Dirección Gestión de Proyectos

**Gerencia Obras de Subestaciones**

**Declaración de Trabajo**

Construcción Campo de Transformación Subestación Eléctrica

Cruce de Cabral 69/12.5 kV

|  |  |
| --- | --- |
| **Elaborado Por:** | Gerencia Obras de Subestaciones |
| **Fecha de Elaboración:** | 01 de enero de 2025 |
| **Código del Proyecto:** | CCAB |
| **Versión Del Proyecto:** | 001 |

Índice

[Glosario 8](#_Toc191307398)

[1 Antecedentes 11](#_Toc191307399)

[2 Alcance 11](#_Toc191307400)

[3 Emplazamiento 11](#_Toc191307401)

[4 Generalidades de Diseño 12](#_Toc191307402)

[4.1 Aparamenta 69kV 12](#_Toc191307403)

[4.2 Aparamenta 12.5 kV 13](#_Toc191307404)

[4.3 Otros requerimientos 13](#_Toc191307405)

[5 Generalidades Medio Ambientales 14](#_Toc191307406)

[5.1 Consideraciones Ambientales 14](#_Toc191307407)

[5.2 Requerimientos de Gestión de Seguridad y Medioambiente 15](#_Toc191307408)

[5.3 Consideraciones Medioambientales 17](#_Toc191307409)

[5.4 Seguridad Industrial 17](#_Toc191307410)

[6 Requerimientos de Diseño 17](#_Toc191307411)

[6.1 Criterios Generales De Diseño Eléctrico 17](#_Toc191307412)

[6.2 Distancias Eléctricas 18](#_Toc191307413)

[Las tablas 4, 5 y 6 está basada en la norma IEC 60071 19](#_Toc191307414)

[6.3 Consideraciones del emplazamiento 19](#_Toc191307415)

[7 Ingeniería de Detalle de las Obras 19](#_Toc191307416)

[7.1 Lista de Documentación a Elaborar por El Contratista 20](#_Toc191307417)

[7.1.1 Obras civiles 20](#_Toc191307425)

[7.1.2 Montaje electromecánico 21](#_Toc191307426)

[7.1.3 Control, protección y conexionado 22](#_Toc191307427)

[7.1.4 El contratista 22](#_Toc191307428)

[7.1.5 Aprobación y seguimiento del Proyecto. 24](#_Toc191307429)

[7.2 Programa General de Ejecución de la Ingeniería de Detalle de las Obras 24](#_Toc191307430)

[7.2.1 Alcance y presentación 24](#_Toc191307431)

[7.2.2 Presentación de los planos 24](#_Toc191307432)

[7.2.3 Planos conforme a fabricación 25](#_Toc191307433)

[7.2.4 Planos conforme a obra 25](#_Toc191307434)

[7.3 Normas y Unidades 26](#_Toc191307435)

[7.4 Cargas Actuantes en los Equipos 27](#_Toc191307436)

[7.5 Desmontaje 28](#_Toc191307437)

[7.6 Normalización 28](#_Toc191307438)

[7.7 Intercambiabilidad 29](#_Toc191307439)

[7.8 Seguridad 29](#_Toc191307440)

[7.9 Embalajes 29](#_Toc191307441)

[7.9.1 Protección mecánica 29](#_Toc191307442)

[7.9.2 Protección física, química y climática 30](#_Toc191307443)

[8 Pruebas e Inspecciones Técnicas 31](#_Toc191307444)

[8.1 Pruebas Tipo 31](#_Toc191307445)

[8.2 Pruebas en fábrica o rutina 31](#_Toc191307446)

[8.3 Pruebas en sitio 32](#_Toc191307447)

[9 Obras Civiles 32](#_Toc191307448)

[9.1 Fundamentos de Diseño 32](#_Toc191307449)

[9.2 Instalación en el Sitio 33](#_Toc191307450)

[9.3 Materiales 34](#_Toc191307451)

[9.4 Ejecución de las Obras Civiles 34](#_Toc191307452)

[9.5 Alcance del Trabajo 35](#_Toc191307453)

[9.6 Conceptos Básicos de Diseño 37](#_Toc191307454)

[9.7 Cálculos 37](#_Toc191307455)

[***Agregados*** 38](#_Toc191307456)

[9.8 Trabajos de Topografía 39](#_Toc191307457)

[9.8.1 Puntos De Topografía 39](#_Toc191307458)

[9.8.2 Instrumentos y Equipos Especiales 39](#_Toc191307459)

[9.9 Detalles Generales de la Construcción 39](#_Toc191307460)

[9.9.1 Generalidades: 39](#_Toc191307461)

[9.9.2 Pruebas y Propiedades 40](#_Toc191307462)

[9.10 Vías y Accesos 41](#_Toc191307463)

[9.11 Piso Terminado Área Exterior 41](#_Toc191307464)

[9.12 Características Generales de la Construcción de las Edificaciones 42](#_Toc191307465)

[9.12.1 Fundaciones 42](#_Toc191307466)

[9.12.2 Estructuras 42](#_Toc191307467)

[9.12.3 Muros 42](#_Toc191307468)

[9.12.4 Muro Corta Fuego 42](#_Toc191307469)

[9.12.5 Techos 44](#_Toc191307470)

[9.12.6 Impermeabilización 44](#_Toc191307471)

[9.12.7 Cielos Rasos 44](#_Toc191307472)

[9.12.8 Ventanas 44](#_Toc191307473)

[9.12.9 Puertas 44](#_Toc191307474)

[9.12.10 Cuarto de Baterías 45](#_Toc191307475)

[9.12.11 Climatización General de Casetas 45](#_Toc191307476)

[9.12.12 Encofrados 45](#_Toc191307477)

[9.12.13 Colocación de Concreto 46](#_Toc191307478)

[9.12.14 Curado del Hormigón 47](#_Toc191307479)

[9.12.15 Remoción de Encofrados: 47](#_Toc191307480)

[9.13 Ductos y Cables 47](#_Toc191307481)

[9.13.1 Materiales 48](#_Toc191307482)

[9.13.2 Tolerancias 48](#_Toc191307483)

[9.13.3 Ejecución 49](#_Toc191307484)

[9.13.4 Pruebas 49](#_Toc191307485)

[9.14 Sistema de Puesta a Puesta a Tierra 50](#_Toc191307486)

[9.15 Remoción Final 50](#_Toc191307487)

[10 Pedestales Metálicos 51](#_Toc191307488)

[10.1 Generalidades 51](#_Toc191307489)

[10.2 Normas de Aplicación 51](#_Toc191307490)

[10.3 Características Constructivas 52](#_Toc191307491)

[10.4 Material 52](#_Toc191307492)

[10.5 Pernos, Tornillos y Tuercas 53](#_Toc191307493)

[10.6 Acabado 53](#_Toc191307494)

[10.7 Documentación para Estructuras Metálicas para Ingeniería de Detalle 53](#_Toc191307495)

[10.7.1 Planos 53](#_Toc191307496)

[10.7.2 Memorias de Cálculo 54](#_Toc191307497)

[10.7.3 Planos de Fabricación y Planos de Montaje 55](#_Toc191307498)

[11 Sistema de Puesta Tierra y Protecciones Contra Descargas Atmosféricas 55](#_Toc191307499)

[11.1 Sistema de Puesta a tierra 55](#_Toc191307500)

[11.2 Protección Contra Descargas Atmosféricas 56](#_Toc191307501)

[12 Descargadores de Sobretensión de Media Tensión 57](#_Toc191307502)

[12.1 Aspectos Constructivos 57](#_Toc191307503)

[12.1.1 Tipo 57](#_Toc191307504)

[12.1.2 Diseño 57](#_Toc191307505)

[12.1.3 Componentes 58](#_Toc191307506)

[12.1.4 Placa de características 58](#_Toc191307507)

[***12.2*** ***Datos para Proporcionar por el Contratista con la Ingeniería de Detalle*** 58](#_Toc191307508)

[12.3 Controles y Pruebas 59](#_Toc191307509)

[12.3.1 Pruebas Tipo 59](#_Toc191307511)

[12.3.2 Pruebas de Rutina 60](#_Toc191307512)

[12.3.3 Pruebas en Sitio 60](#_Toc191307513)

[13 Interruptores de Potencia 60](#_Toc191307514)

[13.1 Normas De Aplicación 61](#_Toc191307515)

[13.2 Requerimientos Generales 62](#_Toc191307516)

[13.2.1 Tipo 62](#_Toc191307517)

[13.2.2 Recierres - Discordancia de polos 62](#_Toc191307518)

[13.2.3 Aislamiento 62](#_Toc191307519)

[13.2.4 Accionamiento 63](#_Toc191307520)

[13.2.5 Soportes y anclajes 63](#_Toc191307521)

[13.2.6 Contactos Auxiliares 63](#_Toc191307522)

[13.3 Controles y Pruebas 63](#_Toc191307523)

[13.3.1 Pruebas Tipo 64](#_Toc191307524)

[13.3.2 Pruebas de Rutina 64](#_Toc191307525)

[13.3.3 Pruebas en Sitio 64](#_Toc191307526)

[14 Seccionadores de Alta Tensión 69 kV 65](#_Toc191307527)

[15 Transformadores de Instrumentación 65](#_Toc191307528)

[15.1 Norma de Aplicación 65](#_Toc191307529)

[15.2 Transformadores de Corriente 69 kV 66](#_Toc191307530)

[15.2.1 Cuba 66](#_Toc191307531)

[15.2.2 Núcleo 66](#_Toc191307532)

[15.2.3 Arrollamientos 66](#_Toc191307533)

[15.3 Transformadores de tensión 69 kV 67](#_Toc191307534)

[15.3.1 Cuba 67](#_Toc191307535)

[15.3.2 Núcleo 67](#_Toc191307536)

[15.3.3 Arrollamientos 67](#_Toc191307537)

[15.4 Controles y Pruebas 67](#_Toc191307538)

[15.4.1 Pruebas en fabrica 67](#_Toc191307539)

[15.4.2 Pruebas en sitio 68](#_Toc191307540)

[15.5 Documentación Técnica 69](#_Toc191307541)

[16 Aisladores 69 kV 69](#_Toc191307542)

[16.1 Normas de Aplicación 69](#_Toc191307543)

[16.2 Requerimientos Generales 70](#_Toc191307544)

[16.3 Controles y Pruebas 70](#_Toc191307545)

[16.3.1 Pruebas tipos aisladores de porcelana 70](#_Toc191307546)

[16.3.2 Pruebas tipos aisladores poliméricos 71](#_Toc191307547)

[16.3.3 Pruebas en fábrica 71](#_Toc191307548)

[16.3.4 Pruebas en sitio 71](#_Toc191307549)

[17 Celdas de Media Tensión 71](#_Toc191307550)

[17.1 Normas Técnicas 71](#_Toc191307551)

[17.2 Diseños de Equipos y Accesorios 72](#_Toc191307552)

[17.3 Alcance del Suministro 72](#_Toc191307553)

[17.4 Embalaje 72](#_Toc191307554)

[17.5 Características Generales 73](#_Toc191307555)

[17.5.1 Compartimiento interruptor automático. 74](#_Toc191307556)

[17.5.2 Compartimiento de barras principales. 75](#_Toc191307557)

[17.5.3 Compartimiento de terminales de cable y transformadores de medida. 75](#_Toc191307558)

[17.5.4 Compartimiento de baja tensión. 76](#_Toc191307559)

[17.6 Interruptores de Potencia 76](#_Toc191307560)

[17.7 Transformadores de Intensidad 77](#_Toc191307561)

[17.8 Transformadores de tensión 78](#_Toc191307562)

[17.9 Divisores de Tensión Capacitivos 78](#_Toc191307563)

[17.10 Elementos de Accionamientos, Señalización, Medición y Protección 79](#_Toc191307564)

[17.11 Relés auxiliares 79](#_Toc191307565)

[17.12 Descripción del Equipamiento de los Tipos de Celdas 79](#_Toc191307566)

[17.12.1 Celdas Entrada Alimentación desde Transformador de Potencia 79](#_Toc191307567)

[17.12.2 Celdas Salida a Transformador de Servicios Auxiliares 80](#_Toc191307568)

[17.12.3 Celdas Salida a Alimentadores Distribución 80](#_Toc191307569)

[17.12.4 Celdas Salida a Banco Compensación Capacitiva 80](#_Toc191307570)

[17.13 Inspecciones y Ensayos 81](#_Toc191307571)

[17.13.1 Pruebas a realizar en celdas de MT 81](#_Toc191307572)

[17.14 Instalación y Puesta en Marcha de las Celdas MT 83](#_Toc191307573)

[18 Salidas de Circuitos de Media Tensión 84](#_Toc191307574)

[19 Sistema de Servicios Auxiliares 85](#_Toc191307575)

[19.1 Corriente Alterna 85](#_Toc191307576)

[19.2 Corriente Continua 85](#_Toc191307577)

[19.2.1 Pruebas en sitio 85](#_Toc191307578)

[***19.3*** ***Transformador de Telemedición*** 86](#_Toc191307579)

[19.3.1 Corriente Continua 86](#_Toc191307580)

[19.4 Transformador Tipo Seco para Servicios Auxiliares 86](#_Toc191307581)

[19.4.1 Condiciones de Diseño y Funcionamiento 87](#_Toc191307582)

[19.4.2 Aspectos constructivos generales 87](#_Toc191307583)

[19.4.3 Documentación para Presentar por el Contratista 88](#_Toc191307584)

[19.5 Sistema Cargador y Baterías 125 Vcc Integrados - EDESUR 88](#_Toc191307585)

[19.5.1 Características eléctricas 89](#_Toc191307586)

[19.5.2 Inspecciones y Ensayos del Cargador 91](#_Toc191307587)

[19.6 Tableros de Servicios Auxiliares de Corriente Alterna y Continua 92](#_Toc191307588)

[19.6.1 Circuitos de Salida 93](#_Toc191307589)

[19.6.2 Medición y Señalizaciones 93](#_Toc191307590)

[19.6.3 Ensayos Tableros de Servicios Auxiliares 93](#_Toc191307591)

[20 Banco de Compensación Capacitiva Shunt 12.5 kV 94](#_Toc191307592)

[20.1 Normas de Aplicación 94](#_Toc191307593)

[20.1.1 Recomendaciones IEC 94](#_Toc191307594)

[20.1.2 Recomendaciones NORMAS ASTM, ANSI, IEEE 94](#_Toc191307595)

[20.2 Capacitores 95](#_Toc191307596)

[20.3 Alcance y Limites del Suministro 96](#_Toc191307597)

[20.4 Inspección Técnica y Recepción 97](#_Toc191307598)

[20.4.1 Ensayos de Tipo 97](#_Toc191307599)

[20.4.2 Ensayos de Rutina 98](#_Toc191307600)

[20.5 Embalaje para el Transporte de Capacitores 98](#_Toc191307601)

[21 Sistema de Medición de Energía 99](#_Toc191307602)

[21.1 Sistema de Medición Comercial 69 kV 99](#_Toc191307603)

[21.1.1 Alcance de Suministro de SMC 99](#_Toc191307604)

[21.1.2 Alimentación de Reserva 100](#_Toc191307605)

[21.2 Medición Salidas Circuitos MT 100](#_Toc191307606)

[21.3 Sistema de Medición de Servicio Auxiliares 101](#_Toc191307607)

[21.4 Protocolos de Comunicación de los Sistema de Medición 101](#_Toc191307608)

[22 Sistema de Protecciones y Control 101](#_Toc191307609)

[22.1 Alcance del Suministro de Protecciones 102](#_Toc191307610)

[22.1.1 Alcance del Suministro de Protecciones Transformador de 69/12.8/10 kV 102](#_Toc191307611)

[22.2 Normas y Especificaciones 102](#_Toc191307612)

[22.3 Condiciones Ambientales y Ubicación Física 103](#_Toc191307613)

[22.4 Circuitos Externos 103](#_Toc191307614)

[22.4.1 Circuitos Externos de Protección 103](#_Toc191307615)

[22.4.2 Circuitos Externos de Alimentación 103](#_Toc191307616)

[22.4.3 Circuitos Externos de Comando y Señalización 104](#_Toc191307617)

[22.5 Características Comunes de Protecciones y Equipos 104](#_Toc191307618)

[22.5.1 Componentes 104](#_Toc191307619)

[22.5.2 Llave de Prueba 104](#_Toc191307620)

[22.5.3 Unidades de Señalización y Reposición Local 105](#_Toc191307621)

[22.5.4 Unidades de Salidas de Alarmas y Disparos 105](#_Toc191307622)

[22.5.5 Documentación Técnica 105](#_Toc191307623)

[22.6 Características Generales y Composición de las Protecciones del Transformador 106](#_Toc191307624)

[22.7 Terminales de Protección en Celdas MT 12.5 kV 108](#_Toc191307625)

[22.7.1 Protección para Salidas a Redes de Distribución MT 108](#_Toc191307626)

[22.8 Ensayos 108](#_Toc191307627)

[22.8.1 Ensayos en obra para la puesta en servicio 109](#_Toc191307628)

[***22.9*** ***Sistema de Automatización de EDESUR*** 110](#_Toc191307629)

[22.9.1 Alcance del Suministro del Sistema de Automatización 110](#_Toc191307630)

[22.9.2 Suministro Red Ethernet del Sistema de Control y Protecciones 110](#_Toc191307631)

[22.9.3 Sala de Control de Servidores y Comunicaciones de MT 111](#_Toc191307632)

[22.9.4 Telecontrol de la Subestación desde el Centro De Operaciones de Edesur 112](#_Toc191307633)

[22.10 Capacitación SAS 113](#_Toc191307634)

[23 Sistema de Comunicaciones 113](#_Toc191307635)

[23.1 Sistema de Comunicaciones EDESUR 114](#_Toc191307636)

[23.2 Video Vigilancia 114](#_Toc191307637)

[23.3 Pruebas 115](#_Toc191307638)

[23.4 Inspecciones y Ensayos 115](#_Toc191307639)

[23.5 Normas Aplicables 116](#_Toc191307640)

[23.6 Controles y Pruebas Conductores 116](#_Toc191307641)

[24 Sistema Contra Incendios 117](#_Toc191307642)

[24.1 Sistema Contra Incendios para Transformador de Potencia 117](#_Toc191307643)

[24.1.1 Secuencia de Operaciones del Sistema Contraincendios 118](#_Toc191307644)

[24.2 Sistema Contra Incendio para Edificios de Control 118](#_Toc191307645)

[25 Requisitos Técnicos que Debe Reunir El Contratista 119](#_Toc191307646)

[26 Definiciones de Espacios de Trabajo y Equipos de Seguridad Personal del Contratista 121](#_Toc191307647)

[26.1 Espacio de Almacenes 121](#_Toc191307648)

[26.2 Espacio de Reuniones y Comedor 121](#_Toc191307649)

[26.3 Equipos de Protección y Herramientas Ligeras y Pesadas 122](#_Toc191307650)

[26.3.1 Equipos de Protección Personal (EPP) 122](#_Toc191307651)

[26.3.2 Herramientas Ligeras para el Personal Técnico 122](#_Toc191307652)

[26.3.3 Maquinarias Pesadas 122](#_Toc191307653)

[27 Transporte del Transformador de Potencia hacia la Subestación Cruce de Cabral69 kV 123](#_Toc191307654)

[27.1 Instalación y Puesta en Marcha 124](#_Toc191307655)

[28 Hitos Para Considerar para Preparación de Cronograma de Trabajo 124](#_Toc191307656)

[29 Generalidades 125](#_Toc191307657)

[30 Anexos. 126](#_Toc191307658)

Índice de Tablas

[Tabla 1: Componentes constructivos principales SE CCAB 12](#_Toc190291086)

[Tabla 2: Datos básicos de diseño 12](#_Toc190291087)

[Tabla 3: Tensiones Máximas 17](#_Toc190291088)

[Tabla 4: Coordinación de Aislamiento 18](#_Toc190291089)

[Tabla 5: Características Descargadores de Sobre Tensión 18](#_Toc190291090)

[Tabla 6: Distancia mínima de seguridad 18](#_Toc190291091)

[Tabla 7: Consideraciones ambientales 19](#_Toc190291092)

[Tabla 8: Descripción de zona sísmica 19](#_Toc190291093)

[Tabla 9: Criterios mínimos de cableado BT 120](#_Toc190291094)

[Tabla 10 Lista de Maquinaria Mínimas Requeridas 127](#_Toc190291095)

# Glosario

**Aparamenta (aparellaje):** Conjunto de dispositivos que componen las posiciones de una subestación eléctrica.

**Aisladores:** Conjunto de piezas de material aislante, como vidrio o porcelana, que se utiliza como soporte de un conductor eléctrico y permiten mantener las distancias de seguridad entre los conductores y la estructura de la línea de transmisión.

**ASTM:** Sociedad Americana para Pruebas y Materiales, por sus siglas en inglés.

**Banco de Capacitores:** Es un conjunto de dos o más capacitores interconectados entre sí, cuya función es mejorar la calidad de la energía eléctrica, incrementando los perfiles de voltaje en su punto de conexión.

**Barra:** Una barra es un elemento de una subestación, en la que se recibe o desde la cual se distribuye la energía eléctrica.

**Bushing:** Componente clave de un transformador de potencia permitiendo transferir energía de un medio a otro. Interfaz mecánica que conecta las derivaciones de despacho de potencia internas de los transformadores con un medio conductor exterior.

**Cadena de aisladores:** Conjunto de aisladores y herrajes que sirven para conectar los conductores a los apoyos al mismo tiempo que los mantienen aislados de tierra. Están constituidas por un número variable de elementos según la tensión de servicio, la función del apoyo y las características del haz de conductores, formando una cadena móvil alrededor de su punto de unión al apoyo.

**Capacidad Nominal de Transformación**: Capacidad de transformación expresada en kVA, de acuerdo con los datos de placa de los equipos.

**Campo:** Es el ordenamiento físico de los diferentes equipos constitutivos de un patio de conexiones de una subestación para una configuración determinada y estando expuestos a las condiciones ambientales, los cuales son:

Transformador de Corriente (TI), Transformador de Potencial (TT), Transformador de Potencia, Interruptor, Seccionador y Pararrayos.

**Certificado de Ensayos:** Registros permanentes realizados por un fabricante en base a una especificación determinada.

**CTBC**: Abreviación de cambiador de toma bajo carga.

**Cubeto**: Espacio dispuesto alrededor de la base de hormigón de soporte de transformadores de potencia para retención del aceite en caso de derrame.

**Galvanizado:** Recubrimiento con zinc de una parte metálica (por lo general de acero o de hierro) por inmersión o galvanoplastia.

**IEEE**: Institute of Electrical and Electronic Engineers.

**ISO 9001:** Programa de Aseguramiento de la Calidad.

**International Electrotechnical Commission (IEC**): Organización de normalización en los campos: eléctrico, electrónico y tecnologías relacionadas.

**Inhibidor:** Material que impide o retrasa la oxidación y otras medidas en relación con el aceite dieléctrico.

**Indicador de Temperatura:** es un instrumento de instalación que puede procesar la señal de sensores de temperatura e indicarlos en diferentes formas verificables.

**Interruptor:** Aparato mecánico capaz de interrumpir paso de corriente en carga mediante su apertura.

**Pararrayo:** Protector de sobretensiones proveniente de la red eléctrica**.**

**Pérdidas:** Energía disipada sin que cumpla un trabajo útil.

**PT100**: Es un sensor de temperatura, consiste en un alambre de platino que a 0°C tiene 100 ohms y que al aumentar la temperatura aumenta su resistencia eléctrica.

**Radio de Curvatura**: Radio de curvatura a la que se puede doblar el cable de manera segura sin que sufra efectos adversos en sus propiedades mecánicas o aislantes.

**Relé**: Dispositivo electromagnético que, estimulado por una corriente eléctrica muy débil, abre o cierra un circuito en el cual se disipa una potencia mayor que en el circuito estimulador.

**Relé Buchholz:** Este dispositivo está hecho para proteger al transformador inmerso en aceite contra fallas internas. Está fijado al tubo de conexión entre el tanque del transformador y el conservador.

**Relé Sobrepresión:** Dispositivo que se encarga de expulsar aceite, con el objetivo despejar una posible sobrepresión interna.

**Relé Obturador:** Dispositivo que actúa como elemento de seguridad que tiene como misión el impedir que se derrame el aceite que contiene el conservador en caso de rotura o agrietamiento en las porcelanas del transformador.

**Relé de Flujo del CTBC (Jansen):** Este relé protege al transformador y al cambiador de toma bajo carga contra averías. Debe estar conectado de tal forma que su funcionamiento provoque la desconexión inmediata del transformador.

**RTD**: Es un sensor que se utiliza para medir la temperatura, normalmente está compuesto por un alambre fino el cual tiene una relación temperatura – resistencia.

**Seccionador**: Elemento de corte en vacío que permite separar de manera mecánica un circuito eléctrico de su alimentación, garantizando visiblemente una distancia satisfactoria de aislamiento eléctrico.

**TI**: abreviación de transformador de corriente.

**TT**: abreviación de transformador de tensión.

**Transformador**: Es una máquina eléctrica que permite aumentar o disminuir la tensión en un circuito eléctrico de corriente alterna, manteniendo la potencia.

**Termopozo**: Se utiliza para proteger los sensores de temperatura, tales como termopares y PT100.

**Tolerancia:** Desvío permitido en una norma para una dimensión nominal.

**SCADA**: Supervisión, control y adquisición de datos. Es un software para ordenadores que permite controlar y supervisar procesos industriales a distancia.

**Salida de distribución:** Punto en el cableado de la instalación eléctrica en donde se puede entregar energía para la alimentación de los equipos.

# Antecedentes

En la actualidad el sistema de distribución de EDESUR presenta problemas de saturación de SSEE y circuitos, lo cual provoca que se tengan altos riesgos de desabastecimiento de energía a grandes segmentos de clientes e incapacidad para satisfacer el crecimiento de la demanda de energía, que trae consigo el desarrollo del país y crecimiento de las ciudades. Por otra parte, debido al deterioro progresivo de las principales instalaciones del sistema de distribución ocasionado por la falta de inversión, fundamentalmente en las subestaciones y las redes de media tensión de la mayor parte de los circuitos, la calidad del servicio se ha visto afectada. La combinación de los factores anteriores determinó que el nivel de pérdidas de energía, técnicas y no técnicas sean elevadas y la calidad del servicio inadecuada.

En este contexto se planteó un plan de expansión de las instalaciones de distribución y de la mejora de redes de las empresas eléctricas de distribución, que garantice el abastecimiento adecuado de la creciente demanda de energía en sus zonas de concesión y permitan reducir significativamente las pérdidas de energía formulándose Plan Maestro para la Expansión del Sistema de Distribución (PMESD), a ejecutarse en una primera instancia a través del “Programa de Expansión de Redes y Reducción de Pérdidas Eléctricas en Distribución”, financiamiento del BID (DR-L1128).

El objetivo general del programa es aumentar la eficiencia operativa, contribuyendo a la reducción de las pérdidas técnicas y al aumento de la continuidad y calidad del abastecimiento; así como el aumento de la capacidad instalada para atender el crecimiento de la demanda en el sistema de distribución eléctrica de EDESUR.

Con la puesta en marcha de los proyectos derivados de dicho Plan, la empresa deberá realizar acciones que permitan explotar eficientemente la red de distribución, de forma que se pueda satisfacer la creciente demanda de su zona de influencia, se garantice el suministro continuo y la calidad de servicio, se fortalezcan los esquemas de respaldo, suplencia y redundancia del sistema de distribución, formulando el Proyecto de Construcción de la Subestación Eléctrica Cruce de Cabral 69/12.5 kV.

# Alcance

El alcance del proyecto contempla el diseño, ingeniería de detalle, suministro, instalación, obras civiles, pruebas y puesta en marcha del campo de distribución de la Subestación Cruce de Cabral 69/12.5 kV atendiendo a las características ambientales del emplazamiento.

# Emplazamiento

La subestación eléctrica se encuentra ubicada Av. Enriquillo, municipio Santa Cruz Barahona, Provincia Barohona, referencia Barahona-Cruce de Cabral. Las coordenadas geográficas son:

1. **Lat Long:** 18°13'58.1"N 71°07'53.2"W

# Generalidades de Diseño

El campo de distribución de la Subestación Eléctrica Cruce de Cabral 69/12.5 kV es un conjunto de aparamentas a conectarse al Sistema Eléctrico Nacional Interconectado (SENI) en la red de transmisión de 69 kV que albergará un (1) transformador de potencia de 24-30 MVA, agregando una potencia total de 30 MVA al mismo (SENI). El campo de transformación permitirá mejorar la capacidad de suministro de energía en la zona, contribuyendo al crecimiento y estabilidad de la red eléctrica, al mismo tiempo que se optimiza la distribución de electricidad en las áreas circundantes, facilitando una mayor cobertura y eficiencia en el servicio.

La subestación está prevista a ser construida del tipo convencional, aislada al aire. La construcción se compone de los edificios control y de celdas de media tensión de EDESUR y el edificio de seguridad en conjunto con el área de aparellaje. En la tabla siguiente se describen los elementos principales de la subestación.

Tabla 1: Componentes constructivos principales SE CCAB

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Item** | **SE CRUCE DE CABRAL, 69/12.5 kV** | **Cantidad** |
| 1 | Edificio de Celdas de Media Tensión 12.5 kV, y equipos de Control EDESUR | 1 |
| 2 | Edificio de seguridad | 1 |
| Área de Aparellaje | | |
| 1 | Campo de Transformador 69/12.5 kV, 24-30 MVA | 1 |
| 2 | Salidas de Circuitos 12.5 kV | 4 |

Los equipos por instalar que componen la aparamenta de la Subestación Cruce de Cabral69 kV (CCAB) deben corresponder con los siguientes requerimientos básicos de diseño:

Tabla 2: Datos básicos de diseño

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Ítem** | **Tensión** | |
| **69 kV** | **12.5 kV** |
| Tensión Nominal | 69 kV | 12.5 kV |
| Tensión Máxima de diseño | 72.5 kV | 17.5 kV |
| Tensión Máxima al Impulso Tipo Rayo | 350 kV | 95 kV |
| Corriente de Cortocircuito | 31.5 kA | 31.5 kA |
| Frecuencia | 60 Hz | 60 Hz |

## Aparamenta 69kV

Se ha adoptado para la tensión de 69 kV una configuración AIS en barra simple con un (1) campo de transformación de 24-30 MVA. De acuerdo con el diagrama unifilar suministrado adjunto a este documento, el aparellaje está equipado de la siguiente manera:

1. El Campo de Transformación:
   * Un (1) interruptor tripolar automático con medio de extinción del arco eléctrico en gas SF6.
   * Tres (3) transformadores de intensidad.
   * Tres (3) transformadores de tensión.
   * Un (1) seccionador tripolar.
   * Un (1) seccionador (tipo V) monopolar con accionamiento tripolar (72.5 kV).
   * Una (1) estructura metálica para 72.5 kV.

La instalación dispondrá de un (1) transformador de potencia 69/12.8/10 kV de 24-30 MVA. La obra civil que se desarrollará y contemplará la bancada de los elementos asociados para el transformador de potencia, el mismo será aportado por Edesur dominicana, siendo responsabilidad del contratista su traslado, armado, instalación y puesta en marcha.

**Nota:** El voltaje de consigna en media tensión para el transformador de potencia ha sido fijado en 12.8 kV como una consideración de diseño de la empresa EDESUR Dominicana S.A., con el propósito de alargar la vida útil del cambiador de tomas bajo carga (CTBC). Cabe destacar que la tensión nominal de las redes de distribución es de 12.5 kV de acuerdo con lo establecido por la Superintendencia de Electricidad (SIE).

## Aparamenta 12.5 kV

Para los equipos de media tensión se ha dispuesto un arreglo en celdas de interior aislada al vacío con una configuración de barra simple, según se muestra en los planos adjunto a este documento. Los equipos que incorporan la aparamenta de maniobra para el nivel de tensión de 12.5 kV se componen de la siguiente manera, para el transformador de potencia dispuesto en la subestación:

1. Equipos de celda interior aislada al vacío:
   * Una (1) celda para para media tensión (entrada M.T.) transformador de potencia.
   * Una (1) celda servicios de estación.
   * Cuatro (4) celdas de circuitos de distribución.
   * Una (1) celda de circuitos de distribución (reserva).
   * Una (1) celda banco de capacitores.
2. Equipos de interior M.T.
   * Un (1) transformador de servicios de estación.
3. Equipos de exterior MT:
   * Transformador de telemedición.
   * Banco de capacitores.

La conexión entre los transformadores de potencia y las celdas de MT se realizará a través de tres (3) conductores por fase del tipo XLPE de Aluminio de sección 630 mm2 MCM unipolar RHZ1 12/20 kV, AL.

## Otros requerimientos

En adición a los equipos y edificaciones mencionadas anteriormente, el Contratista deberá proveer a la subestación de los equipos de mando, control, protección, SCADA y comunicaciones necesarias para el funcionamiento seguro y confiable de las instalaciones. Asimismo, resulta parte de la provisión para todas las protecciones y equipos de control de la subestación:

* + El suministro de todo software original asociado (cuando corresponda a nuevos suministros propios).
  + El suministro de terminales, relés y accesorios necesarios.
  + Los protocolos de ensayos en fábrica de todos los suministros.
  + Programación y ajuste de los sistemas de protecciones y de registro oscilográfico de perturbaciones.
  + La ejecución de los ensayos de puesta en servicio de los sistemas de protecciones y de su registro oscilográfico de perturbaciones.
  + La entrega en término de toda la documentación: Planos, manuales, catálogos, listas de materiales, protocolos proforma, protocolos de ensayos en fábrica y de puesta en servicio, memorias técnicas, etc. según lo indicado en las especificaciones generales y particulares (cuando corresponda a nuevos suministros propios).

1. **Generalidades Medio Ambientales**

Este Proyecto es financiado por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y deberá cumplir con las salvaguardas ambientales aplicables, según se establece en el Plan de Gestión Ambiental y Social (PGAS) y con la normativa ambiental, de seguridad y salud en el trabajo nacional

En esta documentación serán tratadas las consideraciones para preservar el medio ambiente y se tomarán medidas que ayudarán a que, en la etapa de construcción y operación se evite algún daño al medio ambiente. Se tendrá un debido control de la prevención de la contaminación del suelo, principalmente con los vehículos de motor que contienen aceites.

Los residuos que se generen durante la etapa de la construcción y operación de equipos pesados tendrán lugares habilitados para su disposición y estos no deben crear riesgo de contaminación en cualquier etapa de la obra. Además, se debe tener especial cuidado para prevenir la obstrucción con material o desecho de la obra en canales, quebradas o pasos naturales de agua existentes durante la ejecución de los trabajos.

El área de trabajo permanecerá limpia y los residuos serán removidos continuamente.

Igualmente, se realizarán monitoreos ambientales en la fase de construcción a fin de efectuar seguimiento a las emisiones atmosféricas que podrían generarse, como pudiera ser el caso de la contaminación sónica o de gases que pudieran provocar algún daño al medio ambiente; todas estas medidas serán detalladas en la memoria descriptiva de cada proyecto a realizar.

## Consideraciones Ambientales

Para la construcción de la subestación Cristo Rey no se prevé que existan impactos ambientales permanentes y de magnitud. Los impactos de este proyecto serán; bajos, locales, temporales y reversibles, y requieren de un Plan de Gestión Ambiental y Social del Contratista (PGAS-C), que deberá ser presentado por el Contratista con base en el PGAS del Proyecto para fines de aprobación. Los residuos no peligrosos y peligrosos deberán manejarse cumpliendo con las normativas nacionales vigentes.

Los responsables directos del programa de mitigación ambiental serán los Contratistas, como responsable de construcción de estos, y serán supervisados periódicamente por las Gerencias de Medio Ambiente y Seguridad Industrial de EDESUR Dominicana S.A. Incluye monitoreo ambiental e industrial; emisiones atmosféricas (gases de combustión, opacidad de vehículos); calidad de aire (gases y material particulado) y residuos sólidos – líquidos.

## Requerimientos de Gestión de Seguridad y Medioambiente

1. El contratista deberá presentar a la Dirección Gestión de Proyectos el listado del personal operativo para ser depurado, 15 días laborables antes de ser requerido en la obra, quienes determinaran si existen antecedentes que impidan el ingreso o no de dicho personal al proyecto.
2. El contratista deberá presentar un plan con las medidas constructivas y de demolición de la infraestructura existente para fines de aprobación del contratante, resguardando las instalaciones vecinas del polvo que se genere durante las actividades de la construcción y demolición, de roturas y/o cualquier daño a la propiedad de los vecinos. Este plan debe incluir medidas para mitigar los impactos sobre el tráfico vehicular y el acceso a los estacionamientos informales para los residentes. Así como las acciones tendentes a evitar que se produzca cualquier daño al entorno, a la salud de los vecinos y transeúntes.
3. El contratista deberá presentar documentación para la evaluación del personal clave del proyecto en caso de cambios a los sometidos y aprobados en el proceso de licitación. Con un mínimo de 15 días laborables de antelación a su requerimiento para ser evaluado y depurado.
4. El personal del contratista deberá recibir una inducción específica en materia de Seguridad Industrial y Medio Ambiente antes del inicio de los trabajos, impartida por la Dirección Unidad Ejecutora de Proyectos en coordinación con la Gerencia de Seguridad Industrial y la Gerencia de Medio Ambiente.
5. Durante el proyecto, en caso de que se produzca un cambio o sustitución de vehículo, que se encuentre habilitado en la ejecución de los trabajos, el contratista deberá enviar una notificación por escrito a la Dirección Gestión de Proyectos, y las Gerencias de Medio Ambiente y Seguridad Industrial, los rótulos retirados y las evidencias fotográficas de la eliminación de los mismos, para su descargo en el proyecto.
6. El contratista colectará y transportará hasta su disposición final todos los escombros y desperdicios producto de su actividad, en un plazo de 24 horas, los cuales deben ser depositados en los botaderos autorizados para estos fines, por el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales. La Dirección Gestión de Proyectos, en coordinación con la Gerencia de Medio Ambiente, les exigirán a los camiones que estarán realizando los botes, disponer y presentar los tickets suministrados por el Viceministerio de Suelos y Agua de dicho Ministerio, a fin de asegurar el cumplimiento y control de estos botes de material.
7. El contratista deberá habilitar una estación techada para gestionar los residuos sólidos que genere el proyecto e instalará contenedores apropiados para su almacenamiento temporal. Aplicará el principio de las 3 R: reducir, reciclar y reutilizar. La disposición final se realizará conforme con la normativa aplicable y se llevarán registros de la gestión.
8. El contratista deberá disponer los residuos peligrosos generados en los proyectos a través de un gestor autorizado por el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, y remitir el certificado de disposición final a la Dirección Gestión de Proyectos y Gerencia de Medio Ambiente de EDESUR.
9. El contratista deberá mantener todo el personal bajo su responsabilidad debidamente identificado, con un uniforme único y equipos de protección personal (EPP), estos EPP deben ser revisados periódicamente, acorde con las normativas de seguridad establecidas por EDESUR.
10. El contratista deberá cumplir con todas las medidas de bioseguridad interpuestas por el Gobierno Nacional/Salud Pública, en caso de que al momento de la ejecución del proyecto, el país se encuentre en medio de la existencia de una epidemia, pandemia, o frente a diferentes riesgos o infecciones derivadas de la exposición a agentes potencialmente infecciosos o con cargas significativas de riesgo biológico, químico o físicos.
11. El contratista deberá desarrollar diariamente las charlas de 5 minutos y completar el formulario de Análisis Seguro de Trabajo (AST).
12. El encargado de Seguridad Industrial y Medio Ambiente del contratista deberá participar activamente en las inspecciones de seguridad programadas y no programadas y cumplir con los planes de acción resultantes de las mismas.
13. El contratista deberá cumplir con lo establecido por el Proyecto para la prevención e investigación de incidentes.
14. El contratista deberá demostrar una actitud proactiva para cumplir su rol en el Sistema de Gestión Ambiental y la Seguridad y Salud en el Trabajo.
15. El contratista deberá remitir en los tiempos indicados por EDESUR los indicadores de gestión ambiental y de seguridad, sobre capacitación/entrenamientos, gestión de residuos, e índices de seguridad generados en el proyecto, entre otros.
16. El contratista deberá reportar a la Dirección Gestión de Proyectos, Gerencia de Medio Ambiente y a la Gerencia de Seguridad Industrial de EDESUR, las inspecciones en materia de seguridad industrial y medio ambiente, que el equipo de Seguridad Industrial y Medio Ambiente de la contratista realiza para seguimiento de las actividades.
17. El contratista deberá enviar a la Dirección Gestión de Proyectos, Gerencia de Medio Ambiente y a la Gerencia de Seguridad Industrial de EDESUR, las subsanaciones de los hallazgos derivados de las inspecciones en el plazo establecido por las áreas antes mencionadas.
18. El contratista debe ejecutar sus actividades en cumplimiento con el Programa de Seguridad y Salud en el Trabajo que deberá presentar al Ministerio de Trabajo de la República Dominicana para fines de aprobación y el Plan de Gestión Ambiental y Social (PGAS) suministrado por EDESUR.
19. El contratista deberá resguardar, clasificar (en compañía de personal de EDESUR), transportar y devolver a los almacenes de EDESUR todos los materiales y equipos retirados, prestando especial atención a los materiales sensibles y contaminantes, como medidores, bombillas, aguas contaminadas y transformadores, los cuales deberán ser embalados, resguardando su integridad física.

## Consideraciones Medioambientales

El Contratista: Respetará las disposiciones establecidas en el Marco Jurídico Ambiental, garantizando que:

* La tierra suelta, producto de las excavaciones, debe ser colocada en un área sin pendiente (plana o llana), debidamente protegida en su alrededor para evitar que la misma sea erosionada e impacten los cuerpos de aguas superficiales mediante la sedimentación o azolvamiento de estos.
* Los residuos sólidos, producto del envase de alimentos, bebidas y otros, deben ser almacenados adecuadamente y depositarlos en el vertedero municipal.
* Contaminación por residuos peligrosos, se prefiere que las maquinarias y otros equipos a utilizar en la obra, no tengan desperfectos mecánicos para evitar derrames o liqueos que impacten al suelo, subsuelo y a las aguas superficiales y subterráneas, además de que el trasiego de combustible no se realice en sitio. Ante cualquier situación que se presente, debe ser subsanada conforme a la normativa vigente.

## Seguridad Industrial

Será responsabilidad del Contratista el diseño e implementación del programa de higiene y seguridad Industrial que aplicará durante la ejecución del Contrato, de acuerdo con la legislación vigente de seguridad y salud en el trabajo. El Contratista deberá tomar las precauciones necesarias para la seguridad del personal a su cargo o servicio, de acuerdo con las reglamentaciones vigentes en el país. Deberá modificar el programa completo de servicio de seguridad de acuerdo con las recomendaciones del CONTRATANTE, quien podrá, además, ordenar cualquier otra medida adicional que considere necesaria. El Contratista deberá responsabilizar a una persona de su organización aprobada por el CONTRATANTE para velar por el cumplimiento de dichas medidas.

**Plan de Emergencia y Prevención:** Se debe detallar un plan de respuesta ante emergencias, incluyendo protocolos de evacuación y la integración Se debe detallar un plan de respuesta ante emergencias, incluyendo protocolos de evacuación y la integración de sistemas de detección temprana de incendios (sensores, alarmas, sistemas de rociadores automáticos).

**Control de Impactos Ambientales:** El impacto ambiental durante la construcción debe ser controlado, minimizando la generación de residuos peligrosos y asegurando el cumplimiento de las normativas ambientales locales.

# Requerimientos de Diseño

## Criterios Generales De Diseño Eléctrico

Los equipos para proveer formarán parte de un sistema eléctrico cuyas tensiones nominales (Vn) y máxima de servicio (Vmáx.) son las siguientes:

Tabla 3: Tensiones Máximas

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Campo** | **Vn (kV)** | **Vmáx.(kV)** |
| AT | 69 | 72.5 |
| MT | 12.5 | 17.5 |
| Terciario | 10 | 12 |

Respecto de la coordinación de aislamiento, deberán respetarse los valores que se indican a continuación. La frecuencia del sistema es de 60 Hz.

Tabla 4: Coordinación de Aislamiento

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **NIVEL DE 69 kV** | | |
| **Ítem** | **BIL (kVcr)** | **A Frecuencia Industrial** |
| Equipamiento | 325 | 140 |
| Arrollamientos de los transformadores | 325 | 140 |
| Aisladores pasantes de fase | 325 | 140 |
| **NIVEL DE 12.5 kV.** | | |
| **Ítem** | **BIL (kVcr)** | **Frecuencia Industrial** |
| Equipamiento | 95 | 38 |
| Aisladores pasantes de transformadores (fase y neutro) | 95 | 38 |
| **NIVEL DE 10 kV.** | | |
| **Ítem** | **BIL (kVcr)** | **Frecuencia Industrial** |
| Equipamiento | 95 | 28 |
| Aisladores pasantes de transformad. (fase y neutro) | 95 | 28 |

Los descargadores de sobretensiones tendrán las siguientes características:

Tabla 5: Características Descargadores de Sobre Tensión

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **NIVEL DE TENSION**  **(kV)** | **TENSIÓN NOMINAL DEL DESCARGADOR (Ur kV)** | **TENSIÓN CONTINUA MÁXIMA DE OPERACIÓN (Uc kV)** | **CLASE** | **Tipo de Uso** |
| 69 | 48 | 60 | 2 | Transformador |
| 12.5 | 10 | 8.4 | 2 | Media Tensión |

## Distancias Eléctricas

Toda la subestación será construida de acuerdo con las consideraciones para cada nivel de tensión correspondiente. En la tabla a continuación se muestran las distancias mínimas a considerar por nivel de tensión:

Tabla 6: Distancia mínima de seguridad

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **DISTANCIAS MINIMAS (en metros)** | | |
| **DISTANCIAS FASE - FASE** | **69 kV** | **12.5 kV** |
| Entre ejes de haces de conductores flexibles | 1.14 | 0.18 |
| Entre partes rígidas bajo tensión | 1.13 | 0.16 |
| **DISTANCIAS FASE - TIERRA** |  |  |
| De conductores flexibles a pórticos y estructuras | 1.13 | 0.16 |
| De partes rígidas bajo tensión | 1.13 | 0.16 |

## Las tablas 4, 5 y 6 está basada en la norma IEC 60071

## Consideraciones del emplazamiento

En las tablas 7 y 8 se indican los datos ambientales principales válidos para la Subestación Cruce de Cabral69 kV. La elección de los elementos provistos por el Contratista deberá efectuarse tomando las condiciones climáticas más desfavorables. Debe considerarse adicionalmente para los cálculos mecánicos de estructuras/soportes/conductores que se considerará a la República Dominicana como zona de influencia de huracanes con altitud menor de 1000 m y velocidad de viento máxima a 240 km/h.

Tabla 7: Consideraciones ambientales

|  |  |
| --- | --- |
| **Ítem** | **Consideraciones** |
| Temperatura máxima | +40 ºC |
| Temperatura mínima | +16 ºC |
| Temperatura media anual | +25 ºC |
| Humedad relativa máxima | 90% |
| Humedad relativa media mensual | 60% |
| Humedad relativa mínima | 10% |
| Viento de diseño y máximo. | 180 km/h  240 km/h |
| temperatura probable de ocurrencia. | (+15ºC) |

Debe considerarse que la subestación queda clasificada e incluida en la zona sísmica “II”.

Tabla 8: Descripción de zona sísmica

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Zona** | **Ss** | **S1** |
| II | 0.95 g | 0.55 g |

# Ingeniería de Detalle de las Obras

Estará a cargo de El Contratista la confección de la Ingeniería de Detalle correspondiente a las obras que involucra la construcción del campo de transformación. El Contratista tendrá en cuenta que la aprobación del Proyecto Ejecutivo es una condición necesaria para ejecutar los trabajos, pero que este hecho no le transfiere al CONTRATANTE, responsabilidad sobre lo que el Contratista hace o provee, ni sobre sus resultados.

La misma tendrá un grado de detalle, tal que, permita la realización de todas las tareas constructivas y su posterior operación en funcionamiento confiable, sin vicios y/o interferencias.

Las tareas previstas en esta sección serán básicamente las descritas a continuación, entendiéndose que la lista no es limitativa ya que el Contratista estará obligado a elaborar todas las memorias, cálculos y planos necesarios a los efectos de lograr la correcta ejecución de las obras.

Independientemente que no se especifique algún detalle que incluye una provisión menor, herramienta o método de trabajo, pero que hace a la seguridad de las instalaciones existentes, al montaje u operación futura, el Contratista lo asumirá por iniciativa propia o por simple requerimiento del CONTRATANTE. Ello no dará derecho a reclamos económicos ni prórrogas en el plazo de ejecución.

## Lista de Documentación a Elaborar por El Contratista

A modo de guía se indican los documentos que deberán incluirse como mínimo en forma digital e impresa:



### Obras civiles

Planos:

* Estudio de suelo.
* Ubicación y localización.
* Replanteo general.
* Movimiento de tierra y explanación general.
* Terracerías y nivelación.
* Plano de cimentación.
* Fundaciones de máquinas y transformadores.
* Fundaciones de columnas para iluminación de caminos.
* Soportes de equipamientos de campo y sus fijaciones (anclajes).
* Drenajes y canales de cables.
* Ductos y cañeros para cruces de cables bajo pavimentos.
* Malla de puesta a tierra y jabalinas.
* Caminos y accesos.
* Distribución de juntas de pavimentos.
* Plantas, cortes y fachadas de edificios.
* Fundaciones y estructuras de edificios.
* Planilla de locales.
* Instalación sanitaria y detalles, incluyendo drenaje pluvial.
* Instalación eléctrica de edificios.
* Instalaciones de Captación y Almacenamiento de Aguas.
* Instalación de equipos contra incendio y ubicación de aparatos.
* Carpintería de edificios.
* Detalles de soportes de tableros y celdas en edificios.
* Deberán incluirse además los planos que a juicio de la inspección fueran necesarios para el normal desarrollo de la obra.
* Cronograma seguimiento de proyecto y plan de recuperación de ser necesario.

Memorias de cálculo:

* Soportes de equipamientos de campos alta y media tensión.
* Fundación de soportes de equipamiento de campo.
* Fundación de Transformador.
* Sistema de drenaje de campo.
* Ductos para cruces de cables.
* Fundaciones y estructuras de edificios.
* Planillas de armaduras correspondientes a las estructuras de hormigón armado.
* Planos de taller de las estructuras metálicas de campo.
* Deberán desarrollarse además todos los cálculos necesarios que a juicio de la inspección fueran necesarios para justificar las soluciones propuestas en los planos.

### Montaje electromecánico

Planos:

* Plantas y cortes generales del campo de transformación 69 kV.
* Planos eléctricos unifilares y trifilar.
* Plantas y cortes generales para determinación de grapería de 69 kV.
* Plantas y cortes de distribución de Fases (a, b, c, n).
* Planta general de la malla de puesta a tierra, detalles de puesta a tierra y apantallamiento.
* Cargadores y baterías.
* Transformador de potencia 69/12.8/10 kV, interruptor de potencia, seccionadores, transformadores de instrumento, aisladores soporte, descargadores, etc.

Detalles de montaje.

* Tableros, bastidores, cajas de bornes, detalles mecánicos de taller y montaje, dimensiones y detalle de sus componentes, esquemas funcionales y planilla de borneras.
* Conexión de alta tensión entre equipos y bajada a equipos.
* Detalles de bajadas a la malla de puesta a tierra.
* Planos de dimensiones y detalle de accesorios de los conductores y herrajes. Ubicación de estos.
* Bandejas portacables. Ubicación y detalles de montaje e indicación de recorrido de cables sobre bandejas.
* Plano de detalle de iluminación exterior normal y de emergencia. Tomacorrientes exteriores.
* Plano de distribución de cables de iluminación normal y de emergencia, cajas de tomacorrientes y de tomacorrientes para trabajos de tratamiento de aceite.
* Sistema de control de incendios.

Nota: En todos los planos se deberá usar el Sistema Internacional de Unidades.

Memorias de cálculo:

* Esfuerzos sobre aparatos en campo de alta tensión del campo de transformación.
* Esfuerzos sobre bornes de aparatos en campo de alta tensión del campo de transformación.
* Esfuerzos sobre pórticos en campo de alta tensión del campo de transformación.
* Cálculo de alimentadores a cajas tomacorrientes general y para tratamiento de aceite.
* Iluminación normal y de emergencia de campo y de edificios.
* Cálculo de alimentadores a cajas de iluminación.
* Cálculo mecánico de cables aéreos y tablas de tendido.
* Estudio del sistema de puesta a tierra.
* Sistema protección contra descarga atmosférica.

Nota: En las secciones de los equipos se describen algunas documentaciones especificas requeridas.

### Control, protección y conexionado

Planos:

* Esquemas unifilares de 69 kV incluyendo medición y protecciones.
* Esquemas unifilares de servicios auxiliares de corriente alterna y corriente continua.
* Esquemas eléctricos funcionales, involucrando comando, protección, señalización, mediciones y alarmas, etc.
* Esquemas trifilares de medición, protección y sincronización.
* Esquemas funcionales de protecciones.
* Esquemas eléctricos trifilares y bifilares de distribución de tensiones para circuitos de servicios auxiliares de corriente alterna y corriente continua.
* Esquemas eléctricos funcionales de enclavamiento y sincronización de 69 kV.
* Esquemas eléctricos de conexionado completos, planos de interconexión eléctrica de todos los aparatos, equipos, tableros, etc., a partir de las correspondientes borneras de acometida, planillas de cableado.

Listas de cables para el campo de transformación, en edificio de control y sala de celdas, etc., con indicación de:

* Destino de los 2 extremos.
* Recorrido.
* Longitud.
* Formación del cable.
* Conductores utilizados.
* Planilla de borneras.

Memorias:

* Funcionamiento de los sistemas de sincronización y servicios auxiliares.
* Selectividad de protecciones de los sistemas de baja tensión.
* Ajuste y programación de las protecciones.
* Base de Datos del Sistema SCADA.
* Cálculo de cables (caída de tensión y cortocircuito) de alimentadores de SS.AA., hasta protecciones, comandos, etc.

### El contratista

Planos Equipos de Maniobra y Medición:

* Planta a nivel fundaciones.
* Planta a nivel superior.
* Vista frontal y lateral.
* Bornes, accesorios, acometidas de cables, etc.
* Cajas de polos y de conjunción tripolar.
* Esquemas trifilares o bifilares de alimentación de fuerza motriz, calefacción, iluminación y otros servicios.
* Esquemas funcionales de corriente continua, comando, señalización y alarma.
* Vistas y cortes de cajas con disposición topográfica de los elementos en su interior.
* Esquemas de cableado interno.
* Esquemas de vinculación entre polos y caja de conjunción tripolar.
* Planillas de borneras.
* Lista de materiales y componentes.
* Cajas de polos de CT y PT.
* Esquemas eléctricos de conexión interna de núcleos.
* Planillas de borneras por cada caja de polo.

Manuales de Montaje, Operación y Mantenimiento de equipos de Maniobra y Medición:

* El Contratista preparará, por sí mismo o a través de los respectivos fabricantes, manuales de instrucciones que servirán de guía durante la ejecución del trabajo de montaje y posteriormente, orientarán en su labor al personal de operación y mantenimiento de los equipos e instalaciones que integran este proyecto.
* Cada manual contendrá una sección con la descripción de los procedimientos, normales y de emergencia, de operación de los diversos equipos e instalaciones e incluirá diagramas fáciles de interpretar para la mejor comprensión de las descripciones.
* Se incluirá una sección que describa e ilustre el procedimiento de desmontaje, montaje y ajuste de cada componente, subconjunto y conjunto.
* También se describirán las operaciones de mantenimiento, incluyendo las frecuencias recomendadas de inspección, lubricación y similares.
* El manual incorporará un listado completo de los planos preparados por el Contratista sobre el equipo o sistema y una lista de las piezas componentes. El manual incluirá copias reducidas de los planos principales de conjunto y folletos de los fabricantes con detalle de las diversas partes del equipo.
* La versión preliminar del manual será presentada tres meses antes del inicio del montaje, en dos ejemplares para revisión de la Inspección del CONTRATANTE. La versión final, corregida de acuerdo con la obra, será presentada en 4 (cuatro) ejemplares, en español.

Celdas, Tableros, Conductos, Protecciones y Equipos de Comunicaciones y Control:

Planos:

* Frentes y vistas y detalles mecánicos de los armarios o tableros.
* Frentes y vistas y detalles mecánicos de celdas y ductos de barras.
* Esquemas funcionales.
* Esquemas funcionales de los relés o elementos.
* Distribución de elementos en el armario o tablero y celdas.
* Listado de materiales componentes.
* Cableado.
* Planilla de borneras.

Manuales de Operación y Mantenimiento:

* Se tendrá en consideración todo lo indicado para los equipos de maniobra y medición.

### Aprobación y seguimiento del Proyecto.

Con relación a la documentación del proyecto, el Contratista deberá cumplimentar ante la inspección del CONTRATANTE lo siguiente:

Documentación para aprobación:

* Responderá a lo especificado.

Documentación para seguimiento:

* Presentar dos copias complementarias de la documentación indicada en el punto anterior destinadas a la función del seguimiento del proyecto por parte del CONTRATANTE: una para archivo y otra para la formulación de eventuales observaciones, las que se canalizarán en tiempo y forma en el proceso de aprobación señalado.

## Programa General de Ejecución de la Ingeniería de Detalle de las Obras

### Alcance y presentación

Todo lo relativo a la documentación técnica de las obras deberá responder a lo que se especifica en las sub-cláusulas y párrafos siguientes. La confección de los planos se realizará en la simbología IEC y rótulos a acordar con el CONTRATANTE. El alcance de los planos e información técnica que se debe presentar para la aprobación está determinado en forma general en el punto precedente.

Aquel listado debe considerarse como preliminar orientativo y no limitativo, ya que se deberán incluir en esta lista todos aquellos planos y documentos técnicos necesarios para cubrir todos los aspectos de cálculo, diseño y detalles de montaje que la obra requiere.

Nota: cualquier elemento especificado en diseño y no en DT o viceversa debe ser considerado como parte del alcance del proyecto.

### Presentación de los planos

Toda presentación de planos deberá estar acompañada de la correspondiente memoria de cálculo u otra memoria técnica, que justifique el diseño o solución propuesta.

Todo cálculo o verificación deberá detallar claramente la metodología empleada, en especial aquellos efectuados mediante programas de computadora, los que deberán incluir la descripción del proceso de cálculo empleado en el programa a efectos de realizarse la verificación de este.

Todas las memorias de cálculo deberán incluir: índice, antecedentes y referencias bibliográficas traducidas al castellano, descripción, normas aplicadas, esquemas estructurales y de cargas, los datos de ingreso necesarios para las resoluciones digitalizadas, y resúmenes con los resultados y/o diagramas característicos a emplear en los diseños.

El software que se utilice para la confección de planos, memorias, etc., deberá contar con la licencia de uso correspondiente debiéndose aclarar a la inspección la versión que será utilizada en la obra.

En adición a lo establecido en la licencia técnica, el Contratista deberá entregar de toda la documentación, ya sean planos o memorias técnicas, planillas y tres (3) copias adicionales físicas. Esta condición no altera ningún otro tipo de requerimiento fijado en el pliego al respecto.

Los planos de montaje de equipos de 69 kV y celdas 12.5 kV estarán fundamentados en documentación aprobada de los mismos.

El contratista deberá garantizar que todas las nomenclaturas, abreviaturas y siglas estén descritas en las leyendas de cada uno de los elementos que se diseñe.

### Planos conforme a fabricación

En ocasión de la ejecución de los ensayos de recepción en fábrica de los suministros, el Contratista deberá presentar además de la documentación correspondiente a los mismos la totalidad de los planos que hayan sido aprobados por la Inspección, actualizados con carácter de "Conforme a Fabricación".

### Planos conforme a obra

La documentación "Conforme a Obra” estará integrada por:

* Planos correspondientes a obras civiles.
* Planos correspondientes a montaje electromecánico.
* Planos detalles de armados de estructuras metálicas.
* Esquemas unifilares.
* Esquemas bifilares y trifilares.
* Esquemas funcionales.
* Esquema de conexionado.
* Listas de cables.
* Lista de varios.
* Planos de suministros.
* Memorias técnicas - Obras civiles.
* Memorias técnicas - Montaje electromecánico.
* Memorias técnicas - Control y conexionado.
* Manuales de operación y mantenimiento de cada uno de los equipos.

Esta documentación básica (no limitativa) deberá ser entregada siguiendo los lineamientos indicados en la Especificación Técnica de EDESUR que corresponda.

## Normas y Unidades

El proyecto de los equipos, los materiales a emplear, el proceso de fabricación, los procedimientos para el montaje y los ensayos deberán estar de acuerdo con la última versión de las normas y recomendaciones aplicables de las siguientes entidades:

Normas eléctricas, electromecánicas:

* + IEC International Electrotechnical Commission.
  + ISO International Organization for Standarization.
  + DIN Deutsches Institut fuer Normung.
  + ANSI American National Standards Institute.
  + ASTM American Society for Testing and Materials.
  + ASME American Society of Mechanical Engineers.
  + AISC American Institute of Steel Construction.
  + AWS American Welding Society.
  + NFPA National Fire Protection Association.
  + NEMA National Electrical Manufacturers Association.
  + IEEE The Institute of Electrical and Electronic Engineers Inc.
  + SSPC Steel Structures Painting Council.
  + MIL Military Department of Defense, USA.
  + VDE Verband Deutscher Elektrotechniker.

Normas Civiles:

* + AASHTO T11 Método de ensayo. Para la cantidad de material más fino que el tamiz 0.075 mm en los agregados.
  + AASHTO T27  Análisis granulométrico de agregados finos y gruesos.
  + AASHTO T99  Proctor Estándar.
  + ACI-214  Guía para la evaluación de resultados del examen de resistencia del hormigón.
  + ACI-318      Requisitos de reglamento para concreto estructural.
  + ACI C-14     Práctica recomendada para la colocación del hormigón.
  + ASTM A497    Especificación para malla electrosoldada para refuerzo.
  + ASTM A615   Especificación normalizada para barras de acero al carbono lisas y corrugadas para refuerzo de concreto.
  + ASTM A706   Especificación para barras lisas y corrugadas de acero de baja aleación para refuerzo.
  + ASTM C31    Práctica normalizada para la preparación y curado en obra de las probetas para ensayo del hormigón.
  + ASTM C33    Especificación estándar para los agregados de concreto.
  + ASTM C39    Método de ensayo normalizado para resistencia a la compresión de especímenes cilíndricos de concreto.
  + ASTM C40    Método de ensayo normalizado para la detección de impurezas orgánicas en agregados finos para concretos.
  + ASTM C42    Método de ensayo normalizado para la obtención y ensayos de núcleos perforados y vigas aserradas de concreto.
  + ASTM C90    Especificación estándar para el soporte de carga en bloques de concreto.
  + ASTM C94    Especificación normalizada para concreto premezclado.
  + ASTM C109   Método normalizado de ensayos de resistencia a compresión de morteros de cemento hidráulico.
  + ASTM C127      Método de ensayo normalizado para determinar la densidad, la densidad relativa y la absorción de agregados grueso.
  + ASTM C131   Método de prueba estándar para la resistencia a la degradación de agregados gruesos pequeños por abrasión e impacto en la máquina de los Ángeles.
  + ASTM C143   Método de ensayo estándar para la determinación del revenimiento del concreto a base de cemento hidráulico.
  + ASTM C144   Especificación normalizada para agregados para mortero de albañilería.
  + ASTM C150   Especificación normalizada para cemento portland.
  + ASTM C172   Práctica normalizada para muestreo de concreto recién mezclado.
  + ASTM C192   Práctica normalizada para preparación y curado de especímenes de concreto para ensayo en laboratorio.
  + ASTM C309   Especificación estándar para compuestos líquidos formadores de membranas para el curado del concreto.
  + ASTM C494   Especificación normalizada de aditivos químicos para concreto.
  + ASTM C873   Método de prueba estándar para resistencia a la compresión de cilindros de hormigón ejecutados in situ en moldes cilíndricos.
  + ASTM C1602  Especificación estándar para el agua de mezcla utilizada en la producción de cemento hidráulico.
  + MOPC-R001   Reglamento para el Análisis y Diseño Sísmico de Estructuras.
  + MOPC-R014   Especificaciones Generales para Construcción de Carretera.
  + MOPC-R027   Reglamento de edificaciones (Diseño y Construcción de Edificios de Mampostería Estructural).
  + MOPC-R033   Reglamento para diseño y Construcción de Estructuras de Hormigón Armado.
  + NORMA ACI-318   normas básicas y esenciales con respecto al diseño y la instalación de las estructuras de concreto.

En particular para los accesorios de mandos (motores, contactores, borneras, conductores, etc.), así como para materiales o partes diversas de los equipos, serán de aplicación las normas vigentes de la República Dominicana correspondientes.

## Cargas Actuantes en los Equipos

Todas las partes de los equipos deberán ser verificadas para las condiciones más desfavorables que tuvieran que soportar, ya sea durante el transporte, montaje, operación o mantenimiento.

Deben ser consideradas en el proyecto, entre otras, las siguientes cargas, ya sean propias por funcionamiento del equipo o provocadas por agentes exteriores.

1. Cargas estáticas (peso propio, conexiones, etc.).
2. Cargas dinámicas (accionamiento, viento, cortocircuito).
3. Cargas debidas a la dilatación térmica.
4. Cargas de impacto.
5. Cargas temporarias durante el montaje.
6. Cargas dinámicas durante el transporte.

Las especificaciones técnicas particulares y las planillas de datos técnicos fijarán los valores para calcular las cargas externas. Además, se deben considerar los esfuerzos sobre los bornes de los equipos (y sobre los amarres en los pórticos), debidos a las fuerzas durante el cortocircuito, posteriores al mismo y al efecto “pinch” según está establecido en la norma IEC 60865-1.

Los esfuerzos anteriores se calcularán sobre los equipos propiamente dichos y sobre las conexiones correspondientes de potencia, determinándose:

* Esfuerzos de corte en la base del equipo.
* Momentos de vuelco transversales a la dirección de las conexiones.

En ningún caso deberán obtenerse coeficientes de seguridad inferiores a los indicados en las normas, respecto de las cargas de rotura de cualquier componente de los equipos (aisladores, bornes), para las hipótesis consideradas normales y extraordinarias.

## Desmontaje

Los equipos deberán ser proyectados de modo de presentar un desmontaje simple, para tareas de mantenimiento preventivo o eventuales reparaciones. El acceso a las partes más delicadas o sujetas a desgaste, deberá requerir el mínimo de desmontajes.

Todas las piezas que, por sus dimensiones, formas u otra razón, necesiten de dispositivos que faciliten su manipuleo en las operaciones de transporte, montaje y desmontaje, serán provistas de ojales de suspensión, orificios roscados para cáncamos de elevación, soportes, etc.

El desmontaje de cajas de mando, cajas de bornes o cajas de conjunción y el acceso a las mismas, deberá poder ser efectuado con el máximo de simplicidad y seguridad.

## Normalización

El empleo de componentes normalizados, tanto mecánicos como eléctricos, deberá ser destacado por la empresa Contratista en las listas de materiales cuando corresponda. Los componentes normalizados para la misma aplicación deberán ser provistos, preferentemente por un solo fabricante.

## Intercambiabilidad

Siempre que sea posible, se deberán adoptar elementos intercambiables, tanto mecánicos como eléctricos, con el objeto de facilitar la operación de mantenimiento de los equipos.

La intercambiabilidad de los elementos deberá ser destacada por la empresa fabricante en las listas de materiales.

## Seguridad

Los equipos estarán diseñados y equipados de dispositivos para garantizar un servicio seguro. En el caso de interruptores y seccionadores, todas las partes móviles o que prevean transmisión de movimientos, acoplamientos giratorios, entre otros, contarán con resguardos y protecciones o estarán diseñados en forma tal que se eviten accidentes.

Las maniobras para accionamiento manual local sólo podrán ser efectuadas luego de que haya sido impedido el mando a distancia, de los equipos sobre los que se esté operando. En el caso de seccionadores, se preverán piezas con orificios para bloqueo por candado de los mandos, en las posiciones abierto y cerrado.

Para equipos con aislantes internos líquidos o gaseosos, se preverán dispositivos de alivio de presión con un diseño tal que se minimicen las descargas del aislante, en caso de fallas internas.

Las instalaciones eléctricas y los aparatos de accionamiento que componen los mandos, cajas de control y alimentación, deben ser dispuestos y diseñados en forma tal, que se disminuya al mínimo el riesgo de incendio.

Las partes de instalación, cableados o tuberías de todo tipo deben estar protegidas en forma apropiada contra daños mecánicos.

## Embalajes

El presente punto tiene por objeto definir los métodos de protección para bultos, en forma tal que se garanticen las mejores condiciones para el movimiento, transporte, estibado y almacenamiento de los equipos contenidos en ellos.

Los embalajes de los equipos suministrados deberán cumplir con lo establecido en la norma ISO 3394/780/7000 y con una cantidad de artículos (aisladores y herrajes) por caja suficiente para facilitar el izaje y transporte.

### Protección mecánica

Debe asegurarse la protección contra caídas, choques, vibraciones, perforaciones, eslinga, etc. Para ello deberán tomarse los recaudos siguientes:

* Fijación de partes móviles

Se fijarán las partes móviles o articuladas por medio de bulones o con ayuda de separadores o soportes (estos elementos deben estar pintados con color amarillo).

Si existen elementos muy frágiles o masas en voladizo, incompatibles con las resistencias de sus soportes (por ejemplo, ciertos aparatos enchufables, cámaras de ruptura, aparatos registradores, etc.), los mismos serán desmontados y embalados por separado.

Las aberturas resultantes de estos desmontajes parciales serán obturadas convenientemente.

* Amortiguación

Se procurará una buena amortiguación por interposición, entre el material y la caja de productos o sistemas amortiguadores, destinados a aislar el contenido de los choques o vibraciones, tales como:

1. Por suspensión sobre perchas o soportes de madera clavadas o abulonadas a las paredes de las cajas.
2. Por acuñado o calaje con productos cuya forma, superficie, espesor y capacidad de amortiguamiento sean adaptadas al contenido.
3. Por suspensión sobre sistemas elásticos.

* Cajas o embalajes exteriores:

1. Esqueletos: Serán de madera, montados sobre una base reforzada del mismo material, diseñados para permitir el uso de carros con horquillas para elevación y traslado. Este tipo de cajas se utilizará para transporte local por camión o ferrocarril o para transporte en contenedores por vía marítima.
2. Cajas cerradas en madera, clavadas, atornilladas o engrampadas sobre una armadura interior o exterior, de dimensiones apropiadas, montadas sobre bases del mismo material, diseñadas para permitir el uso de carros con horquillas para elevación y traslado.
3. Cajas de otros materiales, tales como madera terciada, armadas para envíos de pequeños volúmenes y masas inferiores a 125 kg, o de cartón corrugado con envoltura de papel impermeable para todo tipo de transporte.

* Embalajes de componentes desmontados

Cuando se deban desmontar componentes de tableros para ser embalados por separado, se preferirá, de ser factible, su colocación en cajas que se fijarán a la base de cada armario o tablero. Dichas cajas contendrán los componentes que han sido desmontados del armario o tablero en el cual se encuentran, más los elementos de fijación u otros accesorios si correspondiere. Los componentes contenidos en las cajas estarán debidamente protegidos y la disposición de las cajas en los armarios o tableros, será tal que se evite su desplazamiento durante el manipuleo y transporte de estos.

### Protección física, química y climática

Se empleará para preservar el material contra factores degradantes capaces de actuar durante el transporte y almacenaje (aire salino, humedad, condensación, arena, suciedad).

Dicha protección será asegurada por:

* Obturación en fábrica de orificios y canalizaciones.
* Incorporación dentro del aparato, gabinete, etc. de una cantidad adecuada de deshidratante.
* Por empleo de una funda de polietileno o equivalente (contra mojaduras y suciedad) que podrá ser estanca o no, según el caso. En caso de ser estanca debe incorporársele, antes del sellado, una cantidad de deshidratante que garantice una protección eficaz durante no menos de 24 meses.
* Por el uso de papeles inhibidores, u otro tipo de barreras similares.
* Por la combinación de dos o más de estos medios.

Nota: Otros requerimientos de embalaje y transporte se describen en las secciones correspondientes a otros equipos con requerimientos especiales.

# Pruebas e Inspecciones Técnicas

## Pruebas Tipo

Se deberá remitir al CONTRATANTE copias de los certificados de las Pruebas Tipo conforme la recomendación de la IEC realizadas a un prototipo o equipos idénticos a los que forman parte del proyecto, emitidos por un laboratorio independiente y los resultados se ajustarán a lo especificado y ofrecido. Si no hubieren sido idénticos, las diferencias no deben ser significativas ni influir sobre los resultados. Los resultados y protocolos de las pruebas tipo deberán ser entregados con la ingeniería de detalle.

## Pruebas en fábrica o rutina

Se deberán efectuar todas las pruebas de los equipos y materiales necesarios en fábrica o en laboratorios independientes para comprobar que el suministro se ha realizado según la mejor técnica moderna y de acuerdo con las especificaciones y las normas correspondiente a cada elemento del proyecto. Todos los equipos e instrumentos de pruebas deberán contar con certificados de calibración debidamente actualizados.

Se realizarán ensayos en fábrica sobre la totalidad del equipamiento y elementos que suministre el Contratista, realizando sobre los mismos los ensayos de rutina y todo otro adicional que sea indicado en las especificaciones técnicas particulares correspondientes a cada equipo. La realización de estos será condición indispensable para su despacho a obra. Esta tarea podrá ser presenciada por la Inspección del CONTRATANTE a quien el Contratista facilitará los medios para la realización de su cometido para los equipos que así lo requieran.

Las normas para utilizar en los ensayos serán las indicadas para cada caso en las especificaciones técnicas y/o en las planillas de datos técnicos garantizados. Cada ensayo que se realice deberá estar acompañado por el protocolo correspondiente, del cual quedarán dos copias para el Contratista.

Los resultados de las pruebas realizadas a los equipos deberán ser entregadas al CONTRATANTE debidamente firmada por los participantes. Con la aceptación de este documento por parte del Contratante indica que dichas pruebas son aceptables.

Los resultados de las pruebas de rutina de los equipos a instalar en la subestación deberán ser emitidos al CONTRATANTE antes de ser embarcados para su aprobación.

## Pruebas en sitio

Todos los equipos y sistemas serán sometidos a pruebas e inspección en el emplazamiento antes de la puesta en servicio. Las pruebas de los equipos serán aceptables cuando se presenten los protocolos debidamente llenados y firmados por todos los participantes en el proceso.

# Obras Civiles

Este capítulo cubre todos los detalles de los trabajos de obra civil relacionados con la construcción del Campo de Transformación de la Subestación Cruce de Cabral 69/12.5 kV (CCAB). La información indicada más abajo se proporciona para propósitos de licitación, y no debe ser tomada como información precisa y exacta para la construcción final.

El Contratista está obligado a referirse los datos anexados a este documento, para obtener la información referente al cálculo estructural de las fundaciones a construir en la subestación, cálculo estructural de las casetas, verja perimetral, diseño del drenaje pluvial de la subestación, diseño de pavimento, entre otros. Es responsabilidad del Contratista hacer una visita al lugar donde serán realizados los trabajos para evitar confusiones a la hora de realizar sus ofertas de diseño civil. El CONTRATANTE no se hará responsable de omisiones que puedan producirse en la oferta.

## Fundamentos de Diseño

La proposición conceptual para el diseño del Campo de Transformación de la subestación Cruce de Cabral 69/12.5 kV (CCAB) es mostrada en los planos adjuntos. Las dimensiones y las disposiciones detalladas del equipo pueden estar sujetas a modificaciones, si los equipos eléctricos lo requieren. Sin embargo, el diseño debe en general estar de acuerdo con la proposición conceptual. Todas las figuras y datos han de ser asumidos sólo para propósitos de cálculo y para completar las hojas de datos.

Antes de empezar la construcción debe de someter los planos de las terracerías y plataformas con los niveles de pisos terminados especificados, cálculo estructural de los soportes de equipos y pórticos, diseño de fundaciones para pórticos y soporte de equipos, sistema de drenaje pluvial, diseño vial, diseño estructural de la caseta de controles, etc. a el CONTRATANTE para fines de aprobación, estos diseños deben elaborarse tomando en consideración las cargas debido al peso propio de los equipos a instalar y el de las estructuras metálicas; así como también las cargas ejercidas por el conductor, cargas ejercidas por el sismo o viento, cargas ejercidas por el peso propio de los elementos que compone la caseta de controles (vigas, columnas, losa de techo, etc.), además la pluviometría de la zona, peso de los vehículos que circularán en el predio de la subestación, entre otros.

El Contratista debe someter la memoria técnica de cálculo de las estructuras junto con la memoria técnica de cálculo de fundaciones. En ninguna circunstancia será aprobada la memoria técnica de fundaciones sin la previa aprobación de la memoria técnica de cálculo estructural. Las especificaciones técnicas tienen como objeto dar el marco de referencia para el suministro y la instalación requerida. Queda entendido, que el trabajo incluye todo lo requerido y/o necesario para finalizar apropiadamente la obra.

Los diseños arquitectónicos y estructurales de la subestación deberán cumplir con las Especificaciones Generales establecidas en los manuales y reglamentos de Construcción de Edificaciones y Diseño de Subestaciones Eléctricas de Distribución del Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones, MOPC. A continuación, se detallan las normativas y reglamentación de diseño.

* MOPC-M-009, Reglamento de Diseño de Edificaciones.
* MOPC-R-027 Reglamento de edificaciones (Diseño y Construcción de Edificios de Mampostería Estructural)
* MOPC-R-022, Reglamento de Diseño de Subestaciones de Distribución.
* MOPC-M-005, Recomendaciones Provisionales para Dibujo de Planos en Proyectos de Edificaciones.
* MOPC-R-008, Reglamento para el Diseño y la Construcción de Instalaciones Sanitarias en Edificaciones.
* MOPC-R-033, Reglamento para Diseño y Construcción de Estructuras en Hormigón Armado.
* MOPC-R-001, Reglamento para el Análisis y Diseño Sísmico de Estructuras.
* ACI, Instituto Americano del Concreto.
* ASTM, Sociedad Americana para Pruebas y Materiales
* SIE-029-2015, Normas de Diseño de Construcción para Redes Eléctricas de Distribución Aéreas.
* DIN VDE 0210, Planificación y diseño de líneas eléctricas aéreas con tensiones nominales superiores a 1 kV.
* CFE 10100-68, Diseño para Caminos de Acceso a Subestaciones.

*Nota:* En caso de la utilización de otras reglamentaciones para el diseño de las estructuras de la Subestación el Contratista, deberá suministrar dicha norma en el idioma español para la aprobación de su implementación. La norma presentada no debe entrar en contradicciones con el reglamento vigente del MOPC.

## Instalación en el Sitio

Toda instalación relevante en el sitio requerida para la ejecución del proyecto completo será provista por el Contratista. La instalación en el sitio incluirá el suministro, entrega, transporte, mantenimiento y complementar si en caso fuera necesario todos los equipos, instalaciones provisionales y permanentes (permanente en el sentido que, de acuerdo al contrato permanecerá para el uso del CONTRATANTE después de finalizados los trabajos), como talleres, edificios de oficina, laboratorios, tiendas, suministro de aguas, primeros auxilios y todas otras facilidades que así son requeridas en la ejecución de las obras.

También en la instalación en el sitio estarán los caminos de acceso, áreas de estacionamientos de vehículos, drenaje pluvial, áreas de almacenamiento y todos los trabajos requeridos para una segura y eficiente ejecución. El Contratista deberá cuidar que con su campamento no altere los cursos de agua, diques, alcantarilladas, drenajes naturales y/o desagües permanentes. Los mantendrá libres de todo tipo de obstrucción, tales como materiales de construcción y/o escombros.

## Materiales

Todo equipo, material y herramientas requeridas para la ejecución de los trabajos serán aptos para el trabajo, y serán mantenidos en buenas condiciones de operación.

Para la construcción de las obras civiles, la totalidad de los materiales y sus piezas constitutivas serán nuevas. No se admiten materiales reciclados y además deben cumplir con las exigencias técnicas y ensayos que se indican para cada caso en particular.

## Ejecución de las Obras Civiles

Las obras civiles para ejecutar incluyen todos los trabajos preliminares, adecuación, remoción de la vegetación, movimiento de tierra y bote de material inservible producto de demoliciones y remociones, incluyendo la adecuación del área frontal de los terrenos adquiridos para la construcción de la subestación. Las fundaciones para soporte de equipos, fundaciones para pórticos, construcción de caseta de control y celdas de MT, drenaje pluvial, canaletas para cableado, trabajos de terminación exterior e interior, todas listas para ser usadas con la preparación del emplazamiento. Los siguientes trabajos específicamente deberán ser ejecutados bajo esta parte del Contrato:

* Limpieza, remoción de maleza, remoción de la vegetación, bote de escombros y material inservible.
* Diseño y construcción de todas las terracerías (incluye remoción de material inservible y suministro de material de préstamo clasificado) del área de solar dispuesta para la construcción del proyecto.
* Diseño y construcción de las fundaciones para pórticos y soportes de acero para equipos.
* Diseño y construcción fundación para equipos menores.
* Diseño y construcción de Caseta MT y Controles de EDESUR (incluye obra gris y terminaciones).
* Diseño y construcción de canaletas para cableado y registros.
* Diseño y construcción de sistemas de drenaje Pluvial (Incluye toda el área de la subestación a construir, todo el terreno de la futura subestación deberá poseer un adecuado sistema de drenaje pluvial.
* Excavaciones de zanjas para instalación de sistema de aterrizaje, (Malla de Tierra).
* Trabajos generales varios que incluye construcción de aceras, contenes y bordillos delimitantes del área de equipos, suministro y colocación de tratamiento anti – hierba, suministro y colocación de grava, pintura amarilla tráfico (puede ser epóxica, alquídica o caucho clorado), con dos (2) capas de aplicación delimitantes de contenes y bordillos.

Los planos del Contratista mostrarán todas las dimensiones, datos para replanteo de las obras civiles y tolerancias y cualquier otra información relacionada necesaria para cumplir todos los requerimientos para la instalación y construcción satisfactoria de la obra.

## Alcance del Trabajo

A continuación, se detallan los temas de obra civil a considerar:

* **Preparación del Terreno**: Esto incluye la remoción de vegetación existentes en el emplazamiento, suministro, colocación y nivelación de material de relleno compactado cada 20 cm, tomando en cuenta los niveles existentes en el emplazamiento. El nivel del piso terminado en el área de la subestación deberá tener una altura mínima de 30 cm por encima de los niveles de la carretera. Debe considerarse los botes a realizar del material existente, el suministro y colocación de material de relleno a utilizar. El Contratista deberá tomar en consideración que las pendientes del terreno deberán garantizar el adecuado bombeo y descarga de las aguas pluviales.

En lo que respecta a las áreas del solar que no serán utilizadas actualmente, el Contratista deberá tener la previsión de realizar el adecuado diseño del drenaje pluvial en esta zona tomando en consideración los niveles que posee el terreno conforme se muestra en las curvas de nivel anexas.

* **Construcción de Base para Soporte de Equipos y Pórticos**: esto incluye la excavación, adecuación y mejoramiento de los terrenos mediante la colocación de relleno compactado con material clasificado de todas las bases para el campo a construir, bote, hormigón de limpieza y hormigón armado.

Se deberá realizar el diseño detallado de cada cimentación y se someterán los planos y memorias de cálculo, métodos de construcción y programación de los métodos de construcción al Contratante para fines de aprobación.

* **Construcción Drenaje Pluvial de la Subestación**: esto incluye diseño y construcción del sistema de drenaje de la subestación, abarca todo lo relacionado al buen funcionamiento y disposición de las aguas pluviales de la misma sin que pueda afectar la integridad de esta y evitando que su drenaje afecte a terceros. El sistema de drenaje debe consistir en el diseño de una red de tuberías, registros, cunetas, contra cunetas, pozos de absorción, etc., que tengan como propósito salvaguardar la integridad de toda la instalación y sus elementos (incluyendo los terrenos dispuestos para futuras ampliaciones).

Para la elaboración del diseño pluvial debe de tomarse en consideración la pluviometría de la zona. Los taludes resultantes de las terracerías de la subestación deberán ser tomados en consideración y ser considerados en la propuesta de drenaje de la subestación, además se debe de tomar en consideración los niveles en que se encuentra el nivel freático en el terreno a intervenir (información descrita en el estudio de suelos suministrado) para la propuesta de destino final de las aguas de lluvia.

* **Diseño y Construcción Caseta de Media Tensión y Control de EDESUR**: esto incluye el diseño y construcción de la caseta que abarca las fundaciones para columnas, muros, vigas de amarre, diseño de los elementos que componen las casetas entre lo que podemos citar: columnas, vigas, losa de techo, muros, muro corta fuego, ventanas, puertas, sistema de drenaje sanitario y potable, canaletas para cableado, pisos terminados, terminaciones en techos, terminaciones en paredes, etc.

El diseño de las edificaciones deberá contemplar la construcción de viga riostra a nivel de piso. La caseta de media tensión y control, deberá tener una altura efectiva mínima de 4.00 m. El diseño de las casetas deberá ser elaborado tomando en consideración las cargas propias de la edificación y los requerimientos establecidos en el reglamento del MOPC.

* **Excavación de red de tierra:** esto incluye excavación, reposición y compactaciones de material excavado.
* **Construcción de conductos y canaletas para cables de potencia y/o control.**
* **Construcción de Base de Transformador de Potencia:** La Cimentación del transformador de potencia deberá ser de hormigón armado y contará con un cubeto para contención de aceite para una capacidad mínima de 120% de la cantidad total de aceite del transformador.

El cubeto deberá contar con parrillas de acero que puedan ser removidas sin necesidad de uso de herramientas adicionales. Toda la superficie de las parrillas deberá ser cubierta con rocas lisas de diámetro entre 15 y 20 cm que servirán de inspección en caso de derrames de aceite del transformador.

* **Construcción de base de hormigón para transformadores PAD MOUNTED para sistema de telemedición:** Se deberá contemplar la canalización de estas a través de tuberías PVC de 3” con la sala de celdas de MT y otra canalización independiente con la sala de control de MT.
* **Construcción obras menores, terminación y otros.**

En ambos casos si fuera necesario el Contratista ejecutará los trabajos particulares que se definen a continuación:

* Relleno compactado con material adecuado.
* Precauciones de seguridad durante los trabajos de movimiento de tierra.
* Manejo de las Pendientes.
* Excavación a cielo abierto.
* Remoción de obstáculos y bote de materiales.
* Intercambio de material.
* Excavación de zanjas para servicios.

## Conceptos Básicos de Diseño

Las fundaciones a construir en las subestaciones serán realizadas atendiendo a las características del suelo existente en el terreno y los parámetros y recomendaciones citadas en el estudio de suelos realizado, también a las reacciones (carga viva, carga muerta, carga de viento, carga sísmica, etc.) que transmitirán las estructuras metálicas más los equipos a la fundación, estas cargas deben estar sustentadas en la memoria técnica de cálculo estructural de los soportes de equipos y pórticos que componen la subestación.

El hormigón de fundaciones debe ser hormigón industrial y la compañía que suministre el hormigón debe estar certificada por el MOPC y cumplir con los estándares mínimos de calidad que requieren estos trabajos.

Es responsabilidad del Contratista realizar la toma, curado y rotura de las probetas al hormigón a utilizar en las fundaciones. La toma y rotura de probetas debe realizarse en laboratorio y en campo. El hormigón dispuesto para las fundaciones debe de realizársele la prueba de revenimiento antes de su vertido a la cimentación.

Los ensayos de resistencia a la compresión y revenimiento al hormigón de las fundaciones deben ejecutarse acorde a las estipulaciones establecidas en el código ACI.

El Contratista informará al supervisor de obra civil de la entidad CONTRATANTE la fecha de la rotura de probetas y entregará un informe con los datos obtenidos después de realizada la prueba.

Las dimensiones de todas las fundaciones serán determinadas para la reacción que genera la máxima carga estructural resultante de las condiciones de carga a ser adoptadas incluyendo sus factores de seguridad especificados.

## Cálculos

Para todas las fundaciones el Contratista remitirá documentación detallada que indiquen las asunciones para los cálculos y condiciones de estabilidad que muestren que:

Para las fundaciones de los soportes metálicos de equipos y pórticos, debe probarse que las presiones en el suelo que se asumen son uniformemente distribuidas sobre la fundación, no exceden las presiones permisibles del suelo, de acuerdo con la norma DIN VDE 0210.

La carga muerta del suelo que descansa verticalmente sobre la base de la fundación será considerada como una sobrecarga.

El Contratista también remitirá los cálculos y planos que muestren la capacidad portante y los esfuerzos en cada sección crítica del hormigón y del acero de refuerzo.

El posible deterioro de la consistencia de suelos cohesivos y la resultante reducción de ella será considerado en la capacidad portante. Si existe agua subterránea, el correspondiente decremento del peso de la tierra y del hormigón debido a las condiciones de arrancamiento deberá ser considerado en los cálculos.

Los factores de seguridad para los cálculos de las fundaciones, presiones tolerables sobre el suelo y la estabilidad de la fundación contra cargas de arrancamiento serán como se indica en la norma DIN VDE 0210.

Para propósitos de cálculo, el peso unitario de hormigón no reforzado será asumido en 22 kN/m3 y aquel de hormigón reforzado en 24 kN/m3. El refuerzo a la compresión del hormigón será un mínimo de 21 kN/m3 después de 28 días.

La resistencia del concreto a utilizar no debe ser menor de f’c =19,6 MPa (200 kg/cm²) en el caso de estructuras menores y f’c=24.5 MPa (250 kg/cm²) para estructuras mayores; debiéndose emplear cemento que cumpla con las normas ACI 318, el acero de refuerzo empleado debe tener una resistencia fy = 411.6 MPa (4200 kg/cm²).

Los anclajes en las cimentaciones para sujetar a las estructuras se deben diseñar con acero redondo estructural liso ASTM tipo A-36 estándar galvanizado.

Deben definirse los diseños de mezclas para morteros a utilizar en el proyecto.

Estructuras mayores:

* + Base de transformador de potencia.
  + Transformador de potencia.
  + Celdas de media tensión y control de EDESUR.
  + Pórticos de circuitos.
  + Caseta de media tensión.
  + Banco de capacitores.
  + Depósito de aceite.
  + Base para interruptor de potencia.

Estructuras menores:

* + Pórtico para transformadores de intensidad CT´s.
  + Pórtico para transformadores de potencial PT´s.
  + Base para grupo de electrógeno.
  + Base para transformador TWACS.

***Agregados***

Propiedades importantes:

* + Tamaño máximo del agregado
  + Limpieza
  + Resistencia
  + Tipo de cemento a utilizar
  + Muestra de material granular

Se debe identificar o establecer las condiciones adecuadas para el punto de acopio de los materiales granulares, con el fin de evitar la contaminación de los materiales de obra con el terreno natural. Dichos materiales deberán estar cubiertos o protegidos.

## Trabajos de Topografía

El Contratista será responsable de implementar de las fundaciones y de las correcciones de las posiciones, niveles, dimensiones y alineamiento de todas las fundaciones que soportarán los equipos e instrumentos, aparatos y servicios relacionados para la subestación.

### Puntos De Topografía

Todos los puntos de topografía establecidos por el Contratista serán fijados y claramente identificables en el terreno con placas de acero coloreadas en rojo de tamaño mínimo 15 x 15 x 1.5 cm. Cada placa de acero será anclada completamente a una base de concreto. Cada punto de Topografía será designado por una inscripción legible y durable y será protegida adecuadamente durante el período de construcción. Los puntos de topografía perdidos serán apropiadamente reinstalados.

Es responsabilidad del Contratista proveer toda la mano de obra, materiales, equipos, transporte y realizar los bosquejos y cálculos de gabinete necesarios para llevar a cabo los replanteos como son indicados por los planos y en satisfacción de la supervisión de obra.

### Instrumentos y Equipos Especiales

Sólo serán usados aquellos instrumentos que sean aceptables para la Supervisión de Obras y que hayan pasado recientemente por el proceso de calibración, los equipos utilizados en los levantamientos deberán ser equipos digitales con geo localizadores, (Estación Total). El Contratista procurará transporte especial, equipos de alineación y de limpieza tales como botes, excavadoras, o reflectores, si son requeridos por el terreno y aprobados por la Supervisión de Obras. Todo costo incurrido en el equipo especial necesario será cubierto por el Contratista.

## Detalles Generales de la Construcción

### Generalidades:

* El nivel de piso terminado de los edificios deberá ser de por lo menos de 30 cm por encima del nivel de la rasante del vial interno de la subestación.
* Las entradas de cables para los edificios deberán estar al menos 30 cm por encima del nivel freático. Si es necesario, los demás niveles definido arriba deben ser levantados en correspondencia.
* El piso del túnel de cables deberá poseer la pendiente necesaria y tomas de drenaje, para conducir y filtrar de manera efectiva las aguas que penetren en los canales y túneles; esta se aplica también a las canaletas internas de los edificios.
* La canaleta interna de piso y de exterior para cable de control tendrá tapa en fibra de vidrio con asas embutibles, con unas dimensiones que permitan la operatividad.
* Los canales de exterior para cables de potencia constarán con tapas de hormigón armado en el parque para las canaletas, mientras que en el paso vehicular serán tapas de fibra de vidrio de alta resistencia para el paso de vehículos pesados sobre marco de angular galvanizado.
* Toda el área debe ser limpiada de cualquier escombro y nivelada. Las elevaciones rocosas y tierra indeseable deben ser removidas por cualquier medio requerido.
* Iluminación de Seguridad. Esta iluminación será instalada sobre estructuras ubicadas en el interior de la subestación y convenientemente distribuidas a lo largo de toda el área de distribución. La altura de montaje y la distancia serán determinadas en función de un nivel de iluminación. Esta iluminación será operada manualmente desde la caseta de vigilancia. Las mismas incluirán diseño, suministros, montaje e instalación del sistema de alumbrado antes descrito.

### Pruebas y Propiedades

El control de las operaciones de trabajo y prueba serán ejecutadas por el Contratista en la presencia del CONTRATANTE o bajo la supervisión de un representante experimentado de una oficina licenciada para pruebas de tales tipos de trabajo que sea aprobada por el CONTRATANTE.

El Contratista preparará hojas para el análisis estadístico de los resultados de campo y pruebas de laboratorio y remitirá tales hojas en duplicado al CONTRATANTE para aprobación. Si no está de otra manera especificado bajo los artículos relevantes, las siguientes pruebas mínimas tienen que ser ejecutadas:

En caso de que sea necesario construir un pozo para extracción de agua se realizarán dos (2) pruebas de análisis de los componentes del agua subterránea existente. Se tomarán muestras de diferentes puntos conforme instrucciones del CONTRATANTE.

* Dos (2) pruebas de análisis de los componentes del agua usada para ejecución de los trabajos. La primera prueba será realizada antes que se ejecute cualquier miembro estructural. La segunda prueba se requiere al inicio del trabajo y de la superestructura o como sea requerido por el CONTRATANTE.
* Tres (3) pruebas de peso específico del suelo.
* Una (1) prueba para capacidades portante del terreno para cargas estáticas.
* Un (1) prueba para análisis granulométrico del suelo si se requiere “intercambio de material”.
* Se requieren tres (3) pruebas para densidad de suelo en lugar por el método del cono de arena para la segunda capa de “relleno” y/o “intercambio de materiales”.

Todas las pruebas serán realizadas de acuerdo con normas internacionales tales como ASTM, DIN o equivalente y serán registradas en formatos aceptables por el CONTRATANTE de la Obra.

Nota: Si no está de otra manera especificado, el grado mínimo requerido de compactación de la densidad conforme a las normas AASHTO (T-180) (Proctor modificado y/o modificado corregido).

* Debajo de pavimento, áreas de estacionamiento y pistas - 95%.
* Debajo de fundación de transformador - 97%.
* Debajo de terraplenes - 95%.
* Debajo de fundación y losas de edificios - 97%.

## Vías y Accesos

Las vías y accesos de la subestación deben resistir las cargas y acción abrasiva producida por el tránsito, tener la impermeabilidad y drenaje pluvial adecuado, resistir a los agentes atmosféricos del sitio y tener una superficie de rodamiento que permita en todo tiempo un tránsito seguro y absorber pequeños asentamientos.

El pavimento del camino de acceso a la subestación debe diseñarse de acuerdo con lo establecido en la especificación CFE 10100-68 de Diseño para Caminos de Acceso a Subestaciones y las reglamentaciones del MOPC, incluyendo pendiente transversal (bombeo), cunetas, contracunetas, guarniciones, señalización y las obras de arte que se requieran de acuerdo con las características topográficas y pluviales del sitio.

Para los caminos interiores se utilizará carpeta asfáltica, esta debe tener un espesor mínimo requerido de 2 pulgadas y apegarse a las características de los materiales especificados por el MOPC. El ancho de las vías a considerar no será menor de 6 metros.

Los acabados superiores deberán ser de una superficie rugosa para prevenir deslizamiento. La losa de asfalto deberá estar colocada sobre una capa de asiento compactada que cumpla con las especificaciones del MOPC.

Los planos representativos del diseño deben incluir: planta general de localización de caminos, radios de curvatura, cotas de referencias y de terminaciones, guarniciones, sistema de drenaje, pasos vehiculares, zona de estacionamiento, detalles y especificación de materiales.

## Piso Terminado Área Exterior

El área de pisos terminados está delimitada por los bordillos y contenes de los caminos interiores. En caso de no existir caminos interiores, el límite debe ser 1.5 m después del eje de las estructuras metálicas o del eje del último de los equipos de línea.

Los pisos terminados de esta subestación serán de grava. Con la finalidad de evitar el crecimiento de hierba se debe aplicar al suelo un tratamiento, tanto al área de pisos terminados, como al resto de la plataforma, el cual consiste en la aplicación de cualquiera de las mezclas siguientes: cemento-arena en proporción 1:8, cal-arena en proporción 1:5, o coracal (escoria de cal). En todos los casos el espesor de este tratamiento debe ser de 5 cm. Una vez que se tenga acondicionada la superficie del terreno que recibirá el piso terminado, se debe aplicar el acabado, empleando para ello grava, material que debe ser lavado, extendiéndose hasta formar una capa de 10 a 15 cm de espesor. Los pisos terminados deben quedar delimitados por contenes.

Los contenes (incluyendo bordillo) deberán tener las siguientes dimensiones mínimas, altura: 40 cm, ancho: 55 cm, ancho bordillo: 20 centímetros.

## Características Generales de la Construcción de las Edificaciones

Los elementos que componen las casetas de control como son vigas, columnas, losa de techo, muros, y piso terminado, etc., deberán ser diseñados tomando en consideración los parámetros y condiciones de carga (Carga viva, carga muerta, peso propio de los elementos, etc.), y lo establecido en el Reglamento Sísmico R001 del MOPC, además de los criterios de diseño adoptados para el análisis estructural de las casetas.

### Fundaciones

Todas las fundaciones deberán ser diseñadas acorde a los parámetros y recomendaciones descritas en el estudio de suelos (Suministrado), y las cargas que trasmitirá la edificación al terreno a través de las columnas y muros. Cualquier cemento para usar deber ser del tipo resistente al sulfato. Las partes estructurales de las fundaciones o elementos inmersos en aguas subterráneas deberán ser protegidas con una cubierta a prueba de agua contra la penetración del agua en la parte inferior y en las partes exterior de las paredes, considerando una pertinente presión del agua a las profundidades relevantes.

### Estructuras

El cuerpo principal de la estructura deberá ser construido como un armazón de concreto armado, consistiendo en columnas, vigas, losas y en algunas partes muros de concreto. Cualquier concreto a ser usado para estar en contacto con estructuras metálicas deberá ser hecho de cemento resistente al sulfato tipo V. La cubierta de concreto sobre el acero de refuerzo deberá ser al menos de 3 cm.

### Muros

Todos los muros exteriores para construir entre columnas de concreto deberán ser de hormigón vaciado o construidos con bloques de cemento aireado con un grosor mínimo de 20 cm y pintado con al menos dos capas de aplicación de pintura. Las paredes divisorias interiores deberán ser hechas con bloque de cemento aireado de aproximado de 15 cm de grosor o vaciadas en hormigón a vista. A continuación, se detalla el código de colores corporativos:

* Pintura acrílica color gris claro de exterior satinada Cool Gray 1C (B-40, L-2Y20).
* Pintura acrílica color gris claro de interior satinada Cool Gray 1C (B-40, L-2Y20).
* Pintura acrílica color naranja de exterior satinada Pantone 1582 C (RO-7Y24, FR-Y40, W2Y12).
* Pintura acrílica color azul de exterior satinada Pantone 282 C (TBL-Y38, W-Y12, VIO-20).
* Pintura acrílica color blanco 00 en techo y vuelo.
* Pintura acrílica color azul mantenimiento satinada Pantone 282 C (TBL-Y38, W-Y12, VIO-20). Este color será aplicado únicamente en puerta de acero y tola.

### Muro Corta Fuego

El muro cortafuego será parte integral de la caseta y ubicado en la misma en la parte posterior de la caseta MT y estará construido con materiales de alta resistencia al fuego, como bloques de concreto reforzado, ladrillos refractarios, paneles de acero o incluso materiales compuestos con propiedades ignífugas. Estos materiales garantizan que el muro pueda resistir altas temperaturas durante un tiempo determinado (por ejemplo, 2, 3 o más horas).

**Materiales Aprobados:** Los materiales utilizados deben ser aprobados y certificados para resistir la exposición al fuego. Esto puede incluir concreto, ladrillos refractarios, bloques de yeso o materiales de alta resistencia a la temperatura.

Los materiales deben ser resistentes a las condiciones ambientales, incluyendo la humedad, la exposición a productos químicos y la vibración.

**Aislamiento Térmico:** Es importante que el muro contra fuego tenga un adecuado aislamiento térmico para evitar la propagación del calor. Esto puede involucrar el uso de materiales aislantes o tecnologías avanzadas como paneles intumescentes, que expanden cuando se calientan para proporcionar mayor protección.

**Diseño Estructural:** El muro debe ser estructuralmente sólido para resistir tanto el fuego como las fuerzas externas, como vientos o movimientos sísmicos. Se deben calcular las cargas y considerar factores como la flexibilidad y la durabilidad del muro durante un incendio prolongado.

**Cierres y Sellos:** Las juntas y uniones del muro deben estar bien selladas para evitar la penetración de llamas y humos. Se deben utilizar materiales sellantes resistentes al fuego en las uniones entre el muro y otros elementos estructurales, como puertas, ventanas y cableado.

**Ventilación Controlada:** Si el muro tiene aberturas, como puertas o ventanas, deben ser de materiales que ofrezcan una resistencia al fuego equivalente al del propio muro o estar equipadas con sistemas automáticos de cierre en caso de incendio.

El diseño debe prever un sistema de ventilación controlada para evitar que el calor y el humo se acumulen.

**Accesibilidad para Mantenimiento y Revisión:** El muro debe permitir el acceso para la inspección regular, y el mantenimiento de los sistemas de protección contra incendios, como rociadores, sistemas de detección de incendios, y alarmas.

Debe ser fácil de verificar la integridad del muro sin causar daños.

**Cumplimiento de Normativas y Códigos Locales:** El muro contra fuego debe cumplir con todos los códigos de construcción locales y las regulaciones de seguridad contra incendios, que pueden variar según la ubicación de la subestación.

Las normativas nacionales o internacionales, como las de la NFPA 850 (normas de seguridad eléctrica para instalaciones de potencia) y las del Código Eléctrico Nacional (NEC), deben ser seguidas al pie de la letra.

**Prevención de Corrosión:** Considerar la protección contra la corrosión de los materiales debido a la exposición a productos químicos o condiciones climáticas extremas. Esto es crucial para asegurar la durabilidad y la efectividad del muro a largo plazo.

**Resistencia a Vibraciones y Movimientos Sísmicos:** Las subestaciones están expuestas a vibraciones mecánicas y a movimientos sísmicos. El muro debe ser diseñado para resistir estas fuerzas sin comprometer su integridad o capacidad de protección contra incendios.

**Seguridad para el Personal:** El muro debe permitir la seguridad del personal que trabaje en las proximidades. Debe haber una adecuada señalización de salidas de emergencia y puntos de evacuación, en caso de que un incendio ocurra.

**Características de muro corta fuego:**

* Pared sólida
* Resistencia a la propagación del fuego
* Aislamiento térmico
* Estabilidad estructural
* Estanqueidad al fuego
* Cumplimiento de normativas

### Techos

Todos los techos de la losa de concreto deberán estar cubiertos por materiales aislantes térmicos e impermeabilizantes.

Los techos llevarán una terminación en fino de mezcla de 1.5 cm a 2 cm de espesor, así como una base firme, sólida y uniforme, para la colocación del impermeabilizante, usándose para tal fin un mortero de 1:3 cemento y arena, el cual deberá ser aplicado concomitantemente con el vaciado de la losa, en interés de lograr una efectiva integración. Y con las pendientes de no menos del 2% claramente definidas hacia los desagües, y deberán ser comprobadas por el supervisor antes de la aplicación del impermeabilizante.

### Impermeabilización

El impermeabilizante será asfáltico de 4mm de espesor y con previa autorización del Contratante. Dicha área deberá estar totalmente limpia y exenta de cualquier sustancia antes de la aplicación de este. Se aplicará, además, en el antepecho incluyendo la cara superior.

No se aplicará después de las 4:00 pm y se recomienda utilizarlo en un día soleado y caluroso.

### Cielos Rasos

La construcción de los cielos rasos deberá depender de los requerimientos de cada área preferiblemente pintando la superficie del hormigón a vista con un cielo raso falso resistente al fuego.

### Ventanas

Las ventanas deberán ser equipadas con perfiles de aluminio esmaltados y cristal de espesor mínimo de 3/16”, debe ser montados de forma que el personal pueda fácilmente abrir y cerrar y deben ser seguras contra entrada de insectos.

### Puertas

Todas las puertas en dirección a las áreas de operación, talleres y otros lugares de manipuleo deberán ser de acero de paredes dobles. Todas las puertas en la sala de maniobras (área de baterías) deben ser resistentes al fuego o con diseño a prueba de fuego y la construcción debe cumplir con los siguientes requerimientos:

* Desde dentro del área de maniobras debe ser posible para cualquiera en cualquier momento abrir la puerta sin necesidad de usar llave. Esto es posible usando un tirador exterior o equipando el perfil cilíndrico interior con un tirador o rueda.
* Todas las puertas de la subestación deben estar provistas de cerraduras ajustables a una llave maestra.
* El edificio de celdas de media tensión deberá contar con puertas galvanizadas enrollables con las dimensiones adecuadas para instalación de los equipos.
* Las puertas de acceso peatonal deberán ser con base anticorrosiva y terminadas con barras de 1 ½” x 1 ½”.
* Todas las puertas deberán abrir hacia afuera, (si aplica).
* Las dimensiones de las puertas serán de acuerdo con los planos de vista en planta adjunto al documento. Cualquier cambio en las dimensiones de las puertas propuesto por el Contratista deberá ser aprobado por el Contratante.

### Cuarto de Baterías

El cuarto para el banco de baterías debe estar bien ventilado de forma natural y provisto de un extractor de aire. El piso y las paredes deberán ser resistentes a los ácidos, así como la pintura que le sea aplicada (pintura de caucho o resina epóxica). Las paredes y techo deben ser muy bien aisladas y protegidas de la incidencia de la radiación solar. Las temperaturas en la sala no deben sobrepasar los 35 °C. El piso debe ser diseñado para soportar el peso de las baterías, debiéndose tomar en cuenta cargas puntuales. Debe ser además provisto con un drenaje de agua conectado hacia una fosa de neutralización.

La superficie del piso debe tener una pendiente hacia el drenaje. Los terminales de los baterías deben ser fácilmente accesibles. Las instalaciones eléctricas en la sala deberán ser a prueba de explosión debiéndose satisfacer por lo menos la protección clase IPX2 conforme IEC 529 y DIN 40050. Un pequeño lavamanos deberá ser instalado en el área. Los marcos de las ventanas deben ser de madera impregnada o acero. La ventana y la toma y salida de aire deben tener una cubierta contra entrada de insectos.

### Climatización General de Casetas

1. Los edificios deben contar con un sistema de climatización (A/A), que permita mantener un control de la temperatura según los requerimientos y especificaciones de los equipos a instalar. El mismo será del tipo manejadora ducteable (sujeto a cálculos de diseño por parte del contratante), diseñado en acero galvanizado y terminación uretano, multiposición.

### Encofrados

El Contratista deberá diseñar, suministrar e instalar todos los encofrados de madera o metal comúnmente usados en nuestro medio, los cuales deben ser lo suficientemente rígidos y resistentes para confinar y dar forma al concreto de acuerdo con las dimensiones de los elementos estructurales.

El Contratista será responsable del diseño e instalación de los encofrados respecto a la seguridad, calidad del trabajo y cumplimiento de todas las especificaciones.

No se permitirán remiendos con pedazos de madera o láminas que modifiquen la superficie y conformación de los encofrados. El Contratista deberá colocar en las formaletas las molduras especiales requeridas para los detalles de juntas, esquinas o bordes y acabados que se indiquen en los planos o que se le ordene. Las formaletas se construirán en tal forma que las superficies de concreto terminado sean de textura y color uniformes y de acuerdo con la clase de acabado que se especifique.

De acuerdo con los diferentes tipos de acabados que se especifiquen, el Contratista deberá escoger los materiales que utilizará para la elaboración de las formaletas, las cuales deberán ser de buena calidad y no deberán producir deterioro químico ni cambios de color en las superficies del concreto.

Antes de colocar las formaletas, éstas deberán cubrirse con una capa de aceite mineral o de cualquier otro producto aprobado, que evite la adherencia entre el concreto y la formaleta, pero que no manche la superficie del concreto y barras de refuerzo. El Contratista podrá utilizar de nuevo la misma formaleta, si ésta ha sido limpiada y reparada en forma adecuada para obtener los acabados especificados y sometida a la revisión y aprobación.

No se permitirá la instalación de encofrado, ni la colocación de concreto en ninguna sección de una estructura mientras no se haya terminado en su totalidad la excavación para dicha sección incluyendo la limpieza final y remoción de soportes más allá de los límites de la sección y de manera que las excavaciones posteriores no interfieran con el encofrado, el concreto a las fundaciones sobre las cuales el concreto estará en contacto.

Elementos estructurales que por defecto en la instalación o por deformación del encofrado presenten defectos que sobrepasen las tolerancias deben ser corregidos o demolidos y reemplazados.

El contratista deberá suministrar los procesos constructivos de cada una las actividades a ejecutar en el proyecto de subestación, para su ejecución de ser revisado y validado por el contratante siendo este entregado con 2 días de antelación.

### Colocación de Concreto

No podrá iniciarse la colocación del concreto de los elementos estructurales de la edificación: vigas, columnas, dinteles y losa hasta que se haya aprobado la construcción y preparación de los encofrados, la colocación del acero de refuerzo y el equipo y elementos necesarios para el vaciado, consolidación, acabado y curado del cemento.

El concreto deberá transportarse desde el equipo mezclador hasta el sitio de colocación final, tan rápido como sea posible y por métodos que prevengan la segregación o la pérdida de ingredientes y de una manera tal que se asegure que la calidad requerida para el concreto siempre se mantenga.

El concreto se deberá depositar en su posición final en la estructura tan rápidamente como sea posible después de su mezcla, por métodos que eviten la segregación de los agregados o el desplazamiento del acero de refuerzo u otros elementos; la colocación se deberá realizar siempre que sea posible en capas horizontales de un espesor no mayor a 30 cm. Cada capa se deberá colocar y vibrar antes de que haya comenzado a endurecerse el concreto de la capa inmediatamente inferior. No se permitirá la colocación de concreto que tenga más de 45 minutos de haber sido mezclado o cuyo asentamiento esté por fuera de los límites especificados o aprobados; no podrá reacondicionarse el concreto por adición de agua.

Se deberá utilizar vibradores eléctricos o neumáticos con una potencia de dos HP, y con diámetro de cabezote conveniente para fundir concreto en masa, columnas y vigas, en cantidades suficientes para los volúmenes de concreto que se coloquen. Además, se deberá contar con dos vibradores de reserva. Los vibradores deberán manipularse para producir un concreto carente de vacíos (porosidades, hormigueros o planos de debilidad), de una textura adecuada en las caras expuestas y de máxima consolidación.

Los vibradores no deberán colocarse contra las formaletas o el acero de refuerzo, ni podrán utilizarse para mover el concreto hasta el lugar de su colocación. La aplicación de los vibradores se deberá realizar en puntos uniformemente espaciados, no más distantes que el doble de radio en el cual la vibración sea visiblemente producida. El vibrado deberá ser de suficiente duración para compactar adecuadamente el concreto, pero sin que cause segregación, y deberá suplementarse con otros métodos de consolidación cuando sea necesario, para obtener un concreto denso con superficies lisas frente a las formaletas y en las esquinas y ángulos donde sea poco efectivo el uso de vibradores. El concreto se debe colocar de forma continua en cada sección de la estructura.

A no ser que se provea de una adecuada protección al concreto, este no deberá colocarse durante la lluvia. Cuando se coloque concreto directamente sobre la tierra esta podrá estar húmeda, pero sin agua estancada o corriente y libre de materiales extraños. Cuando se suspenda la colocación del concreto, se deberá limpiar las acumulaciones de mortero sobre el refuerzo y las caras interiores de la formaleta en la parte aun no vaciada. Este trabajo, se deberá realizar con las precauciones necesarias para que no se rompa la adherencia entre el acero de refuerzo y el concreto fresco.

### Curado del Hormigón

A menos que se especifique lo contrario, el concreto deberá curarse manteniendo sus superficies permanentemente húmedas, el curado con agua se deberá realizar durante un periodo de por lo menos 14 días después de la colocación del concreto, o hasta cuando la superficie se cubra con más concreto. En todos los casos el curado deberá cumplir con los requisitos del ACI.

### Remoción de Encofrados:

Los encofrados y apuntalamientos de cualquier parte de la estructura no deberán removerse hasta que el concreto haya adquirido la resistencia suficiente. Para muros y columnas, se podrá realizar una vez cumplidas las 48 horas y para vigas y entrepisos después de 15 días no antes, cuando se muestre que el concreto haya adquirido el 80% de la resistencia de diseño. Las formaletas y sus soportes no podrán retirarse sin la previa aprobación de parte de la supervisión de la entidad CONTRATANTE, pero tal aprobación, no eximirá al Contratista de su responsabilidad con respecto a la calidad y seguridad de la obra. Los soportes se deberán remover de tal manera que el concreto vaya tomando los esfuerzos debidos a su propio peso en forma gradual y uniforme.

## Ductos y Cables

* Los soportes de cables podrán ser de bloques prefabricados de concreto armado con perfil en U o de estructuras metálicas de sólida consistencia propia para ese efecto. Los bloques de concreto de perfil en U deberán ser instalados con intervalos para facilidad de instalación y para permitir la instalación de los cables.

Las disposiciones constructivas de estos ductos dependerán del equipo propuesto. Y por tanto serán determinados por el Contratista de acuerdo con su diseño.

* Para facilidad de interconexión de los cables y tuberías dirigidos desde y hacia el edificio de la subestación, tienen que ser instalados ductos de cables y tuberías. Estos deberán ser hechos con fondo de concreto y dos (2) muros de concreto armado cubiertos por una losa de concreto prevaciado. Donde los ductos estén inmersos en aguas freáticas debe proveerse de una construcción a prueba de agua usando cintas impermeables en las juntas para que se detenga el agua. La parte externa de la junta deberá ser cerrada con un relleno de plástico.
* En los casos que los cables de potencia y control sean ubicados en ductos o canales comunes, el Contratista deberá preveer la colocación de estos de manera independiente, a través de soportes de fijación galvanizados. El diseño de construcción de los ductos e instalación de soportes serán presentados al CONTRATANTE para su aprobación antes de su implementación.
* Los ductos de cables deberán ser previstos, en cualquier caso, de un sistema adecuado de drenaje de agua infiltrada, pluviales u otras.
* Un número suficiente de tuberías de respaldo tienen que ser colocadas bajo los caminos en las cercanías, respectivamente frente a la subestación para permitir una futura colocación de cables sin romper los caminos.
* Para la canalización de los cables aislados de MT del transformador de potencia con la sala de celdas de media tensión se dispondrá de canaletas de hormigón armado.

### Materiales

Los materiales y componentes, los cuales deberán ser suministrados e instalados por el Contratista y que serán incorporados en las Obras o estructuras deben ser de una calidad seleccionada y aprobada por Edesur.

### Tolerancias

Los soportes en arena o arena gruesa deberán ser ejecutados formando el lecho de acuerdo con la forma de la tubería a colocar. En suelo no recomendable para la colocación directa de la tubería deberá ser excavado en el fondo de la zanja para colocar una capa de soporte de arena todo bien compactado.Para soportes de concreto debe ser aplicado antes una capa de mortero de cemento para colocar las tuberías.

La tolerancia del diámetro nominal de tuberías será:

* 5 mm para diámetro nominal de 250-500 mm.
* 10 mm para diámetro nominal de 600-1000 mm.

La tolerancia en el espacio libre de las ranuras será de 2 mm para diámetros de 250-500 mm. Las superficies internas y externas serán lisas sin uniones de reparación. Para el espesor de paredes en la base, en los costados y en el tope será permitido una tolerancia de + 20, - 10 mm. Se dará siempre consideración a los espaciamientos requeridos entre las ranuras para la apropiada unión.

La verificación de las dimensiones y tolerancias será hecha con calibradores especiales a ser suministrados por y a expensas del Contratista y aprobados por Edesur. Todas las tuberías y juntas serán verificadas.

Las líneas de drenaje provenientes del cubeto de la bancada del transformador de potencia, deberá tener un control de paso que evite el vertido libre hacia el drenaje general de la subestación, esto para evitar que, en un posible derrame de aceite, el mismo contamine el sistema.

### Ejecución

* Será tomado especial cuidado para evitar cualquier daño durante el transporte, carga y descarga, almacenamiento, etc. El almacenamiento de tuberías a lo largo de las zanjas será hecho solamente por el menor tiempo posible antes de colocarlas en las zanjas.
* Antes de su colocación se verificará si las tuberías tienen defectos o han sufrido daños. La utilización de herramientas manuales y mecánicas y ganchos para levantar y para colocar las tuberías permitirán una instalación apropiada de las tuberías.
* Durante la conexión de las secciones de tuberías, las superficies de contacto que lleven compuestos de sellado serán mantenidas limpias; todos los terminales abiertos para conexión posterior serán cerrados para evitar la entrada de tierra u otros contaminantes en los agujeros.
* Después de su colocación, cada sección de tubería será completamente verificada para su alineamiento, nivel y pendiente.
* Los soportes de tubería serán construidos para garantizar la transmisión uniforme de las cargas. Ninguna línea o punto soportando cargas será permitido.
* La sección portante para perfiles circulares soportados abarcará al menos un arco de 60 grados si no está de la tubería a ser colocada para permitir a cada sección un soporte a lo largo de su total longitud.
* Los soportes en arena o arena gruesa serán ejecutados formando un lecho de acuerdo con la forma de la tubería a ser colocado para permitir a cada sección un soporte a lo largo de su total longitud.
* El terreno no utilizable para la colocación directa de tuberías será excavado en el fondo de la zanja para colocar una capa de arena, gruesa o concreto, completamente compactado. El espesor mínimo de tales capas será 10 cm más un décimo del diámetro externo de la tubería.
* Para soportes de concreto, una capa de mortero de cemento será aplicado antes de colocar las tuberías, para garantizar una transmisión uniforme de fuerza.
* Las conexiones de tuberías pasantes a las cámaras de inspección u otras estructuras serán de construcción flexible.

### Pruebas

* Los materiales a ser probados deberán estar conforme a las normas y especificaciones aceptadas de acuerdo con los datos técnicos aprobados por Edesur. La selección de muestra para pruebas será hecha por el personal designado por Edesur.
* Todas las líneas de drenaje, juntas o conexiones deben ser sometidas a pruebas por medio de aguas y/o humo antes de ser cubiertas por arena o el suelo.
* Las pruebas en el sitio deberán ser hechas en presencia del personal designado por Edesur.

## Sistema de Puesta a Puesta a Tierra

Con el fin de conseguir niveles admisibles de las tensiones de paso y contacto de acuerdo con la norma IEEE Std.80 “Guía para la seguridad en la puesta a tierra de la subestación”, la subestación irá dotada de una malla de tierras inferiores formada por cable de cobre.

Las uniones en todas las derivaciones del sistema de puesta a tierra se mediante soldaduras exotérmicas.

Todas las uniones con los equipos y elementos de soportes se realizarán con terminales pala-cable.

**NOTA:** Se complementa con el punto 11.

## Remoción Final

Tan pronto como las obras cubiertas por estas especificaciones estén completas y antes de la emisión del certificado de recepción provisional, el Contratista removerá de la propiedad del CONTRATANTE todos los equipos restantes del Contratista, trabajos provisionales y materiales que no sean propiedad del CONTRATANTE.

Las disposiciones principales de las partes fundamentales de la subestación, las cuales llenan los requerimientos del CONTRATANTE, están indicadas en los detalles siguientes, según sea el caso correspondiente:

* Cronograma de diseño obras civiles.
* Plataformas, terracerías y jardinería.
* Verja perimetral, incluyendo diseño arquitectónico de fachada.
* Pisos terminados.
* Vías de acceso y caminos interiores.
* Sistemas de drenajes.
* Sistemas de trincheras y ductos.
* Estructuras mayores.
* Estructuras menores.
* Estructuras metálicas.
* Arreglo terciario y servicios propios.
* Casetas de Control (incluyendo Obra Gris y Terminaciones).
* Fundaciones para todas las estructuras metálicas.

*Nota:*

1. Todos los diseños deben presentar su memoria básica o archivo ejecutable en medio electrónico y memoria de cálculo correspondiente, donde se justifique plenamente el análisis y diseño adoptado.
2. Los diseños electromecánicos y de obras civiles que se han relacionado son indicativos más no limitativos, por lo que el Contratista debe adicionar los que considere necesario para cada subestación en particular.
3. Todos los diseños deben quedar documentados en planos para construcción, los cuales, tres (3) copias de su edición final deben ser entregados al CONTRATANTE para su tramitación correspondiente.

# Pedestales Metálicos

## Generalidades

Los criterios básicos para tener en cuenta en el diseño de pedestales metálicos, incluye: tipos de cargas, combinaciones y factores de sobrecarga.

Las estructuras serán diseñadas para soportar en forma segura las cargas verticales, transversales y longitudinales debido a las conexiones y las posibles combinaciones que puedan presentarse simultáneamente incluyendo la combinación más crítica de carga con sus respectivos factores de sobrecarga.

El diseño consiste en definir las siluetas y tipologías típicas para columnas, vigas y soporte de equipos, con base en los requerimientos técnicos de la subestación y determinar las cargas a las que estarán sometidas los pedestales, como cargas de tensión estática y cargas electrodinámicas para conductores, cables de guarda y conductores de conexionado entre equipos, cargas asociadas a los pedestales mismos como las transmitidas por los equipos que soportan y cargas de peso propio, viento, sismo, montaje y mantenimiento en los mismos pedestales.

El Contratista es responsable del diseño, suministro e instalación de todos los pedestales metálicos, los soportes y sus accesorios, necesarios para la instalación de la subestación.

El diseño general de las torres, pórticos y soportes puede variar de aquellos indicados en los planos y diseños preliminares de licitación, pero las dimensiones generales, altura libre y configuración de los conductores y cable de tierra deberán mantenerse como se muestra en los planos.

## Normas de Aplicación

Las estructuras deberán cumplir con las normas enlistadas a continuación:

* **ASTM A36:** Especificación normalizada para acero al carbono estructural.
* **ASTM A572-Grado 50:** Especificación normalizada estructura de acero de alta resistencia. -Standard Specification for High-Strength Low- Alloy Columbium-Vanadium Structural Steel.
* **ASTM A6 /A6M:** Requerimientos para el suministro de perfiles y placas de acero. - Standard Specification for General Requirements for Rolled Structural Steel Bars, Plates, Shapes, and Sheet Piling.
* **ASTM A394:** Especificación para tornillos de acero galvanizados. - Standard Specification for Steel Transmission Tower Bolts, Zinc-Coated and Bare.
* **ASTM A153/A153M-16a:** Especificación para galvanización de piezas de hierro y acero. - Standard Specification for Zinc Coating (Hot-Dip) on Iron and Steel Hardware.
* **ASTM A123/A123M:** Especificación para galvanización de productos de hierro y acero. - Standard Specification for Zinc Coating (Hot-Dip) on Iron and Steel Products.
* **ANSI B18.2.1:** Pernos hexagonales y roscas.
* **ANSI B18.2.2:** Tuercas hexagonales. -Square, Hex, HeavyHex, and Askew HeadBolts and Hex, HeavyHex, Hex Flange, Lobed Head, and LagScrews (Inch Series).
* **ASCE N° 52:** Guide for Design of Steel Transmission Towers.
* **DIN 10029 (17100):** Hot-rolled steel plates 3 mm thick or above - Tolerances on dimensions and shape.
* **AWS A5.5, A5.23:** Specification for Low-Alloy Steel Electrodes for Shielded Metal Arc Welding.
* **ASCE:** Manuals and Reports on Engineering Practice No 113 “Substation Structure Design Guide”.

## Características Constructivas

Los pedestales de acero son de tres tipos:

* Acero tubular o acero angular de ala ancha, por ejemplo, para soportes de equipos AT.
* Ensamble articulado de acero empernado, por ejemplo, para pórticos.
* Acero angular o doble U-INP.

Todas las estructuras de soporte deberán ser metálicas de acero galvanizado en caliente. De preferencia, las estructuras deben ser del tipo de celosía a base de perfiles de acero y/o perfiles de alma llena.

El dimensionamiento y diseño de las diferentes estructuras debe realizarse de acuerdo con las dimensiones y requerimientos de los equipos, requerimientos eléctricos - distancias de seguridad, disposición física, alturas de conexión entre otros, ajustándose a las exigencias del manual Nº 113 de la ASCE “Guía para el Diseño Estructural de Subestaciones”.

## Material

El material para las torres, pórticos y soportes de acero serán del tipo y grado más adecuado a la aplicación propuesta y deberá satisfacer las últimas especificaciones y prácticas recomendadas de la industria. Igualmente, no se permitirá que los materiales a utilizar en las obras electromecánicas sean usados.

En lo que concierne a materiales, esfuerzo máximo permitido, uso de pernos de acero de alta resistencia, juntas de soldadura y espesor del material se aplicarán los mismos requerimientos para ambos tipos de soportes.

El cálculo estructural deberá considerar las condiciones de cargas siguientes:

* Carga normal: Peso y carga de viento de equipos/estructuras y esfuerzos de tensión de conductores para carga y velocidad de viento de diseño, con un factor de seguridad de 2.5.
* Carga adicional: Peso y carga de viento de equipo/estructuras y esfuerzos de tensión de conductores para carga de diseño más cualquiera de la más grave de las siguientes condiciones con un factor de seguridad de 1.5.

## Pernos, Tornillos y Tuercas

Todos los pernos, tornillos y tuercas de las partes de la torre, pórtico o soporte no serán de un diámetro menor de 16 mm, de acuerdo con el sistema métrico de roscas y satisfarán las normas DIN 267 y DIN 555 o equivalente. Para acero angular de 35 mm y 40 mm de ancho, se podrán usar pernos de 12 mm de diámetro.

El largo de pernos y roscas deberá ser tal que, el apoyo sea sobre la cabeza y no sobre la rosca. Se debe considerar la rosca sin embargo para determinar la resistencia permisible de los pernos.

Los pernos deberán tener cabeza y tuercas hexagonales galvanizadas.

## Acabado

El Contratista será responsable por el ajuste correcto de todas las partes y reemplazará, libres de costos, todo material defectuoso encontrado durante la instalación y pagará el trabajo de correcciones y reemplazos. Todas las partes de la estructura serán de un acabado nítido, libre de torceduras, deterioros o dobleces. Todos los agujeros serán hechos con herramientas afiladas y serán limpios sin bordes dentados. La fabricación deberá estar en completa concordancia con los dibujos de taller preparados por el Contratista y aprobado por el CONTRATANTE.

Todos los agujeros serán perforados o escariados antes de la galvanización. Los huecos serán perforados o taladrados y no penetrados con objetos punzantes cuando el grueso de las láminas exceda 8 mm y en todos los miembros de crucetas sujetos a tensión permanentes. Todos los agujeros serán perforados limpiamente sin bordes dentados perpendiculares a la superficie y rebanados del filo o de orillas ásperas.

El diámetro del agujero acabado será no mayor de 1.6 mm más que el del perno que lo atraviese. No se permitirá corrección en forma de taponamiento, soldadura, etc. de los agujeros mal perforados.

## Documentación para Estructuras Metálicas para Ingeniería de Detalle

### Planos

Se deberán elaborar los planos de taller y montaje para cada uno de los soportes con la información suficiente para la fabricación de las estructuras para soportes de equipos.

* + Dimensiones y masas de los elementos estructurales.
  + Identificación de los elementos componentes de las estructuras.
  + Planos de taller y montaje.
  + Lista de despiece, incluyendo tornillería y accesorios.

### Memorias de Cálculo

Se debe presentar los fundamentos generales y resultados de la evaluación de las cargas a que serán sometidas las columnas para pórticos y los soportes de equipos.

Las memorias de cálculo incluirán los siguientes aspectos:

* + Se debe incluir todos los diagramas de cargas, cálculo de las masas de las columnas para pórticos o de los soportes de equipos, las cargas de viento y sismo sobre todas las estructuras.
  + Pre-dimensionamiento de todos los miembros, principales y secundarios de la estructura.
  + Análisis de fuerzas para todas y cada una de las hipótesis de carga requeridas, comprenderá una distribución de fuerzas axiales entre los miembros principales de la estructura, equivalente a la obtenida al suponer la estructura como un conjunto espacial de elementos rectos, prismáticos, esbeltos y elásticos, conectados entre sí mediante nudos articulados.
  + Se deben presentar las verificaciones donde se demuestre la estabilidad cinemática del conjunto estructural.
  + Se deben presentar las verificaciones a las magnitudes de los desplazamientos en los nudos, obtenidas a partir de la rigidez de la estructura y de la hipótesis de carga considerada.
  + Se deben presentar las verificaciones a las magnitudes de las fuerzas axiales obtenidas a partir de la deformación axial del miembro según los desplazamientos de sus nudos extremos.
  + Dimensionamiento de cada uno de los miembros principales.
  + Dimensionamiento de todas las uniones atornilladas y soldadas junto con su justificación en las memorias de cálculo.
  + Se debe incluir para cada uno de los miembros la siguiente información:
  + Identificación del miembro.
  + Esfuerzos máximos de tensión y compresión.
  + Hipótesis de carga.
  + Perfil utilizado y sus dimensiones.
  + Tipo de acero.
  + Área bruta y neta.
  + Longitud libre.
  + Radio de giro.
  + Relación de esbeltez.
  + Esfuerzos actuantes (tensión, compresión, corte, aplastamiento, flexión).
  + Esfuerzos admisibles (tensión, compresión, corte, aplastamiento, flexión).
  + Cantidad de tornillos en las uniones.
  + Esfuerzos cortantes y de aplastamiento en los tornillos de cada unión.
  + Porcentaje de utilización de cada elemento.
  + Número de perforaciones en la sección transversal.
  + Verificación de pernos de anclaje a la fundación, cuando se requiera.

### Planos de Fabricación y Planos de Montaje

Los planos de fabricación de las estructuras tales como pórticos, torres y soportes deberán incluir toda la información necesaria para la construcción física de las piezas, como cotas, dimensiones, agujeros, asimismo, las especificaciones como tipo de acero, pernería y galvanización. Se incluirá también la lista de materiales que involucren al plano especificando la marca o posición, longitud, material, peso y pernería.

Los planos de montaje incluirán toda la información necesaria para el armado de las piezas. Ilustrarán la composición o utilización de los diferentes planos para formar la estructura correspondiente, y deberán entregarse al CONTRATANTE en formatos digital (Auto cad) y en papel.

# Sistema de Puesta Tierra y Protecciones Contra Descargas Atmosféricas

## Sistema de Puesta a tierra

Las uniones entre los cables de dicha malla se realizarán mediante soldaduras exotérmicas.

* La Puesta a Tierra deberá cumplir con las normativas IEEE 80-2012 y la IEEE 81-2012 o superior.
* Los ensayos para la medición de la resistividad del suelo se ejecutarán en presencia del representante del Contratante.
* Todas las conexiones entre cables y/o conductor, así como las conexiones de conductor con el electrodo de puesta a tierra se realizarán con soldadura exotérmicas.
* La conexión a herraje o equipos se confeccionarán con terminales de cobre y/o bimetálicos previa autorización del representante del contratante para el uso de estos materiales.
* Luego de ser construido el Sistema de Puesta a Tierra y sus diferentes conexiones, éste será sometido a ensayos generales por una empresa especialista y con certificación ISO.
* Los electrodos de puesta a tierra serán del tipo de cobre con alma de acero, fabricado en barra de acero con chaqueta de cobre electrolítico de alta pureza. Todas las soldaduras deben garantizar una superficie con acabado uniforme, sin puntas ni filos cortantes.
* Se realizarán registros para la medición de la puesta a tierra.
* No se admitirán cálculos en tablas Excel, el diseño se realizará en programas especializados, y acordados con El CONTRATANTE.
* El contratista tendrá en esta labor un personal técnico certificado y con experiencia ≥3 años.
* Una vez finalizado el sistema de puesta a tierra y con los diferentes elementos instalados, el Contratista procederá a realizar ensayos generales a la misma, que incluirán:
  + Medida de tensión de paso y contacto.
  + Medición de la continuidad del sistema de puesta a tierra.
  + Medición valor óhmico del sistema de puesta a tierra.
* En cada elemento de potencia (mando apertura/cierra de cada seccionador, interruptor, etc.) se deberán instalar parrillas conectadas al sistema de puesta a tierra para el control de gradiente de potencial, en por lo menos dos puntos y a ellas se conectarán los gabinetes de control de los equipos citados. Las parrillas tendrán dimensiones mínimas de 1.0 x 1.50 metros, serán de acero galvanizado tipo rejilla.
* Se debe considerar en la oferta el suministro e instalación del cable de cobre de acuerdo con el diseño de la malla de tierra, no siendo este menor a 4/0 AWG (suave), electrodos, conectores, fundentes, moldes y soluciones técnicamente aceptables para la construcción de la malla de tierra.
* La malla de tierra se deberá extender al edificio de control y a la verja perimetral de la subestación. Todos los equipos e infraestructuras metálicas deberán contar con una conexión rígida a tierra. Los edificios deben contar con al menos dos puntos de conexión.
* En las canaletas de cables de control en el interior de los edificios se considerará una barra común principal de 10 cm x 0.70 cm x 60 cm, la cual se conecta a la red por medio de dos conductores con una sección transversal mínima de entre 107.4 mm2 y terminales de ojo. Esta barra se localizará a 15 cm de la superficie de la canaleta.
* Todas las estructuras de soporte de equipos se conectarán por lo menos a dos puntos diferentes de la malla.
* Los conductores de puesta a tierra de los drenadores de sobretensión serán independientes de cualquier estructura o equipos.
* El sistema de tierra tendrá una resistencia no mayor de 1.0 Ohm para las peores condiciones climáticas y operacionales.

## Protección Contra Descargas Atmosféricas

Los eventos atmosféricos (densidad de rayos por kilómetros cuadrados) que impactan la zona donde está instalada la subestación Cruce de Cabral obliga proteger los elementos que componen la referida instalación, para ello, se deberá dotar un sistema de protección que minimice los riesgos a la subestación y al personal técnico apostado en la instalación. El Contratista suministrará e instalará un sistema captador pasivo que equilibre y des-ionice los fenómenos atmosféricos utilizando compensadores y la puesta a tierra de la subestación, el mismo drenará corriente a tierra en miliamperios, y tendrá que proteger un radio de protección de 120 metros en todas las direcciones.

Este dispositivo deberá soportar alta temperatura ambiente, alto grado de salinidad, polvo, etc.

Cumplimiento obligatorio con las normas IEC, EN, Certificación ISO 9001.

* IEC 606060-1 High voltage test techniques Part 1: General definitions and test requirements
* IEC 60060-1-2-3-4: Protection against lightning -- Part 1: General principles.

# Descargadores de Sobretensión de Media Tensión

El Contratista se encargará de proveer los descargadores de sobretensiones en M.T. para todas las salidas de media tensión en los pórticos (uno por fase), completos con todo el material necesario para su buen funcionamiento, incluyendo su contador de descarga y cumpliendo con la finalidad prevista, según el proyecto.

## Aspectos Constructivos

### Tipo

Los descargadores para suministrar serán del tipo óxido de zinc (ZnO), para instalación a la intemperie. El medio aislante al exterior será de polímero. Serán adecuados para la protección de equipos contra sobretensiones atmosféricas y de maniobra. La corriente permanente deberá retornar a un valor constante no creciente luego de la disipación del transitorio producido por una descarga.

El conexionado al sistema de puesta a tierra de los drenadores de sobretensión será independiente.

### Diseño

Estas especificaciones sólo cubren en general las características principales de los descargadores.

Los descargadores deben ser del tipo exterior, auto soportados, para instalación vertical de construcción robusta diseñados para facilitar su montaje y su limpieza, evitando que el agua se deposite en ellos.

Deberán ser unipolares para formar conjuntos trifásicos y capaces de absorber la onda transitoria originada por sobre tensiones internas del sistema producidas por operaciones de maniobras y por ocurrencia de descargas atmosféricas, a fin de proteger adecuadamente el aislamiento de los equipos.

Sus características constructivas serán tales que aseguren para los mismos un servicio permanente y continuo, libre de las influencias de humedad y de toda otra condición atmosférica.

### Componentes

Los descargadores podrán estar conformados de polímeros. Los polímeros para descargadores de sobretensión deben fabricarse mediante un proceso húmedo, utilizando materiales de alta calidad como resinas epoxi, silicona o elastómeros, que garantizan propiedades dieléctricas y mecánicas adecuadas. El material se debe moldear por inyección o compresión, luego se someterse a un proceso de curado o vitrificación para asegurar su rigidez y estabilidad. Todas las partes metálicas deberán ser no ferrosas o galvanizadas en caliente.

Se proveerán cierres herméticos en los puntos de contacto entre el polímero y las partes metálicas. Los materiales utilizados para los mismos deberán mantener su efectividad por largos períodos de tiempo. Los terminales metálicos serán soldados o colados según sea conveniente para el tipo constructivo adoptado. Deberá emplearse un medio adecuado para transferir el calor generado en los elementos resistivos al alojamiento del polímero, el cual a su vez disipará ese calor al aire exterior.

Cada descargador podrá estar constituido por una o varias unidades, debiendo ser cada una de ellas un descargador en sí misma. Las unidades serán de la misma tensión nominal e intercambiable con las equivalentes.

### Placa de características

Cada descargador completo tendrá una placa de características en su base que poseerá los datos indicados según normas de referencia IEC/ANSI:

* Nombre del fabricante o marca registrada.
* Año de fabricación.
* Tensión de servicio continuo kV (Uc).
* Tensión asignada kV (Ur).
* Corriente de descarga nominal (kA).
* Tensión de referencia (kV).
  1. ***Datos para Proporcionar por el Contratista con la Ingeniería de Detalle***
* Certificación de cumplimiento con las Normas IEC.
* Tipo y construcción.
* Características de comportamiento eléctrico.
* Descripción del contador de descarga.
* Descripción del equipo y su comportamiento bajo condiciones de contaminación.
* Planos.
* Plano general del pararrayo con sus parámetros técnicos.
* Plano indicando el espaciamiento con respecto a objetos energizados, aterrados y entre los polos adyacentes del pararrayo.
* Planos mostrando los detalles del aliviador de presión.
* Detalles de montaje del pararrayo.
* Detalles de los terminales de línea y de tierra.
* Característica voltaje tiempo del pararrayo.

## Controles y Pruebas

### Pruebas Tipo

Las pruebas se realizarán de acuerdo con lo indicado en la norma IEC 60099-4.

Se remitirán los certificados de pruebas tipo, emitidos por un laboratorio independiente con certificación ISO/IEC 17025, que aseguren la conformidad de los drenadores que ha ofertado, en el que se compruebe la descripción de las siguientes pruebas:

* Ensayos de resistencia de aislamiento de la envolvente.
* Ensayos de verificación de la tensión residual para las siguientes ondas de corriente:
* A impulso de corriente de frente escarpado a 1/2 µs, 10 kA.
* A impulso de corriente tipo rayo 8/20 µs, 10 kA y 20 kA.
* A impulso de corriente tipo maniobra 30/60 µs, 125 A, 500A y 1000A.
* Ensayos de resistencia a los impulsos de corriente de larga duración.
* Ensayo de ciclo de operación.
* Verificación del limitador de sobrepresión interna.
* Verificación a los efectos de las descargas parciales en el aislamiento interno deberá ser inferior a 10 pC al aplicar el 1.05 de la tensión permanente.
* Ensayo de estanqueidad.
* Ensayo de penetración de la humedad.
* Ensayo de envejecimiento climático serie B a 5,000 horas.

Las pruebas de diseño estarán en concordancia con los requerimientos descritos en ANSI/IEEE C62.11 a excepción del pararrayo clase 2.

*Envejecimiento Acelerado*

Muestras identificadas de cada lote de fabricación de discos serán sometidos a pruebas aceleradas de envejecimiento según la sección 8.5.2 de la norma IEC 60099-4. Los bloques serán energizados a una tensión igual al valor corregido del voltaje máximo de operación continua (Uc) durante 1,000 horas a una temperatura de 115 ºC ± 2 ºC. Al finalizar la prueba el valor de las pérdidas en vatios (W), debe ser menor que el valor inicial de las pérdidas medidas. Por consiguiente, los pararrayos sólo deberán ensamblarse con discos cuyo lote de fabricación no muestren un incremento de pérdidas en vatios después del equivalente de 1,000 horas a 115 ºC.

*Capacidad de Energía*

Muestras de cada lote identificado de fabricación de discos serán probadas según la norma IEC 60099-4 para determinar la capacidad de energía expresada en joules/cm3 de volumen de disco.

Los lotes son aceptables solamente cuando la capacidad de energía mínima de cualquier muestra es 200 joules/cm3. La Información sobre la desviación estándar de la capacidad de energía estarán disponibles al CONTRATANTE a su requerimiento de manera de demostrar que el bloque posee la energía nominal necesaria para satisfacer los requerimientos de construcción descritos anteriormente.

El Contratista deberá mostrar a través de pruebas o por la remisión de informes certificados de las pruebas efectuadas con anterioridad, indicando que los pararrayos son capaces de soportar dos operaciones a plena capacidad de energía nominal, espaciadas en un minuto, seguidas por una demostración de estabilidad térmica mientras está energizado a la Uc a una temperatura ambiente de 60 ºC.

### Pruebas de Rutina

Se efectuará individualmente en cada uno de los pararrayos los siguientes ensayos, según la norma IEC 60099-4:

* Medida de la tensión de referencia (Uref).
* Ensayo de verificación de la tensión residual.
* Ensayo de descargas parciales.

### Pruebas en Sitio

Las siguientes pruebas indicadas se deberán realizar por el Contratista en el sitio de trabajo, previo a la puesta en servicio del pararrayo.

* Resistencia de aislamiento.
* Pedidas dieléctricas (tg δ).
* Inspección visual.

Además, de manera no limitativa, deberán verificarse los siguientes accesorios y sistema:

* Verificación de aterrizaje.
* Verificación de contador de descargas.

# Interruptores de Potencia

El Contratista se encargará del suministro, pruebas y puesta en servicio del interruptor de A.T. con todo el material necesario para su correcto funcionamiento y para el cumplimiento integral de las finalidades.

* + Tornillería
  + Gas Hexafluoruro de Azufre (SF6)
  + Tornillos de sujeción a la base
  + Puesta a tierra.
  + Medidor presión SF6.

Forma asimismo parte de la provisión lo siguiente:

* + La documentación técnica para proyecto, montaje, ensayos en fábrica y en obra.
  + Herramientas y piezas de repuesto para el mantenimiento de los interruptores.
  + Los cables propios de los interruptores entre polos y armarios de control con su correspondiente identificación.
  + Ensayos y el aporte provisorio de equipos y aparatos para efectuar los mismos en fábrica y en obra.
  + Embalaje de protección para transporte.
  + Supervisión de montaje y ensayos en obra.
  + Transporte a obra y seguro del equipo.

## Normas De Aplicación

Los equipos serán diseñados, fabricados y ensayados según las siguientes normas y recomendaciones en su última versión.

* **IEC 62271-1**: Especificaciones comunes para aparamenta de alta tensión. *High voltage switchgear & controlgear common specifications*.
* **IEC 62271-300**: Interruptores y controladores de alta tensión parte 2: - Cualificación sísmica para tensiones a partir de 72.5 kV. High-voltage switchgear and controlgear - Part 2: Seismic qualification for rated voltages of 72.5 kV and above.
* **IEC 62271-100**: Interruptores de corriente alterna de alto voltajeHigh – Voltage alternating-current circuit breakers.
* **IEC 62271-108**: Interruptores de corriente alterna de alto voltaje para tensiones de 72.5 kV y superiores.
* **IEC-60071-1**: Coordinación de Aislamiento Parte 1: Principios y reglas. - Insulation coordination - Part 1: Definitions, principles and rules.
* **IEC-60376**: Especificaciones de hexafluoruro de azufre de grado técnico (SF6) para uso en equipo eléctrico. - Specification of technical grade sulfur hexafluoride (SF6) for use in electrical equipment.

En caso de aplicarse las normas ANSI (American National Standards Institution), éstas serán las siguientes:

* **IEEE C 37.04**: Especificación de estructuras para interruptores de alta tensión. - Rating structure for ac high-voltage circuit breakers.
* **IEEE C 37.06**: Norma para interrruptores de corriente alterna de alto voltaje. - Standard for AC high-voltage circuit breakers rated on a symmetrical current basis - Preferred ratings and related required capabilities for voltages above 1000 V.
* **IEEE C 37.09**: Procedimientos de pruebas para interruptores de alta tensión AC especificados en base a la corriente simétrica. - Test procedure for AC high-voltage circuit breakers rated on a symmetrical current basis.

## Requerimientos Generales

### Tipo

Los interruptores serán del tipo tanque vivo de instalación exterior con medio de extinción del arco eléctrico en SF6. Serán del tipo a presión única con autosoplado del arco.

Contarán con disparo libre y estarán exentos de reencendido. Todos los interruptores deberán poder soportar el valor pico de la componente asimétrica subtransitoria de la corriente máxima y deberán poder interrumpir la componente asimétrica de la corriente de ruptura, también deberán ser capaces de interrumpir pequeñas corrientes inductivas.

Como criterio general no se admiten resistencias de pre-inserción en las cámaras del interruptor, debiendo garantizarse la imposibilidad del arco durante su maniobra de apertura y cierre.

### Recierres - Discordancia de polos

Los interruptores serán diseñados acorde a lo establecido en las Planillas de Datos Técnicos Garantizados.

Deberán recerrar únicamente al recibir el impulso correspondiente dado por el respectivo relé de recierre, no aceptándose aparatos que efectúen dicha operación sin recibir la orden de reenganche. Recobrarán su capacidad nominal de ruptura inmediatamente después de una operación de reenganche.

Los interruptores asociados a los campos de transformación poseerán mando de accionamiento tripolar y deberán contar con dispositivos propios para detección de discordancia en caso de mal funcionamiento de los mecanismos de apertura y cierre.

La concepción del interruptor debe ser tal que se garantice la dispersión polar fijada por las normas durante las operaciones de cierre y apertura. Dicha dispersión polar debe mantenerse constante en el tiempo y ser independiente del número de maniobras realizadas.

### Aislamiento

Los aisladores de los interruptores serán de porcelana.

El diseño y construcción de los interruptores debe ser tal que la posibilidad de escape de gas o penetración de humedad sea mínima. No deberá haber ninguna condensación de SF6 en la superficie interna de aislamiento de los interruptores.

### Accionamiento

Para los campos de transformación interruptores tripolares. Tendrán dos (2) bobinas de apertura en consonancia con el Sistema de Protecciones (Principal y Respaldo) solicitado y una (1) de cierre.

Los mecanismos de accionamiento deberán diseñarse de manera de reducir al mínimo la posibilidad de cerrar o abrir inadvertidamente y en forma permanente una o dos fases solamente. Deberá proveerse desenganche automático del interruptor y posibilidad de indicación remota de alarma para el caso de que alguna fase no complete la operación de cierre o apertura (discordancia de polos), la que deberá contar con temporización ajustable.

### Soportes y anclajes

Los interruptores contarán con una columna soporte por polo, o una viga de polos común con dos columnas soporte.

Estas estructuras serán galvanizadas en caliente. Sus alturas serán tales que las distancias al suelo de las partes bajo tensión cumplirán con las normas de diseño eléctrico y con las indicaciones hechas en las especificaciones técnicas de estructuras metálicas.

Los pernos de anclajes serán diseñados y calculados por el fabricante en función de las cargas estáticas y dinámicas correspondientes.

El largo de pernos y rosca deberá ser tal que el apoyo sea sobre la asta y no sobre la rosca. Se debe considerar la rosca, sin embargo, para determinar la resistencia permisible de los pernos.

### Contactos Auxiliares

Los interruptores estarán provistos de contactos auxiliares que serán alojados en la caja de mando. Como mínimo debe contener un bloque de 20 contactos auxiliares disponibles (10 normalmente abiertos (NA) + 10 normalmente cerrados (NC)).

## Controles y Pruebas

Todos los interruptores serán sometidos a pruebas en fábrica y en el emplazamiento antes de su entrada en servicio según las normas IEC aplicables, para verificar que ellos cumplan con las especificaciones del proyecto y se encuentran en las condiciones operacionales requeridas.

Todos los documentos de Protocolos de Pruebas serán entregados con certificados correspondientes. Los informes detallados y completos incluyendo datos de medidas, diagramas, gráficos, etc., serán entregados inmediatamente después de la realización de las pruebas. Tales informes serán elaborados en idioma español y enviados al CONTRATANTE.

Si las pruebas revelasen deficiencias en los interruptores o en sus componentes, el CONTRATANTE podrá exigir las nuevas pruebas que en su opinión fuesen necesarias para asegurar la conformidad con las exigencias del Contrato. Los gastos por tales pruebas suplementarias serán cubiertos por el Contratista adjudicado.

### Pruebas Tipo

Se remitirán los certificados de pruebas tipo, emitidos por un laboratorio independiente con certificación ISO/IEC 17025, que aseguren la conformidad de los interruptores que ha ofertado. Estos deberán ser entregados con la ingeniería de detalle.

Las pruebas tipo serán las siguientes:

* Pruebas dieléctricas para verificar el nivel de aislamiento.
* Pruebas de elevación de temperatura.
* Medición de la resistencia eléctrica del circuito principal.
* Pruebas de sostenimiento a las corrientes pico y a las corrientes de corta duración.
* Pruebas para verificar la operación mecánica y de impacto al medio ambiente.
* Pruebas para verificar el comportamiento de la apertura y cierre del interruptor en cortocircuito.
* Pruebas para verificar el comportamiento de apertura y cierre del interruptor en cortocircuito con discordancia de fases (out of phase).
* Pruebas para verificar el comportamiento del interruptor cuando se interrumpen corrientes capacitivas.
* Pruebas para verificar el comportamiento del interruptor cuando se interrumpen pequeñas corrientes inductivas.
* Pruebas del interruptor en cortocircuitos de líneas cortas.

### Pruebas de Rutina

Los interruptores de potencia serán sometidos a las pruebas de rutina comprendidas en las normas vigentes en la fecha de suscripción del Contrato.

Las pruebas de rutina serán las siguientes:

* Pruebas de tensión de sostenimiento a la frecuencia industrial en el circuito principal.
* Pruebas de tensión de sostenimiento a la frecuencia industrial en los circuitos de control y auxiliar.
* Medición de la resistencia eléctrica del circuito principal.
* Pruebas de operaciones mecánicas.
* Verificación visual de las características del interruptor.

### Pruebas en Sitio

Se deberán realizar como mínimo las siguientes pruebas:

* Resistencia de contactos.
* Sincronismo y tiempos de operación al cierre y apertura.

Además, de manera no limitativa, deberán verificarse los siguientes accesorios y sistema:

* Verificación del cableado interno y entre polos del interruptor.
* Verificación del cableado del gabinete centralizador a la caseta de control.
* Mandos eléctricos (cierre, apertura, antibombeo, disparo libre [no a través del selector local-remoto] y operación local y remota).
* Mecanismo de operación.
* Bloqueos, alarmas y/o disparos (por pérdida de presión, falla del mecanismo, etc.) y señalización en tablero de control.
* Verificación de la presión y humedad residual del gas SF6.
* Contador de operaciones.
* Indicador de posiciones.
* Operación manual de emergencia.
* Gabinetes de control y cajas auxiliares (sellado, calefacción).
* Operación de relevadores y contactos auxiliares (conexión y operación).
* Disparidad de polos.
* Estanqueidad.

# Seccionadores de Alta Tensión 69 kV

Los seccionadores deberán ser recableados desde la caja de control hasta el panel de operación de la caseta de distribución.

# Transformadores de Instrumentación

El Contratista se encargará del suministro, instalación pruebas y puesta en marcha de los transformadores de medida para 69 kV y asegurar la calidad de todo el material necesario para su buen funcionamiento y para el cumplimiento integral de la finalidad prevista para el proyecto. Los transformadores deberán cumplir con las clases de precisión, medición y protección exigidas por el CONTRATANTE y las autoridades regulatorias (Superintendencia de Electricidad (SIE) y el Organismo Coordinador (OC)).

## Norma de Aplicación

Los equipos serán diseñados, fabricados y ensayados según las siguientes normas y recomendaciones, en su última versión:

* **IEC 61869**: Transformadores de medida.
* **IEC 61869-2**: Transformadores de corriente.
* **IEC 61869-3**: Transformadores de voltaje inductivos.
* **IEC 60815**: Selección y dimensionamiento de aisladores de alta tensión destinado al uso en condiciones contaminadas.
* **IEC 60028**: Estándar internacional de resistencia para el cobre.
* **IEC 60296**: Especificación del aceite mineral aislante nuevo para equipos eléctricos.
* **IEC 62155**: Aisladores huecos con o sin presión interna, en material cerámico o en vidrio, para la utilización en equipos eléctricos de tensiones asignadas superiores a 1,000V.
* **IEC 62271-301**: Estandarización dimensional de terminales para aparatos de alta tensión.
* **ASTM A 123**: Especificación para galvanizado en caliente en estructuras de hierro y acero.
* **ASTM A 153**: Especificación para galvanizado en caliente en estructuras de hierro y acero.
* **ISO 1461**: Galvanizado en baño caliente de productos de fierro y acero – Especificaciones y métodos de prueba.

## Transformadores de Corriente 69 kV

Los transformadores de corriente serán monofásicos, aptos para montaje a la intemperie en posición vertical. Deberán poder conducir la corriente primaria nominal y la de rango extendido, durante un minuto, estando abierto el circuito secundario.

Los transformadores serán del tipo en baño de aceite, herméticamente sellados, con aislador de porcelana y lleno de aceite.

### Cuba

La cuba será de acero soldado o de fundición de aluminio, hermética, con resistencia mecánica suficiente para soportar cualquier esfuerzo resultante de las condiciones de operación. Para facilitar el manipuleo, se proveerán cáncamos y orificios para izaje del transformador completo.

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

### Núcleo

El núcleo deberá ser del tipo toroidal y estará formado por láminas magnéticas de acero de muy bajas pérdidas específicas.

Las láminas en cuestión no tendrán uniones y deberán ser aisladas con recubrimientos especiales resistentes al aceite caliente e inalterable en el tiempo. Las láminas deberán ser fuertemente prensadas y bloqueadas para asegurar una adecuada resistencia mecánica en el núcleo, evitar deslizamientos entre las mismas y excluir vibraciones en cualquier condición de servicio.

### Arrollamientos

Los arrollamientos serán de cobre, aislados con materiales indicados en NORMAS y tipo de aislación según Planillas de Datos Técnicos Garantizados.

Los terminales deberán ser unidos fuertemente a los arrollamientos para evitar que se aflojen durante el servicio a causa de vibraciones o de cortocircuitos en las instalaciones.

## Transformadores de tensión 69 kV

Los transformadores de tensión serán monofásicos, aptos para instalación a la intemperie y montaje vertical. Para AT se proveerán transformadores del tipo inductivo. Se deberá tener en cuenta que los transformadores no deberán producir efectos de ferrorresonancia asociados a las capacidades de las líneas aéreas.

Los transformadores de tensión serán del tipo en baño de aceite, herméticamente sellados, con aislador de porcelana y lleno de aceite.

### Cuba

Será de acero soldado o de fundición de aluminio, hermética, con resistencia mecánica para soportar cualquier esfuerzo resultante de las condiciones de operación. Para facilitar el manipuleo se proveerán cáncamos u orificios para izaje del transformador completo.

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

### Núcleo

El núcleo deberá estar formado por láminas magnéticas de acero de muy bajas pérdidas específicas. Las láminas en cuestión no tendrán uniones y deberán ser aisladas con recubrimientos especiales resistentes al aceite caliente e inalterable en el tiempo. Las láminas deberán ser fuertemente prensadas y bloqueadas para asegurar una adecuada resistencia mecánica en el núcleo, evitar deslizamientos entre las mismas y excluir vibraciones en cualquier condición de servicio.

### Arrollamientos

Los arrollamientos serán de cobre, aislados con materiales indicados en las NORMAS y tipo de aislación según Planillas de Datos Técnicos Garantizados.

Los terminales deberán ser unidos fuertemente a los arrollamientos para evitar que se aflojen durante el servicio a causa de vibraciones o de cortocircuitos en las instalaciones.

## Controles y Pruebas

### Pruebas en fabrica

Los transformadores de instrumentación deberán ser sometidos a las pruebas en fábrica recomendadas por las normas IEC vigentes. Se remitirán al CONTRATANTE, los certificados de las pruebas de rutina efectuadas en los transformadores de instrumentación suministrados, los cuales serán las siguientes, según corresponda:

Pruebas Tipo:

* Prueba de resistencia de cortocircuito.
* Prueba de elevación de temperatura.
* Prueba de Impulso atmosférico en el primario del transformador.

Nota: Se remitirán los certificados de pruebas tipo, emitidos por un laboratorio independiente con certificación ISO/IEC 17025, que aseguren la conformidad de los transformadores de instrumentación que ha ofertado.

Pruebas de Rutina:

* Prueba de verificación de la marcación de bornes.
* Prueba de medición de descargas parciales.
* Prueba de determinación del margen de error.
* Prueba de sobretensión entre espiras.
* Prueba de la relación de transformación.
* Prueba de tensión de sostenimiento a la frecuencia industrial en el arrollamiento secundario.
* Prueba de tensión de sostenimiento a la frecuencia industrial en el arrollamiento primario.
* Prueba de tensión de sostenimiento a la frecuencia industrial entre secciones.

### Pruebas en sitio

Pruebas eléctricas

* Prueba de resistencia de aislamiento:
* Primario-secundario más tierra.
* Secundario–primario más tierra.
* Núcleo secundario al núcleo.
* Prueba de polaridad.
* Resistencia de los circuitos secundario.
* TTR.
* Curvas de excitación.
* Inyección de tensión/corriente.
* Relación de transformación.

Además, de manera no limitativa, deberán verificarse los siguientes accesorios y sistema:

* Inspección por daños físicos y condición mecánica.
* Verificación del cableado entre fases al gabinete centralizador.
* Verificación del cableado del gabinete centralizador a la caseta de control.
* Indicadores de niveles de aceite.
* Gabinetes centralizadores para señales de corriente (sellado, calefacción y tablillas cortocircuitables).

## Documentación Técnica

El Contratista deberá entregar con la ingeniería de detalle, las siguientes informaciones:

* Planos con dimensiones referenciales.
* Resultados de los ensayos tipo realizados en fábrica.
* Documentación técnica del núcleo.

El Contratista deberá entregar después de la puesta en servicio del equipo, las siguientes informaciones:

* Resultados de los ensayos individuales realizados en sitio antes de la puesta en servicio.

# Aisladores 69 kV

El Contratista debe considerar el suministro e instalación de los aisladores rígidos para el lado de alta del campo de transformación, los cuales deben tener resistencia mecánica suficiente para soportar los conductores con adecuado margen de seguridad, bajo todas las cargas estáticas y dinámicas esperadas.

## Normas de Aplicación

Los equipos serán diseñados, fabricados y ensayados según las siguientes normas y recomendaciones en su última versión.

Recomendaciones Normas IEC.

* **IEC 60815**: Guide for Selection of Insulators in Respect of Polluted Conditions.
* **IEC 60168**: Tests on indoor and outdoor post insulators of ceramic material or glass for systems with nominal voltages greater than 1000 V.
* **IEC 60305**: Insulators for overhead lines with a nominal voltage above 1000 V - Ceramic or glass insulator units for a.c. systems - Characteristics of insulator units of the cap and pin type.
* **IEC 60507**: Artificial pollution tests on high-voltage ceramic and glass insulators to be used on a.c. systems.
* **IEC 60273**: Characteristic of indoor and outdoor post insulators for systems with nominal voltages greater than 1000 V.
* **IEC 60383-2**: Insulators for overhead lines with a nominal voltage above 1000 V - Part 2: Insulator strings and insulator sets for a.c. systems - Definitions, test methods and acceptance criteria.
* **IEC 61109**: Insulators for overhead lines - Composite suspension and tension insulators for a.c. systems with a nominal voltage greater than 1 000 V - Definitions, test methods and acceptance criteria.

Recomendaciones Normas ASTM y ANSI.

* **ANSI C29.1**: Electrical Power Insulators - Test Methods.
* **ANSI C29.2**: American National Standard for Insulators wet-process porcelain and Toughened Glass-Suspension Type.
* **ANSI C29.9**: American National Standard - Wet Process Porcelain Insulators - Apparatus, Post Type.
* **ANSI C29.10**: American National Standard For Wet Process Porcelain Insulators - Indoor Apparatus Type.
* **ANSI C29.11**: American National Standard for Composite Suspension Insulators for Overhead Transmission Lines – Tests.
* **ASTM A153**: Standard Specification for Zinc Coating (Hot-Dip) on Iron and Steel Hardware.
* **ISO 1461**: Galvanizado en baño caliente de productos de fierro y acero – Especificaciones y métodos de prueba.

## Requerimientos Generales

Los aisladores provistos para la subestación contarán con material aislante de porcelana para los rígidos tipo estación y poliméricos para los tipos suspensión.

Los aisladores deben asegurar que no ocurra ningún flameo bajo ninguna condición de funcionamiento y asegurar la distancia de fuga mínima de 31 mm/kV.

## Controles y Pruebas

Los aisladores deberán ser sometidos a las pruebas en fábrica recomendadas por las normas IEC vigentes. Se remitirán al CONTRATANTE, los certificados de las pruebas tipos, de rutina/en fábrica y en sitio efectuadas a cualquier tipo de aisladores suministrados, los cuales serán las siguientes según corresponda:

### Pruebas tipos aisladores de porcelana

* Prueba de tensión de flameo en seco a frecuencia industrial.
* Prueba de tensión de flameo bajo lluvia a frecuencia industrial.
* Prueba de tensión crítica de flameo al impulso positivo y negativo.
* Prueba de tensión de radio-interferencia.
* Prueba de choque térmico.
* Pruebas de resistencia mecánica definitiva.
* Prueba combinada de resistencia mecánica y eléctrica.
* Pruebas de resistencia a la carga de tiempo.
* Pruebas de porosidad.
* Prueba de impacto.
* Prueba del pasador de seguridad.
* Pruebas del galvanizado.
* Pruebas de perforación.

Los resultados de las pruebas tipo deberán ser remitidos al CONTRATANTE con la Ingeniería de Detalle.

### Pruebas tipos aisladores poliméricos

* Pruebas de tensión de descarga disruptiva seca a frecuencia industrial.
* Pruebas de tensión de descarga disruptiva húmeda a frecuencia industrial.
* Pruebas de tensión soportada en seco a frecuencia industrial.
* Pruebas de tensión soportada en húmedo a frecuencia industrial.
* Pruebas de tensión de impulso de flashover.
* Prueba de tensión de radio-interferencia.
* Pruebas de resistencia mecánica definitiva.
* Prueba combinada de resistencia mecánica y eléctrica.
* Pruebas de resistencia a la carga de tiempo.
* Prueba de porosidad.
* Pruebas del galvanizado.

### Pruebas en fábrica

* Los aisladores serán probados sometiéndolos a tiro al 100% de la capacidad nominal (RTL) al final del proceso de ensamble.

### Pruebas en sitio

* Inspección visual.
* Verificación de las dimensiones.
* Pruebas de resistencia de aislamiento.

# Celdas de Media Tensión

El sistema de 12.5 kV tendrá una configuración de barra simple y estará compuesto por celdas aisladas al aire (Botella con medio de extinción del arco eléctrico al vacío) para instalación de tipo interior, con protección contra la contaminación de polvo, igualmente construidas con seguridad aumentada a prueba de arco interno.

Las celdas se instalarán agrupadas constituyendo un conjunto de ochos (8) celdas, que servirán para la maniobra y distribución de la energía dispuesta para la subestación.

## Normas Técnicas

Las celdas de MT comprendidas en esta especificación responderán a la Norma IEC.62271-200 observándose que los ensayos deberán verificar los seis (6) criterios de seguridad indicados en la misma. En lo que respecta a los efectos de un arco interno se utilizará la norma IEC.60298 (última versión) apéndice AA. Cada aparato o componente responderá a su respectiva norma.

Se utilizarán las recomendaciones IEC cuando las de la República Dominicana no cubran un determinado tema.

## Diseños de Equipos y Accesorios

El Contratista garantizará el cumplimiento de las características señaladas en las especificaciones técnicas y PDTG, salvo que se especifique lo contrario, los valores correspondientes deberán responder a las Normas establecidas.

El diseño y fabricación de equipos y accesorios seguirán las reglas de ingeniería y del arte y se harán con materiales nuevos, sin uso y de primera calidad.

Los planos que acompañan la presente Especificación Técnica constituyen la base para el diseño de los equipos. No obstante, previo a la etapa de construcción todos los planos deberán ser aprobados por la Inspección.

Se prevé que durante la etapa inicial de la fabricación se ajusten detalles en los planos eléctricos.

## Alcance del Suministro

Abarca suministro, instalación y puesta en marcha, las pruebas en fábrica, el transporte y seguro hasta el emplazamiento y la atención durante el período de garantía de los equipos y elementos que se detallaron anteriormente:

1. Gabinetes de media tensión constituidos por conjuntos de Celdas de 17.5 kV completos según los Esquemas Unifilares y Especificaciones Técnicas adjuntas.
2. Lote de repuestos tales como, dos (2) motores del mecanismo de operación, seis (6) bobinas apertura y seis (6) bobina de cierre y un (1) relé.

Los tableros deben ser diseñados para obtener una elevada confiabilidad y facilidad de mantenimiento bajo todas las condiciones. En lo posible se tratará de estar compuestos por elementos intercambiables entre sí.

## Embalaje

Las celdas se embalarán adecuadamente y se protegerán mediante envoltura de polietileno de 0,4 mm espesor mínimo o similar no absorbentes de humedad. Está cubierta será sellada a todo lo largo en las uniones y pliegues, y atada convenientemente para evitar desprendimientos.

Se indicará mediante leyendas la posición normal del bulto para el transporte y almacenamiento, el lugar por donde se abrirá, la leyenda **FRAGIL** y cualquier otro detalle importante a juicio del Contratista.

El procedimiento enunciado no exime de la completa responsabilidad que le atañe al Contratista sobre la construcción, forma de embalaje, carga, transporte y descarga.

Todos los elementos que se utilicen para el embalaje quedarán de propiedad de EDESUR.

## Características Generales

Gabinetes de Celdas Primarias tipo Metal-CLAD, para media tensión, barra principal para instalación interior, construido con seguridad aumentada a prueba de arco interno.

Celdas MT 12.5 kV

* Tensión nominal de servicio 12.5 kV.
* Tensión máxima de diseño 17.5 kV.
* Corriente nominal de barras 2500 A.
* Corriente nominal de salidas de distribución 1250 A (Alimentadores)
* Corriente nominal entrada celda MT del transformador potencia será de 2500 A.
* Corriente de cortocircuito trifásico 31.5 kA.
* Frecuencia del sistema 60 Hz.

El Contratista deberá presentar con su oferta protocolo de ensayo de tipo de una celda idéntica a las ofertadas, que acredite el comportamiento satisfactorio ante un arco interno de una potencia de cortocircuito similar al solicitado, durante un (1) segundo como mínimo.

Los protocolos deberán estar expedidos por laboratorios independientes y de reconocido prestigio, sujeto al juicio de la Inspección. No se aceptarán protocolos de ensayos de prototipos emitidos por el fabricante de las celdas y/o partes, excepto que estén expresamente homologados por la Inspección.

Tampoco se aceptarán protocolos de ensayos incompletos. Para que el protocolo sea válido corresponderá a celdas fabricadas en el mismo establecimiento de las que provienen de la oferta.

Se presentará un protocolo por cada tipo y/o modelo de celda con los mismos componentes que ahora se ofrecen. Deberán estar redactados al idioma español, o bien en su idioma original y acompañados de la correspondiente traducción al castellano certificada oficialmente.

Al respecto la celda deberá haber soportado el ensayo de arco interno definido en la IEC 62271-200 Anexo A., verificando los seis (6) criterios de seguridad indicados en la misma y realizado en un laboratorio independiente del fabricante. La presentación del referido protocolo deberá estar acompañado con los planos constructivos de la celda ensayada y la ofertada.

Cada celda estará realizada como una unidad independiente en chapa de hierro de espesor no inferior a 3.00 mm. adecuadamente doblada, reforzada y calada a fin de constituir una estructura autoportante compacta y de rigidez mecánica suficiente para resistir las solicitaciones eléctricas, mecánicas y térmicas a las que podrá estar sometida en servicio.

Interiormente las celdas estarán divididas en espacios metálicamente separados entre sí, de modo de facilitar los trabajos sin riesgos dentro de cada equipo estando el tablero en servicio, de acuerdo con los requerimientos de la Norma IEC.60298, tanto en lo que respecta a las características generales como específicamente a los problemas derivados por las exigencias de seguridad aumentada, a prueba de arco interno.

En cuanto a las barras de media tensión, serán diseñadas con una capacidad de transporte tomando en consideración que soporte el factor de sobrecarga (K2) permitido para la potencia máxima de un transformador 30 MVA, de acuerdo a las recomendaciones establecidas en la norma IEC.60076-7.

Por último, serán modelos terminados y probados en fábrica, equipadas con interruptores en carro extraíble, quedando completamente cerrada al exterior cuando el interruptor se encuentre en las posiciones "conectado" o "seccionado".

### Compartimiento interruptor automático.

En el mismo se ubicará el interruptor automático con su bastidor montado sobre ruedas convenientemente guiadas de modo tal que pueda ser introducido, extraído y maniobrado por un solo operario en forma segura, gradual y sin choques.

Mediante desplazamiento horizontal sobre rieles, el conjunto extraíble del interruptor con su bastidor podrá colocarse en tres posiciones diferentes.

1. *Posición conectada*: Al maniobrar el interruptor se cerrará o se abrirá el circuito principal. En esta posición con el interruptor cerrado, el carro no podrá ser extraído, estando en funcionamiento todos los enclavamientos mecánicos y eléctricos que se indican más adelante. Las tensiones auxiliares y de comando se conectarán a través de una ficha multipolar extraíble de baja tensión. Con el carro en esta posición la ficha no podrá extraerse, tampoco podrá insertarse el carro sin la ficha conectada.
2. *Posición seccionada*: Se podrá maniobrar el interruptor sin que éste opere sobre el circuito principal que estará seccionado y se utilizará para el control del funcionamiento de aparato. En esta posición debido a los enclavamientos dispuestos, el carro del interruptor no podrá ser movido, la ficha de baja tensión podrá o no estar conectada.
3. *Posición extraída*: En esta posición el aparato se retirará de la celda. La ficha multipolar de baja tensión estará desconectada y ubicada sobre el carro.

Se contará con un dispositivo de fijación para la posición conectado y seccionado, tal que no exista posibilidad de desplazamiento intempestivo o involuntario.

Al pasar el interruptor de la posición "conectado" a la "seccionado", se cerrarán automáticamente pantallas metálicas tipo guillotina a los efectos de evitar contactos accidentales con partes en tensión; esta operación se revertirá automáticamente al insertar el interruptor. Manualmente no se podrá efectuar la apertura de estas. El accionamiento se hará con un sistema automático comandado mecánicamente por el carro del interruptor en su trayecto de inserción o de extracción. No se aceptarán resortes ni contrapesos.

La ejecución de falsas de maniobras como puede ser seccionamiento o conexión del interruptor cerrado, etc. se evitará mediante adecuados bloqueos mecánicos.

La puesta a tierra del interruptor estará garantizada durante el recorrido de este por medio de un contacto deslizante sobre un conductor de cobre de sección adecuada para la potencia de cortocircuito solicitada.

Los circuitos auxiliares del interruptor se alimentarán a través de un sistema portador de los contactos auxiliares, constituidos por una ficha especial enchufable con enclavamiento mecánico con el comando del interruptor que impedirá falsas maniobras según prescripciones de la Norma IEC.

El frente del compartimiento del interruptor estará cerrado mediante una puerta con cerramiento especial que impedirá la apertura y/o proyección de esta ante una falla de arco interno.

Todas las operaciones carro- interruptor deberán poder realizarse con la puerta frontal de la celda completamente cerrada. La extracción del interruptor será independiente de la calidad del piso de la sala.

Será de fundamental importancia que los carros sean iguales para lograr intercambiabilidad entre ellos. Es condicionante para la aceptación del mismo fabricante del interruptor lo sea para la extracción, caso contrario deberá presentarse la debida autorización escrita del fabricante como así los protocolos debidamente homologados por el fabricante del interruptor. Esta condición se impone para mantener la seguridad del equipamiento y su homogeneidad. Si el sistema propuesto prevé el retiro del carro luego de la inserción del interruptor, para ser utilizado en maniobras en otras celdas, el Contratista deberá proveer como mínimo un (1) carro de mantenimiento por cada juego celdas.

Se deberán diseñar los contactos móviles de acoplamiento con suficiente holgura de desplazamiento horizontal y vertical en su fijación, de modo de poder compensar diferencias respecto a los contactos fijos hasta +/- 10 mm.

Las guías que posibiliten el movimiento del bastidor móvil podrán ser laterales y/o centrales.

### Compartimiento de barras principales.

En la parte superior y posterior del tablero y a lo largo del conjunto de celda, deberá conformar un conducto continuo y separado de los otros compartimientos.

Asimismo, alojará el seccionador de puesta a tierra y tres (3) divisores capacitivos de tensión. Las ubicaciones de los seccionadores de puesta a tierra deberán ser presentados en la etapa de diseño por el Contratista para ser aprobados por el Contratante. Las barras serán dimensionadas para soportar los esfuerzos provocados por las solicitaciones térmicas y dinámicas de las corrientes de cortocircuito.

El acceso al comportamiento de barras se efectuará por medio de tapas desmontables aseguradas por bulones con su debido bloqueo.

### Compartimiento de terminales de cable y transformadores de medida.

Estará aislado de los demás como en los casos anteriores y será apto para el emplazamiento de terminales termocontraíbles o botellas terminales.

La puerta que permite el acceso a los terminales de los cables, no se retirará o abrirá sin haber efectuado antes la puesta a tierra del terminal. A tal efecto se preverá una traba que impedirá la apertura de la puerta si el seccionador está abierto; asimismo para cerrar la puerta posterior deberá estar el seccionador de puesta a tierra colocado (mecánico). Este enclavamiento deberá impedir la apertura del seccionador de puesta a tierra, estando abierto la puerta posterior o panel desmontable.

### Compartimiento de baja tensión.

En la parte anterior superior de la celda estará ubicado el compartimiento de baja tensión en el que se alojarán los elementos de protección (los cuales incluirán medición y comando), relés auxiliares y todo otro elemento de baja tensión que se requiera.

Sobre el frente y en la parte superior de la celda se ubicará una leyenda de acrílico grabada, atornillada, que individualizará el destino de esta. Por la ubicación y su acceso (puerta independiente desde el frente de la celda) ofrecerá una absoluta seguridad para las operaciones o verificaciones que se deban realizar en este compartimiento con la celda en servicio.

Además, en lugar visible tendrán una placa característica en la que se detallarán código, tensión de servicio, corriente nominal, frecuencia nominal, potencia de ruptura, tensiones de ensayo, año de fabricación, etc.

Las celdas deberán tener comunicación entre los compartimientos de baja tensión, en forma horizontal, para permitir hacer una guirnalda de cables entre celdas.

## Interruptores de Potencia

Serán de corte al vacío en ejecución extraíble. Las partes del interruptor que se encuentren sometidas a media tensión deberán ser completamente independientes de los elementos de la caja de accionamiento, de forma tal que sea posible acceder a ella aun estando el interruptor en servicio.

Deberán ser capaces de actuar en todas las funciones de maniobra que pudieran surgir en la red. Además de las funciones normales, deberán adaptarse para otras como sincronización, conmutación rápida, desconexión de corta duración y recierre, conexión de bancos de capacitores y líneas en vacío, etc.

Los interruptores en cuestión deberán poseer suficiente capacidad como para desconectar corriente de cortocircuito, aún bajo condiciones desfavorables (conexión de bancos de capacitores y líneas en vacío) y sin llegar a fenómenos de reencendido ni formación de sobretensiones.

Al respecto, deberá indicarse en la oferta el diseño, geometría y material de los contactos que favorezcan un rápido apagado del arco y un desgaste mínimo de las pastillas.

Todos y cada uno de los polos de los interruptores que se provean deberán contar con el protocolo original del ensayo de rutina de fábrica, que garantice su aceptación y aptitud de trabajo ante las condiciones enunciadas y certifique el grado de control de calidad individual a que son sometidos.

Por otra parte, cualquiera sea la procedencia del equipo presentado, deberá contar con servicio postventa, con suficiente experiencia para proveer atención al CONTRATANTE.

El comando podrá ser realizado en forma manual y eléctrica a distancia, alimentado por corriente continua de 125 Vcc.

1. Funcionamiento:

* Accionamiento a distancia: Tripolar eléctrico.
* Accionamiento local: Tripolar manual y eléctrico.

Para ambos casos con resortes adecuados para un ciclo de trabajo con recierre tripolar debiendo ser provisto completo con todos los accesorios para su correcto funcionamiento. El tensado del resorte se realizará en forma automática mediante un motor de 125 Vcc.

1. Equipamiento:

El interruptor deberá contar con los siguientes elementos:

* Bobina de cierre 125 Vcc.
* Bobina de apertura 125 Vcc (2 unidades).
* Indicador de posición de los contactos.
* Indicador del estado de carga del resorte.
* Contador de operaciones.

1. Contactos Auxiliares:

El interruptor dispondrá de diez (10) contactos auxiliares normalmente abiertos y diez (10) contactos auxiliares normalmente cerrados para señalización de la posición a distancia para habilitación de los circuitos de tensión y para enclavamiento de los seccionadores correspondientes, aptos para operar con 125 Vcc.

## Transformadores de Intensidad

Estarán montados sobre perfiles en el compartimiento del cable de media tensión y serán de tipo interior y aislación seca, con cuerpo de epoxi, araldite o similar.

Sus bornes primarios no serán soporte de los contactos fijos del seccionador de puesta a tierra como así tampoco de la botella del cable de media tensión, la que estará soportada por un perfil dispuesto para este fin, o por el piso, según la solución adoptada. Tendrán doble relación y dos o tres núcleos según se indica en cada caso en la Planilla de Datos Garantizados.

Asimismo, el resto de las características eléctricas tales como clase de precisión, prestación, factor de saturación, etc., están definidas en las respectivas Planilla de Datos Técnicos Garantizados. Los devanados secundarios serán establecidos a 5 A para las celdas de salidas de distribución de media tensión. El cableado deberá respetar las fases y deberá ser homólogo para identificar corrientes salientes de barras.

Deberán estar calculados para soportar térmica y dinámicamente las corrientes de cortocircuito del sistema eléctrico correspondiente.

Las cajas de bornes serán con tapa y se dispondrán enfrentadas con la puerta posterior. Las placas de características deberán estar enfrentadas a la puerta posterior.

## Transformadores de tensión

Serán de tipo interior y aislación seca con cuerpo de epoxi araldite o similar.

Serán de arrollamiento múltiple:

* 13.75/1.73 – 0.120/1.73 – 0.120/1.73 kV (según corresponda).

Destinándose uno de los arrollamientos para la conexión en triángulo abierto de la protección direccional de tierra. Estos transformadores estarán protegidos con fusibles de alto poder de ruptura (A.P.R.) incorporados en el cubículo de control de la celda y los mismos se dispondrán para la medición de la tensión de barras y para la llegada lado media tensión del transformador de potencia.

El cableado deberá respetar las fases y ser homólogo para permitir la medición de potencia en cada celda.

Los fusibles tendrán como mínimo la potencia de ruptura de los interruptores. El calibre será apto para protegerlos térmicamente y contarán con indicación visual de fusibles quemados.

La apertura de la puerta correspondiente al compartimiento donde se encuentran los transformadores de tensión provocará la extracción del carro y la obturación de los orificios de introducción de los contactos móviles de tal forma que estén totalmente desconectados y puestos de tierra antes que el operador tenga acceso a ellos, evitando todo contacto accidental. Esta maniobra implicará también la desconexión de los circuitos secundarios.

Tres (3) transformadores de tensión estarán dispuestos en la celda de llegada de media tensión del transformador y otros tres (3) transformadores en la celda de banco de capacitores para la medición de tensión de la barra colectora. Los transformadores de la barra deberán tener la capacidad para servir de soporte de medición de energía a la barra y a las salidas de distribución de media tensión.

Las placas de características deberán estar enfrentadas a la puerta posterior.

## Divisores de Tensión Capacitivos

Estos divisores estarán montados en el compartimiento de cables y se conectarán a las tres fases, del lado del cable.

Los divisores tendrán relés amplificadores de tensión (Optoacopladores) con dos contactos inversores, que permitirán materializar los enclavamientos eléctricos que sean requeridos.

Las lámparas de Neón indicadoras de tensión serán ubicadas en el frente del cubículo de baja tensión. El cableado hasta las mismas deberá ser de tal modo que no existan fenómenos de acoplamiento capacitivo entre fases.

## Elementos de Accionamientos, Señalización, Medición y Protección

Las celdas a excepción de los ojos de buey de presencia de tensión en cable podrán no contar con elementos de señalización, medición y comando como ser predispositores, señaladores a cruz, pulsadores, conmutadores, amperímetros, etc., siendo obligatoriamente delegadas a los esquemas mímicos de señalización, medición y comando de las protecciones provistas (IED – Intelligent Electronic Devices).

## Relés auxiliares

Estos relés auxiliares compactos, para realizar funciones auxiliares instantáneas de control, deberán ser fabricados con materiales retardantes del fuego, debiendo tener una cubierta de material transparente estanca al polvo.

Deberán ser del tipo extraíble. Montadas sobre zócalo en riel DIN de conexión frontal y bornes a tornillo (El zócalo deberá ser extraíble).

Las bobinas deberán ser dimensionadas para trabajar permanentemente energizadas y aptas para trabajar con 125 Vcc con un rango de operación mínimo comprendido entre 90 y 150 V. Las bobinas deberán contar con diodos cortocircuitadores ("Free-wheel") para evitar sobretensiones.

Los cuatro (4) contactos inversores serán del tipo autolimpiante, salvo especificación en contrario. Aptos para operar con 125 Vcc y con una carga que resulta de su función específica, como ser, por ejemplo, la operación de energización/des energización de las bobinas de cierre y apertura del interruptor.

Los tiempos de operación (cierre de un contacto NA) deberán ser inferior a los 0.03 segundos con el valor inferior del rango de tensión especificado.

## Descripción del Equipamiento de los Tipos de Celdas

Los tableros de celdas de MT se complementan con los esquemas unifilares que forman parte de la presente documentación.

### Celdas Entrada Alimentación desde Transformador de Potencia

* Compartimiento de conexión barras de fase.
* Interruptor de potencia de tipo extraíble con medio de extinción en vacío.
* Transformadores de potencial con un voltaje nominal primario a 13.75/1.73 – 0.120/1.73 – 0.120/1.73 kV.
* Transformadores de corrientes de construcción mínima de tres (3) devanados de corriente nominal igual al interruptor de potencia. (2500/5-5-5) A.
* Detectores de presencia de tensión tipo capacitivo.
* Compartimiento de entrada de cable de potencia para tres (3) conductores por fase de calibre 630 mm2 AL.
* Compartimiento de baja tensión para alojar los elementos de protección, control y medida relacionados a la celda de entrada del transformador de potencia.
* Un relé de protección de multifunción de acuerdo a las especificaciones de la Planilla de Datos Técnicos Garantizados de Relé de Sobre corriente 5A.
* Todos los elementos auxiliares y componente para su operación.
* Cada compartimiento de la celda deberá tener la protección arco flash conectada al relé de protección.

### Celdas Salida a Transformador de Servicios Auxiliares

Su función será permitir la conexión en paralelo cargas trifásicas. La celda estará compuesta de los siguientes elementos:

* Compartimiento de conexión barras de fase.
* Interruptor de potencia de tipo extraíble con medio de extinción del arco eléctrico al vacío.
* Transformadores de potencial con un voltaje nominal primario a 13.75/1.73 – 0.120/1.73 – 0.120/1.73 kV.
* Transformadores de corrientes de construcción mínima de tres (3) devanados de corriente nominal igual al interruptor de potencia. (80/5-5) A
* Transformadores de corrientes, de construcción mínima de dos (2) devanados.
* Detectores de presencia de tensión de tipo capacitivo.
* Compartimiento de entrada de cable de potencia de uno (1) por fase de calibre 630 mm2.
* Compartimiento de baja tensión para alojar los elementos de protección.
* Todos los elementos auxiliares y componente para su operación.

### Celdas Salida a Alimentadores Distribución

* Compartimiento de conexión barras de fase.
* Interruptor de potencia de tipo extraíble con medio de extinción del arco eléctrico al vacío.
* Seccionador de puesta a tierra de accionamiento rápido y operación manual.
* Transformadores de corrientes, de construcción mínima de dos (2) devanados.
* Detectores de presencia de tensión de tipo capacitivo.
* Compartimiento de entrada de cable de potencia de uno (1) por fase de calibre 630 mm2.
* Compartimiento de baja tensión para alojar los elementos de protección.
* Un relé de protección de multifunción de acuerdo a las especificaciones de la Planilla de Datos Técnicos Garantizados de Relé de Sobre corriente 5A.
* Todos los elementos auxiliares y componente para su operación.

### Celdas Salida a Banco Compensación Capacitiva

* Compartimiento de conexión barras de fase
* Interruptor de potencia de tipo extraíble con medio de extinción del arco eléctrico al vacío.
* Seccionador de puesta a tierra de accionamiento rápido y operación manual.
* Transformadores de corrientes, de construcción mínima de dos (2) devanados.
* Detectores de presencia de tensión de tipo capacitivo.
* Compartimiento de entrada de cable de potencia de uno (1) por fase de calibre 630 mm2.
* Compartimiento de baja tensión para alojar los elementos de protección.
* Un relé de protección de multifunción de acuerdo a las especificaciones de la Planilla de Datos Técnicos Garantizados de Relé de Sobre corriente 5A.
* Todos los elementos auxiliares y componente para su operación.

## Inspecciones y Ensayos

El Contratista deberá tener en cuenta en la preparación de su oferta todos los trabajos y equipos adicionales que requerirá para la realización de los ensayos de recepción en fábrica y puesta en servicio en el emplazamiento para todas las partes componentes de la provisión.

Las pruebas se realizarán de forma individual a cada una de las celdas y las mismas tendrán que realizarse en las instalaciones donde cualquier inconformidad pueda ser resuelta por el Contratista.

El CONTRATANTE seleccionará dos (2) representantes para participar en las pruebas de cada uno de los subsistemas antes de la realización del protocolo de pruebas generales, específicamente las de control, protección y automatización. Dichas supervisiones tendrán que realizarse de forma individual para cada uno de los equipos principales.

Asimismo, informará con treinta (30) días de anticipación la fecha exacta de la iniciación de los ensayos. La Inspección del CONTRATANTE, dentro de los siete (7) días de recibida la comunicación ratificará o rectificará tal fecha y confirmará o no su presencia durante los mismos.

El Contratista suministrará para revisión y aprobación por parte del CONTRATANTE, el plan de pruebas con los protocolos detallados a realizarse después del armado en el orden solicitado anteriormente. Además, el fabricante enviará un listado con las pruebas TIPO recomendadas para cada una de las partes principales que conforman las celdas de interior. El CONTRATANTE se reserva el derecho de solicitar modificaciones tanto al plan general de pruebas, así como, al listado de pruebas convenidas a realizar.

Los gastos asociados de traslado y hospedaje a fábrica de los representantes del CONTRATANTE para la supervisión de las pruebas a los equipos ofertados, serán costeados por el Contratista.

Los equipos y trabajos deberán permitir probar la calidad, tipo de materiales y el cumplimiento satisfactorio de todas las condiciones funcionales y operativas especificadas en este documento, para cada parte de la provisión y para cada conjunto.

Si CONTRATANTE optara por no participar, el Contratista realizará igualmente los ensayos remitiendo los protocolos correspondientes y solicitando la autorización de remisión de los equipos al emplazamiento.

### Pruebas a realizar en celdas de MT

Las siguientes pruebas y verificaciones deberán ser realizadas en fábrica.

* Inspección visual y verificación de las dimensiones.
* Se verificará el cumplimiento de esta especificación en base a los planos aprobados por el CONTRATANTE.
* Tensión a frecuencia industrial entre fases y masa de las celdas.
* Se efectuará de acuerdo a la recomendación IEC 62271-200.
* Tensión para verificar el aislamiento de los circuitos auxiliares y circuitos principales.
* Se efectuará de acuerdo con la recomendación IEC 62271-200.
* Ensayo de funcionamiento de los dispositivos mecánicos, enclavamiento y aparatos que conforman las celdas.
* De acuerdo a la recomendación IEC 62271-200 y a las normas correspondientes a cada uno de los componentes.
* Se comprobará todos los tipos de celdas, el funcionamiento correcto de las cerraduras de las puertas o anclajes de los paneles frontales.
* Verificación de alambrado.
* Ensayos de sobretensión aplicada: Al doble del voltaje de aislamiento durante 60 segundos a los circuitos de media tensión y la barra.
* Verificación de pintura y galvanizado.
* Pruebas de resistencia de aislamiento: Se realizará entre todos los aislamientos y a tierra.
* Pruebas de resistencia de contacto con equipos microhmímetro a cada contacto de cada interruptor.
* Verificación de la polaridad de los transformadores de corriente.
* Con ocasión de las pruebas de recepción en fábrica, el Contratista deberá entregar los protocolos de pruebas de rutina, al menos de los siguientes equipos:
* Interruptores
* Transformadores de tensión y corriente
* Seccionadores.
* Relés (IED´S)
* Detectores de presencia de tensión

Todos los instrumentos utilizados tendrán certificado de contraste actualizado, otorgado por algún laboratorio oficial. De no ser así los mismos serán contrastados en presencia del representante de la inspección en laboratorio a elección de este y con cargo al Contratista.

En todos los casos el Contratista entregará a la inspección una copia firmada de los protocolos con los resultados obtenidos, requiriéndose la aprobación expresa del inspector del CONTRATANTE antes de disponer el traslado de cualquier parte o pieza a los emplazamientos.

La aprobación de estos ensayos no exime al Contratista en una nueva verificación en sitio si fuera menester. Los ensayos para recepción del material se realizan sobre celdas completas montadas como en explotación y con todos sus dispositivos de maniobras y equipos auxiliares. Cada protocolo, deberá contener la descripción completa del ensayo realizado y norma. En caso de dudas sobre el resultado de algunos ensayos, el CONTRATANTE podrá solicitar su realización, en forma total y sin cargo para la misma.

El protocolo de ensayo de arco interno será tomado como válido únicamente si la celda ofrecida para este proceso licitatorio es idéntica a la ensayada, en cuanto a sus características técnicas y cumpla con las Normas IEC 62271-200 Anexo A.

El CONTRATANTE podrá exigir la realización de los siguientes ensayos:

1. Prueba de intercambiabilidad de los carros contra todos los compartimientos.
2. Pruebas de enclavamiento de puertas o paneles desmontables.

Todos los protocolos deben ser presentados en la oferta y su no presentación implica que los ensayos podrán ser realizados sin cargo para el CONTRATANTE. Cada protocolo, deberá contener la descripción completa del ensayo realizado.

El Contratista tendrá en cuenta que en caso de duda sobre el funcionamiento de algún elemento que componga las celdas (transformador de medida, seccionador, interruptor, etc.). El CONTRATANTE podrá solicitar según normas IEC los ensayos o protocolos necesarios para establecer la confiabilidad del elemento en cuestión.

Para el caso de equipos importados, si la inspección decidiese no presenciar los ensayos de recepción, El Contratista, previa autorización, los hará igualmente, remitiendo los resultados en original y dos (2) copias, previo a envío a obras. Sin este requisito no se efectuará la aprobación.

Los valores de ensayos serán tales que verifiquen en su totalidad el cumplimiento de la planilla de Datos Garantizados.

## Instalación y Puesta en Marcha de las Celdas MT

El Contratista será responsable de la puesta en servicio de todos los equipos. Del mismo modo, deberá preparar y presentar a los treinta (30) días posterior a la firma de contrato, un programa de puesta en marcha detallado que incluya el cronograma de aprobación del CONTRATANTE. El programa de puesta en servicio incluirá indicaciones de las actividades siguientes:

* Inspección de puesta en servicio para detectar fallas que hayan ocurrido durante el transporte, almacenamiento o durante el montaje en su ubicación final.
* Preparación previa para la puesta en servicio y procedimientos para describir las actividades requeridas para preparar los sistemas de prueba y operación.
* Verificación de datos nominales, conexión, carga, etc. de las celdas de interior.
* Comprobación de la indicación de medidores, relés, equipos de control y comunicaciones.
* Comprobación de los servicios auxiliares asociados con el equipo y el suministro de AC.
* Un programa de pruebas como lo detalla el reporte de las pruebas incluyendo: Los objetivos de las pruebas, los intentos aplicables de pruebas, informaciones de desempeño, prerrequisitos, secuencia de actividades, criterios de aceptación.
* Es responsabilidad del Contratista poner las celdas de interior en servicio.
* Es responsabilidad del Contratista la verificación final.
* Cambios y modificaciones al programa de instalación y puesta en marcha serán aceptados solo con la aprobación del CONTRATANTE.
* El Contratista deberá proporcionar durante la puesta en marcha asistencia técnica, incluidos planos, documentación, herramientas especiales y todos los materiales necesarios para la puesta en servicio, los cuales al final serán propiedad del CONTRATANTE.
* Si se requieren equipos especiales para la puesta en marcha de las celdas de interior serán provistos a costo cero (0) para el CONTRATANTE y estarán incluidos en el alcance de la oferta.
* El Contratista deberá mantener un registro actualizado de todas las inspecciones y pruebas, que se entregarán al CONTRATANTE al finalizar las pruebas y la puesta en marcha en el sitio de las celdas de interior.
* El Contratista será responsable de poner a disposición del CONTRATANTE un mínimo de dos (2) juegos completos de dibujos "AS-BUILT" definitivos antes de abandonar el sitio. En caso de ser necesario realizar modificaciones a los planos, el Contratista deberá corregir y volver a emitir los dibujos originales tan pronto como sea posible.
* El Contratista será responsable de suministrar el personal de puesta en marcha con un buen conocimiento de todas las operaciones relevantes antes y para la puesta en servicio de las celdas.
* El Contratista será responsable de la seguridad del personal (sea del CONTRATANTE o el suyo) que participe en la puesta en servicio, igualmente, tomará todas las precauciones posibles y será plenamente consciente de los peligros que conlleva la prueba.
* El personal del Contratista también debe estar asegurado contra muerte, accidente personal y salud mientras esté en República Dominicana y debe estar cubierto por el seguro de responsabilidad del empleador aplicable en su país de origen.
* Fallas o daños mayores en el equipo, requerirán su regreso a la fábrica o la asignación de un equipo especial para llevar a cabo las reparaciones. Todos los costos asociados serán cubiertos por el Contratista y serán responsables de todas las logísticas aplicables para llevar cualquier reparación en el menor tiempo posible, de manera tal que, afecte lo menos posible el cronograma de trabajo.

# Salidas de Circuitos de Media Tensión

El Contratista deberá incluir en su propuesta las salidas de los circuitos de media tensión asociado al transformador. La oferta contendrá la construcción de pórticos de media tensión para cuatro (4) salidas a 12.5 kV. Las salidas llegarán a la estructura de MT con cable aislado tipo XLPE o LSZH de calibre 630 mm2 AL desde el edificio de celdas de MT. Igualmente los mismos serán construidos para dos (2) salidas de distribución y estarán conformados por drenados de sobretensión 10 kV y seccionadores de línea motorizados, cuya operación y señalización deberá ser local o remota desde el centro de operaciones de EDESUR.

La construcción del pórtico será establecida con poste de hormigón pretensado vibrado de dimensiones mínima de 14 m de altura con una carga de trabajo de 800 daN, con fundaciones de hormigón armado debidamente dimensionada, de acuerdo a las Reglamentos Diseños y Construcción para Redes Eléctricas de Distribución Áreas, Resolución SIE-029-2015-MEMI.

# Sistema de Servicios Auxiliares

La alimentación de los servicios auxiliares de la subestación se prevé a partir de los devanados secundarios del transformador de potencia, conectados a través de la celda de servicios auxiliares. El equipamiento para los servicios auxiliares está compuesto de la siguiente manera:

* Un (1) Transformador de servicios auxiliares trifásicos MT 12.5/0.208-0,120 kV, 150 kVA.
* Un (1) Sistema Integrado Baterías – Cargador a 125 Vcc.
* Un (1) Tablero General Servicio Auxiliar Corriente Alterna (TGSACA).
* Un (1) Tablero General Servicio Auxiliar Corriente Directa (TGSACD).

## Corriente Alterna

Se deberá contemplar la instalación de un (1) transformador trifásico de 150 kVA, 12.5 kV/208-120 V, con neutro conectado rígidamente a tierra (admitiéndose una variación en +5% de la tensión en el extremo de consumo). Se prevé un tablero general de servicios auxiliares de corriente alterna, instalado en la sala de control del edificio de celdas de MT.

## Corriente Continua

El sistema del edificio de celdas de MT contará con una (1) unidad integrada de baterías-cargador a 125 Vcc, con capacidad de asumir la carga de corriente continua de toda la subestación.

El edificio de celdas de MT deberá contar con un tablero de servicios auxiliares de corriente continua, alimentado por el sistema cargador de baterías descrito anteriormente. En este se albergarán todas las cargas de corriente continua de los equipos control, medición y protección de MT.

Las tensiones auxiliares de corriente continua para protecciones, accionamiento de equipos de maniobra e iluminación de emergencia serán de 125 Vcc. Los sistemas tendrán ambos polos puestos a tierra a través de elevada resistencia (detector de polo a tierra). Admitiéndose variaciones de la tensión + 10%, -15% en los consumos.

### Pruebas en sitio

Se deberán realizar las siguientes pruebas a todas las celdas completas:

* Resistencia de aislamiento.
* Resistencia de contactos.

Además, de manera no limitativa, deberán verificarse los siguientes accesorios y sistema:

* Conexiones en barras principales y derivaciones.
* Sistema de calefacción y alumbrado de celdas.
* Sellado de puertas y celdas, y operación de barreras de seguridad.
* Verificación de cables de potencia e identificación de terminales.
* Verificación de cableado interno y conexiones entre los distintos equipos, componentes y sistemas de la celda (control, fuerza, señalización, etc.).
* Verificación de fusibles.
* Sistema de extracción y deslizamiento de interruptores.
* Entre otros.
  1. ***Transformador de Telemedición***

El Transformador de Telemedición se instalará según especificaciones técnicas para integrarse con eficiencia y seguridad en los circuitos de distribución eléctrica existentes, cumpliendo con los siguientes parámetros:

* Potencia: 300 kVA
* Tensiones: 12.5 kV / 480-277 V
* Breaker Regulable: 800 A
  + 1. *Corriente Continua*

Los servicios de corriente continua para el campo de distribución 69/12.5 kV de EDESUR incluirán una unidad integrada de baterías-cargador a 125 Vcc. Esta unidad puede manejar la carga de corriente continua de toda la subestación, incluidos los equipos del tablero de CC de ETED, para servir como respaldo en emergencias protegido en ambos extremos con breaker.

El edificio de celdas de MT debe tener un gabinete para servicios auxiliares de corriente continua, donde estarán las cargas de control, medición y protección de EDESUR. Las tensiones auxiliares de corriente continua serán de 125 Vcc para protecciones, accionamiento de equipos e iluminación de emergencia. Los sistemas tendrán ambos polos a tierra mediante una resistencia elevada (detector de polo a tierra), con tolerancia de variación de tensión de +10%, -15% en los consumos.

## Transformador Tipo Seco para Servicios Auxiliares

El Contratista proveerá un (1) transformador para servicios auxiliares completos e instalarán el mismo con todo el material necesario para su correcto funcionamiento y para el cumplimiento integral de las finalidades previstas del proyecto. El transformador contará con las siguientes características:

* Potencia: 150 kVA (Ver PDTG).
* Tensiones: 12.5/ 0.208 - 0.120 kV – Dyn11.

Se prevé un (1) transformador para interior, construidos y ensayados según la norma IEC-60076-2 de servicios auxiliares.

La fabricación, los ensayos en los talleres de fabricación, el transporte al lugar del emplazamiento y su almacenamiento en depósito serán debidamente embalados bajo la responsabilidad del Contratista. Así como, la provisión y el transporte al lugar del emplazamiento, también aportaran los juegos de herramientas de uso general y dispositivos requeridos para el desmontaje, rearme, mantenimiento de los equipos provistos.

El Contratista debe ejecutar todos los trabajos y elementos adicionales necesarios para el correcto funcionamiento de los equipos provistos, aunque no se encuentren específicamente mencionados en los pliegos.

El suministro incluye:

* Todos los elementos (conductores, terminales, etc.) del transformador de servicios auxiliares desde la celda de MT hasta el tablero de baja tensión TGSACA.

### Condiciones de Diseño y Funcionamiento

La sobreelevación de temperatura en los arrollamientos no deberá superar los valores indicados según lo indicado en la norma IEC-60076-2.

El transformador debe garantizarse para las condiciones de montaje en el interior del gabinete metálico cerrado. Igualmente, el transformador tendrá regulación sin tensión.

Otras características:

* Tensión nominal primaria: 12.5 kV
* Tensión primaría de diseño: 17.5 kV
* Niveles de aislación (BIL)
  + Arrollamientos 95 kV
  + Aisladores 95 kV
* Frecuencia nominal: 60 Hz
* Conexión a tierra del neutro: Rígido a tierra
* Tipo de conmutación: sin carga
* Nivel de ruido audible: No mayor de 56 dB lo admitido por NEMA TR1.

### Aspectos constructivos generales

El aislamiento será a prueba de humedad, libre de descargas parciales, no inflamables por arco eléctrico y autoextinguible. El material deberá ser de cobre. Todas las conexiones entre fases y terminales de alta y baja tensión serán totalmente aisladas contra contactos accidentales.

Los cables de protección, medición y auxiliares de cada transformador deberán cablearse a una caja auxiliar de bornes en el gabinete. Deberá preverse que los cables ingresarán por su parte inferior a través de prensacables. El grado de protección mecánica de esta caja auxiliar de bornes será IP54, según IEC-60052.

Una vez dispuesto en la posición definitiva deberán fijarse en los puntos de anclaje para evitar su desplazamiento. Dichas fijaciones deberán calcularse para impedir el movimiento de los transformadores por acción de movimientos sísmicos. Los transformadores irán montados sobre perfiles tipo “U” que servirán de guía y permitirán su desplazamiento. El transformador deberá contar con cáncamos para su izaje.

Cada fase del lado primario y de baja tensión contará con un trasformador de corriente tipo toroidal, aislamiento seco, 15 VA, clase 5P20 según IEC 60044, para protección de sobrecorriente. La corriente secundaria será 5 A. La corriente primaria de estos CT será de acuerdo con la potencia establecida para el trasformador de SA para asegurar una adecuada protección.

### Documentación para Presentar por el Contratista

Antes de la orden de compra se deberá someter a aprobación del CONTRATANTE, como mínimo la siguiente documentación:

* Memoria descriptiva y características del transformador.
* Plano general de dimensiones de los transformadores con sus gabinetes, incluyendo vistas y cortes, espacio para mantenimiento, acceso de cables, ubicación de borneras, etc.
* Manual que incluya las descripciones de cada elemento que conforma el transformador, de acuerdo con lo solicitado en la PDTG.

## Sistema Cargador y Baterías 125 Vcc Integrados - EDESUR

Se prevé la instalación de un (1) sistema integrado entre cargador y las baterías de 125 Vcc.

La empresa Contratista estará a cargo de:

* El suministro de las baterías de 125 Vcc completas, con sus puentes entre elementos, electrolito, soportes metálicos, caja de fusibles y accesorios, de tal manera que cada conjunto conforme una integridad autosuficiente para los fines previstos.
* El suministro de los cargadores rectificadores con todos los accesorios de control, supervisión, automatización y comunicaciones.
* Los ensayos en fábrica de todos los suministros.
* La entrega de toda la documentación: planos, manuales, catálogos, protocolos, memorias técnicas, etc.
* Se recomienda que los vasos que constituyen las baterías de 125 Vcc sean de idénticas características (modelo y capacidad) para tener repuestos unificados.

La provisión deberá cumplir con las normas y recomendaciones de la IEC correspondientes.

### Características eléctricas

Los cargadores serán alimentados desde una tensión monofásica de 120 Vac, 60 Hz y suministrarán corriente continua al conjunto de baterías integrado en carga de flotación y ecualización, simultáneamente a un consumo en forma permanente con una regulación de tensión de +/- 10. El Contratista deberá definir el valor de las corrientes nominales de los cargadores (una vez que haya confirmado la capacidad de las baterías, que forman parte de esta provisión), considerándolas igual a la de carga a fondo de la batería más la de carga de consumo normal, tomadas simultáneamente.

Las baterías serán del tipo alcalina de Níquel-Cadmio (Ni-Cd), selladas. La capacidad en Amperes-horas ofrecida deberá normalizarse para:

* Temperatura ambiente: 25 (± 5) ºC
* Temperatura de operación: 10 – 45 ºC
* Tensión de flotación por celda: 1.40-1.42 Vcc.
* Tensión de ecualización por celda: 1.46-1.70 Vcc.
* Tiempo de descarga hasta la tensión final de descarga: 8 -10 horas.

La corriente entregada por las baterías durante el tiempo de descarga debe ser indicado en las Planillas de Datos Técnicos Garantizados (PDTG).

Esta corriente de descarga se considera, para los casos de emergencia, de un valor permanente durante las 8 horas de autonomía de la batería a la tensión final y temperatura ambiente arriba mencionadas. La misma tiene el carácter de mínima y a los efectos de cotización.

El Contratista deberá en la ingeniería de detalle confirmar la capacidad con los consumos reales a los efectos de garantizar una autonomía de ocho (8) horas, en condiciones de operación en emergencia. Las baterías funcionarán normalmente a flote y estarán conectadas continuamente en paralelo a la carga y al equipo cargador.

En su parte inferior deberá preverse una chapa metálica desmontable a los efectos de colocar la prensa cables de acometida de cables.

Con la ingeniería de detalle deberán ser enviadas los resultados de los ensayos tipo descritos a continuación:

* Resistencia interna inicial de las baterías plenamente cargadas.
* Rigidez dieléctrica del vaso.
* Contenido de carbonato de potasio según IEC 60622 Ed. 3.0.
* Los ensayos de tipo pueden ser reemplazados por protocolos de ensayos completos de equipos idénticos a los ofrecidos a presentar con la oferta.

Para las baterías se deberán hacer ensayos a todas las unidades a suministrar y serán remitidas al CONTRATANTE antes de ser enviados al proyecto. A continuación, se describen estos ensayos de rutina:

* Dimensiones.
* Estanqueidad a las presiones indicadas por el fabricante.
* Tensión de flotación y corriente de mantenimiento.
* Carga y descarga.
* Peso.

Se efectuarán los siguientes ensayos sobre cada cargador:

* Inspección ocular y verificación dimensional.
* Verificación del conexionado eléctrico y el funcionamiento de las alarmas y equipos de control y medición.
* Se realizarán ensayos de funcionamiento para distintos valores de corriente (10%, 50%, 75%, 100%, 110%), verificándose que la tensión se mantiene en el valor solicitado. Para valores de corriente mayores de 100% se verificará la condición de limitación de corriente.
* Se verificará si la tensión de salida esté dentro de la tolerancia solicitada cuando se varía dentro de los rangos indicados la tensión alterna de entrada.
* Determinación del factor de ondulación para distintas condiciones de carga, con batería conectada y con batería desconectada.
* Prueba de funcionamiento de los circuitos auxiliares (comando, protección, señalización, alarma).
* Verificación de la selectividad entre fusibles ultrarrápidos de protección de diodos de caída y fusibles de ACR e interruptores termomagnéticos.
* Verificación en los cargadores de 125 Vcc de corrientes transitorias de 200 A / 1 segundo, con batería conectada.
* Ensayos de rigidez dieléctrica aplicando 2 kV, 60 Hz durante 1 minuto.
* Ensayo de tensiones de impulso según IEC 60255-3.
* Verificación del conjunto cargador batería.

En sitio se deberán realizar los siguientes ensayos con fines de aceptación:

* Tensión de flotación y corriente de mantenimiento.
* Inspección visual.
* Ciclo de carga y descarga.
* Aislación contra tierra entre los elementos y los soportes metálicos puestos a tierra.
* Verificación visual y mecánica.
* Funcionamiento completo.
* Sobrecargas y cortocircuito.
* Tensión de salida de flote y de carga a fondo.
* Verificación de la integración del cargador con la batería.
* Ondulación con batería conectada y desconectada.

### Inspecciones y Ensayos del Cargador

La inspección de los representantes del CONTRATANTE se realizará sobre los equipos totalmente terminados, con todos sus componentes y en condiciones de servicio.

*Ensayos en fábrica*

Se efectuarán los siguientes ensayos sobre cada cargador:

* Inspección ocular y verificación dimensional.
* Verificación del conexionado eléctrico y el funcionamiento de las alarmas y equipos de control y medición.
* Se realizarán ensayos de funcionamiento para distintos valores de corriente (10%, 50%, 75%, 100%, 110%), verificándose que la tensión se mantiene en el valor solicitado. Para valores de corriente mayores de 100% se verificará la condición de limitación de corriente.
* Se verificará si la tensión de salida esté dentro de la tolerancia solicitada cuando se varía dentro de los rangos indicados la tensión alterna de entrada.
* Determinación del factor de ondulación para distintas condiciones de carga, con batería conectada y con batería desconectada.
* Prueba de funcionamiento de los circuitos auxiliares (comando, protección, señalización, alarma).
* Verificación de la selectividad entre fusibles ultrarrápidos de protección de diodos de caída y fusibles de ACR e interruptores termomagnéticos.
* Verificación en los cargadores de 125 Vcc de corrientes transitorias de 200 A / 1 segundo, con batería conectada.
* Ensayos de rigidez dieléctrica aplicando 2 kV, 60 Hz durante 1 minuto.
* Ensayo de tensiones de impulso según IEC 60255-3.
* Verificación del conjunto cargador batería.

*Ensayos en obra*

Estará a cargo del fabricante de los equipos la supervisión de los ensayos que se efectuará para cada cargador.

Asimismo, estará a su cargo y responsabilidad el ajuste de cada cargador a fin de cumplir lo especificado.

Como mínimo se efectuarán los siguientes ensayos:

* Verificación visual y mecánica.
* Funcionamiento completo.
* Sobrecargas y cortocircuito.
* Tensión de salida de flote y de carga a fondo.
* Verificación de la integración del cargador con la batería (ensayos en obra indicados en 1.7.2).
* Ondulación con batería conectada y desconectada.

Estos ensayos estarán destinados fundamentalmente a comprobar la aptitud para entrar en servicio del equipamiento ya montado y conectado al resto de los equipos de la subestación.

## Tableros de Servicios Auxiliares de Corriente Alterna y Continua

Los tableros de distribución de baja tensión cumplirán con la norma IEC 60947 (Low-voltage switchgear and controlgear) y los lineamientos que se especifican en el presente pliego.

Los tableros de servicios auxiliares serán utilizados para la distribución de las cargas internas propias de la subestación. Deberán acoger un sistema trifásico de tensión 208/120 Vca para la corriente alterna y a 125 Vcc para la corriente continua con una tensión nominal de 600 V y deberán ser blindados para uso interior.

El grado de protección de los tableros deber ser IP 55 o superior y deben ser autosoportados y construidos a base de planchas y perfiles de acero.

Las barras colectoras serán de cobre de alta conductividad, laminadas en frío y serán rígidamente sostenidas y aislada por aire. El Contratista deberá determinar la ampacidad de las barras de acuerdo con su diseño y las normativas correspondientes.

Las barras tendrán los códigos de color rojo (1), amarillo (2) y azul (3) para las fases, verde-amarillo para la tierra, y negro para el neutro en los tableros de CA. Rojo para el positivo y negro para el negativo en los tableros de CC.

Los tableros deberán estar aterrizados a través de una barra de cobre estañado para asegurar la conexión a tierra segura. La barra de tierra deberá tener dos terminales, uno de cada lado, para la conexión al sistema de tierra de la subestación.

Los tableros deberán contar con interruptores de caja moldeada aptos para las operaciones de conmutación y deberán contar con contactos auxiliares para su comunicación con el sistema SCADA.

La entrada y salida de los conductores, tanto de circuitos como de alimentadores, deberá ser por el fondo de los tableros. Los paneles de distribución deben tener completo acceso frontal con una cubierta trasera removible y deberán suministrarse con todos los tornillos de anclajes necesarios.

### Circuitos de Salida

Todas las salidas de los distintos circuitos utilizarán interruptores termomagnéticos adecuados a las cargas que alimentan y siempre con un 20% de reserva instalado.

El Contratista deberá determinar las cantidades y características finales de los equipos de servicios auxiliares.

Los dispositivos de cierre eléctrico serán aptos para operación con tensiones entre 110% y 80% del voltaje nominal de control. Todos los dispositivos de disparo eléctrico deben ser aptos para una operación entre 120% y 50% del voltaje nominal de control.

Se debe disponer de un panel AC de exterior para conexión de la máquina de filtrado de aceite de los transformadores de potencia. Este debe estar dispuesto próximo a los transformadores. Estará alimentado desde el tablero general de servicios auxiliares y debe manejar una carga de aproximadamente 150 kVA a 208 Vac.

### Medición y Señalizaciones

Cada tablero de distribución de baja tensión estará equipado con instrumentos de medición, como indicado. Los instrumentos y los elementos de control necesarios para la operación y supervisión deberán estar dispuestos de una forma clara y lógica.

Los medidores deben ser del tipo cuadrado preferiblemente equipados con mecanismo de hierro móvil o bobina móvil, para los instrumentos de CA y CC, respectivamente. PDTG-Medidores de medidas especiales.

Los amperímetros serán diseñados para soportar el paso de corrientes de falla previstas (amplitud y duración) del panel asociado. No serán previstos conmutadores de selección de corrientes para amperímetros, por consiguiente, serán suministrados para cada caso 3 amperímetros y 1 voltímetro con conmutador para las tensiones bifásicas y monofásicas en los tableros de CA, 1 voltímetro y un amperímetro en los tableros de CC.

Como mínimo el tablero de corriente alterna deberá contar con señalizaciones de funcionamiento del transformador y todas las señalizaciones que el Contratista crea necesarias para el funcionamiento óptimo y seguro de la subestación.

Como mínimo el tablero de corriente directa deberá contar con indicaciones de interruptor termomagnético disparado, sobretensión, baja tensión y todas las señalizaciones que el Contratista crea necesario para el funcionamiento óptimo y seguro de la subestación.

El sistema deberá contar con las salidas necesarias de supervisión para comunicación con el SCADA.

### Ensayos Tableros de Servicios Auxiliares

Se llevarán a cabo los siguientes ensayos:

* Inspección general.
* Pruebas de funcionamiento mecánico y eléctrico.
* Prueba de las características eléctricas.
* Prueba de resistencia de aislamiento.
* Tensión aplicada.

# Banco de Compensación Capacitiva Shunt 12.5 kV

El Banco de Capacitores será del tipo doble estrella con neutros conectados entre sí, pero aislados de tierra, conformando dos etapas. Tendrá dos etapas de (2) MVAR. El cual será maniobrado por un interruptor de potencia instalado en una celda de media de tensión desde el edificio de celdas.

La celda de media tensión deberá ser provista del relé de protección correspondiente.

El suministro del Banco de Capacitores deberá ser completo y deberá considerar todos los elementos de maniobra, dispositivos de protección, barras, estructuras, gabinetes y accesorios requeridos para el correcto montaje, puesta en marcha, mantención y operación de los equipos.

## Normas de Aplicación

Los capacitores, incluyendo sus accesorios (transformadores de corriente, protecciones, morsetería, aisladores soportes y toda otra estructura o accesorio de soporte necesario) se diseñarán, fabricarán y ensayarán de acuerdo con las últimas ediciones o revisiones de las normas técnicas que se indican disponibles a la fecha de cierre de las ofertas, y las siguientes normas y recomendaciones complementarias en lo que corresponda:

### Recomendaciones IEC

* + IEC 60871: Capacitores Shunt para sistemas de corriente alterna y potencia de más de 1000 V. Parte 1: General - Comportamiento, pruebas y valores nominales - Condiciones de Seguridad - Guía de instalación y operación. Parte 2: Prueba de durabilidad. Parte 3: Protecciones de condensadores y bancos de condensadores en paralelo. Parte 4: Fusibles internos.
  + IEC 60056: Interruptores de Alta Tensión para corriente alterna.
  + IEC 60099: Descargadores de Sobretensión.
  + IEC 60255: Relés eléctricos.
  + IEC 60044-1: Transformadores de Corriente.
  + IEC 60289: Reactores.
  + IEC 60420: Combinados interruptor –fusibles de corriente alterna para alta tensión.
  + IEC 60137: Aisladores pasantes para tensiones alternas superiores a 1.000 V.
  + IEC 60071: Coordinación de aislamiento.
  + IEC 60815: Guía para la selección de aisladores con respecto a condiciones de polución.

### Recomendaciones NORMAS ASTM, ANSI, IEEE

* + IEEE C57.16-2011 Standard Requirements, Terminology, and Test Code for Dry-Type Air Core Series- Connected Reactors.
  + EEE Std 18 - Condensadores de potencia en paralelo. IEEE Std. 80-2013 Guide for Safety in AC Substation Grounding.
  + ASTM A-343 - Part 44 Test for alternating-current magnetic properties of materials at power frequencies using the wattmeter-ammeter-voltmeter method and 25 cm Epstein frame.
  + ASTM A-344-Part 44 Test for electrical and mechanical properties at magnetic materials ASTM D-202-Part 29 Sampling and testing untreated paper used for electrical insulation ASTM D-709-Part 29 Specification for laminated thermosetting materials.
  + ASTM A123: Especificación para galvanizado en caliente de productos de hierro y acero.
  + ASTM A153: Especificación para galvanizado en caliente de herrajes de hierro y acero.
  + ISO 1461 (1999): “Galvanizado en baño caliente de productos de hierro y acero – Especificación y métodos de prueba”.
  + ANSI/NEMACC 1-2009 Electrical Power Connections for Substations. ANSI/IEEE C2-2017 National Electrical Safety Code (NESC).
  + ANSI C37.66: R Requerimientos para capacitores en aceite, para sistemas de corriente alterna.

## Capacitores

Los capacitores que componen el Banco deben ser estáticos, monofásicos, construidos en estanque metálico sellado, con terminales accesibles y aislados. Deberán contar con manillas para su manipulación o traslado.

Cada unidad del banco debe poseer una resistencia de descarga interna con el objeto de reducir la tensión a la cual queda cargado el condensador al ser desconectado de la red. La reducción de tensión será desde el valor cresta hasta 50 volts o menos dentro de 5 minutos después de desconectar las unidades.

El líquido dieléctrico deberá ser biodegradable. No se aceptará como líquido dieléctrico impregnantes en el interior de los condensadores a aquellos que en su composición contengan bifenilos policlorados (PCB).

El estanque o recipiente que contiene a los electrodos, fusibles (si corresponde), resistencia y dieléctricos estará construido de acero inoxidable con un recubrimiento protector tal que su superficie interior y exterior no sean atacadas por el líquido impregnante y el medio ambiente respectivamente.

En la construcción de los capacitores, se debe considerar que las placas internas sean de aluminio o calidad superior con dieléctrico de película de polipropileno. Todos los capacitores deberán ser aptos para operar con 110% de su tensión nominal en régimen continuo.

Los capacitores serán apropiados para operar con una corriente de línea de al menos 1.3 veces la corriente nominal en forma continua.

La tensión nominal de cada capacitor o grupos de capacitores en serie será igual o superior a la tensión de servicio máxima del banco de capacitores. Para el banco de capacitores se usan grupos en serie por fase, la tensión nominal de cada unidad deberá ser igual o superior a la tensión de servicio máxima de los bancos de capacitores, dividida por el número de grupos en serie.

## Alcance y Limites del Suministro

Un (1) Banco Trifásico de Compensación Capacitiva Shunt para el transformador de potencia de 4 MVAR dividido en dos etapas de 2 MVAR.

Los equipos por suministrar según detalle indicado en Esquemas: Unifilares, plantas y cortes, serán los siguientes:

* Un (1) Banco de Compensación Capacitiva Shunt 4 MVAR dividido en dos etapas de 2 MVAR.

Montados sobre estructuras metálicas y debidamente aislados para tensión de 3x12.5 KV – BIL= 95kV; 60Hz, apto para instalación a la intemperie. Cada uno contará con:

* Bastidor: Consistente en estructuras metálicas construidas con perfiles laminados y de chapa doblada de hierro normalizados totalmente soldados o abulonados, cincados por inmersión en caliente (con un depósito mínimo de 650 g/m², según Norma ASTM 123), de tamaños normalizados, que permiten la fijación e interconexión de los capacitores, elementos de interconexión para formar el circuito deseado (barras de cobre o aluminio, aisladores soporte, cables desnudos, morsetas, terminales de compresión, etc.).
* Capacitores: de potencia unitaria, diseñados para la tensión de fase 7200 V-60Hz., BIL=95kV, con dos bornes aislados. El capacitor interiormente está constituido por un conjunto de capacitores elementales en serie y paralelo de modo de lograr la tensión y potencia deseadas. Cada capacitor elemental está constituido por: dieléctrico de film de polipropileno del tipo hazy rugoso, de muy bajas pérdidas, impregnante a base de bencil tolueno biodegradable libre de compuestos clorados y placas constituidas por folio de aluminio de 99.2% de pureza con márgenes dobladas, lo cual asegura un campo eléctrico controlado en los bordes y poseen fusibles, de modo de aislar cada uno de estos elementos fallados del resto, permitiendo el funcionamiento del banco de capacitores, aun con elementos separados por dichos fusibles. El capacitor dispondrá de un resistor interno de descarga para, una vez desconectado, reducir la tensión a 50V en cinco minutos. Para cada paso, el agrupamiento por fase de cada semibanco es de dos capacitores en paralelo. Cada fase se vincula a las otras mediante una conexión en estrella con neutro flotante.
* El Banco de Capacitores y su estructura deberá estar sólidamente aterrizado a la malla de tierra de la subestación.
* Será instalado un seccionador tripolar en la estructura del Banco de Capacitores que permitirá el aislamiento del banco de capacitores de la alimentación proveniente de la celda MT, por cada banco de capacitores. Los cables procedentes desde la celda MT llegarán a la entrada del seccionador. La ampacidad del seccionador será 600 A.
* Descargadores de sobretensión: Encargados de limitar el nivel de tensión transitorio frente a sobretensiones (externas) de origen atmosférico e internas (de maniobra), para la protección de la aislación de transformadores de medición, capacitores, y otros equipos de MT, tipo Estación, tensión máxima de servicio: MCOV 10 kV, Corriente de descarga: 10kA.
* Cableado y barreado de interconexión, herrajes, etc.: de modo de lograr una conexión en doble estrella con neutro flotante, la cual se obtiene aislando respecto de tierra el bastidor soporte de capacitores, mediante aisladores soporte del tipo pedestal para intemperie de porcelana con herrajes de hierro cincado. Las conexiones flexibles se efectuarán con dos conductores cableados de cobre desnudo soportados por morsetos de doble vía, más los respectivos aisladores soporte para lograr la separación y rigidez electrodinámica necesaria para soportar los elementos de conducción.
* La acometida deberá efectuarse directamente al seccionador por medio de cables independientes.
* Equipos de control.
* Seccionadores Tripolares: encargado de permitir corte visible en el banco de capacitores, tensión de diseño 17.5 kV, 600A.

## Inspección Técnica y Recepción

Todos los equipos incluidos en el suministro deberán ser sometidos a las pruebas de Rutina por el fabricante, las cuales tienen que ser suministradas al CONTRATANTE previo al envío de los equipos. Si algún equipo, no cumpliera alguna de las pruebas especificadas, el fabricante deberá tomar las medidas necesarias para detectar las fallas y corregirlas. Una vez efectuadas las correcciones necesarias, el fabricante deberá repetir todas las pruebas, para demostrar que dicho equipo cumple plenamente con las especificaciones.

Esta circunstancia deberá quedar registrada en el informe de pruebas, detallando la falla ocurrida. Una vez efectuadas todas las pruebas de recepción, el fabricante deberá entregar un informe completo y certificado de estas. Este informe será sometido a la aprobación final por parte del CONTRATANTE.

### Ensayos de Tipo

El Contratista proporcionará informes completos (protocolos) de pruebas Tipo efectuadas a capacitores idénticos a los ofrecidos. Cabe señalar, que sólo se aceptarán protocolos con una antigüedad menor a diez (10) años y realizados por un laboratorio independiente autorizados. Tales protocolos deberán ser respecto de las siguientes pruebas tipo:

* Voltaje de impulso entre terminales y contenedor (BIL).
* Ensayo de desconexión sobre fusibles internos.
* Medición de la tangente del ángulo de pérdidas.
* Pruebas de estabilidad térmica.
* Prueba de aislación con tensión a frecuencia industrial, entre terminales y contenedor.
* Prueba de descarga de cortocircuito.

### Ensayos de Rutina

Los ensayos que se especifican a continuación se realizarán en fábrica. Al someterlos a cualquiera de las pruebas, los equipos no deberán fallar, comportarse anormalmente ni presentar ningún deterioro visible.

Cada banco de capacitores debe ser completamente ensamblado en la fábrica y sometido a las pruebas de rutina especificadas en la publicación IEC 60871.

Se deberá realizar las siguientes pruebas de rutinas en fábrica o laboratorio autorizado. Las pruebas de recepción en fábrica serán realizadas de acuerdo con las recomendaciones de la Norma IEC 60871 o IEEE Std 18, según corresponda.

Se deberán considerar las siguientes pruebas de recepción en fábrica:

* Verificación dimensional e inspección general.
* Verificación de conexión.
* Prueba de aislación a los circuitos de baja tensión.
* Prueba de aislación con tensión a frecuencia industrial a los circuitos de media tensión.
* Pruebas funcionales del sistema de protección, control y medida.
* Pruebas mecánicas y verificación de enclavamientos.
* Verificación de pintura y galvanizado, cuando corresponda.
* Pruebas de rutina a los capacitores individuales según norma (Para los bancos de capacitores montado en estructura el fabricante efectuará las pruebas al conjunto de los equipos efectivamente montados sobre las estructuras).

## Embalaje para el Transporte de Capacitores

Cada banco de capacitores y sus accesorios deberán ser embalados para transporte marítimo y terrestre de exportación, preparando el embalaje para evitar daños (golpes, corrosión, absorción de humedad, etc.) y robos.

Cada bulto debe contener solamente piezas de una sola unidad. Los embalajes deben ser adecuados para soportar las operaciones normales de carga, descarga, y el eventual apilamiento de un bulto sobre otro.

Cuando los equipos deban desmantelarse para transporte, todas sus partes deberán marcarse claramente con el número de serie del equipo y los bultos correspondientes deberán tener una lista detallada de su contenido.

El embalaje de los accesorios deberá prepararse especialmente para transporte y manipulación poco cuidadosa, y deberá tener indicaciones muy claras respecto a la fragilidad de su contenido. Cada uno de los bultos deberá incluir facilidades para levantarlo mediante estrobos. Para el transporte marítimo de exportación, el fabricante deberá obtener la aprobación del embalaje por parte de las Compañías de

Transporte, antes de despachar el equipo desde la fábrica. Todos los bultos deberán llevar los detalles necesarios de identificación y manipulación, en forma clara e indeleble.

# Sistema de Medición de Energía

## Sistema de Medición Comercial 69 kV

La subestación debe ser provista de un Sistema de Medición Comercial (SMC), de acuerdo con los parámetros establecidos por la Superintendencia de Electricidad (SIE) y el Organismo Coordinador (OC) de la República Dominicana.

El Contratista deberá suministrar e instalar los equipos del SMC y sus accesorios que efectuarán la medición en el lado de alta tensión de los puntos frontera de interconexión de 69 kV de la empresa Transportista ETED y Distribuidora EDESUR correspondientes al respectivo campo de salida del transformador de potencia 69/12.8/10 kV.

### Alcance de Suministro de SMC

El SMC a suministrarse e instalarse en el campo de transformación de la subestación Cruce de Cabral deberá ser completo para cada uno de los nodos de medición de los puntos frontera ETED/ EDESUR de 69 kV, incluyendo los respectivos equipos de medición principal y de respaldo con todos los armarios, gabinetes y componentes del sistema, resistencias de compensación, caños, bandejas portacables, cables, tendidos, conexionado y todo otra parte que, aunque no se encuentre mencionada expresamente en las especificaciones técnicas, resulta necesaria para la operación satisfactoria y confiable del SMC, según lo indicado en las normas del OC.

La provisión incluye asimismo los componentes, interfaces, puertos y protocolos de comunicaciones en los equipos del SMC necesarios para su interrogación periódica y transmisión de datos al Centro Recolector SMC de EDESUR. Asimismo, el OC deberá poder acceder en forma remota para lectura de registros de datos del SMC.

Por otra parte, el suministro del SMC deberá incluir además un equipo de medición de energía de emergencia, equipo de respaldo de medición, registro y almacenamiento de datos, necesario para dar continuidad a la medición de energía y envío de datos al Centro Recolector SMC de EDESUR en estado de emergencia, esto es ante falla de ambos equipos de medición de energía principal y de respaldo y/o pérdida del enlace de comunicaciones.

Es responsabilidad del Contratista que el sistema suministrado cumpla con las características descritas a continuación:

* Los medidores del SMC principal y respaldo tienen que cumplir con las características técnicas que se detallan en ficha técnica adjunta (PDTG – Medidor Multienergía CL20 3Ø, 4H, IND. A LIN TBOT).
* La precisión de los CTs. del SMC tiene que ser 0.2 (Isec. a 1Amps.), como se detallan en la ficha técnica adjunta.
* La precisión de los PTs. del SMC tiene que ser 0.2, como se detallan en la ficha técnica adjunta.
* La cantidad de medidores para el SMC son dos (2) (medidores principal y respaldo) y un (1) medidor de emergencia independiente de los equipos del SMC.
* Los medidores del SMC tienen que estar en un armario independiente del medidor de emergencia.
* El gabinete y las Borneras de conexión de los PTs. Y CTs. deben ser precintables, con el propósito de que el OC pueda colocar los sellos de seguridad.
* Los conductores para realizar el conexionado de las señales de tensión y corriente debe de ser de calibre 4 y 6 mm2 respectivamente.
* El SMC deberá contar con un sistema de alimentación auxiliar, proveniente del tablero de corriente continua de 125 Vcc con su respectivo breaker de protección.
* Los PTs. Y CTs tendrán unas resistencias de compensación de carga con las características que se detallan en la ficha técnica adjunta.

### Alimentación de Reserva

Para hacer frente a la falta de alimentación normal de la red. El sistema deberá contar con una batería de reserva que asegure el funcionamiento y el almacenamiento de los datos en memoria por un periodo mínimo de 30 días a 30 ºC. Las baterías deberán ser del tipo Níquel-Cadmio o similar, recargable con una expectativa de vida útil no menor de 5 años. El tiempo de recuperación desde el 50% de carga no debe ser mayor de 10 horas. Alternativamente, la batería podrá ser de litio con autonomía de 360 días y una vida útil de no menos de 10 años. En todo caso, la batería debe ser fácilmente cambiable, sin que se requiera enviar el medidor a la fábrica.

## Medición Salidas Circuitos MT

La subestación debe ser provista de un sistema de medición de salidas de MT, de acuerdo con los parámetros requeridos por EDESUR Dominicana. El Contratista debe incluir en su oferta los equipos que efectuarán la medición de todas las salidas de los circuitos de MT, incluyendo los puertos, interfaces y protocolos de comunicaciones necesarios para la transmisión de datos al centro de control de energía de EDESUR.

Es responsabilidad del Contratista que el sistema suministrado cumpla con las características descripta a continuación:

* Los medidores de los circuitos deben cumplir con las características técnicas que se detallan en ficha técnica adjunta (PDTG – CONTADOR CON PERFIL 0.5S INTERF. DNP3.0 – ETH).
* La precisión de los PTs y CTs de los circuitos deben cumplir con las características técnicas que se detallan en la ficha adjunta.
* El armario para los medidores de cuatro (4) salidas de circuitos, uno (1) para SSAA y uno (1) para banco de capacitores, incluyendo bornera seccionables y cortocircutables para PT y CT respectivamente.
* Los requerimientos antes señalados deberán ser aprobados previamente por el CONTRATANTE.

## Sistema de Medición de Servicio Auxiliares

Los transformadores de servicios auxiliares deben ser provistos de un sistema de medición de energía. El Contratista deberá suplir el equipo medidor completo para la medición de energía en cada uno de los alimentadores de baja tensión de entrada al tablero general de servicios auxiliares de C.A. (TGSACA) de la subestación, equipo de medición de energía activa y reactiva de clase 0.5 S con unidad LCD de visualización, puertos y protocolos de comunicaciones para la transmisión de datos al centro de control de EDESUR. El suministro será completo y cumplirá las normas IEC 62053, IEC 62052, IEC 60687 y los requerimientos suministrados por el CONTRATANTE en las fichas técnicas.

Entre los requerimientos principales solicitados por Edesur Dominicana se enlistas los siguientes:

* Los CTs para los servicios de estación son indirectos en el lado de baja tensión.
* El medidor de los servicios de estación tiene que estar en un armario de medida indirecta.

## Protocolos de Comunicación de los Sistema de Medición

El tipo de protocolo de comunicación utilizado en los medidores del SMC AT, medición salidas circuitos de MT y medición de servicio de auxiliares es responsabilidad del Contratista y se detallan a continuación:

* Para los medidores del Sistema de Medición Comercial y Circuitos se utiliza los protocolos de comunicación Puerto RJ-45 Ethernet TCP/IP, RS-232, RS-485, DNP 3.0, Modbus TCP/IP y Modbus RTU/ASCII.
* Para los medidores de los servicios de estación se utilizan los módulos de comunicación GPRS TCP/IP, 3G TCP/IP.
* El sistema debe ser leído y gestionado por MV-90 y Prime Read.

# Sistema de Protecciones y Control

Por la importancia que tiene el sistema de transmisión y distribución, se requiere que los sistemas de protecciones cuenten con los mayores grados de confiabilidad y seguridad que puedan brindar los fabricantes en la actualidad en función de la calidad de los materiales suministrados, como así también de la calidad de la ingeniería a aplicar en el diseño de las lógicas de protecciones y de interacción entre protecciones y equipos.

Por consiguiente, resulta de cumplimiento obligatorio, donde sea aplicable, todo lo especificado en las reglamentaciones propias de diseño de instalaciones y equipos de las empresas Edesur y ETED vinculados al sistema de transporte de alta y media tensión en la República Dominicana.

Dentro del sistema se involucra a los equipos que desempeñan las funciones de telecontrol de los aparatos y equipos del campo de maniobra y las funciones de telesupervisión tanto del valor de las magnitudes eléctricas en tiempo real como del estado de aparatos y ocurrencia de eventos discretos (señalizaciones, alarmas, mediciones, etc.).

El campo de transformación, así como las celdas de media tensión estación serán telecontrolada, por lo cual el sistema de telecontrol deberá incluir todas las interfaces necesarias y protocolos de diálogo, para que la totalidad de información pueda intercambiarse entre el Gateway y el Centro de Operación de la Red vía enlaces de comunicaciones.

El diseño y la implementación de las lógicas de interacción entre protecciones y equipos estará a cargo del Contratista. Dichas lógicas estarán desarrolladas en base a las funciones solicitadas para cada protección y a las informaciones suministradas por equipos y sistemas de las instalaciones. El diseño deberá ser revisado y aprobado por el CONTRATANTE.

## Alcance del Suministro de Protecciones

### Alcance del Suministro de Protecciones Transformador de 69/12.8/10 kV

El Contratista será responsable de realizar y/o suministrar lo indicado a continuación:

* Suministrar, montaje, instalación, conexionado y ensayos de los gabinetes conteniendo los relés de protecciones. A saber:

Un (1) Relé de Protección (Relé Protección Diferencial (87T), un (1) Relé de Sobrecorriente de AT (50/51) y un (1) Relé de Sobrecorriente MT (50/51) y la protección del relé 86 para el transformador 69/12.8/10 kV, 30 MVA.

* El suministro de todo el software del original asociado.
* El suministro de terminales, relés y accesorios sueltos necesarios.
* Los protocolos de ensayos en fábrica de todos los suministros.
* Programación y ajuste de los sistemas de protecciones y de registro oscilográfico de perturbaciones.
* La ejecución de los ensayos de puesta en servicio de los sistemas de protecciones y de su registro oscilográfico de perturbaciones.
* La inclusión de la función del Lock Out y alarmas del transformador.
* La entrega en término de toda la documentación: Planos, manuales, catálogos, listas de materiales, protocolos proforma, protocolos de ensayos en fábrica y de puesta en servicio, memorias técnicas, gama de mantenimiento, etc. según lo indicado en las Especificaciones Técnicas y PDTGs.

El estudio de coordinación de las protecciones del campo de transformación será realizado por el Contratista con información suministrada por EDESUR.

## Normas y Especificaciones

Complementarán a la misma, en los aspectos en que ello fuere estrictamente necesario, las siguientes Normas y Especificaciones:

* **IEC 60947**: Aparatos de distribución y control de baja tensión. -Low-voltage switchgear and control gear.
* **IEC 60038**: Tensiones estandarizada IEC. -*IEC Standard voltajes.*
* **IEC 60068:** Pruebas medioambientales. -*Environmental tests.*
* **IEC 60664-2016**: Coordinación del aislamiento para equipos de baja tensión. - *Insulation coordination for equipment within low-voltage systems.*
* **IEC 62053-22**: Equipos de mediciones electricas (c.a.)- Requerimientos Particulares – Parte 22: Mediciones estaticas de energia active (clases 0.2s y 0.5 s). *- Electricity metering equipment (a.c.) -* *Particular Requirements - Part 22: Static meters for active energy* *(classes 0,2 S and 0,5 S).*
* **ANSI C12.20:** Medidores electricos – *Calases de Precision 0.1, 0.2, y 0.5. - Electricity Meters - 0.1, 0.2, and 0.5 Accuracy Classes.*

## Condiciones Ambientales y Ubicación Física

Los armarios de protección estarán instalados en salas separadas de los equipos de control del campo de distribución, los gabinetes tendrán color RAL 5003.

Los edificios contarán con equipos de aire acondicionado del tipo manejadora ducteable, de tal manera que se puedan garantizar temperaturas razonables de trabajo, especialmente para aquellos equipos con componentes de estado sólido, absorbiendo la disipación del calor generado por los mismos.

## Circuitos Externos

### Circuitos Externos de Protección

Los circuitos de protección a los cuales estarán conectadas las protecciones estarán conformados por los secundarios de los transformadores de tensión (PT) y por los de los transformadores de corriente (CT), ambos con conexión en estrella con neutro a tierra, con una sola puesta a tierra en el lado campo, al pie de los PT y CT, con una distribución a cuatro hilos por circuito y por núcleo de transformador. Los PT de 69 kV suministrarán una tensión de 115/1.73 V - 60 Hz por fase y los CT 5A por fase, mientras que los PT de 12.5 kV 115/1.73 V - 60 Hz por fase y los CT 5A por fase para las salidas de la celda de MT y 5A por fase para la llegada de alimentación de la celda de MT, como valores nominales para los relés.

Las tensiones y las corrientes llegarán a los armarios de protecciones con cables antiroedores, para reducción de interferencias electromagnéticas, con una sección mínima de cobre AWG 14 (2.5 mm2) para las primeras y AWG 12 (4 mm2) para las segundas con un nivel de aislamiento de 600 V.

No se permitirá empalmes en los alambrados y todas las conexiones se efectuarán en regletas o bloques terminales. La protección contra cortocircuitos y sobrecarga de los diferentes circuitos deberá realizarse por medio de interruptores termomagnéticos. Estos interruptores serán del tipo ultrarrápidos y tendrán contactos auxiliares para bloqueo de la protección y alarma.

Los circuitos de corriente para medición y protección no tendrán interruptores ni fusibles, por lo que se suministrarán borneras del tipo cortocircuitables para efectuar con facilidad los puentes en los cables que conecten la parte secundaria de los transformadores de corriente.

### Circuitos Externos de Alimentación

La tensión de alimentación a las protecciones deberá ser independiente de la tensión de comando. Cada tensión tendrá su propio interruptor termomagnético independiente. Esa tensión auxiliar también será utilizada en la implementación de funciones por medio de las lógicas internas/externas y la de informaciones asociadas a las protecciones respectivas.

Las alarmas y señalizaciones tendrán tensiones propias. La falta de la tensión auxiliar de protecciones deberá indicarse en forma local y remota.

### Circuitos Externos de Comando y Señalización

Para la alimentación de los disparos y de las señales de recierre se utilizará la tensión auxiliar de comando de 125 Vcc. También se utilizará la misma tensión para las funciones lógicas externas de comando asociadas a la protección.

Para la alimentación de señalizaciones remotas, se utilizarán las tensiones de los respectivos destinos y las señales serán llevadas por medio de los contactos libres de potencial con que deberán contar las unidades de señalización de las protecciones u otro medio que asegure aislación galvánica, es decir, las fuentes de CC no deben compartirse. No deben cablearse alarmas desde un contacto de disparo, sino que debe colocarse un contacto auxiliar para obtener dichas alarmas.

Las protecciones deberán contar con la cantidad suficiente de contactos de salida para las alarmas locales y remotas, así como las lógicas complementarias que requiera el proyecto.

## Características Comunes de Protecciones y Equipos

### Componentes

Todos los componentes eléctricos y electrónicos, a suministrar, deberán estar diseñados para soportar una tensión de impulso según la norma IEC 60255-3 aplicada a nivel de bornera terminal o bien, aplicada en bornes de cada protección sin que se alteren transitoria o permanentemente sus funciones originales. Esto incluye a todos los elementos que se traten de componentes de estado sólido o relés auxiliares electromecánicos, transformadores, filtros, cables, borneras o circuitos impresos, etc.

Todos los componentes de estado sólido de protecciones, localizadores de fallas y otros equipos, a suministrar, deberán estar diseñados para soportar perturbaciones electromagnéticas de alta frecuencia según IEC 60255-3, o bien según ANSI IEEE C37.90.1-2002 (SWC). (Switch Withstand Capability) (SWC), sin que se alteren en forma transitoria o permanente sus prestaciones originales.

La confiabilidad de los componentes de estado sólido a suministrar deberá estar garantizada según la norma MIL-STD 781 B o norma equivalente.

### Llave de Prueba

Cada protección deberá contar con enchufes de prueba de tipo de corredizo u otro. Este dispositivo deberá ser suministrado en forma completa con todos los accesorios necesarios para realizar los ensayos de la protección con los transformadores de medición en servicio, a fin de efectuar pruebas sin necesidad de mover el relé.

Los dispositivos o llaves de prueba tendrán una indicación de posición local clara y visible y dispondrán también de indicación de posición remota. Asimismo, deberán permitir las pruebas y ensayos de todos los módulos integrantes de la protección.

### Unidades de Señalización y Reposición Local

Cada equipo de protección dispondrá de indicadores locales mediante leds, los cuales quedarán con señalización permanente en caso de actuación de dicho equipo. La reposición será local y a distancia.

### Unidades de Salidas de Alarmas y Disparos

Todas las protecciones y equipos contarán con unidades de salida de alarmas o indicaciones de actuación para el envío de señales a distancia. Dichas unidades estarán constituidas por contactos auxiliares ultrarrápidos (con operación menor que 5 ms) para el envío de señales.

Los contactos de salida de alarma operarán con la tensión de 125 Vcc, según el destino.

Las protecciones y equipos contarán con unidades de salida de disparos que llevarán las señales de disparo a los interruptores asociados por la actuación de dichas protecciones.

El Contratista propondrá el sistema de protección de los contactos de disparo, que deberá ser aprobado por el CONTRATANTE.

### Documentación Técnica

El Contratista entregará entre otras la siguiente documentación específica para protecciones y equipos:

* Diagramas lógicos (en bloques) del funcionamiento de uno o más módulos que intervengan en la funcionalidad de un conjunto parcial o total del equipo o aparato suministrado.
* Diagramas en bloques de protecciones y sus lógicas de interacción implementada con relés o eventualmente en forma estática.
* Listas de componentes con códigos de identificación, descripción, marca y modelo de cada uno de ellos, por cada tarjeta o módulo.
* Listado de materiales utilizados en el hardware con indicaciones de número de tarjeta, número de circuito impreso, descripción, marca y modelo de zócalos del tipo insertable y accesorios.
* Planos eléctricos particulares específicos de cada protección, si se tratara de planos estándar de fabricante con una o más versiones de módulos o elementos opcionales, el Contratista incluirá, en cada caso, en cada leyenda, en cada posición modular y en cada lugar donde figuren las opciones, la versión utilizada para el suministro contractual particular.
* Curvas características de actuación de cada protección, donde se pueda ver el tiempo de operación en función de los parámetros de actuación.
* Planos funcionales de protecciones, alarmas, señalizaciones, etc.
* Planos trifilares de los circuitos de medición de las protecciones.

## Características Generales y Composición de las Protecciones del Transformador

El transformador de potencia contará con una protección principal y dos (2) de respaldo. La protección diferencial de transformador (87T) será la protección principal y las protecciones de respaldo serán una protección de sobre corriente (51/50) del lado AT y otra del lado MT. Estas protecciones deberán disponer de un relé independiente entre ellas.

El relé diferencial se mantendrá en comunicación continua con los devanados secundarios de los CT de AT y del lado MT dispuesto en la celda de media tensión.

Se debe suministrar:

* Un (1) armario de protecciones y control por cada transformador, dotado tres (3) relés de protección (protección diferencial y protección de sobrecorriente del lado AT y MT), con las funciones y accesorios indicados a continuación.

El relé de protección diferencial del transformador deberá contar con las siguientes funciones:

* Diferencial trifásica con frenado porcentual y de armónicos (87).
* Diferencial trifásica instantánea sin frenado (87/50).
* Unidad de faltas a tierra restringidas (87N).
* Unidades sobreintensidad instantánea y temporizada de fase y de neutro (50, 51, 50N, 51N).
* Unidades sobreintensidad instantánea y temporizada de Secuencia inversa (50Q, 51Q).
* Sobreintensidad direccional de neutro polarizada por corriente (67N).
* Sobreintensidad instantánea y temporizada de tierra (medida de canal de tierra) (50G, 51G).
* Detector de Falta (50FD).
* Unidad Fallo de interruptor (50BF).
* Unidades sobretensión fases (59).
* Unidad de imagen térmica de devanado (49W).
* Unidad de imagen térmica de tierra (49G).
* Unidades supervisión de medidas de intensidad (60CT).
* Detector de fallo de fusible (60VT).
* Detector de falta externa.
* Unidades subtensión de fases (27).
* Unidades sobrefrecuencia y subfrecuencia (81M, 81m).
* Unidades derivadas de frecuencia (81D).
* Carga Fría.
* Supervisión de Bobinas (2).
* Supervisión de Interruptor.
* Protocolos de comunicación IEC 61850 y DNP3.

Entre las funciones que deberán contar los relés de protección de sobrecorriente (50/51) se enlistan los siguientes:

* Unidades sobreintensidad instantánea y temporizada de fase (50, 51).
* Unidades sobreintensidad instantánea y temporizada de neutro (50N, 51N).
* Unidades sobreintensidad instantánea y temporizada de secuencia inversa (50Q, 51Q).
* Unidades sobreintensidad instantánea y temporizada de neutro sensible (50Ns, 51Ns).
* Desbalance del neutro.
* Unidades direccionales de fase y de neutro (67, 67N).
* Unidades direccionales de neutro sensible y neutro aislado (67Ns, 67Ni).
* Unidades direccionales de neutro compensado (67Nc).
* Unidad direccional de secuencia directa (67P).
* Detector de falta (50FD).
* Unidades mínima tensión de fases (37).
* Unidad de fase abierta (46).
* Unidades subtensión de fases (27).
* Unidades Sobretensión fases (59).
* Unidades sobrefrecuencia y subfrecuencia (81M, 81m).
* Unidades derivadas de frecuencia (81D).
* Unidades direccionales de potencia activa/reactiva (32P/Q).
* Unidad fallo de interruptor (50BF).
* Carga fría.
* Unidades comprobación de sincronismo (25).
* Reenganche programable de hasta 4 ciclos (79).
* Supervisión de bobinas.
* Supervisión de interruptor.
* Discordancia de polos.
* Localizador de faltas.
* Protocolos de comunicación IEC 61850 y DNP3 y/o superior.

Nota: La corriente nominal de todos los relés debe ser ajustable por software y hardware a 1 y 5 A con entrada ajustable de tensión entre 80 – 125 Vcc.

## Terminales de Protección en Celdas MT 12.5 kV

### Protección para Salidas a Redes de Distribución MT

Las salidas de circuitos de distribución contarán únicamente con protección de sobrecorriente, con funciones para protecciones instantáneas y temporizadas de fase y neutro.

El relé de sobrecorriente para salidas de media tensión será el mismo que el descrito en la sección “Características Generales y Composición de las Protecciones del Transformador’’.

## Ensayos

Para la energización y para asegurar el correcto funcionamiento de todos los elementos asociados a transformadores de tensión y de corriente, se requerirán fuentes de tensión y de corriente constantes que provean magnitudes senoidales estables y de baja distorsión.

Los elementos de corriente continua deberán energizarse con fuentes de tensión o de corriente apropiadas, dependiendo de sus especificaciones operacionales.

Los ensayos deberán incluir como mínimo los siguientes:

1. Ensayo funcional de cada circuito y de cada elemento alimentado por transformadores de tensión y de corriente, incluyendo relés de protección, a saber:

* Ensayo funcional en el o los puntos operacionales especificados o verificados en la curva de calibración.
* Verificación de la indicación visual de operación en toma seleccionada.
* Ensayo funcional completo y verificación de los módulos componentes de la lógica complementaria.
* Ensayo de secuencia de todos los circuitos involucrados con simulación de maniobra de interruptores de potencia y paneles de control externos, para permitir la medición de tiempos secuenciales. A tal efecto deberán utilizarse las tensiones y corrientes reales.
* Verificación de continuidad con un equipo adecuado, de todos los circuitos no contemplados en el párrafo anterior.
* Verificación de todas las tensiones, corrientes, temporizaciones, esquemas de operación y lecturas de instrumentos utilizando como referencia, los diagramas elementales.
* Verificación de la correcta operación de todos los elementos cortocircuitadores.

1. El cableado interno, borneras y accesorios será sometido a los ensayos dieléctricos de acuerdo con los siguientes valores:

* Circuitos de corriente = 2.5kV - 60Hz durante 1 minuto.
* Circuitos restantes = 2.0kV - 60Hz durante 1 minuto.

1. Todos los nuevos sistemas de protección serán sometidos a una prueba de sobretensión para verificar la soportabilidad de tensiones de impulso de acuerdo con la norma IEC 60255-3.
2. Todos los nuevos sistemas de protecciones serán sometidos a las solicitaciones de perturbaciones electromagnéticas de acuerdo con la norma IEC 60255-3, aplicación de trenes de onda de tensión 2.5 kV de amplitud a 1 MHz, repetidos cada 2.5 ms durante 2 segundos con un tiempo de amortiguación final de 3 a 6 ciclos o bien según la norma ANSI IEEE C37.90.1-2002 (SWC). (Switch withstand capability).
3. Ensayo de interoperabilidad entre relés de protecciones y unidad central de control.

Se verificará la consistencia del perfil de la instrumentación de los protocolos adoptados en cada equipo, debiendo cumplir mínimamente con los siguientes acuerdos:

* Sincronización horaria de eventos mediante reloj satelital.
* Solicitud y respuesta de objetos por ciclo de interrogación de integridad.
* Solicitud y respuesta de eventos por cambio o excepción.
* Interoperabilidad de flags y bits de estado de objetos.
* Interoperabilidad en todas las capas de comunicación que garantice funcionamiento estable y en condiciones de renganche recuperación ante fallas.

En todos los casos, deberán ser contemplados todos los objetos que sean necesarios disponer para el proyecto y que se acuerden previamente.

En caso de no disponerse de esos objetos o de mala operación, el contratista deberá responsabilizarse de efectuar las correcciones necesarias en los firmwares hasta obtener un funcionamiento aceptable.

Deberá utilizarse instrumental homologado por las instituciones oficiales que patrocinen los protocolos, por ejemplo, emuladores.

### Ensayos en obra para la puesta en servicio

Los ensayos sobre cada armario comprenderán como mínimo los siguientes:

* Verificación visual y mecánica.
* Verificación de la integración de componentes del armario.
* Revisión de las borneras externas.
* Comprobación de las tensiones auxiliares.
* Ensayo funcional completo.
* Ensayo de aislamiento dieléctrico.

Estos ensayos estarán destinados fundamentalmente a comprobar la aptitud para entrar en servicio, del equipamiento montado y conectado al resto del campo de maniobras.

El Contratista hará entregas de los protocolos utilizados para el análisis y revisión de estos, para ser aprobados por el CONTRATANTE.

El Contratista será responsable de la ejecución de todas las pruebas y ensayos de inyección secundaria para cada sistema de protección provisto, para lo cual deberá contar con todos los equipos necesarios a estos efectos certificados y calibrados.

* 1. ***Sistema de Automatización de EDESUR***
     1. *Alcance del Suministro del Sistema de Automatización*

Estará a cargo del Contratista la realización en forma completa del proyecto y la ingeniería de detalle según Norma IEC61850 del SAS, incluyendo las funciones de adquisición de datos, supervisión, control local, protecciones, automatismos y telecontrol del campo de transformación de la SE Cruce de Cabral. Igualmente, el Contratista deberá presentar este proyecto al CONTRATANTE para su evaluación y correspondiente aprobación.

El Contratista estará obligado a suministrar al CONTRATANTE toda la documentación de la ingeniería del proyecto del SAS según Norma IEC 61850 para el campo de transformación, comprendiendo a todos los equipos de red LAN, software y demás componentes. Se incluye el suministro de los programas de aplicación necesarios para posibilitar al CONTRATANTE realizar futuras modificaciones y ampliaciones del sistema de control y protecciones provisto.

Es de consideración resaltar que, en caso de no encontrarse expresamente indicado algún requerimiento adicional en las especificaciones técnicas pero que resulten necesarios para la operación completa, segura, confiable y totalmente satisfactoria del SAS, el Contratista deberá proponer soluciones al CONTRATANTE en su oferta.

Se incluirá como mínimo y en forma no limitativa la provisión de los equipos y componentes, el software del sistema, la realización de trabajos de montaje, instalación, ensayos y puesta en servicio.

* + 1. *Suministro Red Ethernet del Sistema de Control y Protecciones*

Suministro para el campo de transformación de la subestación Cruce de Cabral 69/12.5 kV será de una red Ethernet de 1Gbit/s, completa, operando bajo protocolo IEC 61850 en toda su extensión y protocolo de protección paralelo. La red será duplicada a través de un enlace por una fibra óptica separados e independientes, incluyendo los switches respectivos y demás equipos. El tendido de la red incluirá los dispositivos electrónicos inteligente (IEDs) de los gabinetes de control y protecciones de los transformadores de potencia, IED de las celdas de 12.5 kV, IED de tableros de servicios Auxiliares de corriente alterna y continua, así como también los equipos de la sala de control y comunicaciones del edificio de media tensión.

La provisión de ingeniería de detalle incluirá todos los dispositivos de conmutación, switches industriales, equipos de enrutamiento, cables fibras ópticas, distribuidores de fibras ópticas, servidores seriales, servidores de tiempo, el software completo y las licencias de uso del software suministrado, la configuración de la red para la instalación y operación de los equipos con las funciones solicitadas.

* + 1. *Sala de Control de Servidores y Comunicaciones de MT*

En el edificio de MT de Edesur de la subestación Cruce de Cabral, el área de la sala de control y comunicaciones, el suministro deberá incluir como mínimo y en forma no limitativa los siguientes ítems:

Consola de control local centralizado (CCL) de las instalaciones del campo de transformación de la subestación, Interfaz de Diálogo Hombre Máquina (IHM) para función SCADA de supervisión y comando de equipos, incluyendo una (1) consola de operación, de tipo industrial con sus respectivos equipos PC, monitor led de video 24” a color de alta definición, teclado y joystick. Entre otras funciones deberá incluir el sistema de monitoreo de gases del transformador de potencia T01 69/12.8/10 kV, 30 MVA.

En uso normal de la consola estará seleccionada como Consola de Operación del SAS. La selección y acceso a la función de protecciones incluirá un procedimiento de seguridad de verificación del permiso de acceso correspondiente.

Estimar un (1) equipo Gateway de configuración para operación de telecontrol a ser instalados en la caseta de celdas de media tensión y control.

La unidad Gateway deberá ser apta para operar con los siguientes protocolos:

* IEC61850 MMS
* IEC60870-5-104.
* DNP3 o superior.
* Modbus RTU y TCP/IP.
* Otros protocolos por definir en la etapa de ingeniería de detalle.

Considerar equipo controlador IED de Entradas/Salidas con protocolo IEC 61850 a ser instalado en el área de la caseta de celdas de media tensión y control.

La configuración de las bases de datos de telecontrol será en las unidades de servidores SCADA y Gateway.

Un (1) equipo de sincronización horaria satelital (GPS) completos con receptor o sus antenas respectivas, incluyendo servidor de tiempo, además los IED debe tener un reloj interno para ser usado en caso de falla del GPS.

Prever un armario de interfaz de red y fibra óptica a ser instalados en la caseta de celdas de media tensión y control de Edesur, incluyendo distribuidor de fibras ópticas, switches de los anillos de red, distribuidor de fibras ópticas y otros componentes según sean necesarios.

La red Ethernet interna será duplicada en anillos en área de la caseta de celdas de media tensión y control, dicha red formará parte de la red Ethernet del sistema de supervisión y control de la subestación.

Considerar un sistema de medición de temperatura y humedad relativa en el ambiente de la caseta de celdas de media tensión y control.

Se suministrará un equipo data logger de monitoreo con los sensores correspondientes para medición, almacenamiento y procesamiento de datos ambientales de temperatura y humedad relativa a instalarse en el área de caseta de celdas de media tensión y control. El equipo mencionado se conectará a la red Ethernet del SAS de la Subestación.

* + 1. *Telecontrol de la Subestación desde el Centro De Operaciones de Edesur*

Suministro de módulos de interfaces y protocolos de comunicaciones para las funciones de telecontrol, serán de acuerdo con las recomendaciones establecidas en la norma IEC 61850, IEC60870-5-104, DNP 3 entre otros.

El suministro de la ingeniería de detalle por parte del Contratista deberá incluir la provisión de todos los equipos, módulos e interfaces de comunicaciones necesarios para el diálogo operativo del Gateway con el Centro de Control de Edesur. La interconexión de los equipos Gateway con el sistema de control de la subestación será a través de bornes, conectores terminales del sistema de comunicaciones de fibras ópticas con la finalidad de realizar enlace con el Centro de Control de Operaciones de Edesur, donde se ejercerá el telecontrol del campo de transformación.

Entre las señales y alarmas requeridas para ser enviadas hacia el Centro de Control de Operaciones de Edesur, podemos mencionar de manera no limitativa las siguientes:

*Transformador*

* Problemas en circuito de comando lado 69 kV.
* Problemas de interruptor de 69 kV.
* Problemas en circuito de comando de protecciones lado 69 kV.
* Falta tensión de corriente continua de protecciones lado 69 kV.
* Falta tensión de corriente alterna protección lado 69 kV.
* Buchholz RBC alarma.
* Nivel de aceite alarma.
* Nivel de aceite desenganche.
* Imagen térmica alarma.
* Sobre-temperatura aceite alarma.

*Posición*

* Interruptores y seccionadores de transformador.
* Interruptores y seccionadores de celdas de MT.

*Alarmas permanentes de servicios auxiliares*

* Falta tensión general de batería.
* Falta tensión general de comandos de protecciones.
* Falta tensión de comando de seccionadores 69 kV.
* Falta tensión de alimentación a protecciones.
* Falta tensión de protección de falla interruptor.
* Falta tensión de corriente continua señalización.
* Falta tensión de corriente continua alarma.
* Falta tensión de corriente continua motores.
* Falta tensión de corriente continua alimentación a sistema de comunicaciones.
* Falta tensión de corriente continua iluminación de emergencia.
* Falta tensión general de servicios auxiliares de corriente alterna.
* Falta tensión de corriente alterna alimentación al SCADA.
* Falta tensión de medición comercial transformador.

*Sistema de video vigilancia*

* Estará integrado al sistema SCADA y visible por el Centro de Operación de Red (COR).
* Estará integrado al CCTV.

El Contratista deberá presentar durante la ingeniería de detalle el conjunto de alarmas y señales que crea necesarias para el correcto funcionamiento del campo de transformación para ser autorizada por el CONTRATANTE.

## Capacitación SAS

Se deberá organizar y dictar un curso de capacitación para el SAS de EDESUR con la mayor eficiencia en el sitio, que deberá cubrir, en forma teórica y práctica, los conceptos de configuración de hardware y software, con la profundidad necesaria, de forma que permita al CONTRATANTE fiscalizar, operar, mantener y desarrollar el sistema de supervisión y control satisfactoriamente.

La capacitación debe incluir lo descrito a continuación:

* Procedimiento de configuración de los equipos en base a todas sus capacidades, realizando ejemplos de aplicaciones reales.
* Procedimientos y criterio de actualización del software instalado en el equipo para el manejo de los diferentes módulos.
* Adiestramiento en el manejo del software de administración utilizado en las actividades de configuración, diagnóstico y mantenimiento.

# Sistema de Comunicaciones

El sistema de comunicación debe permitir el intercambio de información entre la subestación y los centros de control correspondientes y debe ser compatible con los componentes de los sistemas de automatización de la subestación.

El Contratista debe considerar el diseño, pruebas, instalación y puesta en marcha de los sistemas de comunicaciones independientes para cada uno de los SAS de la subestación.

## Sistema de Comunicaciones EDESUR

La comunicación entre el centro de operaciones y el SAS de EDESUR podrá realizarse a través de radio frecuencia (RF) o microondas. El Contratista deberá considerar un diseño funcional que asegure la comunicación efectiva y continua.

En la etapa de ingeniería de detalle se deberá presentar al CONTRATANTE el diseño y listado de elementos funcionales para fines de aprobación.

## Video Vigilancia

* El Contratista deberá dotar al campo de transformación y el interior de la caseta de control y de las celdas de media tensión de un sistema de video vigilancia integrado al sistema de control de seguridad de la empresa CCTV y al sistema SCADA (ser visualizado desde el Centro de Operaciones).
* Elementos de Seguridad Electrónica. Este concepto se refiere a un sistema de videocámaras de vigilancia de alta resolución, tanto externas como internas y térmicas, para el área perimetral de la subestación, lo que incluye todas las puertas de acceso, de vehículos como de personas, puertas principales de las casetas de control, caseta de personal de vigilancia y puntos críticos de la seguridad perimetral e interna del recinto, así como controles de acceso, sensores de humo y temperatura, grabador local y switch de red.
* Para la Subestación de Cruce de Cabral, se detalla en la siguiente tabla:

Tabla

El contenido generado por IA puede ser incorrecto.

***Nota:*** Ver en planos distribución y detalles en vista en planta de la subestación. Seguridad

* El Contratista deberá garantizar la seguridad de las personas autorizadas a estar presentes en la Zona de trabajo y mantener éstas y las Obras circundantes en buen estado con el fin de evitar todo riesgo para las personas. Suministrar y mantener, por su cuenta, todos los dispositivos de iluminación, protección, cierre, señales de alarma y vigilancia en los momentos y lugares necesarios.
* Debe evitar todo perjuicio o daño a las personas o bienes públicos resultantes de la contaminación, tales como el ruido, el manejo de residuos peligrosos u otros inconvenientes producidos por los métodos utilizados para la realización de la Obra.

## Pruebas

1. Se debe garantizar la puesta en servicio en todos los niveles de operación.
2. Se debe garantizar el suministro de cualquier material necesario para el correcto funcionamiento.
3. Se deben garantizar todas las pruebas pertinentes en sitio y validar el correcto funcionamiento del sistema de telecomunicaciones de conformidad con los términos del diseño propuesto y aprobado.

## Inspecciones y Ensayos

La inspección de los representantes del CONTRATANTE se realizará sobre el equipo totalmente terminado, con todos sus componentes y en condiciones de servicio.

El CONTRATANTE, supervisará los ensayos que más abajo se detallan y luego elaborará el Acta de Aceptación y de Autorización de Despacho. La conexión entre equipos de AT se realizará a través de conductores AAAC 559.5 MCM

Otras consideraciones para los conductores de MT, baja tensión y controles se presentan en la Especificación de Conductores.

En la tabla a continuación se muestran los requerimientos mínimos para el cableado BT en subestaciones aisladas al aire:

Tabla 9: Criterios mínimos de cableado BT

| **Tipo de Cable** | **Aplicación** |
| --- | --- |
| 4 x 12 AWG CB\* | De PT's 69 kV a edificio de control |
| 6 x 14 AWG CB\* | Interconexiones entre fases de PT's de 69 kV |
| 4 x 10 AWG CB\* | De CT's 69 kV a edificio de control |
| 6 x 14 AWG CB\* | Interconexiones entre fases de CT's de 69 kV |
| 2 x 10 AWG | Interconexiones en edificio de control (servicios propios) |
| 4 x 10 AWG | Cierre y disparo No. 1 interruptores |
| Disparo No. 1 interruptores |
| Interconexiones en edificio de control |
| 2 x 12 AWG | Control de cuchillas |
| Interconexiones en edificio de control |
| CB\* - Cable con pantalla de blindaje | |

Los conductores de control y de potencia de 12.5 kV, deberán cumplir con las características requeridas en las especificaciones técnicas y en las PDTGs. En esta sección se describen las pruebas y ensayos a realizar a los distintos conductores.

## Normas Aplicables

Los conductores deberán cumplir con las prescripciones de las siguientes normas, según la versión vigente a la fecha de la convocatoria a licitación.

IEC 60228: Conductors of insulate cables.

IEC 60189: Low-frequency cables and wires with PVC insulation and PVC sheath.

IEC 60227: Polyvinyl chloride insulated cables of rated voltage Up to and including 450/750 V.

IEC 60502-1: Power cables with extruded insulation and their accessories for rated voltages from 1 kV(Um=1.2kV) up to 30kV(Um=36kV) - Part 1: Cables for rated voltages of 1 kV(Um=1.2kV) and 3 kV(Um=3.6kV).

IEC 60502-2: Power cables with extruded insulation and their accessories for rated voltages from 1 kV (Um = 1,2 kV) up to 30 kV (Um = 36 kV) - Part 2: Cables for rated voltages from 6 kV (Um = 7,2 kV) up to 30 kV (Um = 36 kV)

IEC60840: Power cables with extruded insulation and their accessories for rated voltages above 30 kV (Um= 36 kV) up to 150 kV (Um = 170 kV) - Test methods and requirements

IEC 60114: Recommendation for Heat-Treated Aluminium Alloy Busbar Material Ofthe Aluminium Magnesium-Silicon Type.

ASTM B3: Standard Specification for Soft or Annealed Copper Wire

ASTM B8: Standard Specification for Concentric-Lay-Stranded Copper Conductors, Hard, Medium-Hard, or Soft.

Los cables o accesorios no regulados por las normas indicadas deberán cumplir con las últimas normas, códigos y regulaciones aplicables de sociedades o grupos internacionales de estandarización que deberán ser aprobadas por el CONTRATANTE. El Contratista deberá elaborar una lista de normas, códigos y regulaciones aplicables y la someterá al contratante para su aprobación.

**Nota:** Los cumplimientos con estas normas no liberan al Contratista de su responsabilidad de suministrar conductores y accesorios adecuados para las condiciones nominales especificadas. Si hay algunas contradicciones entre las especificaciones y las normas, estas deberán ser reportadas al CONTRATANTE.

## Controles y Pruebas Conductores

Los controles y pruebas de los cables se efectuarán de acuerdo con las normas correspondientes:

* Todos los Protocolos de Pruebas serán enviados antes del embarque de los mismos.
* Todos los Protocolos de Pruebas serán redactados en el idioma español.

*Pruebas en Fábrica*

* Inspección general.
* Todos los ensayos a realizar a los conductores serán de acuerdo con las normas y los requerimientos de la PDTG.

*Pruebas* in Situ

* Inspección general.
* Medición de la resistencia al aislamiento.

# Sistema Contra Incendios

El Contratista debe considerar en su propuesta el diseño, suministro, instalación, fabricación, pruebas, puesta en marcha, en el emplazamiento, aceptación y toda la documentación requerida para los equipos probados según lo especificado para una operación segura y confiable de los sistemas contra incendio (SCI).

## Sistema Contra Incendios para Transformador de Potencia

Para el transformador de potencia se dispondrá de un sistema pasivo y un sistema activo de prevención control y extinción de incendios. El sistema activo consistirá en un sistema de diluvio activado automáticamente por sensores dispuestos en la proximidad del transformador.

El criterio básico de diseño es de un sistema de diluvio con agua a presión con una capacidad mínima de un flujo 0.17 l/seg/m2 y con una duración mínima de 30 minutos (en operación continua). El almacenamiento de agua a presión deberá ser en un tanque presurizado en combinación con un tanque de reposición.

Como mínimo el sistema estará compuesto de las siguientes instalaciones y equipos:

* Tanque presurizado.
* Estación de válvulas.
* Jaulas de extinción con sistema de rocío.
* Gabinete con compresor y válvula de llenado del tanque.
* Bomba eléctrica para succión del agua del tanque de reposición e inyectarla al tanque presurizado.
* Bomba para mantener la presión en tuberías.
* Sistema de detección y alarmas de incendio (sensores de calor/incendio).
* Herramientas especiales.

La jaula de extinción es un marco consistente en tuberías metálicas dispuestas alrededor del transformador. A las tuberías se les instalarán toberas para rociar el agua. La distancia entre las toberas deberá elegirse convenientemente para que en caso de incendio el agua rociada cubra toda la superficie del transformador con una película de agua. Todas las toberas deberán protegerse para evitar la corrosión.

Contará con un sistema de alarma y detección de fuego para el transformador, que será diseñado, instalado y puesto en marcha con todos los equipos, accesorios y cables necesarios en correspondencia con la última edición de la norma NFPA 72.

Las principales funciones del sistema de alarma serán como sigue:

* Asegurar la desenergización automática del transformador previo a la descarga de agua.
* Los sensores de calor o fuego y detectores lineales localizados en la proximidad del transformador deben activar el sistema contra incendio.
* Para evitar falsas operaciones del sistema contra incendio se requiere al mínimo de la operación de dos sensores antes de activar el sistema contra incendio.
* La actuación de cualquier dispositivo de detección de incendio será audible y desplegada visiblemente en un panel de control central de incendio y SAS.
* Alarmas audibles y visibles serán iniciadas en la zona apropiada donde actúa la detección.
* La activación del sistema contra incendio deberá ser anunciada y comunicada al sistema SCADA.

### Secuencia de Operaciones del Sistema Contraincendios

Cuando el sistema sea activado ya sea de manera automática o manual, la descarga de agua deberá seguir los siguientes lineamientos:

1. Desenergizar el transformador.
2. Iniciar la inyección de agua a través de las toberas por medio del tanque presurizado.
3. Cuando disminuya la presión de cierto valor pre-establecido, el compresor debe activarse y mantener la presión requerida.
4. Luego de descargado el tanque presurizado se reiniciará el proceso de llenado a través de la bomba de inyección de agua (impulsando el agua del tanque de reposición al tanque presurizado).
5. En caso de ser necesario, reiniciar la inyección de agua a través de las toberas.

## Sistema Contra Incendio para Edificios de Control

En los edificios deberán instalarse un sistema de detección de incendios. Este sistema deberá incluir:

* Modulo inteligente de monitoreo.
* Detectores ópticos de humo, con leds que se activen y permitan ser vistos desde cualquier ángulo, con sistemas de pruebas integrada a la SCADA.
* Sirena de incendio con luz integrada.
* Protocolo de comunicación que permita la integración de las señales de alarma del sistema al integrador de datos de la subestación.

Además, deberá suplirse varios extintores portátiles de acuerdo con lo requerido.

A la entrada de los canales de cables a los edificios de control se instalarán barreras corta fuego.

# Requisitos Técnicos que Debe Reunir El Contratista

La actividad del Contratista abarcará la ingeniería, el suministro, la construcción y ensayos para la puesta en servicio de la subestación a construir, por lo que deberá acreditar experiencia específica en la prestación de tales servicios en instalaciones de naturaleza equivalente en cuanto a los niveles de tensión y exigencias de calidad de servicio. Por consiguiente, su presentación compromete el perfecto conocimiento de las obligaciones a contraer y la renuncia a cualquier reclamación posterior a la firma del contrato, basado en el desconocimiento del terreno, de las condiciones climáticas, de los ecosistemas involucrados del proyecto o del tipo de servicio a prestar y equipamiento a suministrar.

Dada la importancia de las obras, servicios a ejecutar y equipos a suministrar sólo serán considerados los antecedentes de trabajos de similar envergadura y naturaleza que el Contratista haya ejecutado con anterioridad a esta presentación.

Como parte de la propuesta técnica el Contratista, tendrá que presentar para evaluación el personal clave siguiente:

* Gerente de Obra.
* Responsable de Diseño.
* Responsable de Obras Civiles.
* Responsable de Obras Electromecánicas.
* Responsable de Seguridad Laboral.
* Responsable de Medio Ambiente.
* Responsable Aseguramiento de la Calidad del Proyecto.

El Contratista deberá conformar un staff de apoyo al personal clave, que permita la correcta ejecución del proyecto en los tiempos establecidos. Sin ser limitativo sino indicativo dicho staff apoyará en diferentes actividades.

* Diseño e Ingeniería Diseño e Ingeniería (Estructural, Sanitaria y detalles, incluyendo drenaje pluvial, Electromecánico, Fundaciones de Estructura, Sistema de Puesta a Tierra, Coordinación del Aislamiento, Sistema Corta Incendios, Viales).
* Montaje Electromecánicos.
* Trabajos de Obras Civiles.
* Coordinación de Protecciones.
* Instalación de Sistema de Automatización.
* Control de Calidad.
* Prueba y Ensayos para Puesta en Marcha.
* Supervisión de Seguridad Laboral y Medio Ambiental.

Como parte de la propuesta técnica, el Contratista debe presentar lo siguiente:

* Organigrama que muestre las posiciones del personal clave y el personal de apoyo (Staff).
* Perfiles de cada uno de los cargos del organigrama, definiendo claramente sus funciones y tareas. A modo de ejemplo deberá cumplirse con al menos los siguientes requisitos para el siguiente personal:
  + 1. Gerente de la Obra: El Gerente de la Obra debe ser un Ingeniero Eléctrico o de áreas afines con al menos cinco (5) años de experiencia en la gestión y ejecución de proyectos de subestaciones eléctricas y con maestría en áreas afines. Deberá contar con un conocimiento sólido en el diseño, instalación y operación de sistemas eléctricos de potencia, incluyendo equipos de protección, control y automatización, asimismo, deberá sustentar su experiencia en los proyectos que haya participado.
    2. Responsable de Diseño: Ingeniero civil, electromecánico, arquitecto con al menos 5 años de experiencia específica en la implementación de diseños de obras civiles y electromecánicas. En particular debe haber participado en el diseño de al menos dos (2) proyectos de subestaciones eléctricas de alta tensión, asimismo, deberá sustentar su experiencia en los proyectos que haya participado.
    3. Responsable de Obra Civiles: Ingeniero Civil con al menos 3 años de experiencia específica en la implementación de obras civiles en subestaciones de alta tensión. En particular debe haber dirigido las obras civiles en al menos dos (2) proyectos de subestaciones eléctricas de alta tensión, asimismo, deberá sustentar su experiencia en los proyectos que haya participado.
    4. Responsable de Obras Electromecánicas: Ingeniero eléctrico, mecánico, áreas afines con al menos 5 años de experiencia específica en la implementación de obras electromecánicas en subestaciones de alta tensión. En particular debe haber dirigido las obras electromecánicas en al menos dos (2) proyectos de subestaciones eléctricas de alta tensión tipo AIS, asimismo, deberá sustentar su experiencia en los proyectos que haya participado.
    5. Responsable Aseguramiento de la Calidad del Proyecto: Profesional de la ingeniería con formación académica en gestión de la calidad. Al menos 3 años de experiencia en labores similares, y en al menos dos (2) obras de infraestructura, donde una (1) de ellas corresponda a infraestructura eléctrica de media tensión o superior, asimismo, deberá sustentar su experiencia en los proyectos que haya participado.
    6. Responsable de Seguridad Laboral y Medio Ambiente: Profesional de la ingeniería con formación académica labores similares, y en al menos dos (2) obras de infraestructura, donde una en la prevención de riesgos de seguridad. Al menos 2 años de experiencia en (1) de ellas corresponda a infraestructura eléctrica de media tensión o superior, asimismo, deberá sustentar su experiencia en los proyectos que haya participado.

**Responsabilidades**

Coordinar la Identificación y Evaluación de Aspectos Ambientales y Aspectos Críticos de todas las áreas / ejecución de proyectos

* Organizar y dirigir, los programas de entrenamientos y capacitaciones en materia de Medio Ambiente
* Asegurar la correcta gestión de los residuos y efluentes generados en la empresa y por las obras de los proyectos, estableciendo normas y procedimientos para el manejo de estos.
* Asegurar que todos los transformadores de los proyectos sean validados con las pruebas de Bifenil policlorado (PCB), para descartar o no presencia de este componente.
* Coordinar las acciones de investigación de accidentes ambientales.
* Coordinar el proceso de inspección medioambiental en los centros de trabajo
* Realizar otras tareas a fines y complementarias con el puesto.
* Descripción de los programas de capacitación y adiestramiento, detallando el alcance y duración. Debiendo este comprender tanto la etapa previa como la puesta en marcha.

# Definiciones de Espacios de Trabajo y Equipos de Seguridad Personal del Contratista

## Espacio de Almacenes

Se deberá disponer de almacenes con capacidad adecuada, en el que estarán perfectamente clasificados e identificados todos los materiales del proyecto.

Se deberá tomar las precauciones necesarias para el correcto almacenaje de los materiales según las normas de compatibilidad aplicables, herramientas y equipos, a fin de evitar roturas y fallos en el funcionamiento de los mismos y/o deformaciones por malas maniobras.

Del mismo modo, se debe velar por el correcto manejo y almacenamiento de equipos que contengan aceite dieléctrico, a fin de evitar derrames que puedan impactar de manera considerable al medio ambiente.

El contratista deberá mantener actualizados el estatus de materiales con sus hojas de datos de seguridad y enviar una relación todas las semanas al contratante. No obstante, el Contratante podrá solicitar en cualquier momento que estime pertinente una relación de los materiales y equipos recibidos, despachados e instalados en campo, en el cual, el contratista deberá mantener registros actualizados de las acciones antes mencionadas a través de las brigadas o supervisores a cargo.

## Espacio de Reuniones y Comedor

El contratista habilitará un espacio para que este pueda instalar oficinas móviles donde se puedan tener computadoras, planos y demás equipos necesarios para realizar las reuniones del personal supervisor. De igual manera, el mismo pueda servir como un centro de operaciones del proceso de construcción de la obra.

Será totalmente responsabilidad del contratista mantener el lugar limpio y seguro. Los objetos extraviados en el área establecida como oficina o sala de reuniones no serán responsabilidad del CONTRATANTE. De igual manera es imprescindible habilitar un espacio que sea utilizado como comedor y de reposo de los empleados que estarán realizando trabajos dentro de la subestación, también deberá incluir baños a disposición de los empleados.

Será responsabilidad del contratista mantener esta área limpia, delimitada y con las señalizaciones correspondientes. Es necesario que esta área cuente con zafacones y estén correctamente identificados. Dicha área será única y exclusivamente utilizada para comer y en los horarios establecidos por el contratista.

## Equipos de Protección y Herramientas Ligeras y Pesadas

### Equipos de Protección Personal (EPP)

El Contratista debe incluir todos los equipos de protección personal necesarios a proveer a su personal en cada etapa de la obra acorde a los estándares internacionales de seguridad personal para este tipo de proyectos. Se presentará un listado de dichos equipos en su oferta.

Dentro de este listado se debe evidenciar que se han contemplado EPP´s tales como: Casco de seguridad, Chaleco reflectivo, Cinturón de seguridad/Arnés (según aplique), Guantes dieléctricos (según aplique), Lentes anti-rayaduras a prueba de impacto de color transparente, Botas dieléctricas, Uniforme ignífugo (según aplique), Guantes protección (según aplique), etc.

### Herramientas Ligeras para el Personal Técnico

El Contratista debe incluir todas las herramientas necesarias para cada etapa de la obra acorde con las buenas prácticas de construcción de este tipo de proyecto. Se presentará un listado de dichas herramientas en su oferta.

Dentro de este listado se debe evidenciar que se han contemplado herramientas tales como: Martillo, Alicate de corte con mango aislado, Segueta, Porta segueta, Cincel, Taladro, Taladro de impacto, Juego de mechas para taladro, Pulidora, Machete, Llave ajustable con mango aislado, Juego de llaves Allen, Juego de destornilladores punta estriada con mango aislado, Juego de destornilladores punta plana con mango aislado, Cinta de prevención, Planta eléctrica de 5 kW, Soga o cuerda de trabajo, Pinza de punta plana con mango aislado, Pinza pico de cotorra con mango aislado, Pinza universal con mango aislado, Hilo de Nylon, Juego de cubos, Llave de torque, Juego de destornilladores borneros, Apretadores de terminales cable control, Prensa hidráulica conectores compresión 1/0 – 1200 MCM (630 mm²), Extensión eléctrica 100 pies, Juegos de aterrizaje, Pico, Pala, Cinta de medición, Caja de herramientas, Pinza de corte, etc.

### Maquinarias Pesadas

En la tabla se indican las maquinarias mínimas requeridas para desempeñar las actividades de instalación y puesta en marcha de los equipos del campo de distribución de la subestación Cruce de Cabral69 kV. Los mismos serían manipulados por empleados pertenecientes a la empresa del Contratista.

Tabla 10 Lista de Maquinaria Mínimas Requeridas

|  |  |
| --- | --- |
| **Equipos Pesados** | **Características** |
| Grúa movimiento transformador | Equipo con capacidad de izaje transformador de potencia |
| Grúa armados menores | Equipo con capacidad para movimientos de todos los equipos menores que así lo requieran |
| Camión (patana) con cola tipo Low-boy | Cola con capacidad de carga para transporte del transformador de potencia |
| Montacargas | Equipo con capacidad aproximada de 2 Toneladas |
| Retroexcavadora | Equipo para movimiento de tierra |
| Camión tipo Volteo | Equipo para movimiento de tierra |

Si el Contratista considera necesario incluir maquinarias adicionales, deberá contemplarlas en la elaboración de la ingeniería de detalle, a fin de cumplir con las metas establecidas en el plan de trabajo de construcción de la obra. Asimismo, cualquier otro equipo necesario para el adecuado desarrollo del proyecto deberá ser contemplado en dicho plan.

# Transporte del Transformador de Potencia hacia la Subestación Cruce de Cabral69 kV

El contratista presentará en su oferta el movimiento de un transformador de potencia 69/12.8 kV, 30 MVA, con un peso de 60 toneladas métricas desde Santo Domingo (Distrito Nacional) hasta la subestación Cruce de Cabral69/12.5 kV. El camión grúa a utilizar será articulado, mientras que la plataforma de transporte será del tipo Lowboy o cama baja o plataforma plana.

Para el movimiento del transformador de potencia El Contratista deberá incluir:

* 1. Seguro de transporte de la máquina, el mismo tendrá como beneficiario a Edesur Dominicana S.A.
  2. Seguro de izaje.
  3. Seguro contra accidente a terceros.

Acciones a realizar:

1. Izaje de un (01) transformador de potencia 69/12.8 kV, 30 MVA, 60 toneladas métricas desde la base provisional hasta la plataforma de transporte ubicado en Santo Domingo (Distrito Nacional) para ser colocado sobre la plataforma de transporte.
2. Transporte de un (01) transformador de potencia 69/12.8 kV, 30 MVA, con un peso de 60 tonelada métrica desde la Santo Domingo (Distrito Nacional) hasta la subestación Cruce de Cabral.
3. Izaje del transformador de potencia 69/12.8 kV, 30 MVA, con un peso de 60 toneladas métricas desde la plataforma de transporte hasta su base definitiva en la subestación Cruce de Cabral.

El Contratista deberá tomar todas las medidas de seguridad necesarias para garantizar un transporte seguro y confiable, los equipos a utilizar durante el transporte e izaje de este transformador serán sometidos a verificaciones por parte de la unidad de medio ambiente y seguridad industrial de la empresa EDESUR Dominicana S.A.

El contratista deberá contemplar el movimiento de un transformador existente en la subestación Cruce de Cabral hacia un punto donde no interfiera con los trabajos a realizar dentro de dicha subestación.

## Instalación y Puesta en Marcha

El Contratista será responsable del transporte, instalación, ensayos y puesta en marcha del transformador de potencia.

# Hitos Para Considerar para Preparación de Cronograma de Trabajo

El Contratista deberá ejecutar la obra en un tiempo no mayor a 12 meses.

El Contratista deberá entregar al CONTRATANTE un Cronograma de Ejecución actualizado conforme a las obras objeto de este proyecto dentro de los plazos establecidos. Este Cronograma será lo más detallado posible, con actividades ordenadas de una manera lógica, y con estrecha relación con las partidas del presupuesto. El Cronograma de Ejecución, en su preparación, tomará en cuenta las actividades de inicio del Contrato:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Ítems** | **Hitos** | **Fecha de entrega** |
| **1** | Inicio del cronograma (firma de contrato y pago de anticipo). | Mes 0 |
| **2** | Presentación de diseño preliminar a EDESUR. | Mes 1 |
| **3** | Sometimiento No Objeción a ETED. | Mes 2 |
| **4** | Diseños Autorizados por ETED. | Mes 3 |
| **5** | Inicio de la Obra Civil. | Mes 5 |
| **6** | Suministro de equipos y materiales | Mes 7 |
| **7** | Montaje electromecánico, celdas de MT, Banco de Capacitores, Transformador TWACS, Transformador de SSAA, etc. | Mes 8 y 9 |
| **8** | Prueba de Conformidad y Aceptación. | Mes 10 |
| **9** | Puesta en Marcha y Cierre Administrativo. | Mes 12 |

Durante el proceso de revisión o corrección de la ingeniería de detalle se podrá definir la aprobación de la compra de los equipos mayores de acuerdo con los avances de dicho proceso.

Los tiempos especificados son tiempos máximos de ejecución y están referidos a la República Dominicana.

El cronograma de trabajo deberá ser presentado impreso y en formato digital, en programa MS Project Manager considerados todos los hitos anteriormente citados. Luego de la firma del contrato el cronograma deberá ser actualizado a la fecha de la firma.

Durante la ejecución de los trabajos el Contratista deberá presentar los programas detallados de obras (civiles y electromecánicas) que ejecutará de manera quincenal, haciendo los ajustes correspondientes cada semana.

En caso de atraso deberá ajustar y hacer los correctivos para la recuperación del tiempo atrasado.

# Generalidades

**El personal del Contratista destinado para la puesta en servicio y formación**: Deberá estar asegurado contra muerte, accidente personal y salud mientras esté en República Dominicana y debe estar cubierto por el seguro de responsabilidad del empleador aplicable en su país de origen.

**El personal del Contratante asignado para las pruebas en fábrica**: Deberá estar asegurado contra muerte y traslado de los restos, accidente personal y salud mientras esté en el proceso de traslado y en el país donde se estén realizando dichas pruebas.

**Maquinarias y Equipos**: Las maquinarias pesadas deberán estar en óptimas condiciones de funcionamiento y deben cumplir con los requisitos establecidos en el PGAS. Los equipos serán inspeccionados por el Contratante a través de las Gerencias de Medio Ambiente y Seguridad Industrial. El resultado de esta inspección determinará la aceptación del equipo para su uso en el proyecto.

**Comportamiento y Valores**: El contratista deberá cumplir con el código de comportamiento, alineación y los valores corporativos de EDESUR, promoviendo la interacción respetuosa con el personal de EDESUR, los clientes y otros terceros involucrados en el proyecto.

**Materiales y Equipos**: El contratista garantizará el uso de materiales y equipos que hayan sido evaluados y aprobados para la ejecución del proyecto, asegurando su calidad e idoneidad.

**Protección de Propiedades de Terceros**: Durante la ejecución de los trabajos, el contratista será responsable de evitar cualquier daño a propiedades de terceros y deberá tomar todas las precauciones necesarias para prevenirlo, siendo el único responsable de resarcir cualquier daño ocasionado.

**Resguardo de Equipos y Materiales**: El contratista deberá garantizar la protección y el uso adecuado de todos los equipos y materiales destinados al proyecto, asegurando su conservación en condiciones óptimas, incluyendo los materiales aportados por EDESUR.

**Desmontaje de instalaciones existentes**: El contratista debe contemplar el desmontaje de cualquier instalación existente en el emplazamiento donde será construida la obra (si aplica), tomando en cuenta que se realice con debido cuidado para preservar la integridad de dichos materiales, los cuales, deben ser clasificados, trasladados y entregados al almacén de EDESUR.

**Identificación del Proyecto**: El proyecto deberá estar correctamente identificado con las señalizaciones corporativas proporcionadas por el Contratante, conforme a las normativas y estándares establecidos.

**Supervisión Permanente**: El personal de supervisión designado por el contratista deberá estar presente de manera constante en la obra, asegurando el cumplimiento de las especificaciones y calidad de los trabajos.

**Notificación de Averías y Daños**: El contratista deberá notificar al Contratante inmediatamente en caso de detectar averías o daños a las instalaciones, causados por sus trabajos, tomando las medidas correctivas necesarias de manera oportuna.

**Cumplimiento de Recursos e Infraestructura**: El contratista se compromete a cumplir con los recursos e infraestructura ofrecidos en la propuesta inicial, incluyendo personal, herramientas, equipos y otros elementos necesarios para la ejecución del proyecto.

**Reparación de Daños**: El contratista será responsable de reparar cualquier daño causado a propiedades públicas o de terceros como resultado directo de la ejecución de las actividades del contrato.

**Personal Evaluado y Autorizado**: Solo brigadas evaluadas y autorizadas por el Contratante podrán ser utilizadas en la ejecución del proyecto, garantizando la competencia y la seguridad del personal.

**Cumplimiento del Plan de Trabajo**: El contratista deberá cumplir con el Plan de Trabajo previamente coordinado con el Contratante, asegurando el cumplimiento de plazos y estándares de calidad establecidos para el proyecto.

**Cubicaciones mensuales**: El contratista deberá presentar cubicaciones todos los meses, en los formatos que le serán suministrados por EDESUR.

**Garantías de equipos y materiales**: Toda garantía de equipos y materiales debe ser del fabricante a nombre de EDESUR, esto no exime al CONTRATISTA de sus responsabilidades frente al CONTRATANTE.

**Reuniones**: El contratista deberá participar en reuniones semanales en las instalaciones de EDESUR, donde deberá presentar el avance del proyecto, y una reunión mensual con el equipo de la UEP.

# Anexos.

* PR-SO-IO-001-001 Análisis Seguro de Trabajo.
* PENALIDADES PROYECTOS SE.
* LISTA DE CANTIDADES.
* INGENIERÍA BÁSICA.
* ESTUDIO DE SUELO.
* PLANILLA DE DATOS GARANTIZADOS (PDTG).
* ESPECIFICACIONES TÉCNICAS (ET).