planos;
- efectuar la ubicación y trazado de las diferentes obras;

- materializar los ejes teóricos de cada estructura, de cada pilar y de cada macizo de fundación mediante estacas.
- mantener un control topográfico permanente durante la ejecución de las obras, referido al mismo sistema de cotas y coordenadas (UTM DATUM WGS-84) indicado en los planos, con los Puntos de Referencia como base;

El replanteo de las excavaciones lo efectuará el CONTRATISTA de acuerdo con prácticas aceptadas por el JEFE DE PROYECTO y dentro de las tolerancias que se indican en estas especificaciones

7.3.2 Excavaciones

La forma, secuencia y procedimiento para ejecutar las excavaciones serán determinados por el CONTRATISTA, de modo de optimizar las faenas, considerando tanto el global como los grupos de fundaciones cercanas a instalar, y teniendo en cuenta que los trabajos de excavación y ejecución de las fundaciones deberán ser continuos entre sí, no aceptándose desfases mayores de una semana entre ambos, salvo que el JEFE DE PROYECTO lo acepte en otra forma. En general, las excavaciones deberán permanecer abiertas el menor tiempo posible.

La forma y los procedimientos para realizar las excavaciones se establecerán una vez que se haya elegido el tipo de fundación que se empleará en cada caso, podrán ser ejecutadas en forma manual, mecánica o mixta, y en general deberán tener las dimensiones mínimas compatibles con el tipo de fundación y suelo según lo indicado en los planos. Las excavaciones abiertas podrán ser verticales, si así lo permite el Informe de Mecánica de Suelos, de lo contrario se deberán usar los taludes de excavación que se indiquen en dicho Informe.

En el caso de las fundaciones concretadas contra terreno y que presentan ensanche inferior, resulta fundamental, para el buen funcionamiento de la fundación, que la ejecución del ensanche se realice con la mínima alteración del terreno natural vecino.

Las excavaciones para aquellas fundaciones que contemplan la ejecución de rellenos compactados, deberán tener dimensiones compatibles con el equipo de compactación que se establezca en el Estudio de Mecánica de Suelos.

En caso de requerirse agotamiento se podrá hacer directamente desde el fondo de la excavación, y se deberá continuar durante todo el proceso de colocación del hormigón o rellenos de suelo sin interrupción, hasta pasado no menos de cuatro horas del término del hormigonado, a excepción de aquellas realizadas con acelerador de fraguado, en las que este tiempo deberá ser definido por el CONTRATISTA con la aceptación del JEFE DE PROYECTO. En el caso que el terreno aledaño a la excavación, o la misma excavación se vea muy alterada por el agotamiento directo desde el fondo de esta, el CONTRATISTA deberá deprimir la napa antes de abrirla.

Si en la ejecución de las excavaciones se hiciese necesario el uso de explosivos, el CONTRATISTA podrá usarlos una vez cuente con los permisos y las certificaciones otorgadas por la autoridad competente, y con la aceptación del JEFE DE PROYECTO. En cualquier caso, el CONTRATISTA será único responsable de los incumplimientos legales y/o los daños que se puedan producir debido a su uso.

No se aceptará la ejecución de una excavación general que abarque la totalidad de área definida por el perímetro exterior de las losas de fundación, salvo en el caso de existir arenas sueltas inundadas que se derrumben y escurran hacia el fondo de la excavación, o en los casos que cuenten con la aceptación del JEFE DE PROYECTO.

En suelos arcillosos o limosos blandos inundados, se deberá recurrir a sostenimientos si se prevé la ocurrencia de derrumbes.

El JEFE DE PROYECTO podrá solicitar modificar el método de excavación e incluso solicitar la terminación de ésta en forma manual, cuando el procedimiento que se esté usando no satisfaga, a su juicio, las exigencias que se establecen en estas ESPECIFICACIONES TÉCNICAS. En los casos de fundaciones con ensanche inferior, podrá solicitar al CONTRATISTA que establezca un método de excavación diferente a la del resto de la fundación y que pueda garantizar una mínima alteración.

Una vez que la excavación alcance los niveles indicados en los planos, el JEFE DE PROYECTO procederá a inspeccionar el sello de fundación y podrá solicitar la realización de excavaciones adicionales, si aparecen suelos no aptos para fundar.

Antes de proceder con la compactación requerida para el sello de fundación, se deberá establecer la necesidad de regarlo para adicionar una humedad cercana a la óptima.

En caso de que el material encontrado en el sello de fundación sea imposible de compactar debido a su calidad, se deberá hacer un mejoramiento de suelo mediante una inyección de lechada de cemento en el sello o en su defecto se procederá a colocar una capa de ripio chancado bajo 3" y se compactará rigurosamente, de modo que este último se incorpore al sello de fundación como suelo.

Las sobreexcavaciones serán rellenadas solo en la forma y con el tipo de suelo o material que indican los planos del CONTRATO, independientemente de la magnitud de la sobreexcavación.

Inmediatamente antes de hormigonar la fundación, se retirará del fondo de la excavación y de las paredes de ésta, el suelo suelto o cualquier material extraño y no deberá existir agua acumulada en el momento de hormigonar cada fundación o al efectuar sus rellenos.

Los materiales provenientes de las excavaciones de las fundaciones que no se utilicen como material de relleno, se deberán llevar a un botadero autorizado y que haya sido contemplado en la autorización ambiental de la obra de ampliación.

7.3.3 Tolerancias De Construcción De Fundaciones

Se deberá cumplir con las tolerancias que se señalan a continuación en la ubicación y ejecución de fundaciones de estructuras de la subestación, salvo los casos en que los planos correspondientes se indique otra cosa (para los efectos de tolerancias se define como eje teórico a aquel eje materializado en terreno):

- Ubicación en planta de la intersección de los ejes teóricos de la estructura con respecto a los ejes de la subestación: ± 1 cm.
- Giro de los ejes teóricos de la estructura con respecto a los ejes de la subestación: ± 25 minutos de grado centesimal.

- Ubicación en planta de la intersección de los ejes teóricos de cada macizo independiente de fundación con respecto a los ejes de la subestación: ± 1 cm.
- Giro de los ejes teóricos de cada macizo independiente de fundación con respecto a los ejes de la subestación: ± 25 minutos de grado centesimal.
- Ubicación en planta de la intersección de los ejes reales de cada macizo de fundación respecto a sus ejes teóricos: ± 1 cm; siendo los ejes reales aquellos que unen los puntos medios de los lados opuestos del macizo.
- Giro de los ejes reales de cada macizo de fundación con respecto a sus ejes teóricos: ± 2 grados centesimales.
- Desnivel entre dos placas de anclaje cualesquiera de una misma estructura: 3 mm.
- Ubicación de la intersección de los ejes teóricos de cada pilar respecto a los ejes teóricos de la estructura: $L/1000$, pero no mayor que 0,5 cm, siendo L la distancia indicada en los planos entre dichos ejes.
- Giro de los ejes teóricos de cada pilar con respecto a los ejes teóricos de la estructura: ± 25 minutos de grado centesimal.
- Ubicación de cada perno de anclaje respecto al eje teórico del pilar correspondiente: la que resulte mayor entre 1 mm y $L/1000$ con un máximo de 3 mm, siendo “L” la distancia indicada en los planos entre dicho perno de anclaje y el eje del pilar. Además, una vez obtenidas estas tolerancias para cada perno de un mismo grupo se deberán comparar entre sí y verificar que la diferencia entre ellas no sea superior a 2 mm. Se define como grupo de pernos de anclaje a todos los pernos anclados a una misma placa base.
- Distancia entre pernos de anclaje cualesquiera de un mismo grupo: 1 mm.
- Proyección del perno de anclaje: + 1 cm – 0 cm.
- Verticalidad del perno de anclaje: 0,5 grados centesimales.
- Tolerancia entre grupos de pernos de anclaje: Para cada grupo de pernos, el JEFE DE PROYECTO definirá un perno de anclaje de referencia y estos deberán cumplir con lo siguiente:
 - Si la distancia L entre pernos de anclaje de referencia de un mismo pilar es igual o menor a 1,0 m, ésta no deberá diferir en más de 1,0 mm de la que se obtiene de los planos.
 - Si la distancia L entre pernos de anclaje de referencia de un mismo pilar es mayor de 1,0 m, ésta no deberá diferir de la obtenida de los planos en más de $L/1000$ con un máximo de 6 mm.

Para efectos de las tolerancias señaladas anteriormente una estructura de soporte de equipo se considerará como un pilar.

Antes de proceder a hormigonar cualquier fundación, el CONTRATISTA deberá obtener la conformidad del JEFE DE PROYECTO, lo cual en ningún caso libera al CONTRATISTA de la responsabilidad de cumplimiento de las tolerancias establecidas anteriormente, las que se controlarán una vez construida la fundación.

7.3.4 Hormigón

7.3.4.1 Aspectos Generales Y Restricciones

Para los hormigones de las obras del CONTRATO son aplicables las disposiciones generales contenidas en la NCh170, salvo en lo que sea modificado por los planos y documentos técnicos del CONTRATO, estas ESPECIFICACIONES TÉCNICAS o las indicaciones que realice el JEFE DE PROYECTO.

Los hormigones de grado G20 (H25) o superior. Para hormigones con grado inferior a G20, previa justificación técnica y siempre y cuando cuente con la aceptación del JEFE DE PROYECTO, el CONTRATISTA:

- podrá fabricarlos en el SITO;
- podrá sustituir los ensayos de resistencia mecánica, por el control de docilidad según NCh 1019 y el control de rendimiento según NCh 1564, cada 10 m³ de hormigón, siempre y cuando el volumen total de la obra sea inferior a 50 m³.

7.3.4.2 Calidad Del Cemento

El CONTRATISTA deberá utilizar cualquiera de los tipos de cemento comercial de procedencia nacional, que incluyen una base Pórtland más un agregado no inferior a 20% de tipo puzolánico o escoria de alto horno y den cumplimiento a la NCh148.

Las bolsas de cemento se deberán almacenar en bodegas construidas con piso sobre envigado, que permita la circulación de aire, con muros que impidan el paso de la humedad y que permitan mantener un ambiente sin cambios bruscos de temperatura. El apilamiento de los sacos de cemento no debe superar las 10 unidades, debe estar separado de las paredes y debe permitir la inspección y el consumo ordenado del producto, que se debe realizar siguiendo la misma secuencia de llegada. Cada saco de cemento no se podrá almacenar por más de tres meses y no se podrá cemento con signos de meteorización.

7.3.4.3 Áridos

Los áridos deberán cumplir con lo establecido en 7.3 de la NCh 170-2016.

La certificación del cumplimiento de la norma NCh 163 la debe realizar un laboratorio aceptado por el JEFE DE PROYECTO y debe incluir la verificación del contenido de sales solubles de acuerdo con lo indicado en la NCh 1444.

7.3.4.4 Agua

El agua de amasado debe cumplir con la NCh1498, considerando las excepciones señaladas en 6.3.1 y 6.3.2 de NCh 170, y el muestreo según NCh1443.

7.3.4.5 Aditivos

El CONTRATISTA podrá utilizar plastificantes, retardadores e incorporadores de aire, siempre y cuando en forma previa cuente con la aceptación del JEFE DE PROYECTO, y el CONTRATISTA haya certificado y garantizado mediante ensayos realizados en laboratorios oficiales nacionales o extranjeros que los aditivos:

- cumplen con los requisitos establecidos en la Norma NCh 2182 y controlados según NCh 2281;
- se encuentran libres de sustancias que, por su naturaleza o cantidad, afecten la resistencia o la durabilidad del hormigón, armaduras, aceros de alta resistencia u otros elementos insertos.

7.3.4.6 Fluidez

La fluidez del hormigón, medida a través de su consistencia por asentamiento con el cono de Abrams, tendrá valores en los rangos que se indican en el apartado 8.2 “Docilidad” de la norma NCh 170-2016.

7.3.4.7 Dosificación Y Confección De Los Hormigones

El diseño de la mezcla y la confección del hormigón se deberá cumplir con lo establecido en 8 y 9 de la NCh 170, estas ESPECIFICACIONES TÉCNICAS, plano y memorias aceptadas por el JEFE DE PROYECTO.

Previo a la iniciación de los trabajos de hormigonado y con una anticipación no inferior a cuarenta y cinco (45) días, el CONTRATISTA propondrá al JEFE DE PROYECTO, para su aceptación, una dosificación para cada grado de hormigón establecido en concordancia con la NCh 170, considerando lo siguiente:

- el tamaño máximo nominal del árido, la dosis de cemento, la razón agua/cemento y el asentamiento de cono previsto;
- la cantidad de agua corresponde a la colocada en la hormigonera menos el agua absorbida por los áridos para llegar a la condición de saturados con superficie seca, ver anexo “C”, en NCh 163;

Una vez aceptadas las dosificaciones por el JEFE DE PROYECTO, el CONTRATISTA preparará hormigones de prueba de acuerdo con lo siguiente:

- según la Norma NCh 1018 y en presencia del JEFE DE PROYECTO, empleando los mismos materiales constituyentes del hormigón que utilizará durante la construcción para cada uno de los grados de hormigón establecidos;
- la dosificación de los hormigones se estudiará para obtener el valor de docilidad previsto y la razón agua/cemento que corresponde a la resistencia media para garantizar la resistencia de proyecto, calculada de acuerdo con la Norma NCh 170;
- la determinación de las cantidades de los componentes de los hormigones se hará de manera que la granulometría total del hormigón, incluido el cemento, se ajuste a una de las dos curvas granulométricas tipo Faury definidas en la Figura 1, para el tamaño máximo nominal y tipo de hormigón correspondiente;
- el mejor ajuste se deberá obtener igualando los módulos de finura de las curvas granulométrica teórica y real. La determinación del módulo de finura se efectuará conforme con la Norma Chilena NCh165, suponiendo un valor igual a cero para el módulo de finura del cemento.

La dosis de cemento se determinará a partir del resultado de resistencia obtenido en el ensayo de la muestra extraída del hormigón de prueba. En el caso que la resistencia obtenida en el ensayo difiera de la resistencia media de dosificación:

- La dosis de cemento, usada en la mezcla de prueba, se corregirá multiplicándola por el **Factor** indicado en la Tabla 2 y en la cual:
 - R' : Corresponde a la resistencia obtenida en la mezcla de prueba.
 - R : Corresponde a la Resistencia media de dosificación.
- La dosificación se recalculará considerando el nuevo valor de la dosis de cemento.

R'/R	Factor
1,25	0,85
1,1	0,93
1	1
0,9	1,08
0,8	1,15

Tabla 2: Factores de corrección de las dosis de cemento

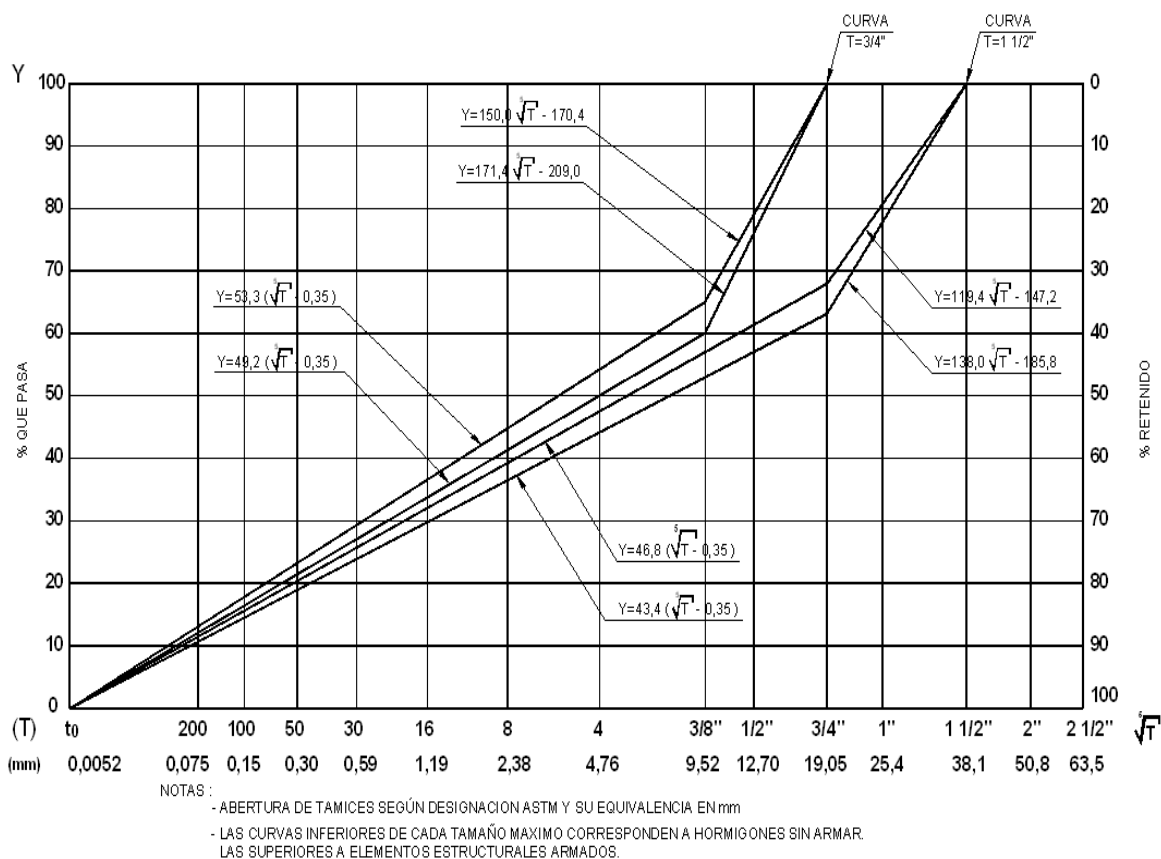


Figura 1: Curvas granulométricas según FAURY para diferentes tamaños máximos nominales

7.3.4.8 Transporte Del Hormigón Fabricado

El transporte del hormigón fabricado, desde la planta de producción hasta su descarga en el punto de colocación, debe cumplir con lo indicado en 10 de la NCh 170. El CONTRATISTA deberá certificar el cumplimiento de las condiciones de transporte, mediante planillas de control en la cuales quede registrada: la fecha y hora de término de elaboración, certificada por el responsable de la producción; la hora de inicio del transporte debidamente certificada por el control de salida de la planta; la hora de inicio y la hora de término de la descarga certificada por la ITO.

7.3.4.9 Colocación Del Hormigón

Los procedimientos de colocación del hormigón, su compactación, curado y protección, desmolde y descimbre se deberán definir de acuerdo lo establecido en la NCh 170 y deberán contar con la aceptación del JEFE DE PROYECTO. La colocación de los hormigones se deberá realizar con presencia de la ITO.

7.3.4.10 Resistencia De Los Hormigones

En concordancia con la NCh 170, las resistencias especificadas para los hormigones que se utilicen en las OBRAS, corresponden a los valores que se deben alcanzar a los 28 días y que deben ser medidos mediante los ensayos especificados para estos fines.

7.3.4.11 Proveedor Externo

Los hormigones que sean o tengan que ser suministrados por un proveedor externo, deberán cumplir adicionalmente con las condiciones establecidas en estas ESPECIFICACIONES TÉCNICAS para lo cual, el CONTRATISTA deberá someter a la aceptación del JEFE DEL PROYECTO, las especificaciones que utilizará para su cotización y/o adquisición, las que deberán incluir al menos lo siguiente:

- Identificación del hormigón.
- Grado de resistencia mecánica especificada.
- Dosis mínima de cemento.
- Criterios de aceptación.
- Tamaño máximo nominal del árido.
- Asentamiento de cono.
- La entrega de los certificados de la dosificación del hormigón suministrado.

El suministro deberá quedar sometido a los controles y pruebas establecidas en esta especificación, lo cual debe estar en conocimiento del proveedor externo.

7.3.4.12 Control De Calidad Del Hormigón

7.3.4.12.1 Ensayos

Los métodos de ensayo para determinar las propiedades del hormigón fresco y los criterios de aceptación son los establecidos en 16 de la NCh 170.

La toma de muestras como los ensayos de resistencia de los hormigones y el control de la humedad de áridos, se deberá realizar a través de un laboratorio aceptado por JEFE DE PROYECTO.

Para los ensayos de resistencia, la extracción de las muestras, confección y manejo de las probetas, y su ejecución se realizarán de acuerdo con las siguientes normas en su versión más reciente:

- | | |
|--------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| – Dimensión de los moldes (Probetas) | NCh 170 |
| – Extracción de muestras del hormigón fresco: | NCh 171 |
| – Confección, protección, curado inicial y traslado al laboratorio, de las probetas: | NCh 1017 |
| – Ensayo a la rotura por compresión: | NCh 1037 |

Los informes con los resultados de los ensayos de resistencia, elaborados según la NCH 1037 y certificados por el laboratorio, deberá ser proporcionados al JEFE DE PROYECTO en un plazo máximo de cinco (5) días desde la fecha de ejecución de los ensayos. El JEFE DE PROYECTO evaluará los resultados y en el caso que estos se encuentren bajo los valores establecidos podrá, a cargo y costo del CONTRATISTA:

- rechazar el hormigón y exigir la demolición y reposición;
- aceptar el hormigón bajo la condición de reparación y/o refuerzo a su plena satisfacción;

El JEFE DE PROYECTO podrá solicitar otras muestras especiales, para verificar plazo de desmolde, efectividad del curado y protecciones entre otros.

7.3.4.12.2 Frecuencia De Las Toma De Muestras Para Ensayos De Resistencia

Para los ensayos de resistencia del hormigón, las muestras de hormigón fresco, cual una de las cuales deberá ser colocada en tres (3) probetas, deberán ser tomadas bajo una de las siguientes pautas, que maximice el número total de muestras:

- Una (1) muestra cada 5 fundaciones.
- Una (1) muestra diaria.
- Una (1) muestra cada 50 m³.
- Tres (3) muestras para un volumen de la obra ≤ 150 m³

Además, se deberá ejecutar un control diario de la humedad de áridos para hacer los ajustes en la dosificación y establecer, además, el valor real de la razón agua/cemento en uso.

Todas las tomas de muestra se deberán realizar en presencia de la ITO y contar con su aceptación debidamente protocolizadas.

7.3.4.12.3 Frecuencia De Ensayos De Asentamiento De Cono

Los ensayos correspondientes al asentamiento de cono se realizarán según NCh1019, con una frecuencia mínima de un control por cada etapa de hormigonado de una estructura.

Cuando el hormigón sea de suministro externo, se deberá controlar el asentamiento de cono del hormigón de cada camión mezclador.

Todos los ensayos se deberán realizar en presencia de la ITO, la cual certificará la aceptación o rechazo de la masada mediante los protocolos preparados por el CONTRATISTA para estos fines.

7.3.4.12.4 Criterios Para Los Ensayos De Resistencia

Para cada muestra se contempla el ensayo de:

- una probeta a los siete (7) días, lo que permitirá efectuar las correcciones necesarias en las dosificaciones si la proyección de su resistencia a los veintiocho (28) días es inferior a la especificada para a esta edad;
- de las 2 probetas restantes a los veintiocho (28) días.

El promedio de las resistencias a la compresión de las 2 probetas ensayadas a veintiocho (28) días constituye la resistencia de la muestra a esta edad.

Para la evaluación se considerarán todas las probetas ensayadas, salvo aquellas en que haya evidencia de maltrato o procedimiento erróneo en el ensaye y/o muestreo.

7.3.4.12.5 Criterio De Evaluación Y Aceptación

7.3.4.12.5.1 Resistencia

El nivel de resistencia del hormigón a veintiocho (28) días de edad será aceptable, con un nivel de confianza del 90%, si se verifican simultáneamente las dos condiciones siguientes:

- El promedio de las resistencias de 3 muestras consecutivas es igual o superior a la resistencia especificada.
- Ningún resultado individual es menor que la resistencia especificada de proyecto menos 35 kgf/cm².

En el caso que no se cumplan las condiciones antes indicadas, se deberá proceder de la siguiente forma:

- comprobar la validez del ensayo;
- identificar la zona comprometida;
- inspeccionar visualmente la zona y dejar constancia de los eventuales errores de colocación del hormigón;
- realizar ensayos por métodos no destructivos; y/o extraer testigos del hormigón endurecido
- someter al hormigón afectado, a: la investigación que ordenen los proyectistas, aceptada por el JEFE DE PROYECTO; a ensayos por métodos no destructivos y/o a la extracción de testigos del hormigón endurecido.

7.3.4.12.5.2 Asentamiento De Cono

Los criterios de aceptación para los ensayos de asentamiento de cono corresponden a los contenidos en la Tabla 13 de la NCh170. Las masadas cuyos valores de asentamiento se salgan del rango de tolerancia correspondiente, deberán ser rechazadas.

7.3.4.13 Informes Semanales Hormigones

El CONTRATISTA deberá presentar al JEFE DE PROYECTO informes semanales con los siguientes antecedentes:

- detalle del suministro interno y sus protocolos;

- detalle del suministro externo, incluyendo protocolos de transporte y de los ensayos de asentamiento de cono;
- etapas de hormigonado controladas, incluyendo protocolos con los resultados de los asentamientos de cono obtenidos;
- copia de los certificados de resistencia a la compresión del hormigón y humedad de los áridos emitidos por el laboratorio, recibidos en el período informado. Esto no implica que, el CONTRATISTA no deba cumplir con el plazo máximo de entrega establecido para estos efectos en la cláusula 7.3.4.12.1 anterior.
- Los certificados de los ensayos físicos de los áridos y resistencia a la compresión de los hormigones de las fundaciones deberán ser enviados al JEFE DE PROYECTO por el CONTRATISTA a más tardar una semana después de haber sido ejecutados los ensayos por el laboratorio.

7.3.4.14 Segundos Hormigones

Todas las superficies que vayan a recibir un segundo hormigón deberán ser tratadas como juntas de hormigonado, utilizando epóxicos como puentes de adherencia para garantizar la unión de los dos hormigones, los cuales deberán ser aceptados por el JEFE DE PROYECTO, y su aplicación se ceñirá a las especificaciones del fabricante. Las superficies de la junta deberán estar totalmente limpias.

7.3.4.15 Terminaciones Del Hormigón

7.3.4.15.1 Aspectos Generales

En términos generales las terminaciones deberán cumplir con lo siguiente:

- la cara superior de hormigón del macizo de fundación deberá tener una pendiente suficiente para que no se acumule agua;
- las aristas visibles de los elementos prefabricados y fundaciones de hormigón deberán contemplar chaflanes de 2,0 x 2,0 cm;
- las superficies de hormigón deberán terminarse ajustándose a uno de los dos tipos de terminación que se indican más adelante en estas especificaciones, o lo que se indique en los planos de construcción o por el JEFE DE PROYECTO;
- las cavidades dejadas en el hormigón durante el proceso de construcción (fijación de andamios, moldaje, pasarelas provisionales y otros) deberán ser restauradas según las técnicas corrientes: escariado de superficies, limpieza, puente de adherencia y llenado con mortero u hormigón de gravilla. La mezcla de relleno deberá tener una resistencia igual o superior a la del elemento o estructura y una retracción hidráulica mínima. Este procedimiento deberá ser aceptado previamente a su ejecución por el JEFE DE PROYECTO;
- las discontinuidades de la masa del hormigón, como nidos de piedra, fisuras y, especialmente, juntas de hormigonado mal tratadas que pudieran afectar la duración y funcionamiento de la estructura, deberán ser restauradas, reforzadas o repuestas y aceptadas por el JEFE DE PROYECTO;
- en caso de que los daños no puedan ser reparados y, a juicio del JEFE DE PROYECTO, comprometan la estabilidad y duración de la obra, la estructura deberá ser demolida y repuesta por cuenta y cargo del CONTRATISTA.

7.3.4.15.2 Terminación Corriente

En este tipo de terminación se aceptarán protuberancias o depresiones superficiales de hasta 15 mm, respecto de la superficie proyectada.

Salvo indicación contraria en los planos de construcción, se aceptará terminación corriente en todas las superficies que quedarán enterradas o tapadas con rellenos o terraplenes y la parte de la cara superior de las alcantarillas que no sean visibles desde el camino.

7.3.4.15.3 Terminación Especial

En este tipo de terminación no se aceptarán protuberancias o depresiones superficiales mayores que 5 mm, respecto de la superficie proyectada.

Si los requisitos estipulados no se logran totalmente con el moldaje usado en la obra, las superficies en falta deberán ser tratadas mediante arenado a presión u otros procedimientos de abrasión que permitan cumplir las exigencias de suavidad, lisura, textura y color. El desbaste deberá respetar los espesores mínimos de recubrimiento de hormigón sobre las armaduras establecidas en los planos de construcción de las OBRAS.

Salvo indicación contraria en los planos de construcción, se deberá dar terminación especial a todas las superficies sobre el nivel del terreno y hasta 0,30 m bajo él; las superficies de pasos subterráneos para peatones, salvo donde queden recubiertos con rellenos; la cara superior de las alcantarillas en la parte visible desde el camino; las superficies de los muros de boca de obras de drenaje, excepto las partes que quedarán enterradas o cubiertas con rellenos o terraplenes y todas las superficies interiores de alcantarillas, cámaras, sumideros y demás obras de drenaje.

7.3.4.16 Hormigón Para Emplantillados

Los emplantillados se colocarán donde lo indican los planos del CONTRATO y su espesor no podrá ser menor a 5 cm, su resistencia a veintiocho (28) días será la correspondiente a un hormigón de grado G10.

La necesidad de colocar una capa de grava compactada bajo el emplantillado será determinada por el JEFE DE PROYECTO. No será necesario efectuar tratamiento de junta de hormigonado en el emplantillado.

7.3.5 Moldajes

7.3.5.1 Requisitos

Los moldajes:

- deberán resistir sin sufrir ningún tipo de deformaciones, las solicitaciones ejercidas por el hormigón fresco al ser colocado y vibrado;
- deberán ser estancos para impedir pérdidas de la lechada del hormigón;
- no deberán afectar las terminaciones generales del hormigón, la correcta funcionalidad de la obra como tampoco el tipo de terminación final que sea especificada para su presentación.

7.3.5.2 Materialidad

Los moldajes:

- serán de placa de madera o metálicos, se podrán forrar con madera terciada y deberán cumplir el estándar ACI 347;
- cuando corresponda según el tipo:
 - solo deberán utilizar maderas de la clase y calidad adecuadas y cuyo tratamiento o recubrimiento no produzcan ataques químicos o cambios de colores en las superficies del hormigón;
 - las planchas metálicas que queden en contacto con el hormigón deberán tener una superficie perfectamente lisa, libre de abolladuras, dobladuras u otras imperfecciones que produzcan irregularidades fuera de las tolerancias especificadas. Las cabezas de los pernos y remaches deberán ser avellanadas.
- cuando la superficie del hormigón se especifique con terminación corriente, se podrán fabricar de cualquier material resistente y que impida la fuga del mortero al vibrar el hormigón;
- cuando la superficie del hormigón se especifique con terminación especial, para hormigón a la vista, se deberán fabricar con madera cepillada, madera terciada o planchas metálicas.

7.3.5.3 Diseño, Fabricación Y Colocación

Los moldajes:

- serán diseñados, fabricados, montados mantenidos, incluyendo arriostramientos y apuntalamiento, de acuerdo con ACI 301 y ACI 347;
- se fabricarán y colocarán de acuerdo con las líneas, niveles y dimensiones que aparezcan en los planos;
- que sean colocados en unidades contiguas, para superficies continuas, se dispondrán correctamente alineados para asegurar una superficie total, lisa y libre de irregularidades.
- deberán cumplir, además, con las tolerancias exigidas en los párrafos siguientes, y no se permitirán desviaciones graduales de las alineaciones y cotas establecidas en los planos, más allá de los siguientes límites:
 - Desaplome de superficies o aristas : 0,6 cm
 - Desviaciones de la cota vertical (elevación) : 0,6 cm
 - Irregularidades bruscas en juntas de moldajes : 0,3 cm
 - Desplazamientos de ejes en planta : 1,2 cm
 - Desviaciones acumuladas máximas : 2,5 cm

Las tolerancias en las dimensiones de los elementos o en otros aspectos, distintos a los ya mencionados, se regirán por ACI 117;

- serán fabricados y montados de modo que puedan ser retirados sin requerir palanqueo o golpes contra el hormigón construido y de modo que los costados puedan ser retirados sin perturbarlos. Para este fin las superficies de los moldajes en contacto con el hormigón deberán llevar desmoldante previamente aprobado por el JEFE DE PROYECTO, su aplicación se hará de acuerdo con recomendaciones del fabricante. Para las caras de hormigón a la

vista se cuidará que los productos utilizados no manchen la superficie del hormigón terminado;

- contarán con amarras del tipo ajustable, definidas por el CONTRATISTA y aceptadas por el JEFE DE PROYECTO, incluyendo los procedimientos de instalación y retiro.

7.3.5.4 Retiro Y Terminaciones

Los moldajes deberán ser retirados de modo que el hormigón vaya quedando sometido a los esfuerzos producidos por las cargas de peso propio, gradual y uniformemente. No se deberá utilizar métodos de descimbre que puedan producir sobretensiones, choques o vibraciones sobre los elementos de hormigón afectados.

Todos los defectos que aparezcan en el hormigón, una vez retirados los moldes, deben ser reparados por el CONTRATISTA hasta lograr el pleno cumplimiento de lo establecido en estas ESPECIFICACIONES TÉCNICAS.

Todas las cavidades producidas por el retiro de amarras metálicas deberán llenarse con mortero de cemento de la misma dosificación utilizada en el hormigón colocado y la superficie se rematará en forma suave y uniforme. Ningún dispositivo de acero usado dentro de los moldes debe quedar a menos de 0,5 cm de la superficie exterior de concreto. No se permitirá amarras de alambres.

En todas las esquinas expuestas, tanto horizontales como verticales, se generarán chaflanes, (biseles o maticados).

7.3.6 Enfierraduras Para Hormigón Armado

7.3.6.1 Acero

El acero de refuerzo será calidad A630-420H, según Norma NCh 204.

El CONTRATISTA deberá:

- verificar la trazabilidad del producto, según 4.5 de la NCh 204;
- efectuar el control necesario para asegurar que el producto recibido cumple las condiciones establecidas en la NCh 204;
- emitir luego de cada compra, para aceptación del JEFE DE PROYECTO y uso de la ITO, un informe con los antecedentes correspondientes a la identificación de cada bulto y donde se incluyan los certificados correspondientes emitidos por un Organismo de Certificación de productos acreditado. Este informe debe ser entregado al JEFE DE PROYECTO, al menos cinco (5) DÍAS antes de su uso en la fabricación de las enfierraduras.

El almacenamiento del acero se hará evitando el contacto directo con el suelo, sobre la superficie del terreno apoyado sobre largueros u otros soportes, y será protegido de daños y deterioro superficial que puedan perjudicar sus cualidades.

7.3.6.2 Fabricación De Las Enfierraduras

La fabricación de las enfierraduras deberá cumplir con la Norma NCh 211.

El CONTRATISTA deberá tener de manera oportuna y mantener a disposición de la ITO, todos los antecedentes relacionados con la trazabilidad de la fabricación y entrega de las enfierraduras, desde la recepción del material hasta su puesta en el lugar de montaje, incluyendo la certificación de las enfierraduras.

7.3.6.3 Colocación De Las Enfierraduras

Las armaduras se colocarán en la posición indicada en los planos del CONTRATO, y se asegurarán firmemente en el vaciado y vibrado del hormigón.

Antes de proceder a la colocación de la armadura de refuerzo se debe verificar que ésta esté libre de óxido suelto, de escamas de laminación, de aceite y de cualquiera otra sustancia que pueda reducir o destruir la adherencia entre el acero y el hormigón.

Con el objeto de respetar estrictamente los recubrimientos indicados en los planos, se colocarán separadores entre las armaduras y el moldaje al menos cada 1.5 m. Estos separadores serán cubos de mortero de proporción 1:3 (cemento / arena), de 4 cm. de alto, 4 cm. de ancho y un espesor de acuerdo con el recubrimiento requerido, y llevarán embebido un alambre que permita amarrarlos a las armaduras. También podrán utilizarse separadores plásticos estándar, previamente aceptados por el JEFE DE PROYECTO.

En la construcción de bancos de ductos y otras obras de hormigón que contengan cables eléctricos de fuerza, se deberá evitar la conformación de lazos cerrados de enfierradura, con el propósito de impedir la circulación de corrientes eléctricas inducidas que puedan afectar la armadura.

El hormigón podrá ser colocado solo después que la colocación de la enfierradura haya sido revisada aceptada por el INSPECTOR JEFE, y para lo cual se deberán haber cumplido las siguientes condiciones:

- inspección por parte de la ITO;
- total y oportuna entrega por parte del CONTRATISTA de toda la información, verificaciones, ensayos, protocolos y certificados que de acuerdo con estas ESPECIFICACIONES TÉCNICAS debe proporcionar para dicha obra, desde su replanteo y hasta la colocación de su enfierradura.

7.3.7 Pernos De Anclaje Y Las Piezas Especiales

Los pernos de anclaje y las piezas especiales tales como barras de fundación y otras, deberán cumplir con las tolerancias indicadas en los planos de las OBRAS y/o las establecidas en este documento.

Las partes de estos elementos que puedan sufrir efectos de corrosión u oxidación serán tratados con capas de galvanizado en caliente de acuerdo con las normas ASTM A143 y ASTM A153 o EN ISO 1461, en sus más recientes versiones.

Para fijar los pernos de anclaje y piezas especiales durante la colocación y fraguado del hormigón, se podrá usar plantillas o gálibos, u otro sistema de fijación. En todo caso, éste deberá ser independiente de las armaduras y asegurar el cumplimiento de las tolerancias.

El montaje de estos elementos, así como su posterior control durante la colocación y fraguado del hormigón deberá ser debidamente controlado y protocolizado por el CONTRATISTA, en presencia de la ITO.

7.3.8 Rellenos De Fundaciones

7.3.8.1 Aspectos Generales

Los rellenos para ejecutar en las fundaciones de estructuras de subestaciones se deberán efectuar conforme a lo que se señala en los planos del CONTRATO y en estas ESPECIFICACIONES TÉCNICAS.

7.3.8.2 Condiciones Previas A La Colocación

Los rellenos en torno a estructuras de hormigón no se podrán colocar mientras:

- el hormigón de la estructura no haya alcanzado una resistencia a la compresión igual o superior al 75% de la teórica a los veintiocho (28) días;
- el JEFE DE PROYECTO no haya aceptado el informe de trazabilidad del hormigón colocado, el cual debe ser emitido por el CONTRATISTA en concordancia con 18 de la NCh 170;
- no se hayan retirado los moldajes, puntales y sostenimiento usados en el hormigonado, y la estructura no haya sido inspeccionada por la ITO y aceptada por el JEFE DE PROYECTO.

7.3.8.3 Materiales Para Relleno

Los materiales de relleno deberán cumplir con lo establecido en el informe de mecánica de suelos, siguiendo las bandas granulométricas indicadas en los mismos en concordancia con lo siguiente:

- los materiales que se utilicen para la ejecución de los rellenos se deberán obtener, cuando sea posible, de las mismas excavaciones o en su defecto deberán provenir de un yacimiento aceptado por el JEFE DE PROYECTO;
- en caso de usar materiales provenientes de la misma excavación que se abra para alojar la fundación, se deberá cuidar al momento de excavar de separar los suelos que se consideren aptos para rellenos de aquellos inadecuados o difíciles de compactar;
- se considerarán aptos los suelos que sean exentos de materia orgánica y que se puedan incluir en una de las tres (3) categorías que se indican a continuación y que tengan las condiciones de humedad adecuadas para su compactación:
 - Gravas:
Suelos que presentan un contenido de grava igual o superior al 50% y un porcentaje de fino inferior al 10%. A estos materiales se deberá limitar su tamaño máximo a 6".
 - Arenas:
Suelos que presentan un contenido de grava menor del 50% y un porcentaje de fino inferior al 10%. A estos materiales se deberán limitar su tamaño máximo a 3".
 - Finos:
Suelos que presentan un contenido de fino igual o superior al 10%. A estos materiales se deberá limitar su tamaño máximo a 3".

7.3.8.4 Colocación De Los Rellenos

La colocación de los materiales deberá hacerse cuidadosamente de manera de no dañar los hormigones o elementos metálicos de las fundaciones metálicas.

La ejecución de los rellenos deberá realizarse cumpliendo con las exigencias o recomendaciones indicadas en el informe de mecánica de suelo, en concordancia con las exigencias mínimas que se establecen a continuación:

- los materiales para los rellenos se colocarán en capas horizontales terminadas con un espesor no mayor a:
 - 20 cm cuando se utilicen gravas;
 - 15 cm cuando se realicen con arena;
 - 10 cm cuando se utilicen finos.
- la compactación se deberá especificar considerando:
 - un mínimo de tres pasadas de una placa vibratoria o de un compactador de impacto accionado por motor, que tengan un peso estático igual o mayor a los 70 kgf y que sean accionadas por un motor de una potencia igual o superior a los 4 HP. En la selección del equipo se deberá tener en cuenta que un equipo que transmita una energía de compactación alta puede dañar la estructura, lo cual será de la exclusiva responsabilidad del CONTRATISTA;
 - una humedad que esté comprendida entre la óptima $\pm 3\%$, cuando los rellenos se realicen con suelos que tengan un porcentaje de fino superior al 5%. La humedad óptima como aquella con la que se alcanza la máxima densidad en el ensayo definido por la Norma NCh 1534/II.
 - Cualquier humedad para rellenos con suelos que tengan un porcentaje de fino inferior al 5%.

Procediendo en la forma antes señalada, se considera que pueden obtenerse grados de compactación iguales o superiores al 95% del Proctor Modificado (norma NCh 1534/II, en su más reciente versión) o densidades relativas iguales o superiores al 80% (norma NCh 1726, en su más reciente versión). Si el control de compactación indicase que estos grados de compactación no se están alcanzando, el CONTRATISTA deberá aumentar el número de pasadas y/o reducir el espesor de capa a fin de conseguir los niveles de compactación antes señalados.

7.3.8.5 Control De Los Rellenos

El control de los rellenos deberá cumplir con las condiciones indicadas en el informe de mecánica de suelos, y lo siguiente:

- El JEFE DE PROYECTO podrá solicitar, cuando lo estime conveniente, la determinación de:
 - densidad en sitio siguiendo el procedimiento fijado por la norma NCh 1516
 - la densidad máxima y la humedad óptima siguiendo el procedimiento que establece la norma NCh 1534/II
 - la humedad natural siguiendo el procedimiento fijado por la norma NCh 1515
 - las densidades máximas y mínimas del material conforme a la norma NCh 1726 (se deberán seguir las normas citadas en sus más recientes versiones).

- Todos los ensayos deberán ser realizados con equipo y personal especializado y/o con un laboratorio certificado. En ambos casos se deben presentar los antecedentes necesarios para la aceptación del JEFE DE PROYECTO.

Para controlar la calidad de los rellenos que se realicen, el JEFE DE PROYECTO podrá solicitar al CONTRATISTA, cuando lo estime conveniente, la determinación de: densidad en sitio siguiendo el procedimiento fijado por la Norma ASTM D1556, la densidad máxima y la humedad óptima siguiendo el procedimiento que establece la Norma ASTM D1557-02, la humedad natural siguiendo el procedimiento fijado por las Normas ASTM D2216 y las densidades máxima y mínimas del material conforme a las Normas ASTM D4253 y D4254.

7.3.9 Control De La Construcción De Obas De Hormigón

Se deberá llevar un plano detallado o confeccionar una lista que indique para cada fundación que se realice, al menos los siguientes datos:

- Tipos de suelos encontrados al realizar las excavaciones
- Tipo de fundación empleada
- Fecha de ejecución de la fundación

Se deberá entregar a copias de esta información en forma periódica o cuando éste lo solicite, por lo que el Contratista de obra deberá mantenerla siempre al día.

Con objeto de verificar que el tipo y características de las fundaciones se corresponden con lo estipulado en los informes de mecánica de suelos, la recepción de excavaciones deberá ser realizada por el mecánico de suelos o calculista, y éste deberá dar autorización para ejecutar los cimientos dando el sello definitivo a la fundación.

El procedimiento de recepción de sellos de fundación se deberá realizar a través del libro de obra, con la nota de aprobación de los sellos de los profesionales señalados.

8 CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE DE EQUIPOS Y ELEMENTOS

8.1 ASPECTOS GENERALES

El CONTRATISTA deberá realizar la construcción cuando corresponda, y el montaje de la totalidad de los equipos, sistemas y elementos requeridos para la materialización de las OBRAS, y por lo tanto sin limitarse solo a aquellos que son tratados expresamente en estas ESPECIFICACIONES TÉCNICAS.

8.2 TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO

8.2.1 Transporte Interno.

Será responsabilidad del CONTRATISTA transportar todos los equipos y materiales desde los almacenes hasta el lugar de montaje. Los medios de transporte deberán ser tales que aseguren un traslado sin riesgos de daños ni averías. El MANDANTE rechazará todo transporte en medios no

adecuados o a cargo de personas no idóneas, siendo obligación del CONTRATISTA reemplazarlos de inmediato.

8.2.2 Almacenamiento.

El CONTRATISTA deberá proveer las capacidades de almacenamiento de acuerdo con el programa de necesidades y utilización de los equipos y materiales.

De ser necesario, según lo establecido por los fabricantes o lo que señale el JEFE DE PROYECTO, el CONTRATISTA deberá contar con recintos para el almacenamiento de equipos y elementos, cerrados, limpios y debidamente climatizados.

Cualquiera que sea la capacidad de almacenamiento calculada por el CONTRATISTA y aun cuando es de su exclusiva responsabilidad el cuidado de los equipos y materiales a su cargo, deberá cumplir con las condiciones establecidas en las presentes ESPECIFICACIONES TÉCNICAS.

8.2.3 Cuidado De Los Equipos Durante El Montaje

Desde su llegada al SITIO y mientras dure el montaje, los elementos, equipos, tableros y otros deberán protegerse debidamente contra daños físicos, humedad y polvo. También deberán evitarse posibles pérdidas y robos.

8.3 MALLA DE PUESTA A TIERRA

8.3.1 Alcance

El CONTRATISTA deberá realizar la construcción, montaje y las mediciones necesarias para comprobar el correcto funcionamiento de la malla de puesta a tierra.

Todas las actividades en el SITIO deberán desarrollarse dando estricto cumplimiento a lo establecido en estas ESPECIFICACIONES TÉCNICAS, los documentos y planos emitidos por el CONTRATISTA durante la etapa de diseño, aceptados por el JEFE DE PROYECTO, y los procedimientos contenidos en el Manual de Procedimientos del CONTRATISTA.

Entre otros aspectos que le corresponde realizar como único responsable de las OBRAS, el CONTRATISTA deberá:

- reponer aquellas zonas de las mallas de puesta a tierra que se vean dañadas o removidas por la demolición y construcción de las obras civiles en la ampliación de la Subestación;
- efectuar las conexiones a las mallas de puesta a tierra existentes en la Subestación, utilizando materiales nuevos sin uso.
- tener presente que al intervenir en la malla de puesta a tierra está interviniendo en una instalación energizada, por lo que deberá tomar todas las precauciones que amerita el caso, las que deberán quedar incluidas en el Manual de Procedimientos;
- suministrar y transportar al SITIO todos los materiales incorporados;
- almacenar los materiales en lugares adecuados;
- ejecutar todas las excavaciones;
- efectuar el tendido y conexiones de los conductores de la malla;
- realizar todas las conexiones de equipos, estructuras y elementos que corresponda;

- efectuar el relleno y compactación de las zanjas;
- instalar y/o recuperar la capa de grava en los sectores afectados;
- de resultar inevitable por interferencias con otras obras, remover, armar o reposicionar el retículo de la malla de puesta a tierra;
- efectuar la medición de la resistencia de puesta a tierra de la malla construida y no conectada a la malla existente de la subestación;
- efectuar la medición de las tensiones de paso y contacto de la malla desconectada;
- efectuar la conexión de la malla de puesta a tierra construida a la malla existente mediante uniones de termofusión, y conductores nuevos sin uso;
- elaborar y emitir para aceptación del JEFE DE PROYECTO, un Informe que incluya: los valores medidos en terreno de la resistencia de puesta a tierra y de las condiciones de seguridad; los valores teóricos; las conclusiones, recomendaciones y medidas que tomará el CONTRATISTA, de resultar necesario, para cumplir con los valores de diseño.

8.3.2 Normas Aplicables

- IEEE Std. 80-2013 : Guide for Safety in AC Substation Grounding.
- IEEE Std. 81-2012 : Guide for Measuring Earth Resistivity, Ground Impedance, and Earth Surface Potentials of a Ground System (Part 1).
- IEEE Std. 81.2-1991 : IEEE Guide for Measurement of Impedance and Safety. Characteristic of Large, Extended or Interconnected Grounding System (Part 2).
- IEEE Std. 367-2012 : IEEE Recommended Practice for Determining the Electric Power Substation Ground Potential Rise and Induced Voltage from a Power Fault.

8.3.3 Construcción, Montaje y Pruebas

Para el inicio de las actividades destinadas a la construcción y montaje del sistema de puesta a tierra, se deberá contar con la aceptación del JEFE DE PROYECTO, de todos los planos, documentos, procedimientos, materiales y equipos que serán utilizados.

Solo una vez finalizada la construcción y montaje, y contando con la aceptación del JEFE DE PROYECTO, el CONTRATISTA podrá iniciar las mediciones de la malla construida.

8.3.4 Materiales

Los materiales mencionados a continuación deberán ser aceptados por el JEFE DE PROYECTO, en cuanto a calidad y cantidad:

- Cable de cobre.
- Pletinas de cobre.
- Barras de cobre.
- Conectores.
- Soldaduras CADWELD.
- Moldes para soldaduras CADWELD.
- Grava.

Los conductores de cobre, las pletinas y las barras de cobre no deberán estar dañados o estar añadidos. Los elementos que sean dañados durante el montaje de la malla o posteriormente, durante las siguientes etapas de IMPEMENTACIÓN de las OBRAS, deberán ser reemplazados por el CONTRATISTA.

Los moldes para soldaduras deberán ser nuevos y en número suficiente de acuerdo con la cantidad máxima de veces que será utilizado cada uno, según la propuesta del CONTRATISTA que haya sido aceptada por el JEFE DE PROYECTO y lo indicado en la cláusula 6.2.5. de estas ESPECIFICACIONES TÉCNICAS.

8.3.5 Catálogos Del Fabricante

El CONTRATISTA deberá proporcionar para la aceptación del JEFE DE PROYECTO, los catálogos técnicos de:

- Moldes de termofusión donde se especifiquen las características técnicas del molde tales como: número de veces que se puede utilizar, tipo de unión etc.
- Operación con las cargas de la termofusión.
- Pletinas y barras de cobre, que especifiquen los ángulos de doblaje permitidos.

8.3.6 Almacenamiento De Los Materiales

El CONTRATISTA será responsable de almacenar todos los materiales relacionados con la construcción del sistema de puesta a tierra en forma ordenada.

Se deberá tener precaución en el manejo de los elementos de las soldaduras por termofusión, los que deberán ser guardados en lugares seguros, secos y limpios. Las cargas explosivas deberán ser almacenadas en un lugar debidamente señalizado.

No será aceptable la manipulación de las cargas explosivas que den señales de inestabilidad o hayan sido expuestas a la humedad.

8.3.7 Construcción De Zanjas

Previo a las excavaciones, el CONTRATISTA deberá realizar el trazado de la malla. Una vez revisado por la ITO y aceptado por el JEFE DE PROYECTO, el CONTRATISTA iniciará las excavaciones.

8.3.8 Tendido Del Conductor

El conductor será tendido en las zanjas dejándolo caer por su peso propio, cuidando que la curvatura sea la aceptada por el fabricante. Además, deberá quedar con holgura suficiente para resistir las tensiones mecánicas propias de la instalación.

Se deberá verificar que, al instalar el conductor, éste se encuentre limpio y sin salpicaduras de cemento o pintura. Además, se deberá verificar que el conductor no quede instalado con roturas o daños que disminuyan la vida útil de la malla de puesta a tierra.

En el tendido del conductor se deberá tener presente las siguientes restricciones:

- No será aceptable que el conductor de la malla de puesta a tierra quede embebido en el hormigón de las fundaciones u otras obras civiles, tales como casetas o canaletas.

- No será aceptable modificar el trazado de la malla de puesta a tierra, bajo cualquier condición, sin la aceptación del JEFE DE PROYECTO.

8.3.9 Relleno De Las Zanjas

El material utilizado para el relleno de las zanjas será obtenido de la misma excavación y se colocará en estratos para compactación no superior a los 15 cm.

La compactación del terreno se realizará empleando compactadores manuales hasta alcanzar una densidad igual o superior al 95% de la correspondiente al terreno natural adyacente.

8.3.10 Cubierta De Grava

La cubierta de grava se aplicará una vez terminada las faenas del llenado y compactado de las zanjas. La grava deberá estar limpia y libre de depósitos de material extraño, tales como tierra vegetal o vegetación.

La aplicación de la cubierta de grava deberá estar sujeta a las siguientes restricciones:

- El CONTRATISTA deberá tomar las precauciones que sean necesarias para que la capa de grava no sea absorbida por el terreno en el largo plazo.
- El diámetro de los granos de grava (granulometría) deberá ser de 10 cm.

8.3.11 Uniones Y Conexiones

Todos los elementos metálicos que se encuentren en el área cubierta por la malla de puesta a tierra deberán estar conectados a ella mediante uniones de termofusión. Esto incluye estructuras metálicas, escalerillas, canalizaciones, etc. Si el elemento metálico tiene una longitud mayor que 5 metros, deberá estar conectado a la malla de puesta a tierra en ambos extremos. Las uniones a la malla de puesta a tierra de elementos muy largos serán cada 50 metros y en ambos extremos.

- Uniones por termofusión

Se deberá considerar las siguientes restricciones en la actividad de unión por termofusión de los conductores de la malla de puesta a tierra:

- Todas las uniones que involucren a las mallas de puesta a tierra deberán ser mediante termofusión. En los materiales utilizados para la unión por termofusión deberá estar garantizado que no pierden sus propiedades físicas (eléctricas, mecánicas o químicas) para la temperatura alcanzada en la termofusión.
- El personal que realice la faena de unión por termofusión deberá poseer experiencia en esta labor y conocer los riesgos inherentes a esta actividad. No serán aceptadas personas en esta labor, que no estén informadas y aceptadas por el JEFE DE PROYECTO.
- Los moldes utilizados para la unión por termofusión deberán estar restringidos a lo indicado en el catálogo del fabricante. No se deberá utilizar una cantidad de veces mayor a la indicada en el catálogo del fabricante y a lo indicado en la cláusula 6.2.5 de estas ESPECIFICACIONES TÉCNICAS, lo que resulte menor.
- El tipo de molde a utilizar en la unión corresponderá a la sección de los conductores y al tipo de conexión.

- El molde deberá estar seco y limpio. El secado se realizará con soplete o encendiendo un cartucho de carga.
 - El CONTRATISTA estará obligado a rehacer las uniones defectuosas, que presenten fisuras, cavidades, porosidades, impurezas o derrames.
- En la soldadura de unión por termofusión se deberá considerar las siguientes precauciones:
 - El cable de cobre y superficies se deben limpiar con una escobilla de alambre CADWELD antes de la soldadura.
 - Cuidar que los conductores estén secos, el secado se realiza con alcohol o soplete. En conductores húmedos la unión queda porosa.
 - Enderezamiento de los conductores, con un martillo de madera sobre base de madera. Los conductores doblados impiden cerrar el molde y se producen derrames.
 - Es necesario que al cortar el cable la superficie quede en ángulo recto, evitando que se produzca el destrenzado.
 - Después de cada termofusión, el molde debe limpiarse con un cepillo para molde CADWELD, para eliminar escoria e impurezas que pueden afectar la calidad de la conexión.
 - Antes de unir dos mallas de puesta a tierra, transitoriamente deberán estar conectadas mediante pernos por un conductor de igual sección. Este proceso deberá ser coordinado con el JEFE DE PROYECTO, quien deberá revisar la metodología a utilizar.
- Uniones de equipos y estructuras a la malla.
 - La longitud de las uniones de cualquier elemento a la malla de puesta a tierra deberá ser la mínima posible.
 - Los equipos primarios, en general, deberán tener dos uniones independientes directas y en lugares diferentes a la malla de puesta a tierra. No será aceptado que los equipos primarios sean unidos a la malla mediante derivaciones.
 - Los equipos montados en estructuras deberán tener su propia unión a la malla de puesta a tierra. No será aceptado utilizar estructuras metálicas como medio de unión a las mallas de puesta a tierra.
 - Las estructuras de soporte de equipos tendrán una unión directa mediante cable de cobre con un calibre mínimo 2/0 AWG, entre el pie de la estructura y la malla de puesta a tierra.

8.3.12 Plataforma De Operador

Cuando corresponda y como protección al personal de la subestación, en el patio de maniobra se deberá instalar una o más planchas conectadas directamente a la malla de puesta a tierra.

El tamaño de la plancha será el adecuado para que el operador accione normalmente el equipo.

8.3.13 Conexión De Las Canalizaciones

Las uniones de las canalizaciones a la malla de puesta a tierra se realizarán con las siguientes condiciones:

- Los elementos mencionados a continuación: canaletas, escalerillas y cañerías deberán estar conectados a la malla de puesta a tierra en ambos extremos y cada 50 metros.
- La unión a la malla de puesta a tierra será directa.
- El calibre mínimo aceptado utilizado en la unión es: AWG 2/0.

8.3.14 Pruebas

En el caso de que las mediciones y pruebas realizadas no cumplan con las condiciones establecidas en estas especificaciones y en la Norma IEEE Std. 80, el CONTRATISTA deberá realizar todos los diseños adicionales requeridos y las consecuentes modificaciones en las mallas de puesta a tierra construidas, hasta que las mediciones y pruebas de las mallas de puesta a tierra cumplan con lo especificado.

8.4 MARCOS DE BARRA

8.4.1 Condiciones Generales

El montaje de los marcos de barra sólo se podrá iniciar después de siete (7) días de terminado el hormigonado de las fundaciones.

El CONTRATISTA deberá tomar las precauciones correspondientes para que las piezas no se dañen ni ensucien en los procesos previos ni durante el montaje.

En las piezas de la estructura no se podrán efectuar alteraciones tales como modificar o agregar agujeros, efectuar cortes adicionales u otras.

8.4.2 Sistema De Montaje

Los métodos de montaje deberán ser sometidos a la aprobación del JEFE DE PROYECTO. Si el método de montaje consiste en ensamblar secciones en el suelo y luego apernar secciones sucesivas, cada una se apernará a la anterior con al menos el 50% de los pernos de cada nudo colocados con apriete reducido.

Dicho apriete reducido de los pernos deberá ser suficiente para asegurar que la estructura resista los esfuerzos correspondientes a las etapas de montaje.

El armado de enrejados se ejecutará preferentemente sobre una superficie horizontal o en su defecto apoyado en puntos suficientemente cercanos para que durante el montaje no se produzcan deformaciones permanentes ni solicitaciones superiores a las de diseño.

Los pernos recibirán un apriete final con llave dinamométrica hasta alcanzar los valores de torque especificados. Este apriete final solo se ejecutará después de montada la estructura completa y sea realizado de acuerdo con una secuencia establecida que deberá ser sometida a la aprobación del JEFE DE PROYECTO.

Se deberá tener a disposición de la inspección para su uso exclusivo, llaves de torque para revisar el apriete de los pernos.

Para el apriete de los pernos según la norma ASTM 394 se usarán los siguientes valores de torque:

Diámetro	Torque (kg x m)
1/2"	5
5/8"	11
3/4"	17
1"	34

Para el apriete de los pernos de anclaje se usarán los siguientes valores de torque:

Diámetro	Torque (kg x m)
3/4" y 7/8"	5
1", 1 1/4" y 1 1/2"	20

Se aceptará una tolerancia de ± 1 kgm para dichos torques. Las llaves de trabajo deberán calibrarse toda vez que comparadas con una llave patrón acusen una diferencia igual o superior a dicha tolerancia.

8.4.3 Tolerancias de montaje

8.4.3.1 Rotación

En cada pilar los ejes de una sección horizontal a cualquier altura, no deberá quedar con una desviación rotacional mayor que 25 minutos de grado centesimal con respecto a su posición teórica.

8.4.3.2 Verticalidad

Desaplome de ejes de más de 2 m de altura: 1/750 de la altura sobre la fundación

Desaplome de ejes de pilares de menos de 2 m de altura: 1/500 de la altura sobre la fundación.

8.4.3.3 Rectitud

Cada elemento de la estructura deberá quedar recto dentro de una tolerancia de 0,2% de la longitud de cualquier trozo medido.

Todas las tolerancias se medirán cuando esté totalmente terminado el montaje de la estructura.

8.4.4 Reparaciones Durante El Montaje

Las reparaciones del galvanizado de las piezas de las estructuras deberán ser hechas por inmersión en caliente, salvo aquellos daños menores que el JEFE DE PROYECTO, a solicitud del CONTRATISTA, autorice reparar por galvanizado en frío o alguna pintura previamente aceptada.

8.5 CONDUCTORES BARRAS 220 kV

8.5.1 Alcance

Esta especificación establece los requerimientos y exigencias mínimas que se deberán cumplir en la instalación de los conductores de las barras de 220 kV.

8.5.2 Método de Trabajo

Con una anticipación mínima de cuarenta (40) DÍAS al inicio de las faenas de instalación de los

conductores en el patio de alta tensión, el CONTRATISTA deberá someter a la revisión y aceptación del JEFE DE PROYECTO, del método y del equipo que usará. El JEFE DE PROYECTO indicará las observaciones que le merezcan los antecedentes citados, dentro de los diez (10) DÍAS siguientes a su recepción.

No se podrá iniciar la faena de instalación de conductores sin tener la autorización del JEFE DE PROYECTO para el método y los equipos a utilizar.

8.5.3 Manipulación Y Almacenamiento

Se deberá evitar que los conductores se contaminen con materias corrosivas, especial cuidado se tendrá para que no se contaminen con partículas de cobre.

8.5.4 Instalación De Conjuntos De Anclaje

Los conjuntos de anclaje deberán armarse de acuerdo con lo indicado en los planos de ingeniería de detalles del proyecto.

8.5.5 Tendido Del Conductor

Durante el tendido de los conductores se deberá evitar que en éstos se produzcan torceduras, canastillos, cortes, etc.

En toda faena donde exista posibilidad de que los conductores rocen con cualquier superficie, se deberán instalar protecciones adecuadas para evitar dañarlos.

Si el conductor sufre rozamiento con superficies que puedan dañarlos, se deberá detener la faena para revisarlos. Cuando se detecte una falla o daño en el conductor de aluminio se procederá de la siguiente manera, según determine el JEFE DE PROYECTO:

- Daño menor, tal como raspaduras superficiales no penetrantes, aristas, corrosión superficial, etc., que no comprometen la resistencia de los alambres afectados, se podrá reparar suavizando a mano la parte dañada, con lija esmeril.
- Daño excesivo, que no puede ser reparado a mano con lija esmeril, se deberá reemplazar el conductor en todo el tramo.

Los carretes con el conductor se deberán transportar hasta el lugar donde serán tendidos, sin sacarles la tapa protectora. Al destapar el carrete y al desenrollarlo se limpiará la superficie del conductor de todo polvo, grasa o cualquier sustancia contaminante, cuando sea necesario, empleando trapos o escobillas con algún diluyente que apruebe el JEFE DE PROYECTO.

Durante todo el desenrollado de los carretes el conductor deberá estar sometido a un severo control visual con el objeto de detectar eventuales defectos de fabricación, señales de corrosión o cualquier tipo de daños, que serán informados de inmediato al JEFE DE PROYECTO.

8.6 MALLA AÉREA

8.6.1 Alcance

Esta especificación establece a los requerimientos y exigencias mínimas que se deberán cumplir en la instalación de la malla aérea de puesta a tierra (cable de guardia) en la ampliación del patio de

220 kV.

8.6.2 Método De Trabajo

Con una anticipación mínima de cuarenta (40) DÍAS al inicio de las faenas de instalación de los conductores en el patio de alta tensión, el CONTRATISTA deberá someter a la revisión y aceptación del JEFE DE PROYECTO, del método y del equipo que usará. El JEFE DE PROYECTO indicará las observaciones que le merezcan los antecedentes citados, dentro de los diez (10) DÍAS siguientes a su recepción.

No podrá iniciarse la faena de instalación de conductores y malla aérea sin tener la aprobación del JEFE DE PROYECTO para el método y los equipos a utilizar.

8.6.3 Manipulación Y Almacenamiento

Se deberá evitar que los conductores se contaminen con materias corrosivas, especial cuidado se tendrá para que no se contaminen con partículas de cobre.

8.6.4 Instalación de conjuntos de anclaje

Los conjuntos de anclaje deberán armarse de acuerdo con lo indicado en los planos del proyecto. El torque que requieran los pernos de los elementos componentes de los conjuntos de anclaje deberá alcanzarse con llave dinamométrica.

8.6.5 Conexiones eléctricas y a tierra

Las conexiones desde la malla aérea a tierra sólo se podrán realizar cuando se hayan instalado las grampas de anclaje, y el JEFE DE PROYECTO haya recibido conforme el tensado de los conductores y cables de guardia con posterioridad a la instalación de las grampas.

8.7 CANALIZACIONES PARA CABLES DE CONTROL Y FUERZA

8.7.1 Alcance

El CONTRATISTA será responsable del transporte a la obra, almacenamiento, montaje y ejecución de las verificaciones de montaje, además de las pruebas de recepción de las canalizaciones descritas en estas especificaciones.

El montaje de las canalizaciones y sus accesorios, así como también sus conexiones con otras instalaciones, será ejecutado por el CONTRATISTA y estará de acuerdo con las instrucciones de montaje del fabricante, los planos del proyecto y con las especificaciones técnicas de estos elementos.

El montaje incluye las obras civiles, la instalación de pernos, escalerillas, cable de puesta a tierra, tapas y ductos asociados a estas instalaciones.

8.7.2 Almacenamiento

Los elementos de las canalizaciones y sus accesorios se deberán almacenar en recintos cerrados, limpios y se desembalarán sólo en el lugar de montaje.

8.7.3 Montaje

Las canalizaciones del proyecto serán aplicables a cables de baja tensión en CC y CA.

En el montaje se deberá cumplir con las instrucciones del fabricante referente a exigencias, verificaciones y ajustes, además de las indicaciones que se señalan a continuación.

8.7.3.1 Canaletas, Pasadas O Escotillas

Corresponde al CONTRATISTA la ejecución de las canaletas, pasadas o escotillas, los afinados y las terminaciones necesarias de estas canalizaciones, según los diseños aceptados por el JEFE DE PROYECTO.

8.7.3.2 Ductos Metálicos A La Vista Y Embutidos

El CONTRATISTA instalará todos los ductos para canalizaciones eléctricas según los diseños aceptados por el JEFE DE PROYECTO.

La llegada a motores y otros tramos hacia equipos expuestos a vibraciones o desplazamientos ocasionales, deberán ser conectados con ductos metálicos flexibles.

8.7.3.2.1 Ductos Bajo Tierra

Los tramos de ductos bajo tierra se tenderán en zanjas cuya profundidad permita instalarlos de manera que queden entre 25 cm y 35 cm bajo el nivel del terreno.

Se evitará dejar partes bajas en la canalización que pueda almacenar agua. La pendiente se dejará hacia las cámaras o canaletas. Después de su instalación, los ductos se dejarán con sus extremos accesibles taponeados hasta el momento de iniciar el tendido de cables en el extremo correspondiente.

La instalación de los ductos deberá ser revisada por el JEFE DE PROYECTO, antes de proceder a colocar el hormigón de protección, quien dará la autorización para la ejecución de esta etapa.

Una vez revisada la instalación, se procederá a dejarlos embebidos en todo su recorrido, con hormigón de dosificación 160 kg/m³ en forma tal que el recubrimiento sea por lo menos 5 cm para ductos metálicos.

Cuando el hormigón de protección haya fraguado, se procederá a rellenar las zanjas con el mismo material de las excavaciones, con una compactación cuya densidad no sea inferior al noventa y cinco por ciento (95 %) del material en sitio y cuidando de no dañar los ductos ni su protección de hormigón.

8.7.3.2.2 Instalación De Ductos Metálicos

Antes de su instalación, todos los ductos se limpiarán cuidadosamente en su interior. Además, se deberán escariar las bocas para eliminar bordes agudos y rebabas. En caso de tener que cortar y terrajar tubos en el terreno, el escariado se realizará al final.

Los extremos de salida de los ductos al interior de cajas, o canaletas, salvo las excepciones indicadas en los planos, se cortarán en ángulo recto y se protegerán con bushings de calibre adecuado.

Las curvas se ejecutarán doblando tubos rectos mediante herramientas hidráulicas, que eviten aplanar o dañar los ductos.

No se permitirán curvas con radios menores que 10 veces el diámetro nominal del tubo.

Las roscas que se hagan en terreno se pintarán con pintura antióxido. Igual procedimiento se adoptará para efectuar los acoplamientos entre tubos, coplas, curvas, etc., los que una vez realizados, se sellarán exteriormente mediante esta pintura antióxido, la cual deberá ser informada al JEFE DE PROYECTO.

Todos los acoplamientos de tramos accesibles desde el exterior, entre ductos, coplas, cajas, curvas, etc., se harán con aprietes que aseguren la continuidad eléctrica del tramo.

Todos los ductos, salvo donde se indique otra cosa, deberán llegar hasta las cajas auxiliares para conexiones o cajas de conexiones propias de los equipos, donde se rematarán empleando los accesorios adecuados para tal efecto.

Los ductos exteriores se fijarán a las estructuras mediante abrazaderas galvanizadas para tubos y soportes adecuados, a intervalos no mayores que 1,5 m. Esta fijación deberá contar con la revisión del JEFE DE PROYECTO.

En los casos de tramos verticales en que se consulte copla Erickson, la parte fija de la copla se deberá montar en el ducto superior.

8.7.3.3 Escalerillas

Las canalizaciones mediante escalerillas serán definidas en los planos del proyecto hecho por el CONTRATISTA y sometidos a la revisión y aceptación del JEFE DE PROYECTO.

8.7.3.3.1 Escalerillas Portaconductores

El montaje de escalerillas portaconductores deberán ser accesibles en todo su recorrido y que todos sus elementos estén mecánicamente unidos entre sí, pudiendo además ser usadas como soporte de otros ductos eléctricos.

Las escalerillas no podrán emplearse como soporte de conductores de potencia y de comunicaciones, salvo que estos últimos tengan un blindaje puesto a tierra.

La disposición y el ordenamiento de conductores dentro de la escalerilla deberán mantenerse a lo largo de todo el recorrido.

Deberán separarse cables de control de los cables de fuerza. Estos últimos irán agrupados por circuito.

Si los cables de control no poseen blindaje, la separación deberá hacerse con barreras metálicas a lo largo de todo el recorrido de la escalerilla.

Las escalerillas podrán montarse atravesando muros de espesores máximos de 1 m colocándose cubiertas de protección total que se prolonguen un mínimo de 10 cm a cada lado del muro.

En los cruces con otras escalerillas, sistemas de ductos eléctricos u otros obstáculos de la construcción, deberá existir una distancia mínima de 15 cm entre ellos.

Todas las partes metálicas del sistema de escalerilla deberán conectarse a tierra.

En la sujeción o fijación de las escalerillas se usarán tensores, escuadras, consolas o partes estructurales de la construcción. Estos puntos de fijación estarán distanciados como máximo 1,5 m entre sí, pudiendo aumentarse esa distancia hasta 3 m en casos calificados.

La cantidad de tensores u otros soportes deberá ser tal, que permita retirar uno de ellos y no produzca deformaciones de la escalerilla.

Los tensores podrán ser barras o cables metálicos de una sección tal que garantice la resistencia mecánica suficiente y permita, cuando sea necesario, un sistema de nivelación de las escalerillas.

En todo caso la sección mínima será tal, que tenga una resistencia mecánica a la tracción equivalente a la de una barra de acero de 6 mm de diámetro.

8.7.3.4 Verificaciones De Montaje

El CONTRATISTA hará todas las verificaciones que correspondan, encaminadas a dar cumplimiento al proyecto de canalizaciones.

Se deberán respetar los límites que imponen las normas aplicables al diseño, en cuanto a cantidad máxima de conductores en una canalización y cargas máximas admisibles en bandejas y escalerillas.

Se verificará que se hayan instalado todas las conexiones a tierra, que el tipo de soportes metálicos sean los adecuados, que las partes metálicas tengan los recubrimientos anticorrosivos especificados, que las distancias entre soportes o apoyos de las escalerillas, los radios mínimos de curvatura de los cables especialmente en los cables de fuerza, las fijaciones antimagnéticas, etc., sean las especificadas por el fabricante y las indicadas en el proyecto.

8.8 LETREROS DE IDENTIFICACIÓN

El montaje de los letreros de identificación se deberá hacer de acuerdo con lo indicado en los planos de la ingeniería de detalles.