

Dirección Gestión de Proyectos

Gerencia Obras de Subestaciones

Declaración de Trabajo

Plan de Expansión

Subestación Cristo Rey 138/12.5 kV

|  |  |
| --- | --- |
| **Elaborado Por:** | Gerencia Obras de Subestaciones |
| **Fecha de Elaboración:** | 05 de enero del 2025 |
| **Código del Proyecto:** | CREY |
| **Versión Del Proyecto:** | 001 |

Índice

[Glosario 9](#_Toc191062386)

[1 Antecedentes 11](#_Toc191062387)

[2 Alcance 11](#_Toc191062388)

[3 Emplazamiento 12](#_Toc191062389)

[4 Generalidades de Diseño 12](#_Toc191062390)

[4.1 Aparamenta 138kV 13](#_Toc191062391)

[4.2 Aparamenta 12.5 kV 14](#_Toc191062392)

[4.3 Otros requerimientos 15](#_Toc191062393)

[5 Generalidades Medio Ambientales 15](#_Toc191062394)

[5.1 Consideraciones Ambientales 16](#_Toc191062395)

[5.2 Requerimientos de Gestión de Seguridad y Medioambiente 16](#_Toc191062396)

[5.3 Consideraciones Medioambientales 18](#_Toc191062397)

[5.4 Seguridad Industrial 18](#_Toc191062398)

[6 Requerimientos de Diseño 19](#_Toc191062399)

[6.1 Criterios Generales De Diseño Eléctrico 19](#_Toc191062400)

[6.2 Distancias Eléctricas 20](#_Toc191062401)

[Las tablas 4, 5 y 6 están basada en la norma IEC 60071 20](#_Toc191062402)

[6.3 Consideraciones del emplazamiento 20](#_Toc191062403)

[7 Ingeniería de Detalle de las Obras 21](#_Toc191062404)

[7.1 Lista de Documentación a Elaborar por El Contratista 21](#_Toc191062405)

[7.1.1 Obras civiles 21](#_Toc191062406)

[7.1.2 Montaje electromecánico 22](#_Toc191062407)

[7.1.3 Control, protección y conexionado 23](#_Toc191062408)

[7.1.4 El contratista 24](#_Toc191062409)

[7.1.5 Aprobación y seguimiento del Proyecto. 25](#_Toc191062410)

[7.2 Programa General de Ejecución de la Ingeniería de Detalle de las Obras 26](#_Toc191062411)

[7.2.1 Alcance y presentación 26](#_Toc191062412)

[7.2.2 Presentación de los planos 26](#_Toc191062413)

[7.2.3 Planos conforme a fabricación 27](#_Toc191062414)

[7.2.4 Planos conforme a obra 27](#_Toc191062415)

[7.3 Normas y Unidades 27](#_Toc191062416)

[7.4 Cargas Actuantes en los Equipos 29](#_Toc191062417)

[7.5 Desmontaje 30](#_Toc191062418)

[7.6 Normalización 30](#_Toc191062419)

[7.7 Intercambiabilidad 30](#_Toc191062420)

[7.8 Seguridad 31](#_Toc191062421)

[7.9 Embalajes 31](#_Toc191062422)

[7.9.1 Protección mecánica 31](#_Toc191062423)

[7.9.2 Protección física, química y climática 32](#_Toc191062424)

[8 Ensayos 33](#_Toc191062425)

[8.1 Inspeccionados en fábrica 34](#_Toc191062426)

[1- Transformador de potencia 34](#_Toc191062427)

[2- Celda GIS 34](#_Toc191062428)

[3- Conductores Aislados 138 kV y 12.5 kV 34](#_Toc191062429)

[4- Celdas MT 34](#_Toc191062430)

[5- Banco de Capacitores 34](#_Toc191062431)

[9 Obras Civiles 34](#_Toc191062432)

[9.1 Fundamentos de Diseño 34](#_Toc191062433)

[9.2 Instalación en el Sitio 35](#_Toc191062434)

[9.3 Materiales 36](#_Toc191062435)

[9.4 Ejecución de las Obras Civiles 36](#_Toc191062436)

[9.5 Alcance del Trabajo 37](#_Toc191062437)

[9.6 Conceptos Básicos de Diseño 40](#_Toc191062438)

[9.7 Cálculos 41](#_Toc191062439)

[***Agregados*** 42](#_Toc191062440)

[9.8 Trabajos de Topografía 43](#_Toc191062441)

[9.8.1 Puntos De Topografía 43](#_Toc191062442)

[9.8.2 Instrumentos y Equipos Especiales 43](#_Toc191062443)

[9.9 Detalles Generales de la Construcción 43](#_Toc191062444)

[9.9.1 Generalidades: 43](#_Toc191062445)

[9.9.2 Pruebas y Propiedades 45](#_Toc191062446)

[9.10 Vías y Accesos 45](#_Toc191062447)

[9.11 Piso Terminado 46](#_Toc191062448)

[9.12 Características Generales de la Construcción de las Edificaciones 46](#_Toc191062449)

[9.12.1 Fundaciones 47](#_Toc191062450)

[9.12.2 Estructuras 47](#_Toc191062451)

[9.12.3 Muros 47](#_Toc191062452)

[9.12.4 Techos 47](#_Toc191062453)

[9.12.5 Impermeabilización 48](#_Toc191062454)

[9.12.6 Cielos Rasos 48](#_Toc191062455)

[9.12.7 Ventanas: 48](#_Toc191062456)

[9.12.8 Vigas 48](#_Toc191062457)

[9.12.9 Puertas 48](#_Toc191062458)

[9.12.10 Base Para Generador de Emergencia 49](#_Toc191062459)

[9.12.11 Cuarto de Baterías 49](#_Toc191062460)

[9.12.12 Climatización General de Caseta. 49](#_Toc191062461)

[9.12.13 Encofrados 49](#_Toc191062462)

[9.12.14 Colocación de Concreto 50](#_Toc191062463)

[9.12.15 Curado del Hormigón 51](#_Toc191062464)

[9.12.16 Remoción de Encofrados: 51](#_Toc191062465)

[9.13 Ductos y Cables 52](#_Toc191062466)

[9.14 Drenaje de Subestación 52](#_Toc191062467)

[9.14.1 Materiales 52](#_Toc191062468)

[9.14.2 Tolerancias 52](#_Toc191062469)

[9.14.3 Ejecución 53](#_Toc191062470)

[9.14.4 Pruebas 54](#_Toc191062471)

[9.15 Verja Perimetral 54](#_Toc191062472)

[9.16 Remoción Final 54](#_Toc191062473)

[10 Estructuras Metálicas 55](#_Toc191062474)

[10.1 Generalidades 55](#_Toc191062475)

[10.2 Características Constructivas 56](#_Toc191062476)

[10.3 Material 56](#_Toc191062477)

[10.4 Pernos y Tuercas 57](#_Toc191062478)

[10.5 Acabado 57](#_Toc191062479)

[10.6 Documentación para Estructuras Metálicas para Ingeniería de Detalle 57](#_Toc191062480)

[10.6.1 Planos 57](#_Toc191062481)

[10.6.2 Memorias de Cálculo 58](#_Toc191062482)

[10.6.3 Planos de Fabricación y Planos de Montaje 59](#_Toc191062483)

[11 Sistema de Puesta Tierra y Protección Contra Descargas Atmosféricas 59](#_Toc191062484)

[11.1 Sistema de Puesta a tierra 59](#_Toc191062485)

[11.2 Protección Contra Descargas Atmosféricas 61](#_Toc191062486)

[12 Construcción Tramo de Línea Aérea y Soterrado 138 kV 61](#_Toc191062487)

[13 Celdas GIS 138 kV 62](#_Toc191062488)

[13.1 Alcance de Suministro 62](#_Toc191062489)

[13.2 Normas de Aplicación 64](#_Toc191062490)

[13.3 Aspectos constructivos 65](#_Toc191062491)

[13.3.1 Diseño 65](#_Toc191062492)

[13.3.2 Gas hexafluoruro de azufre 65](#_Toc191062493)

[13.3.3 Módulos 66](#_Toc191062494)

[13.3.4 Juntas 66](#_Toc191062495)

[13.3.5 Accesos 66](#_Toc191062496)

[13.3.6 Arco interno 67](#_Toc191062497)

[13.3.7 Puesta a tierra 67](#_Toc191062498)

[13.4 Interruptor 138 kV 67](#_Toc191062499)

[13.5 Seccionadores de línea, barras, aislación de transformadores de tensión, acoplamiento y puesta a tierra. 68](#_Toc191062500)

[13.6 Transformadores de medición 69](#_Toc191062501)

[13.7 Ductos de Barras GIS Encapsuladas en Gas SF6 70](#_Toc191062502)

[13.8 Ensayos 70](#_Toc191062503)

[13.8.1 Ensayos Tipo y de Rutina 70](#_Toc191062504)

[13.8.2 Ensayos In Situ para Puesta en Servicio 71](#_Toc191062505)

[13.9 Embalaje 72](#_Toc191062506)

[13.10 Capacitación Especializada 73](#_Toc191062507)

[Para este proceso se requiere que un ingeniero especialista de la fábrica imparta entrenamiento al personal seleccionado por el CONTRATANTE en el país y en idioma español que incluya material gastable y logística. 73](#_Toc191062508)

[14 Descargadores de Sobretensión 138 kV 74](#_Toc191062509)

[14.1 Aspectos Constructivos 74](#_Toc191062510)

[14.1.1 Tipo 74](#_Toc191062511)

[14.1.2 Diseño 74](#_Toc191062512)

[14.1.3 Componentes 75](#_Toc191062513)

[14.1.4 Fijación 75](#_Toc191062514)

[14.1.5 Bornes 75](#_Toc191062515)

[14.1.6 Accesorios normales Contador de descargas 75](#_Toc191062516)

[14.1.7 Placa de características 76](#_Toc191062517)

[14.2 Inspección y Ensayos 76](#_Toc191062518)

[14.2.1 Ensayos de Tipo 76](#_Toc191062519)

[14.2.2 Ensayos de Rutina 77](#_Toc191062520)

[15 Transformadores de Potencia 78](#_Toc191062521)

[15.1 Normas de Aplicación 78](#_Toc191062522)

[15.2 Alcance del Suministro 78](#_Toc191062523)

[15.3 Aspectos Constructivos (Descripción de Características) 79](#_Toc191062524)

[15.3.1 Sistema de Refrigeración 80](#_Toc191062525)

[15.3.2 Conmutador de Tomas Bajo Carga (CTBC) 80](#_Toc191062526)

[15.3.3 Relés de Regulación Automática de Tensión y Marcha en Paralelo (RAT) 80](#_Toc191062527)

[15.3.4 Protección de Cuba 81](#_Toc191062528)

[15.3.5 Placa de Característica 81](#_Toc191062529)

[15.3.6 Descargadores de Sobretensión y Accesorios 81](#_Toc191062530)

[15.3.7 Dispositivos de Imagen Térmica 82](#_Toc191062531)

[15.3.8 Caja de Interconexión 82](#_Toc191062532)

[15.3.9 Armario de Conjunción o Gabinete de Comando Local (TCL) 82](#_Toc191062533)

[15.3.10 Detectores de Temperatura a Resistencia 83](#_Toc191062534)

[15.3.11 Transformadores de Corriente en Aisladores Pasantes 83](#_Toc191062535)

[15.3.12 Equipo de Monitoreo de Gases 84](#_Toc191062536)

[15.3.13 Registrador de Impactos 85](#_Toc191062537)

[15.4 Documentación Técnica 85](#_Toc191062538)

[15.5 Documentación Técnica Posterior a la Adjudicación 86](#_Toc191062539)

[15.5.1 Cronograma de fabricación del transformador. 86](#_Toc191062540)

[15.5.2 Se deberá presentar plan de inspección de materiales y pruebas en fábrica. 86](#_Toc191062541)

[15.5.3 Memoria de cálculo de diseño sísmico para el transformador de potencia. 86](#_Toc191062542)

[15.5.4 Declaración de uso y pruebas de laboratorio independiente al conductor CTC (continuously transposed conductor). 86](#_Toc191062543)

[15.5.5 Informes de prueba TIPO de equipos parecidos al ofrecido, realizados por un laboratorio neutral acreditado con ISO / IEC 17025. 86](#_Toc191062544)

[15.6 Pruebas y Ensayos 86](#_Toc191062545)

[15.6.1 Requerimiento de las pruebas para el transformador de potencia 86](#_Toc191062546)

[15.6.2 Desglose de las pruebas TIPO 89](#_Toc191062547)

[15.6.3 Desglose de las pruebas ESPECIALES 90](#_Toc191062548)

[15.7 Inspección Técnica 92](#_Toc191062549)

[15.7.1 Inspección Durante la Fabricación 92](#_Toc191062550)

[15.7.2 Inspección Durante las Pruebas en Fábrica 92](#_Toc191062551)

[15.7.3 Requerimientos para la Inspección en Fabrica del Transformador de Potencia. 93](#_Toc191062552)

[15.8 Penalidades y Rechazo por Incumplimiento 93](#_Toc191062553)

[15.9 Embalaje y Transporte 94](#_Toc191062554)

[15.10 Instalación y Puesta en Marcha 96](#_Toc191062555)

[16 Celdas de Media Tensión 97](#_Toc191062556)

[16.1 Normas Técnicas 98](#_Toc191062557)

[16.2 Diseños de Equipos y Accesorios 98](#_Toc191062558)

[16.3 Alcance del Suministro 98](#_Toc191062559)

[16.4 Embalaje 99](#_Toc191062560)

[16.5 Características Generales 99](#_Toc191062561)

[16.5.1 Compartimiento interruptor automático. 100](#_Toc191062562)

[16.5.2 Compartimiento de barras principales. 102](#_Toc191062563)

[16.5.3 Compartimiento de terminales de cable y transformadores de medida. 102](#_Toc191062564)

[16.5.4 Compartimiento de baja tensión. 102](#_Toc191062565)

[16.6 Interruptores de Potencia 103](#_Toc191062566)

[16.7 Transformadores de Intensidad 104](#_Toc191062567)

[16.8 Transformadores de tensión 104](#_Toc191062568)

[16.9 Divisores de Tensión Capacitivos 105](#_Toc191062569)

[16.10 Elementos de Accionamientos, Señalización, Medición y Protección 105](#_Toc191062570)

[16.11 Relés auxiliares 105](#_Toc191062571)

[16.12 Descripción del Equipamiento de los Tipos de Celdas 106](#_Toc191062572)

[16.12.1 Celdas Entrada Alimentación desde Transformador de Potencia 106](#_Toc191062573)

[16.12.2 Celdas Salida a Transformador de Servicios Auxiliares 106](#_Toc191062574)

[16.12.3 Celdas Salida a Alimentadores Distribución 107](#_Toc191062575)

[16.12.4 Celdas Salida a Banco Compensación Capacitiva 107](#_Toc191062576)

[16.12.5 Celdas de Acoplamiento de Barras 107](#_Toc191062577)

[16.12.6 Celda de Remonte o Transición 108](#_Toc191062578)

[16.13 Inspecciones y Ensayos 108](#_Toc191062579)

[16.13.1 Pruebas a realizar en celdas de MT 109](#_Toc191062580)

[16.14 Instalación y Puesta en Marcha de las Celdas MT 110](#_Toc191062581)

[17 Salidas de Circuitos de Media Tensión 111](#_Toc191062582)

[18 Sistema de Servicios Auxiliares 112](#_Toc191062583)

[18.1 Corriente Alterna 112](#_Toc191062584)

[18.2 Corriente Continua 113](#_Toc191062585)

[18.3 Transformador de Servicios Auxiliares 113](#_Toc191062586)

[18.3.1 Condiciones de Diseño y Funcionamiento 114](#_Toc191062587)

[18.3.2 Aspectos constructivos generales 114](#_Toc191062588)

[18.3.3 Documentación a Presentar por el Contratista 115](#_Toc191062589)

[18.4 Sistema Cargador y Baterías 125 Vcc 115](#_Toc191062590)

[18.4.1 Características eléctricas 116](#_Toc191062591)

[18.4.2 Inspecciones y Ensayos 116](#_Toc191062592)

[18.5 Cargadores de Baterías 117](#_Toc191062593)

[18.5.1 Inspecciones y Ensayos del Cargador 118](#_Toc191062594)

[18.6 Gabinetes de Servicios Auxiliares de Corriente Alterna y Continua 119](#_Toc191062595)

[18.6.1 Circuitos de Salida 120](#_Toc191062596)

[18.6.2 Medición y Señalizaciones 120](#_Toc191062597)

[18.6.3 Ensayos Gabinetes de Servicios Auxiliares 121](#_Toc191062598)

[18.7 Embalaje 121](#_Toc191062599)

[19 Reactor Limitador Corriente Cortocircuito para el de Nivel 12.5 kV 121](#_Toc191062600)

[19.1 Normas de Aplicación 121](#_Toc191062601)

[19.1.1 Recomendaciones 122](#_Toc191062602)

[19.2 Características Técnicas 122](#_Toc191062603)

[19.3 Inspecciones y Ensayos 123](#_Toc191062604)

[19.3.1 Ensayos de Tipo del Reactor 123](#_Toc191062605)

[19.3.2 Ensayos de Rutina del Reactor 123](#_Toc191062606)

[19.4 Embalaje y Transporte Reactores 124](#_Toc191062607)

[20 Banco de Compensación Capacitiva Shunt 12.5 kV 124](#_Toc191062608)

[20.1 Normas de Aplicación 125](#_Toc191062609)

[20.1.1 Recomendaciones IEC 125](#_Toc191062610)

[20.1.2 Recomendaciones NORMAS ASTM, ANSI, IEEE 125](#_Toc191062611)

[20.2 Capacitores 126](#_Toc191062612)

[20.3 Alcance y Limites del Suministro 126](#_Toc191062613)

[20.4 Inspección Técnica y Recepción 127](#_Toc191062614)

[20.4.1 Ensayos de Tipo 128](#_Toc191062615)

[20.4.2 Ensayos de Rutina 128](#_Toc191062616)

[20.5 Embalaje para el Transporte de Capacitores 129](#_Toc191062617)

[21 Sistema de Medición de Energía 129](#_Toc191062618)

[21.1 Sistema de Medición Comercial 138 kV 129](#_Toc191062619)

[21.1.1 Alcance de Suministro de SMC 129](#_Toc191062620)

[21.1.2 Alimentación de Reserva 130](#_Toc191062621)

[21.2 Medición Salidas Circuitos MT 131](#_Toc191062622)

[21.3 Sistema de Medición de Servicio Auxiliares 131](#_Toc191062623)

[21.4 Protocolos de Comunicación de los Sistema de Medición 131](#_Toc191062624)

[22 Sistema de Protecciones y Control 132](#_Toc191062625)

[22.1 Alcance del Suministro de Protecciones Celdas de 138 kV 132](#_Toc191062626)

[22.1.1 Alcance del Suministro de Protecciones Líneas de 138 kV 132](#_Toc191062627)

[22.1.2 Alcance del Suministro de Protección de Barra 138 kV 133](#_Toc191062628)

[22.1.3 Alcance del Suministro de Protecciones Transformadores de 138/12.8/10 kV 133](#_Toc191062629)

[22.2 Condiciones Ambientales y Ubicación Física 134](#_Toc191062630)

[22.3 Circuitos Externos 134](#_Toc191062631)

[22.3.1 Circuitos Externos de Protección 134](#_Toc191062632)

[22.3.2 Circuitos Externos de Alimentación 135](#_Toc191062633)

[22.3.3 Circuitos Externos de Comando y Señalización 135](#_Toc191062634)

[22.4 Características Comunes de Protecciones y Equipos 136](#_Toc191062635)

[22.4.1 Componentes 136](#_Toc191062636)

[22.4.2 Llave de Prueba 136](#_Toc191062637)

[22.4.3 Unidades de Señalización y Reposición Local 136](#_Toc191062638)

[22.4.4 Unidades de Salidas de Alarmas y Disparos 137](#_Toc191062639)

[22.4.5 Normas y Especificaciones 137](#_Toc191062640)

[22.4.6 Documentación Técnica 137](#_Toc191062641)

[22.5 Características Generales y Composición de las Protecciones de Línea 138](#_Toc191062642)

[22.6 Características Generales y Composición de las Protecciones del Transformador 140](#_Toc191062643)

[22.7 Terminales de Protección en Celdas MT 12.5 kV 142](#_Toc191062644)

[22.7.1 Protección para Salidas a Redes de Distribución MT y Banco de Compensación Capacitiva 142](#_Toc191062645)

[22.7.2 Protección Acoplamiento de Barras 142](#_Toc191062646)

[22.8 Ensayos 142](#_Toc191062647)

[22.8.1 Ensayos en Fábrica 142](#_Toc191062648)

[22.8.2 Ensayos en obra para la puesta en servicio 144](#_Toc191062649)

[22.9 Embalaje 144](#_Toc191062650)

[23 Sistema de Automatización 145](#_Toc191062651)

[***23.1*** ***Normas de Aplicación Automatización*** 146](#_Toc191062652)

[***23.2*** ***Sistema de Automatización de Subestaciones de la ETED*** 146](#_Toc191062653)

[23.2.1 Normas Aplicables 147](#_Toc191062654)

[23.2.2 Descripción General del SAS de la ETED 148](#_Toc191062655)

[23.2.3 Funciones del Sistema de Control Digital Unificado 150](#_Toc191062656)

[23.2.4 Estructura del Sistema de Control Digital Unificado 151](#_Toc191062657)

[23.2.5 Señales Requeridas por CCE 152](#_Toc191062658)

[23.2.6 Reloj GPS de Subestación 153](#_Toc191062659)

[23.2.7 Gabinete 154](#_Toc191062660)

[***23.3*** ***Sistema de Automatización de EDESUR*** 154](#_Toc191062661)

[23.3.1 Alcance del Suministro del Sistema de Automatización 154](#_Toc191062662)

[23.3.2 Suministro Red Ethernet del Sistema de Control y Protecciones 154](#_Toc191062663)

[23.3.3 Sala de Control de Servidores y Comunicaciones de MT 155](#_Toc191062664)

[23.3.4 Telecontrol de la Subestación desde el Centro De Operaciones de Edesur 156](#_Toc191062665)

[23.4 Capacitación SAS 157](#_Toc191062666)

[24 Sistema de Comunicaciones 157](#_Toc191062667)

[24.1 Sistema de Comunicaciones ETED 157](#_Toc191062668)

[24.2 Sistema de Comunicaciones EDESUR 158](#_Toc191062669)

[24.3 Pruebas 158](#_Toc191062670)

[24.4 Embalaje 158](#_Toc191062671)

[24.5 Video Vigilancia 158](#_Toc191062672)

[25 Grupo Electrógeno de Emergencia 159](#_Toc191062673)

[25.1 Embalaje para Transporte 160](#_Toc191062674)

[25.2 Inspecciones y Ensayos 161](#_Toc191062675)

[25.2.1 Ensayos de Rutina 161](#_Toc191062676)

[25.2.2 Ensayos en Obra 161](#_Toc191062677)

[26 Conductores 162](#_Toc191062678)

[26.1 Normas Aplicables 162](#_Toc191062679)

[26.2 Controles y Pruebas a Conductores 163](#_Toc191062680)

[27 Sistema Contra Incendios 163](#_Toc191062681)

[27.1 Sistema Contra Incendio para Transformadores de Potencia 163](#_Toc191062682)

[27.1.1 Secuencia de Operaciones del Sistema Contraincendios 164](#_Toc191062683)

[27.2 Sistema Contra Incendio para Edificios de Control 165](#_Toc191062684)

[28 Requisitos Técnicos que Debe Reunir El Contratista 165](#_Toc191062685)

[29 Definiciones de Espacios de Trabajo y Equipos de Seguridad Personal del Contratista 168](#_Toc191062686)

[29.1 Espacio de Almacenes 168](#_Toc191062687)

[29.2 Espacio de Reuniones y Comedor 168](#_Toc191062688)

[29.3 Equipos de Protección y Herramientas Ligeras y Pesadas 169](#_Toc191062689)

[29.3.1 Equipos de Protección Personal (EPP) 169](#_Toc191062690)

[29.3.2 Herramientas Ligeras para el Personal Técnico 169](#_Toc191062691)

[29.3.3 Maquinarias Pesadas 169](#_Toc191062692)

[30 Hitos a Considerar para Preparación de Cronograma de Trabajo 170](#_Toc191062693)

[31 Generalidades 171](#_Toc191062694)

[32 Anexos. 173](#_Toc191062695)

Índice de Tablas

[Tabla 1: Componentes constructivos principales SE 11](#_Toc182470075)

[Tabla 2: Datos básicos de diseño 11](#_Toc182470076)

[Tabla 3: Tensiones Máximas 14](#_Toc182470077)

[Tabla 4: Coordinación de Aislamiento 15](#_Toc182470078)

[Tabla 5: Características Descargadores de Sobre Tensión 15](#_Toc182470079)

[Tabla 6: Distancia mínima de seguridad 15](#_Toc182470080)

[Tabla 7: Descripción de zona sísmica 16](#_Toc182470081)

[Tabla 8: Consideraciones ambientales 16](#_Toc182470082)

[Tabla 1: Celdas GIS 138 kV 51](#_Toc182470083)

[Tabla 10: Características de los núcleos secundarios de Transformadores de Medición 58](#_Toc182470084)

[Tabla 4: Normas de Aplicación para Ensayos Tipo y de Rutina 60](#_Toc182470085)

[Tabla 11: Norma y Especificaciones de Protecciones 124](#_Toc182470086)

[Tabla 14 Lista de Maquinaria Mínimas Requeridas 155](#_Toc182470087)

# Glosario

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

**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.

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

**Campo o Celda:** 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 (T.I.), Transformador de Potencial (T.T.), 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.

**Disyuntor:** dispositivo diseñado para abrir y cerrar un circuito por medios no automáticos y para abrir automáticamente con una sobre corriente predeterminada, sin que sufra daños el dispositivo dentro de un rango determinado.

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

**ISO 9000:** 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.

**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.

**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.

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

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

**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 Cristo Rey 138/12.5 kV.

# Alcance

El alcance del proyecto contempla diseño, ingeniería de detalle, suministro, instalación, obras civiles, pruebas y puesta en marcha de la Subestación Cristo Rey 138/12.5 kV atendiendo a las características ambientales del emplazamiento. Además, se deberá considerar la construcción de un tramo de línea de transmisión 138 kV de aproximadamente de 237.4 ml, de los cuales 90 ml serán soterrados y el resto- aéreos, en configuración de doble circuito con dos conductores por fase en postes metálicos auto soportados.

# Emplazamiento

La subestación está ubicada en la Calle 34, Esq. Calle 37, Ensanche La Fe, Santo Domingo, las coordenadas correspondientes:

* Latitud: 18.49855437697803
* Longitud: -69.92340836673975

# Generalidades de Diseño

La Subestación Eléctrica Cristo Rey 138/12.5 kV consiste en una subestación de distribución de energía a conectarse al Sistema Eléctrico Nacional Interconectado (SENI) en la red de transmisión de 138 kV que albergará dos (2) transformadores de potencia de 50 MVA, agregando una potencia total de 100 MVA al sistema de distribución.

La subestación está prevista del tipo encapsulada (GIS) aislada mediante hexafluoruro de azufre (SF6). La construcción se compone de los edificios de potencia y control de EDESUR, el edificio de AT y control de la Empresa de Transmisión Eléctrica Dominicana (ETED) y el edificio de seguridad. En la tabla siguiente se describen los elementos principales de la subestación.

Tabla 1: Componentes constructivos principales SE

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Ítem** | **SE CRISTO REY, 138/12.5 kV** | **Cantidad** |
| Construcciones Civiles | | |
| 1 | Edificio de Celdas de Media Tensión 12.5 kV y Control EDESUR | 1 |
| 2 | Edificio de AT y Control ETED | 1 |
| 3 | Edificio de seguridad | 1 |
| Campo de AT (GIS) | | |
| 1 | Campo de Línea, 138 kV | 2 |
| 2 | Campo de Barras 138 kV (principal más transferencia) | 1 |
| 3 | Campo de Transformador 138/12.5 kV, 40-50 MVA | 2 |
| Campo de MT | | |
| 4 | Banco de Condensadores | 2 |
| 5 | Salidas de Circuitos 12.5 kV | 10 |

La conexión de la subestación con la línea de transmisión 138 kV se realizará a través de conductores aislados XLPE de cobre de sección nominal de 800 mm2. Los conductores llegarán a través de una canaleta de hormigón armado hasta el poste terminal metálico. Se deberán incluir todos los equipos y accesorios necesarios para la conexión de los conductores aislados, esto incluye: poste metálico de interconexión de línea con entrada y salida, canaleta de acero galvanizado, pararrayos con contador de descarga, botellas terminales de exterior, terminación interior de acuerdo a la GIS ofertada y todos los accesorios de sujeción requeridos.

Los equipos para instalar que componen la aparamenta de la Subestación Cristo Rey 138 kV deben corresponder con los siguientes datos básicos de diseño:

Tabla 2: Datos básicos de diseño

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Ítem** | **Tensión** | |
| **138 kV** | **12.5 kV** |
| Tensión Nominal | 138 kV | 12.5 kV |
| Tensión Máxima de diseño | 145 kV | 17.5 kV |
| Tensión Máxima al Impulso Tipo Rayo | 650 kV | 95 kV |
| Corriente de Cortocircuito | 40 kA | 40 kA |
| Frecuencia | 60 Hz | 60 Hz |

## Aparamenta 138kV

Se ha adoptado para la tensión de 138 kV una configuración GIS en barra principal más transferencia con dos (2) campos de línea y dos (2) campos de transformación de 40-50 MVA. De acuerdo con el diagrama unifilar suministrado adjunto a este documento, el aparellaje está equipado de la siguiente manera:

Celda GIS:

* + Dos (2) celdas líneas de transmisión.
  + Dos (2) celdas de transformadores de potencia.
  + Un (1) celda de acople de barras.
  + Dos (2) celdas aterrizaje de barra.

Llegada de línea (Torre de Transmisión 138 kV):

* + Seis (6) Descargadores de sobretensión.

Cada celda de línea estará compuesta por los siguientes elementos:

* + Tres (3) transformadores de tensión.
  + Tres (3) transformadores de intensidad.
  + Dos (2) Seccionadores con PAT tripolar de tres posiciones.
  + Un (1) interruptor automático de accionamiento monopolar de corte en gas SF6.
  + Tres (3) seccionadores dispuestos para la barra de transferencia.

Cada celda de transformación estará compuesta por los siguientes elementos:

* + Dos (2) seccionadores con PAT tripolar de tres posiciones.
  + Tres (3) seccionadores dispuestos para la barra de transferencia.
  + Un (1) interruptor tripolar automático de corte en gas SF6.
  + Tres (3) transformadores de intensidad.
  + Tres (3) transformadores de tensión.

Cada celda de acople de barras estará compuesta por:

* + Dos (2) seccionadores con PAT tripolar de tres posiciones.
  + Un (1) interruptor trifásico de accionamiento monopolar automático de corte en gas SF6.
  + Tres (3) transformadores de intensidad.

Cada celda de barra estará compuesta por:

* + Un (1) seccionador tripolar de puesta a tierra.
  + Tres (3) transformadores de tensión.

La instalación dispondrá de dos (2) transformadores de potencia 138/12.8/10 kV de 40-50 MVA. La obra civil que se desarrollará contemplará la bancada y elementos asociados para el transformador.

Nota: El voltaje de consigna de media tensión para el transformador de potencia ha sido fijado en 12.8 kV como una consideración de diseño de la empresa EDESUR Dominicana, 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 seccionada, 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 cada transformador de potencia dispuesto en la subestación:

1. Equipos de celda interior aislada al vacío:
   * Una (1) celda para transformador de potencia.
   * Una (1) celda banco de capacitores.
   * Una (1) celda servicios de estación.
   * Cinco (5) celdas de circuitos de distribución.

Nota: A este conjunto de celdas se le adiciona una celda de acople de barra entre la sección de cada transformador, como se muestra en los planos unifilares suministrados.

1. Equipos de exterior MT:
   * Dos (2) bancos de capacitores.
   * Dos (2) reactores limitadores de corriente de cortocircuito.
   * Dos (2) transformadores de telemedición.
2. Equipos de interior MT
   * Dos (2) transformadores de servicios de estación.

La conexión entre los transformadores de potencia y las celdas de MT se realizará a través de cuatro (4) 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 y comunicaciones necesarios para el funcionamiento seguro y confiable de las instalaciones. Así mismo resulta parte de la provisión para todas las protecciones y equipos de control de la subestación:

* + El suministro de todo el 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 (Un) y máxima de servicio (U máx.) son las siguientes:

Tabla 3: Tensiones Máximas

|  |  |
| --- | --- |
| **Un (kV)** | **Umáx. (kV)** |
| 138 | 145 |
| 12.5 | 17.5 |
| 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 138 kV** | | |
| **Ítem** | **BIL (kVcr)** | **Frecuencia Industrial (Hz)** |
| Equipamiento | 650 | 275 |
| Arrollamientos de los transformadores | 650 | 275 |
| Aisladores pasantes de fase | 650 | 275 |
| Arrollamientos de los transformadores (lado neutro) | 325 | 140 |
| Aisladores pasantes de neutro | 325 | 140 |
| **NIVEL DE 12.5 kV.** | | |
| **Ítem** | **BIL (kVcr)** | **Frecuencia Industrial (Hz)** |
| Equipamiento | 95 | 38 |
| Arrollamientos de los transformadores (fase y neutro) | 95 | 38 |
| Aisladores pasantes de transformadores (fase y neutro) | 95 | 38 |
| **NIVEL DE 10 kV.** | | |
| **Ítem** | **BIL (kVcr)** | **Frecuencia Industrial** |
| Equipamiento | 95 | 28 |
| Arrollamientos de los transformadores (fase y neutro) | 95 | 28 |
| Aisladores pasantes de transformadores (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** |
| 138 | 120 | 98 | 3 | Línea de Transmisión |
| 138 | 108 | 84 | 2 | Transformador |
| 12.5 | 10 | 8.4 | 2 | Media Tensión |

## Distancias Eléctricas

Las dimensiones principales de pórticos y ubicación de las fases están definidas en los planos adjuntos. Complementariamente, para aquellos casos que resulte necesario verificar durante la realización del proyecto de detalle, se dan a continuación las distancias mínimas a cumplir:

Tabla 6: Distancia mínima de seguridad

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **DISTANCIAS MINIMAS (en metros)** | | |
| **DISTANCIAS FASE - FASE** | **138 kV** | **12.5 kV** |
| Entre ejes de haces de conductores flexibles | 1.43 | 0.18 |
| Entre partes rígidas bajo tensión | 1.30 | 0.16 |
| **DISTANCIAS FASE - TIERRA** |  |  |
| De conductores flexibles a pórticos y estructuras | 1.30 | 0.16 |
| De partes rígidas bajo tensión | 1.30 | 0.16 |
| **DISTANCIAS DE SEGURIDAD** |  |  |
| De partes bajo tensión al piso general | 3.75 | 3 |
| A caminos para vehículos | 5 | 3.5 |
| Desde base de porcelana de aparatos al piso | 2.25 | 2.25 |

## Las tablas 4, 5 y 6 están 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 Cristo Rey 138kV. El diseño y/o elección de los elementos provistos por el Contratista deberá efectuarse tomando las condiciones climáticas más desfavorables. Debe considerarse adicionalmente para los cálculos mecánicos de 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.

Debe considerarse que la Subestación Transformadora 138 kV queda clasificada y como incluida en la zona sísmica “II”.

Tabla 7: Descripción de zona sísmica

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

Tabla 8: 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) |

# 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 de la subestación Cristo Rey. Este 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 incluir como mínimo en forma digital e impresa:

### Obras civiles

Planos:

* Estudio Topográfico.
* Ubicación y localización.
* Replanteo general.
* Movimiento de tierra y explanación general.
* Fundación de pórticos 138 kV, de acometida de líneas.
* Fundaciones de máquinas transformadoras y sus muros parallamas (Cortafuegos).
* Fundaciones de columnas para iluminación de caminos.
* Soportes de equipamientos de celda 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.
* Distribución de juntas de pavimentos.
* Cerco perimetral.
* 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 gabinetes 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:

* Pórticos de celda de 138 kV, de acometida y salida de líneas.
* Soportes de equipamientos de celda.
* Fundación de pórticos de celda y de acometida de líneas.
* Fundación de soportes de equipamiento de celda.
* Fundación de Transformador.
* Sistema de drenaje de celda.
* 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 celda.
* Deberán desarrollarse además todos los cálculos necesarios que a juicio de la inspección se requieran para justificar las soluciones propuestas en los planos.

### Montaje electromecánico

Planos:

* Plantas y cortes generales de celdas de 138 kV.
* Planos eléctricos unifilares y trifilares.
* Plantas y cortes generales para determinación de grapería de 138 kV.
* Plantas y cortes de distribución de Fases (a, b, c).
* Planta general de la malla de puesta a tierra, detalles de puesta a tierra y apantallamiento.
* Grupo de Emergencia, cargadores y baterías.
* Transformador de potencia 138/12.8/10 kV, módulos de GIS, aisladores soporte, descargadores, etc., para celdas de 138 kV. Detalles de montaje.
* Gabinetes, 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.
* Detalles de bajadas a la malla de puesta a tierra.
* Planos de dimensiones y detalle de accesorios de los conductores y herrajes (ubicación de los mismos).
* Bandejas portacables (ubicación y detalles de montaje e indicación de recorrido de cables sobre bandejas).
* Plano de detalle de iluminación exterior normal, emergencia y de seguridad, tomacorrientes exteriores.
* Plano de distribución de cables de iluminación normal y de emergencia, salidas de tomacorrientes especiales
* Instalación del sistema de comunicación.
* Sistema de control de incendios.
* Plano de detalle de armado para estructuras metálicas o pórticos.

Memorias de cálculo:

* Esfuerzos sobre aparatos en celda de 138 kV.
* Esfuerzos sobre bornes de aparatos de celda de 138 kV.
* Esfuerzos sobre pórticos en celda de 138 kV.
* Cálculo de alimentadores a cajas tomacorrientes general.
* Iluminación normal y de emergencia de celda y de edificios.
* Cálculo de alimentadores a cajas de iluminación.
* Cálculo mecánico de cables aéreos y tablas de tendido.
* Cálculo de malla a tierra y apantallamiento.

### Control, protección y conexionado

Planos:

* Esquemas unifilares de 138 kV incluyendo medición y protecciones.
* Esquemas unifilares de servicios auxiliares de corriente alterna y corriente continua.
* Uno o más planos según corresponda, para cada uno de los sistemas.
* 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 138 kV.
* Esquemas eléctricos de conexionados completos, planos de interconexión eléctrica de todos los aparatos, equipos, gabinetes, etc., a partir de las correspondientes borneras de acometida, planillas de cableado.

Listas de cables en celda de maniobras, en edificio de control, sala de celdas y grupo generador de emergencia, 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.
* 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, también 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, Gabinetes, Conductos, Protecciones y Equipos de Comunicaciones y Control:

Planos:

* Frentes y vistas y detalles mecánicos de los armarios o gabinetes.
* 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 gabinetes y celdas.
* Listado de materiales y de 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, y que se deberán incluir en esta lista todos los 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 fijados en el pliego al respecto.

Los planos de montaje de equipos de 138 kV y celdas 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 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 accionamientos 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 gabinetes para ser embalados por separado, se preferirá, de ser factible, su colocación en cajas que se fijarán a la base de cada armario o gabinete. Dichas cajas contendrán los componentes que han sido desmontados del armario o gabinete 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 gabinetes, 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.

# Ensayos

Para puesta en servicio de las instalaciones:

* El Contratista será responsable de la realización de los ensayos de equipos, de sistemas y de conjunto para puesta en servicio de la celda de maniobras y la Inspección del CONTRATANTE ejercerá el control de estos.

Las funciones de la inspección del CONTRATANTE en el control de los ensayos serán las siguientes:

* Control de la planificación y del desarrollo.
* Supervisión de la ejecución.
* Análisis, evaluación, observación y aprobación de resultados.

Para la recepción en fábrica de equipos y materiales:

* Se realizarán ensayos de recepción 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.
* Los ensayos se efectuarán siempre y cuando la documentación del fabricante correspondiente haya sido aprobada y luego se hayan consensuado los criterios de aceptación. Asimismo, el Contratista deberá informar la fecha y lugar en que se efectuarán los ensayos con un mínimo de 30 días de anticipación.
* Las normas para utilizar en los ensayos serán las indicadas para cada caso en el pliego de condiciones y en las PDTG. Cada ensayo que se realice deberá estar acompañado por el protocolo correspondiente, del cual quedarán dos copias para el CONTRATANTE.
* En cuanto a los ensayos de tipo, el Contratista presentará los protocolos de tales ensayos para cada uno de los equipos que ofrezca.
* En caso de que el contratante requiera, durante la recepción técnica de los equipos en los almacenes del contratista, realizar alguna prueba complementaria dentro del orden racional, deberá de crear las condiciones necesarias para su realización.
* Todas las pruebas y ensayos requerida deben estar incluidas en su oferta. Para las pruebas y ensayos que requieran inspección del personal de Edesur será responsabilidad de la empresa contratista cubrir los gastos correspondientes (boletos aéreos, seguro de viaje, traslado, hospedaje, entre otros.

## Inspeccionados en fábrica

## Transformador de potencia

## Celda GIS

## Conductores Aislados 138 kV y 12.5 kV

## Celdas MT

## Banco de Capacitores

# Obras Civiles

Este capítulo cubre todos los detalles de los trabajos de obra civil relacionados con la construcción de la Subestación Cristo Rey 138/12.5 kV. 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 a 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 la caseta de control, verja perimetral, diseño del drenaje pluvial de la subestación, diseño de pavimento, entre otros. Es requisito obligatorio del contratista asistir a la convocatoria de la visita al lugar donde serán realizados los trabajos, con la finalidad de conocer los alcances a desarrollar de la subestación para evitar el desconocimiento 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 de la subestación Cristo Rey 138 kV es mostrada en los planos adjuntos. Las dimensiones y las disposiciones detalladas del equipo pueden estar sujetas a alteraciones, 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 del vial, diseño de verja perimetral, diseño estructural de la caseta de controles, etc. al 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.

* M-009, Reglamento de Diseño de Edificaciones.
* R-022, Reglamento de Diseño de Subestaciones de Distribución.
* M-005, Recomendaciones Provisionales para Dibujo de Planos en Proyectos de Edificaciones.
* R-008, Reglamento para el Diseño y la Construcción de Instalaciones Sanitarias en Edificaciones.
* R-033, Reglamento para Diseño y Construcción de Estructuras en Hormigón Armado.
* 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 GIS (AT), de control y celdas de MT, verja perimetral, vías de acceso dentro del predio de la subestación, 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 (incluyendo área frontal de los terrenos adquiridos).
* 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 Caseta de Controles (incluye obra gris y terminaciones).
* Diseño y construcción de Vías de Acceso (Pavimento Flexible u Hormigón Armado) dentro del predio de la subestación (incluyendo adecuación área exterior frontal de la subestación).
* 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).
* Diseño y construcción verja perimetral.
* 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, demolición de las estructuras existentes en el terreno, 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 (banco de capacitores, reactor de limitador de corriente de cortocircuito, soporte buje de conexión de SF6/aire 138 kV, pedestal soporte de barra lado MT del transformador), bote, hormigón de limpieza y hormigón armado. Esto incluye estructuras mayores, menores, verja perimetral, casetas, entre otros.
* **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 Vía de Acceso Subestación**: incluye el diseño y construcción del acceso en pavimento flexible y/o hormigón Armado, el ancho mínimo de la vía de acceso será 6 metros efectivos, la puerta de acceso a las instalaciones será metálica motorizada (incluye motor de apertura) con un ancho mínimo de 8 metros, las columnas de amarre en el tramo de la puerta de acceso tendrán un ancho mínimo de 40 cm.

Se deberá considerar en las vías internas de la subestación un ancho de vía que permita que los equipos pesados (Grúas o LowBoy), puedan maniobrar a la hora de realizar movimiento de transformadores.

Se deberá tomar en consideración la adecuación del camino de acceso a la subestación desde la carretera al predio de la subestación, en este tramo se deberá considerar el corte de material inservible, suministro y colocación de material de préstamo clasificado debidamente compactado en las áreas afectadas, se deberá tomar en consideración que este acceso deberá tener un adecuado bombeo y drenaje de las aguas pluviales.

* **Diseño y Construcción Casetas**: 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 la caseta entre lo que podemos citar columnas, vigas, losa de techo, muros, 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 deberá tener una altura efectiva mínima de 4.00 metros y para la caseta GIS la altura efectiva mínima deberá ser de 5.6 metros.

Los diseños de las casetas deberán ser elaborados, tomando en consideración las cargas propias de las edificaciones y los requerimientos establecidos en el reglamento del MOPC.

* **Diseño y Construcción Verja Perimetral**: esto incluye el diseño y construcción de las fundaciones de columnas, vigas de amarre, muros de bloques, alambres de trinchera, etc.

El contratista debe ofertar la construcción de la verja perimetral, sujeta a evaluación del estudio de vulnerabilidad del estado de la existente, el alcance de esta actividad será hasta las adecuaciones que la misma requiera.

Nota: El contratista debe contemplar en su oferta el estudio de vulnerabilidad.

* **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 muros cortafuegos.** El muro cortafuego 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.

* **Construcción de base de hormigón para transformadores PAD MOUNTED para sistema de tele - medición:** 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.
  + Pórticos de circuitos.
  + Pórtico de línea 138 kV.
  + Caseta GIS.
  + Caseta de media tensión.
  + Banco de capacitores.
  + Depósito de aceite.
  + Base para interruptor de potencia.
  + Base para reactor limitador de corriente de cortocircuito.

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

Nota: 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 las fundaciones, 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 tapas 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 vaciado 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 todo el perímetro, utilizando unidades de alumbrado que iluminarán en forma inmediata hacia el exterior de las instalaciones para deslumbrar a los intrusos potenciales que pretendan acceder a la instalación en forma indebida. La altura de montaje y la distancia Inter postal serán determinadas en función de un nivel de iluminación promedio de 20 luxes y un factor de uniformidad máximo de 3:1, considerando la topografía propia del terreno y la altura de la barda perimetral, de manera que ésta no se convierta en un obstáculo que proyecte sombra. Esta iluminación será operada manualmente desde la caseta de vigilancia. Las mismas incluirán diseño, suministros, montaje e instalación del sistema de alumbrado antes descrito.
* Letreros de Prevención de Lámina Galvanizada. Como elementos preventivos de seguridad física, deben colocarse en el perímetro del predio, al menos cuatro parejas de letreros de señalización que adviertan peligro o precauciones a tomar en el área de la subestación. Los tipos y principales características se presentan en las imágenes

El mismo debe incluir y/o contemplar las siguientes especificaciones:

* Fabricación e instalación del letrero galvanizado, considerando su empotramiento al piso mediante postes PTR, sobre muro o cualquier otra estructura.
* Excavación en cualquier tipo de material, elaboración y colocación de concreto en secciones.
* Equipo, herramienta, mano de obra, andamios y todo lo necesario para la ejecución total del concepto.
* Letrero Tipo Para Subestaciones Eléctricas. Para todas las subestaciones nuevas se incluirá un LETRERO DE IDENTIFICACIÓN que cumpla con las características que a continuación se indican:
* El letrero tipo deberá ubicarse sobre la verja perimetral de la subestación, a un costado del acceso principal de la misma.
* Los textos específicos correspondientes a cada subestación serán proporcionados por la Empresa Distribuidora Edesur Dominicana.

### Pruebas y Propiedades

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

El Contratista preparará hojas para el análisis estadístico de los resultados de campo y pruebas de laboratorio y remitirá tales hojas en duplicado al SUPERVISOR 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 SUPERVISOR.

* 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 SUPERVISOR.
* 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 SUPERVISOR 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

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 la caseta de controles como son vigas, columnas, losa de techo, muros, 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 la caseta.

### 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.

### 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 Supervisor. 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 vidrio martillado, debe ser montados de forma que el personal pueda fácilmente abrirlas y cerrarlas y deben ser seguras contra entrada de insectos.

### Vigas

Las vigas deberán diseñarse para acomodar la instalación de un puente grúa con capacidad de 10 T (el peso máximo por izar será de aproximadamente 5,000 kg.).

### 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 a 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.

### Base Para Generador de Emergencia

El generador de emergencia estará instalado sobre una plataforma al aire libre, con un recolector de aceite, para de forma tal en caso de verter aceite o cualquier tipo de líquido el mismo no contamine en el suelo de la instalación. Este deberá cumplir con los artículos 2, 3 y 4 del reglamento R-025 de instalación de planta eléctrica del MOPC.

Se deberá aplicar pintura epóxica a la base del generador de emergencia.

### 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 25 °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 las 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 Caseta.

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, 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 la 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 vibrarse 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 pre-vaciado. 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 prever la colocación de los mismos 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 de los transformadores de potencia con la sala de celdas de media tensión se dispondrá de canaletas de hormigón armado.

## Drenaje de Subestación

### 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 el Contratante.

### 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 más 20 menos 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.

*Nota:*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, 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 de 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 de Edesur.

## Verja Perimetral

El Contratista presentará un diseño de verja perimetral a la Dirección Gestión de Proyectos, para su ponderación y posterior aprobación, la misma será construida con la combinación de muro de bloques, vigas y columnas de hormigón armado. Toda la verja perimetral tendrá trincheras de seguridad y el diseño propuesto por el Contratista será aprobado por el CONTRATANTE.

## 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.
* Caseta de Controles (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 y estar debidamente firmado por un ingeniero colegiado al día, los cuales, tres (3) copias de su edición final deben ser entregados al CONTRATANTE para su tramitación correspondiente.

# Estructuras Metálicas

## Generalidades

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

Las estructuras serán diseñadas para soportar en forma segura las cargas verticales, transversales y longitudinales debidas 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 las estructuras, como cargas de tensión estática y cargas electrodinámicas para conductores, cables de guarda y conductores de conexionado entre equipos, cargas asociadas a las estructuras mismas como las transmitidas por los equipos que soportan y cargas de peso propio, viento, sismo, montaje y mantenimiento en las mismas estructuras.

El Contratista es responsable del diseño, suministro e instalación de todas las estructuras metálicas, 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.

## Características Constructivas

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”.

## 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 tres 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 y Tuercas

Todos los pernos y tuercas de las partes de las estructuras metálicas 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 Protección 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 Cristo Rey 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

# Construcción Tramo de Línea Aérea y Soterrado 138 kV

Se deberá contemplar la construcción de un tramo de línea de transmisión aérea de aproximadamente 135 m, en configuración de doble circuito con dos conductores por fase, utilizando postes metálicos autosoportados. Además, se deberá contemplar la construcción de líneas soterradas las cuales, tendrán una longitud aproximada de 55 m de un conductor por fase.

El Contratista deberá considerar lo descrito a continuación:

* Suministro de apoyos, aisladores, conductores, materiales y herraje necesarios.
* Replanteo de los apoyos.
* Entrega diseño obra civil (incluye cálculo estructural y cimentaciones de los apoyos propuestos por parte del contratista para fines de aprobación).
* Fundaciones y armado de apoyos.
* Puesta a tierra y vestido de estructuras.
* Tendido y tensado de conductores.

Las Fundaciones para las torres/postes serán realizadas atendiendo a las características del suelo existente en el trayecto de la línea, también a las reacciones (cargas) que transmitirán las torres/postes al suelo de fundación, estas cargas deben estar Conforme y Sustentadas en la memoria técnica de cálculo estructural de los apoyos propuestos en la línea.

El hormigón de fundaciones para las torres debe ser hormigón industrial y la compañía que suministre el hormigón debe estar certificada y que cumpla con los estándares mínimos de calidad que requieren el MOPC en 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. La resistencia a compresión mínima del hormigón de las fundaciones debe ser 210 kgs/cm².

La construcción de la línea será doble circuito con dos (2) conductores por fase de tipo AAAC 559.5 mcm Darien y Cable de Guarda OPGW.

Las líneas soterradas serán de un (1) conductor por fase tipo XLPE de cobre de sección nominal de 800 mm2.

Las estructuras y el diseño general de la línea deberán ser sometidos para aprobación por la Empresa de Transmisión Eléctrica Dominicana (ETED) y notificado al Contratante.

# Celdas GIS 138 kV

## Alcance de Suministro

La subestación encapsulada en gas hexafluoruro de azufre (SF6) para 138 kV será del tipo interior dentro de edificio. Se ha adoptado para la tensión de 138 kV una configuración GIS (Gas Insulated Substation) en barra principal más transferencia con dos (2) campos de línea y dos (2) campos de transformación de 40-50-10 MVA, tal como se visualiza en los planos de plantas y cortes. La subestación estará constituida por las siguientes celdas GIS (campos, celdas):

Tabla 9: Celdas GIS 138 kV

|  |  |
| --- | --- |
| **Ítem** | **Celda/Campo** |
| 1 | Salida a Transformador Nº 1 T01 |
| 2 | Salida a Transformador Nº 2 T02 |
| 3 | Acople de Barras A y B |
| 4 | Salida de Línea Nº 1 |
| 5 | Salida de Línea Nº 2 |
| 6 | PAT Barras A y B |

Los planos de esquemas unifilares GIS 138 kV adjuntos al documento son a título orientativo, pero debe tenerse en cuenta que la cantidad total de celdas será indicada por el Contratista en su propuesta, ya que puede haber diferencias entre fabricantes en función de la solución del seccionamiento transversal.

Así mismo, sin ser limitativos el alcance del suministro a entregar de esta especificación técnica cubre lo descrito a continuación:

* La documentación técnica para la ingeniería de detalle, montaje, ensayos, operación, mantenimiento, etc.
* Fabricación y manufactura.
* Ensamblado en fábrica.
* Ensayos en fábrica y obra con aporte provisorio de equipos y aparatos para la realización de los ensayos en obra.
* Embalaje para transporte.
* Montaje y construcción de obras civiles.
* Herramientas especiales y piezas de repuesto para mantenimiento.
* Curso de capacitación.
* Provisión del gas SF6 necesario para los ensayos y puesta en servicio. Los botellones que lo contenga quedarán integrados a la provisión como propiedad del CONTRATANTE.
* Planta móvil de vacío completa con todos sus accesorios, destinada a la evacuación del aire o del gas SF6 (aplicación de vacío) que deba reemplazarse durante las tareas de mantenimiento. La planta será fácilmente transportable y estará equipada con las bombas, conexiones, tubos flexibles, instrumentos/detectores y accesorios necesarios para su correcto funcionamiento.
* Equipo de ensayo de gas SF6 completo con todos sus accesorios, destinado al control de la calidad del SF6 antes de su uso y de las muestras que se extraigan periódicamente para su verificación.
* Equipo para diagnóstico preventivo completo con todos sus accesorios, destinado a verificar el estado de la subestación. Debe permitir verificar sin necesidad de desarmar ninguna parte de la subestación, lo siguiente:
* Existencia de partículas metálicas.
* Calentamientos (contactos u otra parte del equipo).
* Control de los mecanismos de operación.
* Bujes de alta tensión (AT) con sus terminaciones y pararrayos para conexión de las líneas de transmisión.
* Tuberías aisladas en SF6 hasta punto de conexión de los transformadores de potencia a través de bujes de conexión SF6-Aire.
* Ensayos de aceptación in situ.
* Puesta en servicio.
* Operación de instalación óptima en base a las buenas prácticas del montaje de todos los materiales, estructuras de soporte, pernos de anclaje, accesorios repuestos de puesta en marcha, repuestos de mantenimiento, herramientas especiales y todos los servicios auxiliares requeridos.

Todos los materiales, componentes y equipos incorporados deben ser nuevos y de la mejor calidad para asegurar que el equipo completo cumpla con los requisitos de funcionamiento continuo durante todo el período de vida.

## Normas de Aplicación

El diseño, fabricación y ensayo de los equipos y materiales que debe suministrar el Contratista deben ajustarse a las indicaciones de las últimas ediciones o revisiones de las normas técnicas respectivas que se mencionan a continuación.

* IEC 62271: High-voltage switchgear and controlgear - ALL PARTS.
* IEC 62271-203: High-voltage switchgear and controlgear - Part 203: Gas-insulated metal- enclosed switchgear for rated voltages above 52 kV.
* IEC 60480: Guide to the checking of sulphur hexafluoride (SF6) taken from electrical equipment.
* IEC 60859: Cable connections for gas-insulated metal-enclosed switchgear for rated voltage of 72.2 and above.
* IEC 61639: Direct connection between power transformer and gas insulated metal-enclosed switchgear for rated voltages of 72.5 kV and above.
* IEC 60376: Specification and acceptance of new sulphur hexafluoride.
* IEC 62271-100: High-voltage switchgear and control gear - Part 100: High-voltage alternating-current circuit-breakers.
* IEC 60056: High-voltage alternating-current circuit-breakers.
* IEC 62271-102: High-voltage switchgear and control gear - Part 102: High-voltage alternating-current disconnectors and earthing switches.
* IEC 61129: Alternating disconnectors (Isolators) and earthing switches.
* IEC 60137: Insulated bushing for alternating voltages above 1000V.
* IEC 61869-1: Instrument Transformers - Part 1: Current transformers General requirements.
* IEC 61869-2: Additional requirements for current Transformers.
* IEC 61869-3: Additional requirements for inductive voltage Transformers.
* IEC 61869-5: Additional requirements for capacitive voltage Transformers.
* IEC 60186: Voltages transformers.
* IEC 60099-4:2014: Part 4: Metal-oxide arrest ers without gaps for ac sytems.
* IEC 60137:2017: Insulated bushings for alternating voltages above 1000 V.
* IEC 61462:2007: Composite hollow insulators – Pressurized and unpressurized insulators for use in electrical equipment with rated voltage greater than 1000 V – Definitions, test, methods.
* IEC 60840:2011 - Power cables with extruded insulations and their accessories for rated voltages above 30 kV up to 150 kV – Test methods and requirements.
* ASTM D2472-15: Standard Specification for Sulphur Hexafluoride.

En general, los equipos se ajustarán a las exigencias de las normas IEC (International Electrotechnical Commission).

## Aspectos constructivos

### Diseño

Cada una de las celdas (Campos, celdas) que integran la subestación dispondrán en su interior, según corresponda, los siguientes elementos principales:

* Interruptor con dos bobinas de apertura.
* Seccionadores con puesta a tierra (seccionador de tres posiciones).
* Seccionadores de puesta a tierra para mantenimiento.
* Transformadores de corriente.
* Transformadores de tensión.
* Terminales para conexión de entradas y salidas de líneas 138 kV en aire, módulo de conexión de cables para terminales enchufables en la celda GIS (Plug-in), ductos aislados en gas SF6 desde la celda GIS hasta el buje SF6/aire trifásico para la interconexión con barra rígida con el transformador de potencia correspondiente a esa celda.
* Gabinetes de control y protecciones (Enfrentado con la celda respectiva y pasillo por medio).

La envoltura metálica será de aluminio, aleación de aluminio o acero. En cualquier caso, las pérdidas y el calentamiento debido a las corrientes de circulación, deberán limitarse a valores mínimos. El Contratista deberá indicar en su oferta dicho valor, lo mismo que la máxima temperatura alcanzada por efecto de la circulación de corriente de cortocircuito por la envoltura.

Los distintos elementos que conforman la subestación deben estar dispuestos de forma tal que, para desmontar cualquiera de ellos no resulte necesario desmontar el elemento vecino.

Para el mantenimiento predictivo o preventivo se podrán efectuar pruebas (Aplicación de tensión de ensayo, medición de resistencia de contacto, discrepancia de polos en interruptores, etc.) sobre los distintos elementos constitutivos de un campo, sin necesidad de desarmar ningún recinto para acceder al “punto” de medición.

### Gas hexafluoruro de azufre

Deberá cumplimentar las exigencias de las normas IEC 60376 y 60480 y mantener sus propiedades dieléctricas dentro del rango de temperaturas especificado y sin ayuda de calefactores.

El punto de rocío estará siempre por debajo de la temperatura mínima especificada para prevenir la formación de humedad libre que pudiera provocar problemas de aislación en el gas SF6.

La cámara de interrupción de los interruptores se suministrará con un elemento que sea capaz de absorber los residuos del gas generados por el arco eléctrico. En este sentido, con el fin de minimizar dichos efectos, se prefiere que el interruptor tenga su cámara de interrupción dispuesta verticalmente.

### Módulos

La subestación estará dividida en módulos identificados convenientemente con barreras aislantes capaces de soportar la presión máxima de diseño, que permitan asegurar las siguientes condiciones:

* Manipulación de un volumen de gas perteneciente a un módulo, ya sea para llenado o vaciado del mismo.
* Posibilidad de sacar uno o más módulos de servicio sin afectar al resto.
* Limitar los efectos de un arco interno al módulo afectado.
* Las barreras herméticas del gas entre módulos deben estar claramente marcadas en el exterior de los envolventes.

Se recomienda de manera conveniente que esté dividida en módulos para:

* Módulo de juego de barras.
* Módulo de compartimientos intermedios.
* Módulo de interruptores.
* Módulo de transformadores de corriente.
* Módulo de seccionadores de barras y de líneas.
* Módulo de transformadores de voltaje.
* Módulo de empalme cable XLPE.
* Módulo de empalme para transformadores.

### Juntas

Se dispondrán de juntas para limitar las pérdidas de gas SF6 para todas las condiciones previstas de temperatura. Se instalarán en todas las uniones entre secciones de envolturas adyacentes, barreras aislantes, ejes de comando de equipos y demás que se considere necesaria.

Las juntas podrán ser elastómero sintético u otro material similar que garantice la estanqueidad del gas SF6.

### Accesos

Los distintos módulos y accionamientos de equipos podrán ser inspeccionados en forma independiente, incluyendo las partes de alta tensión.

Los comandos manuales, “puntos” de extracción y llenado de gas, etc., se ubicarán en lugares fácilmente accesibles y brindarán la posibilidad de inspección de los equipos bajo condiciones de funcionamiento (con tensión).

De ser necesario, para el mantenimiento y la verificación de los distintos elementos de la subestación, y de cada uno de los compartimentos, que conforman cada celda, deberán suministrarse plataformas de acceso y/o escaleras y/o soportes apropiados. Las plataformas y los soportes, en todos los casos, serán construidas de perfiles de acero galvanizados por inmersión en caliente, de acuerdo con la norma ASTM A123 Standard Specification for Zinc (Hot-Dip Galvanized) Coating on Iron and Steel Products.

### Arco interno

Cada módulo deberá disponer de un dispositivo, claramente individualizado, que permita la expulsión de gases provocados por un arco interno. Deberá direccionarse de modo de no afectar al personal de operación y mantenimiento en todos los lugares a los cuales puedan tener acceso.

En cada módulo de cada campo se dispondrá de un detector de arco interno, con indicación de su funcionamiento.

### Puesta a tierra

Todas las partes metálicas independientes, plataformas, soportes y los seccionadores de tierra de la subestación tendrán tomas de puesta a tierra.

En el sentido longitudinal de la subestación se instalará una barra de cobre de puesta a tierra principal de sección tal que pueda soportar las corrientes de cortocircuitos que se puedan generar por actuaciones propias del sistema, la cual se conectarán mediante barras de cobre secundarias las tomas de puesta a tierra señaladas. A su vez, la barra principal se conectará en varios puntos a la malla de puesta a tierra general de la subestación.

El Contratista someterá a aprobación del CONTRATANTE el cálculo de sistema de tierra, donde incluirá entre otros parámetros, los siguientes:

* Aseguramiento de la continuidad galvánica de los circuitos de puesta a tierra de toda la subestación.
* Distribución de potencial ante condiciones de perturbación (Falla monofásica asimétrica).
* Puesta a tierra de los neutros de los transformadores de medición.

## Interruptor 138 kV

Será diseñado y construido de acuerdo con las exigencias de las normas IEC 62271-100 y 60056.

Será apto para disparo y cierre mono/tripolar. Dispondrán de reenganches monofásicos y trifásicos de alta velocidad con una secuencia de operación y temporización según lo especificado. El método de extinción del arco será de presión única, utilizándose como medio de extinción y aislación el gas SF6 con autogeneración de la presión de soplado.

Tendrán dos (2) bobinas de apertura en consonancia con el Sistema de Protecciones (Principal y Respaldo) solicitado y una (1) de cierre.

El mecanismo de accionamiento será del tipo motor-resorte exclusivamente.

Se dispondrá de un armario, propio de cada uno de los interruptores y ubicado en cada una de las celdas respectivas, conteniendo los siguientes elementos como mínimo:

* Indicador mecánico de posición (Local-remoto).
* Comando manual local mecánico para mantenimiento.
* Indicador mecánico del estado del resorte (Cargado-descargado).
* Bloque de contactos auxiliares (16 NA + 16 NC).
* Borneras accesibles con bornes componibles sobre regleta.
* A distancia eléctrico.

Los circuitos de comando serán divididos en las siguientes partes, libres de potencial entre sí:

* Comando de cierre.
* Comando de apertura.
* Señalización.
* Alarma.
* Bloqueos.
* Accionamiento del motor.

Los interruptores de 138 kV deben ser aptos para un ciclo de recierre de O-0.3 s-CO-3min-CO.

## Seccionadores de línea, barras, aislación de transformadores de tensión, acoplamiento y puesta a tierra.

Serán diseñados y construidos de acuerdo con las exigencias de la norma IEC 62271-102. Todos los seccionadores deberán poseer:

* Comando local manual (por medio de manivela).
* Local eléctrico (Motor de corriente continua).
* A distancia eléctrico.

Será imposible concretar el accionamiento eléctrico, si se ha dispuesto un accionamiento manual.

Deberán estar preparados para la colocación de candados en ambas posiciones de los seccionadores. Estarán equipados con:

* Dispositivo de señalización mecánica de posición acoplado mecánicamente al árbol de comando y ubicado de modo que sea fácilmente visible desde el piso.
* Como mínimo con ocho (8) contactos auxiliares para enclavamientos y señalización para el seccionador y la misma cantidad de contactos para el seccionador de puesta a tierra.

Los seccionadores de puesta a tierra de entradas/salidas de cables y los de barras, serán de accionamiento rápido y con poder de cierre.

Los contactos auxiliares deben indicar claramente la posición abierto o cerrado. No se admiten contactos únicos o indicación por exclusión. Para la señalización se utilizarán contactos de fin de carrera, en serie con los contactos propios de los seccionadores. Estos contactos serán suministrados libres de potencial y 4 NA + 4 NC por cada seccionador (Además de los utilizados para su cadena de enclavamientos).

## Transformadores de medición

Serán diseñados y construidos de acuerdo con las exigencias de las normas IEC, según el tipo de transformador que corresponda. Siempre serán tres (3) unidades monofásicas, una por cada fase, para transformadores de corriente y de tensión e independiente del lugar de instalación (Celdas GIS, ductos de barras, barras, etc.).

Deberán estar en un todo de acuerdo con el sistema de protección y medición dispuesto por la Empresa de Transmisión Eléctrica Dominicana (ETED) y el Organismo Coordinador (OC).

Los transformadores de tensión deberán ser del tipo inductivo. Teniendo en cuenta la característica inductiva de los transformadores de tensión y el comportamiento capacitivo de la subestación encapsulada en gas SF6 y de la red asociada a la misma, deberá verificarse especialmente la inexistencia de fenómenos ferrorresonantes. En la etapa de la Ingeniería de detalle, el Contratista someterá para aprobación del CONTRATANTE el diseño y la memoria de cálculo correspondiente.

Los transformadores de corriente serán del tipo toroidal.

Las cantidades de los núcleos de los transformadores de corriente y tensión según su utilización, se muestra en la tabla a continuación:

Tabla 10: Características de los núcleos secundarios de Transformadores de Medición

| **Clase de Transformador** | **Utilidad** | **Clase** | **Potencia (VA)** | **Factor de sobreintensidad**  **(FS)** | **Factor Límite Precisión (FLP)** |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| TC | Protección diferencial de barras | 5P | 30 | --- | 20 |
| TC | Medición | 0.2 | 15 | Fs≥5 | ------ |
| TC | Protección principal | 5P | 30 | --- | 20 |
| TC | Protección de respaldo | 5P | 30 | --- | 20 |
| TC | SMEC | 0.2 | 15 | Fs≥5 | --- |
| TP | SMEC | 0.2 | 30 | --- | --- |
| TP | Medición y sincronización | 0.2 | 30 | --- | --- |
| TP | Protección principal y respaldo | 3P | 30 | --- | --- |

## Ductos de Barras GIS Encapsuladas en Gas SF6

Respecto a la interconexión con los transformadores de potencia 138/12.8/10 kV, se deben considerar los siguientes parámetros:

* Los aisladores deberán responder a lo indicado en las normas IEC 60137 o 61639, según corresponda y sus características se ajustarán a lo indicado en las Planillas de Datos Técnicos Garantizados.
* Los bornes deberán ser indicados con sus dimensiones, tipo de material y con el detalle necesario para definir las grapas de conexión.
* La interconexión desde el buje trifásico SF6/aire hacia el transformador de potencia, debe ser con barra tubular hasta el bushing (pasatapa) de AT del transformador.

El Contratista deberá suministrar todos los elementos necesarios para la conexión del ducto de SF6 provenientes de las celdas GIS de 138 kV, buje SF6/aire a dichos aisladores pasatapas del transformador de potencia.

En la etapa de la Ingeniería de Detalle, el Contratista someterá a la aprobación del CONTRATANTE, alternativas del recorrido y detalles de instalación de cada uno de los ductos de SF6 de 138 kV.

## Ensayos

### Ensayos Tipo y de Rutina

Deberán realizarse los ensayos tipo y de rutina para cada elemento de las celdas GIS indicados en las normas IEC 62271.

Junto con la oferta se deben presentar protocolos de ensayos tipo, realizados a equipos idénticos a los suministrados con una vigencia no superior a diez (10) años.

Todos los protocolos de pruebas serán entregados por el contratista al Contratante con los certificados de inspección y pruebas correspondientes. Los informes detallados y completos incluyendo datos de medidas, diagramas, gráficos, etc., serán entregados por el fabricante inmediatamente después de la realización de los ensayos, estos informes serán redactados en idioma español.

El contratista debe entregar una copia de los reportes de ensayos tipo y de rutina realizados.

A continuación, se muestra una tabla de los distintos elementos de las celdas GIS con sus respectivas normas para los ensayos tipos y de rutina correspondientes:

Tabla 11: Normas de Aplicación para Ensayos Tipo y de Rutina

|  |  |
| --- | --- |
| **Elementos** | **Normas** |
| Gas SF6 | IEC 60376 |
| Interruptores de potencia | IEC 62271-100 |
| Transformadores de medida | IEC 61869 (1-2-3) |
| Seccionadores | IEC 62271-102 |

El CONTRATANTE seleccionará dos (2) representantes para participar de las pruebas en fábrica, las cuales deberán ser costeadas por el Contratista. El Contratista enviará para revisión y aprobación por parte del CONTRATANTE el plan de pruebas con los protocolos detallados con 30 días de antelación.

### Ensayos In Situ para Puesta en Servicio

Como mínimo se deberán realizar bajo recomendaciones del fabricante los siguientes ensayos:

Para interruptores de potencia:

* Ensayos de fuga de SF6.
* Comprobación funcionamiento sistema de supervisión de gas.
* Medición del contenido de humedad del gas.
* Medición tiempos de operación.
* Verificación enclavamientos.
* Medición resistencia de los contactos principales.
* Operación de contactos de reserva.
* Medición corriente de consumo del motor.
* Medición velocidad de operación de los contactos.
* Medición tiempos C-O.
* Tensión mínima de apertura.
* Tensión mínima de cierre.

Para seccionadores:

* Medición de resistencia de transferencia de las juntas acopladas en el sitio de obra.
* Ensayos de fuga de SF6.
* Comprobación funcionamiento sistema de supervisión de gas.
* Medición del contenido de humedad del gas.
* Medición tiempos de operación.
* Verificación enclavamientos.
* Medición resistencia de los contactos principales.
* Operación de contactos de reserva.
* Medición corriente de consumo del motor.

Para transformadores de corriente:

* Resistencia de devanados.
* Resistencia de aislamiento.
* Factor de potencia/tangente delta.
* Medida de relación de transformación.
* Polaridad.
* Curva de excitación.
* Inyección de corriente primaria.

Para transformadores de tensión:

* Resistencia de aislamiento
* Factor de potencia/tangente delta.
* Medida de relación de transformación.
* Polaridad.
* Curva de saturación.

El Contratista deberá garantizar la presencia de un especialista del fabricante, que será responsable de la puesta en marcha, con experiencia de todas las operaciones, para el montaje, ensamble y puesta en servicio de las celdas.

## Embalaje

Las celdas GIS 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.

## Capacitación Especializada

## Para este proceso se requiere que un ingeniero especialista de la fábrica imparta entrenamiento al personal seleccionado por el CONTRATANTE en el país y en idioma español que incluya material gastable y logística.

La capacitación se realizará en un lugar previamente acordado entre el Contratista y el CONTRATANTE y como mínimo deberá incluir lo especificado a continuación:

1. Descripción general de la GIS.
2. Disposición General de Equipos y Arquitectura de la GIS.
3. Seccionamiento del gas en la GIS.
4. Construcción de los Interruptores.
5. Mecanismo de operación de los interruptores.
6. Mantenimiento de los interruptores.
7. Reparación general de la cámara de interrupción.
8. Reparación general del mecanismo de operación.
9. Construcción de los seccionadores de aislamiento y los de tierra.
10. Mantenimiento a los seccionadores y los de tierra.
11. Reparación general de los seccionadores.
12. Construcción de la barra/terminaciones de cables/aisladores de transición SF6-Aire.
13. Mantenimiento de la barra/terminaciones de cables/aisladores de transición SF6-Aire.
14. Manejo del SF6, salud y seguridad en el trabajo.
15. Mantenimiento general al sistema de barras y a las terminaciones de cables.
16. Operación de la GIS mediante el sistema SCADA.
17. Construcción y mantenimiento de los CT/PT.
18. Instalación y prueba en campo de la GIS.
19. Simulación de fallas en la GIS.
20. Localización de fallas en la GIS.
21. Protecciones.

# Descargadores de Sobretensión 138 kV

El Contratista se encargará de proveer los descargadores de sobretensiones de AT, completos con todo el material necesario para su buen funcionamiento, incluyendo su contador de descarga y cumpliendo con la finalidad prevista, según el proyecto.

Para las subestaciones GIS serán instalados en la torre de llegada de la línea 138 kV, de acuerdo con los requerimientos y especificaciones técnicas establecidos por la Empresa de Transmisión Eléctrica Dominicana (ETED).

## Aspectos Constructivos

### Tipo

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

### Diseño

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

Los descargadores y sus elementos auxiliares deberán ser aptos para instalación a la intemperie en las condiciones ambientales del lugar de emplazamiento. Los descargadores serán aptos para sistemas rígidos a tierra.

La tensión residual para las corrientes de impulso deberá ser lo más baja posible. No deberán presentar descargas por efecto corona. Los puntos y ángulos agudos en terminales, etc. deberán ser adecuadamente blindados mediante el uso de anillos anti-corona para cumplir con los requerimientos de efecto corona y de radio interferencia. La fijación de los anillos deberá ser tal que eviten las vibraciones y no dificulten la instalación de los elementos conductores.

Dentro de los límites especificados de operación no deberán presentar ninguna reacción química ni deterioro visible. 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.

### Fijación

Cada descargador deberá ser completamente auto sustentado mecánicamente y estará provisto de una base metálica adecuada para su montaje sobre una estructura de acero galvanizado. La base deberá ser galvanizada en caliente o poseer algún otro tipo de terminación resistente a la corrosión reconocidamente probada.

Los descargadores serán montados con sus bases aisladas a efectos de instalar los contadores de descargas. El Contratista proveerá según el presente, los medios para su fijación a éstas.

### Bornes

En la parte superior cada descargador contará con un conjunto para conectar el borne de línea, dotado de anillo anti-corona y resistente a la corrosión, fijado con bulones. El mismo será provisto con una placa terminal para conexión y será apto para posibilitar el izaje del descargador completo durante las tareas de montaje. En la base tendrá un terminal de bronce para puesta a tierra con conectores para cable de cobre de sección adecuada.

### Accesorios normales Contador de descargas

Cada descargador de 138 kV será suministrado con un contador de descargas que poseerá un medidor de corriente graduado con pulsador para intercalación. El alojamiento del contador y del medidor tendrá protección contra intemperie (IP 54 ó superior según norma IEC 60529) y estará diseñado de modo que las lecturas puedan ser hechas fácilmente desde el nivel del suelo.

### 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.
* Designación del tipo.
* Número de serie.
* Tensión de servicio continuo kV (Uc).
* Tensión nominal asignada kV (Ur).
* Clase de descarga de línea.
* Corriente nominal asignada del limitador de presión (si procede).
* Corriente de cortocircuito nominal (kA).
* Tensión de referencia (kV).
* Esfuerzos mecánicos asignados sobre los bornes (daN).
* Peso del pararrayos (kg).

## Inspección y Ensayos

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

El contratista suministrará los ensayos que más abajo se detallan, y luego se realizará la recepción técnica en sus almacenes verificando que este equipo cumpla con los parámetros de la norma indicada en la PDTG, el Contratante emitirá informe de aceptación y de autorización de despacho. Sin este requisito no serán recibidos los equipos en obra.

Los ensayos en fábrica se realizarán de acuerdo con la norma de aplicación según las Planillas de Datos Técnicos Garantizados y conforme con lo que se especifica en este apartado.

### Ensayos de Tipo

Con el fin de comprobar el cumplimiento de las características técnicas de los descargadores, se deberá entregar con la oferta fotocopiada de los protocolos de ensayos de tipo que se establecen la norma IEC 60099.1 o en la norma ANSI/IEEE C.62.11. A continuación se describen los ensayos que serán aplicables según las características de los equipamientos ofrecidos:

* Tensiones resistidas por el aislador que aloja al descargador.
* Capacidad de soportar las sobretensiones de frecuencia industrial.
* Se debe determinar la curva de tensión aplicada de 60 Hz en función del tiempo de aplicación.
* Se deberán registrar las corrientes de fuga asociadas a las tensiones.
* Tensión residual para impulso de corriente atmosférico.
* Tensión residual con impulsos de corriente de frente abrupto.
* Tensión residual con impulsos de corriente de maniobra.
* Comportamiento con impulsos de corriente.
* Funcionamiento, inclusive estabilidad térmica.
* Dispositivo de alivio de presión.
* Ensayo de vida útil:

El fabricante deberá suministrar un gráfico de vida útil de los descargadores para (t) en función de 1/T, siendo:

t = tiempo y T = temperatura

Dicho gráfico deberá obtenerse para la tensión nominal de operación y para 50%, 60%, 70% 80% y 100% de la tensión nominal del descargador.

La vida útil deberá ser de por lo menos 20 años a la tensión normal de operación y para una temperatura ambiente de 45º C.

Descarga de línea:

* Los descargadores deberán ser aptos para soportar sobretensiones de la línea, cuyos requerimientos técnicos están en las Planillas de Datos Técnicos Garantizados.
* Las condiciones del ensayo serán las indicadas según norma IEC.
* Ensayo de cargas mecánicas en los terminales y aisladores (flexión-torsión).
* Verificación sismorresistente.
* Ensayos de funcionamiento de los equipos asociados (contador de descarga, amperímetro).

### Ensayos de Rutina

Serán realizados todos los ensayos indicados en la Recomendación IEC 60099-4 o ANSI/IEEE C 62.11.

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

# Transformadores de Potencia

Para el transformador de 138/12.8/10 kV, será considerado el suministro y montaje, el cual deberá contar con una potencia en el arrollamiento del lado primario de 40-50 MVA, un arrollamiento en el secundario de 40-50 MVA y un arrollamiento terciario a un quinto 1/5 de la potencia máxima, es decir, 10 MVA de condición no cargable.

## Normas de Aplicación

Los transformadores, los conmutadores de toma bajo carga, transformadores de corriente, aisladores pasantes y descargadores de sobretensión se diseñarán, fabricarán y ensayarán según las siguientes normas y recomendaciones, en su última versión.

* + La Norma IEC 60076. Power Transformers.
    - Con respecto a las Recomendaciones IEC también serán de aplicación:
      * 60099 Descargadores de sobretensión.
      * 60044 Transformadores de corriente.
      * 60076-2 Power transformers – Part 2: Temperature rise for liquid-immersed Transformers.
  + Las normas ANSI a aplicarse serán las siguientes:
    - * ANSI/IEEE C 62.11 Metal oxide surge arresters for AC power circuits.

## Alcance del Suministro

Serán suministrados dos (2) transformadores trifásicos de potencia, incluyendo todos los equipos auxiliares necesarios para su correcto funcionamiento, cuyas características son:

Potencias: 40-50/40-50/10 MVA.

Tensiones:

* Primaria: 138 (7x1.15%; N; -15x1.15%) kV.
* Secundaria: 12.8 kV.
* Terciario: 10 kV (no cargable).

Grupo de Conexión: YNyn0d11.

La provisión que se indica no es de carácter limitativo y el Contratista a su criterio, deberá ampliarla en caso de que sea necesario para el correcto funcionamiento y desempeño de la máquina, pues ello será de su entera responsabilidad. Además, forma parte del suministro lo siguiente:

* Elementos de control remoto a ser instalados en los gabinetes del Edificio de Control de la Estación Transformadora.
* Regulador automático de tensión, elementos para marcha en paralelo, compensación de caída en línea y selección de valor de consigna. Deberán ser de acuerdo con las características técnicas indicadas en las especificaciones técnicas y en la PDTG del transformador 40-50 MVA.
* Descargadores de sobretensión para todos los arrollamientos, con sus accesorios de montaje.
* Transformadores de corriente internos incorporados en los aisladores pasantes.
* Transporte y posicionamiento definitivo en sus bases, incluyendo los seguros sobre estas operaciones.
* Registrador de impactos que será provisto sólo para control durante el transporte.
* Ensayos de recepción de fábrica y en obra, con el aporte provisorio de equipos y aparatos para efectuar los mismos.
* Repuestos.
* Supervisión por parte del fabricante, para el montaje, ensayos y puesta en servicio.

Los límites del suministro correspondiente al presente Capítulo serán:

* Lado 138 kV: Bornes de potencia, incluida grapería, conectores a compresión o mecánico tipo T o según sea el diseño del pórtico AT. El conductor requerido es de tipo AAAC 900 MCM o superior.
* Neutros de 138 y 12.8 kV: Terminales, barras y aisladores soportes sobre la cuba (hasta su base) para conexión al Sistema de puesta a tierra de la Estación Transformadora.
* Caja embridada desmontable para aisladores, descargadores y tapa provisoria para salida de conductos de barras pre-aisladas o ductos de barras de MT.

Suministros hacia caseta de celda aislada al aire:

* Instalaciones auxiliares y de control: El Contratista suministrará todas las interconexiones entre elementos de los transformadores y su gabinete local y entre estos gabinetes y el armario de conjunción del banco trifásico. Todas las interconexiones serán realizadas con conductores blindados con pantalla de cobre corrugada cuya resistencia será, como máximo, de 2 ohm/km, medida en corriente continua a una temperatura ambiente de 20º C.
* Elementos de control remoto: Serán provistos contactos auxiliares primarios, para alarma y dos (2) para disparo, de las protecciones propias del transformador.

## Aspectos Constructivos (Descripción de Características)

El transformador destinado a abastecer demanda en los bobinados de menor tensión deberá poder operar en forma permanente a las tensiones máximas del sistema especificadas, con carga nominal y a cos φ 0.8 inductivo sin que se degrade su vida útil.

Sistema Tensión Nominal : 138 kV

Máxima Tensión de Operación Permanente: 145 kV

### Sistema de Refrigeración

El transformador será refrigerado por aire con circulación natural y/o forzada y aceite con circulación natural (ONAN/ONAF). En la condición ONAN el transformador debe poder operar en forma continua hasta un 80% de la potencia nominal y en la condición ONAF contar con el 20% restante.

### Conmutador de Tomas Bajo Carga (CTBC)

Los transformadores contarán con un conmutador de tomas bajo carga (CTBC) que deberá responder a las recomendaciones IEC 60214-1, 60214-2 y 60542 y será de calidad probada y reconocida. El mismo debe estar localizado lado del devanado de AT del transformador.

En la caja de la fase correspondiente se dispondrá de borneras a las que habrán sido cableados, por ejemplo, los contactos de iniciación de los dispositivos siguientes:

* + - Alarma y disparo del relé de flujo y nivel de aceite del CTBC.
    - Conmutación en curso.
    - Regulación paso a paso.

Se dispondrá una llave para control "Local-Remoto" (para cada transformador) a fin de que el CTBC pueda ser accionado desde dicha caja de mando, gabinete de mando local y mando desde el sistema SCADA. En todos los casos se incluirán sendos indicadores de posición del CTBC.

El motor y sus mecanismos de control deberán instalarse en un gabinete hermético tipo intemperie clase IP 54 ó superior montado en el exterior de la cuba del transformador. Para los componentes del CTBC, son aplicables los criterios expuestos en las especificaciones técnicas y PDTG del transformador 40-50 MVA.

El CTBC debe permitir realizar los cambios de toma de forma manual, a fin de facilitar los trabajos de mantenimiento.

Será provisto un instrumento (para cada transformador) indicador de posiciones para ser instalado en el gabinete de mando local.

### Relés de Regulación Automática de Tensión y Marcha en Paralelo (RAT)

Se debe prever (para cada transformador) la regulación automática de tensión, la compensación por caída en línea y el control de la marcha en paralelo. El Contratista debe someter una propuesta que cumpla con la última tecnología disponible en el mercado.

La marcha en paralelo se realizará mediante la compensación por corriente reactiva y como complemento alternativo también se desarrollará el método Maestro/Comandado/Individual para efectuar la operación simultánea de todos los transformadores y en el caso de divergencia de posición de los CTBC la operación será bloqueada y señalizada.

Para la regulación automática de tensión se han previsto siete (7) valores por encima y quince (15) valores por debajo con respecto a la tensión de consigna que podrán ser elegidos desde el gabinete de control o vía telecontrol. Además, se prevé su montaje junto con el equipo de marcha en paralelo en un gabinete (motivo de otro contrato).

Por lo tanto, se deberán proveer en forma separada, todos los accesorios necesarios y se presentará un esquema de conexión para las funciones de regulación de tensión y paralelismo arriba mencionadas. En la etapa de la ingeniería de detalle, el Contratista someterá para aprobación del CONTRATANTE el diseño y la memoria de cálculo correspondiente.

### Protección de Cuba

No se debe proveer la protección de cuba porque no está contemplada su utilización dentro del sistema de protección de los transformadores de potencia.

### Placa de Característica

* También se proveerá una placa que muestre ubicación y función de todas las válvulas, grifos y tapones. Se deberá indicar la posición (abierta o cerrada) que tendrán durante el funcionamiento normal del transformador.
* Incluirá una placa que muestre la curva de variación del nivel de aceite de los transformadores en función de la temperatura de este. Así mismo, debe contener los parámetros eléctricos básicos del transformador.

### Descargadores de Sobretensión y Accesorios

El Fabricante suministrará los descargadores de sobretensión poliméricos de las tres tensiones, serán descargadores de tipo óxido de zinc (ZnO) que cumplirán con esta especificación y con lo indicado en Planilla de Datos Técnicos Garantizados del transformador de potencia.

Los niveles de protección de los descargadores ofrecidos estarán coordinados con los niveles de aislación del transformador, guardándose los márgenes de protección utilizados internacionalmente, según la norma la IEC 60071.

Los descargadores de sobretensión del lado AT, requiere que cumplas las siguientes características:

* Tensión Nominal de Servicio: 138 kV.
* Tensión Máxima de Servicio (Um): 145 kV.
* Tensión Nominal Pararrayo (Ur): 108 kV.
* Tensión Continua de Operación (Uc o MCOV): 84 kV.

Los descargadores de 138 kV y 12.5 kV serán aptos para sistemas rígidos a tierra y los del terciario (10 kV) para sistemas con neutro aislado. Los descargadores cumplimentarán las normas ANSI/IEEE C 62.11.

Los cierres serán herméticos y se preverá un dispositivo de alivio de presión. Serán mecánicamente auto sustentados y la base de montaje será cincada en caliente o tendrá otro tratamiento reconocido para resistir la corrosión. Para los descargadores de 138 kV se proveerán bases aislantes.

Contarán con un terminal de tierra aptos para conectores de AWG 4/0 (107.2 mm2) (mínimo orientativo).

La bajada será aislada e irá montada sobre aisladores hasta la base de la cuba en los descargadores de 138 kV y MT. Cada descargador de 138 kV será suministrado con un contador de descargas. Los descargadores de AT y MT serán montados sobre la cuba, al igual que los contadores de descargas.

Los soportes sobre las cubas destinados a descargadores de 138 kV serán desmontables. Se calcularán con las cargas provenientes del peso propio del equipo, del viento sobre éste y sus conexiones y considerando los efectos de los cortocircuitos eventuales. Estos soportes serán pintados en la misma forma que la cuba.

### Dispositivos de Imagen Térmica

Los transformadores estarán provistos cada uno con dos (2) dispositivos compensadores del tipo imagen térmica, para detección de la temperatura de los arrollamientos.

Estos dispositivos deberán arrancar en las dos etapas de refrigeración del Transformador. Asimismo, deberán enviar al sistema de control de la subestación la temperatura registrada.

### Caja de Interconexión

Las conexiones entre la máquina y el gabinete de comando local deben pasar por borneras de interconexión, ubicadas en la caja para este gabinete, son aplicables los criterios expuestos en las Especificaciones Técnicas Generales para Gabinetes de Uso Eléctrico.

### Armario de Conjunción o Gabinete de Comando Local (TCL)

En cada Transformador individualmente se dispondrán borneras agrupadas por sectores perfectamente identificados para las siguientes funciones:

* + - **Medición y Protección:** Reunirá las corrientes secundarias de los transformadores de corriente y las agrupará para la transmisión de las corrientes al sistema trifásico de cuatro hilos (R/S/T/N). Deberá estar prevista para efectuar cortocircuito de cada arrollamiento secundario en los bornes de acometida y realizar inyección de corriente para pruebas, mediante puentes individuales por núcleo y por fase, de tal manera de no afectar a las conexiones internas y externas, las que quedarán fijas permanentemente.

El diseño de dicho sistema de puentes podrá efectuarse con barras y tornillos de espesores y materiales adecuados para garantizar conexiones seguras.

* + - **Disparos:** Reunirá todos los disparos provenientes del transformador.
    - **Alarmas:** Las señales de alarmas provenientes del transformador serán conectadas de manera que, mediante puentes, permitan realizar el agrupamiento que el CONTRATANTE disponga.
    - **Auxiliar:** Aquí se dispondrán los bornes para los servicios de iluminación y calefacción del armario de conjunción. Puede emplearse además para distribución de corriente alternada y corriente continua al transformador. El conexionado se realizará en todos los casos con un solo conductor por borne.

El TCL responderá constructivamente a lo indicado en las Especificaciones Técnicas Generales para Gabinetes de Uso Eléctrico.

Además de lo allí establecido se indica que el piso será abulonado y desmontable para permitir la realización en obra de los orificios para prensa cables y/o acometida de tubos. Se deberá instalar iluminación interior mediante una o más luminarias tipo tortuga con lámpara tipo LED accionada mediante un interruptor por la apertura de la puerta del armario.

Serán provistos los cables multifilares blindados con pantalla de cobre corrugada cuya resistencia será como máximo de 2 ohm/km medida en corriente continua a temperatura ambiente de 20 ºC, prensa cables y accesorios para interconexión entre los gabinetes y el armario de conjunción.

El montaje del TCL y la ejecución del cableado de interconexión serán supervisados por el Fabricante.

### Detectores de Temperatura a Resistencia

Los detectores de temperatura serán por variación de resistencia del tipo PT 100 y se proveerán con la fuente de alimentación, el resistor de calibración y el instrumento indicador. Dicho indicador será instalado a la intemperie en una base soporte, sujeto a la cuba del transformador.

Se proveerán tres (3) detectores completos para medir la temperatura de la capa superior del aceite y se ubicarán en los puntos presumiblemente más calientes.

Además, se deberá proveer un cuarto detector en la parte inferior del transformador que se ubicará en el aceite, en el punto que se estima más frío como la capa inferior.

### Transformadores de Corriente en Aisladores Pasantes

Los aisladores pasantes estarán equipados con transformadores de corriente diseñados y fabricados de acuerdo con la publicación **IEC 61869-4 INSTRUMENT TRANSFORMERS - PART 4: ADDITIONAL REQUIREMENTS FOR COMBINED TRANSFORMERS** y según lo requerido en la planilla de Datos Técnicos Garantizados del transformador de potencia.

### Equipo de Monitoreo de Gases

Se instalarán sensores de gases” On-Line” en el transformador y se proveerá un analizador de gases que posea comunicación y un servidor para adquirir periódicamente sus datos. El sistema deberá poseer la capacidad adecuada de análisis y comunicación con los sensores (del mismo tipo) instalados en el transformador trifásico de potencia. Se vincularán estos sensores de gases a la red LAN Ethernet.

Estos equipos tienen como función la supervisión del contenido de gases disueltos en aceite cuya dilución es función de la temperatura del aceite, la temperatura ambiente y el estado de carga de la máquina. La evolución histórica de este parámetro indica el grado de envejecimiento de la máquina.

El analizador de gases tendrá que verificar los siguientes gases:

1. Hidrógeno (H2).
2. Nitrógeno (N2).
3. Etano (C2H6).
4. Etileno (C2H4).
5. Acetileno (C2 H2).
6. Monóxido de Carbono (CO).
7. Dióxido de Carbono (CO2).
8. Oxígeno (O2).
9. Metano (H4).
10. Contenido de humedad.

Nota: Estas señales de gases deberán de llegar a sistema SCADA del Centro de Operación de la Red (COR)

La computadora que colecta los datos estará instalada en la sala de control y por medio de la red se comunicará con los supervisores. Es decir, la provisión incluye lo siguiente:

1. Sensores.
2. Analizador de gases con posibilidades de comunicación.
3. Red galvánica de datos.
4. Servidor serial a FO y accesorios a montar en la caja de conjunción del transformador.
5. Cable de FO y conexiones entre la caja de conjunción del transformador y el Edificio de Celdas de MT y Control de EDESUR.

### Registrador de Impactos

Durante el transporte de los transformadores deberán ser equipados con un registrador de impactos de tres (3) ejes ortogonales, registro de fecha y hora; aptos para funcionar a la intemperie con 100% de humedad. El Fabricante deberá informar en la documentación técnica del transformador, la aceleración máxima permisible para el transformador.

Dicho registrador no es parte de la provisión, pero sus características deberán ser presentadas para su aprobación. Luego del arribo de los transformadores a la obra, serán comparados los datos del registrador con los valores máximos garantizados.

En el caso de verificarse la falta o falla de alguno de los registradores o superación de los valores límites establecidos en la PDTG, el CONTRATANTE se reserva el derecho de repetir los ensayos que estime necesarios. Los costos de dichos ensayos, el traslado de los transformadores y el personal participante de dichos ensayos quedarán a cargo del Contratista.

## Documentación Técnica

La empresa Contratista deberá presentar la documentación técnica para aprobación de acuerdo las Condiciones Generales Legales, Económicas, Financieras y Varios.

1. Documentación para aprobación
   * El Fabricante deberá presentar para aprobación copias de los planos, folletos y memorias descriptivas, la cual se modifica y/o complementa con la información siguiente:
     + Lista completa de los planos y documentos que el fabricante haya previsto presentar.
     + PDTG con los valores completos y definitivos.
     + El plano de planta y las cuatro vistas laterales, también deben incluir la ubicación del gabinete o gabinete de mando local y gabinete del conmutador de tomas bajo carga.

Además, se deberá indicar en el plano de fundación las tomas de tierra por ejemplo las siguientes:

* + Neutros de 138 kV y 12.8 kV.
  + Gabinetes de control y del CTBC.
  + Descargadores de 138 kV, y 12.8 kV.
  + Cuba del transformador.
    - Se debe incluir el plano del armario de conjunción completo.
    - Se incluyen los planos de aislación y de detalle para aislar los accesorios de la cuba.
    - También se deberá presentar un programa general de fabricación incluyendo fechas de realización de ensayos y de entrega.
* Lista de empaque (Packing-List).
* Listado de tareas a ser efectuadas por el supervisor de montaje en obra.
* Registrador de impactos.
* Planos de los descargadores de 138 kV y MT, incluyendo los contadores de descarga, con detalles de la base para su montaje.

1. Documentación aprobada y protocolos de ensayos
   * Luego de aprobada la documentación arriba mencionada la empresa Contratista deberá presentar copias "conforme a fabricación" y un original del plano de planta y vistas laterales (En escala).
   * Además, presentará copias de los protocolos de ensayos realizados en fábrica, protocolos de los accesorios de los transformadores y actas de inspección en fábrica.
   * El manual de montaje, operación y mantenimiento que deberá contener las Planillas de Datos Técnicos Garantizados debidamente aprobadas.

## Documentación Técnica Posterior a la Adjudicación

### Cronograma de fabricación del transformador.

### Se deberá presentar plan de inspección de materiales y pruebas en fábrica.

### Memoria de cálculo de diseño sísmico para el transformador de potencia.

### Declaración de uso y pruebas de laboratorio independiente al conductor CTC (continuously transposed conductor).

### Informes de prueba TIPO de equipos parecidos al ofrecido, realizados por un laboratorio neutral acreditado con ISO / IEC 17025.

## Pruebas y Ensayos

### Requerimiento de las pruebas para el transformador de potencia

Se realizará las pruebas de rutina a todos los accesorios del transformador como, por ejemplo, Bushings, transformadores de tensión, transformadores de corriente, etc. Estas tendrán que ejecutarse de acuerdo con las últimas recomendaciones de la IEC donde aplique.

Se deberán aplicar las siguientes exigencias para la realización de las pruebas de rutina:

1. Se deberán presentar todas las pruebas de rutina que se realizarán al transformador de potencia y sus accesorios.
2. Los reportes de pruebas de rutina se debe incluir la medición de la resistencia de los devanados en cada posición de los TAP (ANTES DE LA PRUEBA CON CARGA), las mismas deben ser realizadas acorde con lo establecido en la publicación de la IEC 60076-1, sección 10.2
3. Los reportes de pruebas de rutina deben incluir la medición de la relación de voltaje y la verificación del desplazamiento de fases, las mismas deben ser realizadas acorde con la norma IEC 60076-1, sección 10.3
4. Los reportes de pruebas de rutina deben incluir la medición de la impedancia y las pérdidas con carga. Estas deben ser realizadas en la toma del TAP nominal y la posición extrema alta y extrema baja. Las pruebas se harán acorde con lo establecido en la publicación de la norma IEC 60076-1, sección 10.4.
5. Los reportes de prueba de rutina deben incluir las pruebas de pérdidas sin carga y la corriente de excitación. Estas tendrán que realizarse a 95%, 100%, 105%, y 110% del voltaje nominal. Todas las pruebas deben ser realizadas acorde con lo establecido en la norma IEC 60076-1, sección 10.5.
6. Se realizarán pruebas de impulso tipo rayo de onda recortada en la toma del TAP nominal, en la toma extrema alta y extrema baja del devanado de AT y en el lado MT. Todo lo anterior según las recomendaciones de la norma IEC 60076-3, cláusula 13.
7. Prueba de IMPULSO COMPLETO A NIVEL REDUCIDO en los terminales de AT (117.3kV) y en el lado de MT (12.8kV).
8. Prueba de IMPULSO COMPLETO A NIVEL COMPLETO en los terminales de AT (117.3kV @ 650kV Pico) y en el lado de MT (12.8kV @ 170kV Pico).
9. Prueba de IMPULSO RECORTADO A NIVEL COMPLETO en los terminales de AT (117.3kV @ 715kV Pico) y en el lado de MT (12.8kV @ 200kV Pico). Con un chopping time de 3-6µseg.
10. Prueba de IMPULSO COMPLETO A NIVEL COMPLETO en los terminales de AT (117.3kV @ 715kV Pico) y en el lado de MT (12.8kV @ 200kV Pico). Con un chopping time de 3-6µseg.
11. Prueba de impulso de maniobra en los terminales de AT (117.3kV) según las recomendaciones de la IEC 60076-3.
12. En cada aplicación de las ondas de prueba reducida y completa se le realizará la medición de la corriente de neutro y los datos de la prueba solo se deberán registrar los valores de tensión.
13. Las pruebas de impulso deben realizarse con un equipo de prueba de impulso que cumpla con los requerimientos descritos en la IEC 61083-1 y la IEC 61083-2.
14. El reporte de las pruebas de impulso debe cumplir con lo establecido en la norma IEC 60076-4, acápite 11.
15. Prueba de voltaje aplicado (AV) en los terminales de línea de AT y en los terminales de línea de MT y las mismas estarán acorde a los requerimientos y recomendaciones de la publicación de la norma IEC o similar.
16. Se realizará prueba de voltaje inducido incluyendo la medición de las descargas parciales Índice de Voltaje de Penetración Dieléctrica (IVPD). La misma estará acorde a las recomendaciones en la norma IEC o similar.
17. La secuencia de los tiempos de aplicación de tensión para la prueba de Índice de Voltaje de Penetración Dieléctrica (IVPD) deben estar acorde con la norma IEC 60076-3, figura 1.
18. El criterio de aceptación de las pruebas de debe ser acorde con la norma IEC o similar.
19. Las pruebas de voltajes por (60 seg) para los circuitos auxiliares y circuitos de control se realizarán acorde con la norma IEC o similar.
20. La medición del factor de disipación (tanδ) y la capacitancia de cada devanado del transformador tendrá que realizarse acorde con la norma IEEE Str C.57.12.90 Y las condiciones adicionales descritas en la norma IEEE Str C.57.12.90 sección 10.10. La medición anteriormente descripta, se realizará con el transformador completamente ensamblado con una tensión de prueba de 10kV.
21. Las pruebas de factor de disipación tendrán que hacerse del lado AT al tanque - AT a MT - AT a Terciario; del lado MT a tanque - MT a AT - MT a Terciario; del lado Terciario a tanque - Terciario a AT - Terciario a MT
22. Durante la prueba de factor de disipación el tanque del transformador debe estar puesto a tierra.
23. La medición del factor de disipación (tanδ) debe estar referida a 20°C y ninguna puede exceder: [0.5%].
24. Las zonas C1 y C2 de los Bushings del lado de AT deben ser medidas.
25. En el reporte de las pruebas de factor de disipación (tanδ) debe estar indicada la temperatura a la que fue realizada la prueba y la prueba a la que han sido referidos los resultados. En el reporte debe ser incluida una tabla con los correspondientes factores de corrección de temperatura en pasos de 5°C hasta llegar a la máxima temperatura medida en la prueba de elevación de temperatura.
26. La medición del aislamiento de los devanados y el índice de polarización debe ser realizada para cada devanado a una tensión de 10kV DC.
27. Las pruebas de aislamiento tendrán que hacerse del lado AT al tanque - AT a MT - AT a Terciario; del lado MT a tanque - MT a AT - MT a Terciario; del lado Terciario a tanque - Terciario a AT - Terciario a MT
28. La prueba de la resistencia de aislamiento del núcleo y el frame se hará por 60 segundos y se realizarán acorde a lo descrito en la norma IEC. La prueba tiene que realizarse con una tensión de 2.5 kV DC. Las mediciones tendrán que realizarse entre; el núcleo y el frame del núcleo, de cada sección aislada del núcleo al tanque, del frame del núcleo y el tanque.
29. Se deberá entregar el reporte de pruebas para la medición del índice de polarización, igualmente, la variación de la medición aparente de la resistencia de aislamiento.
30. Las pruebas de operación del conmutador de tomas bajo carga CTBC debe realizarse acorde con los requerimientos de las normas IEC 60076-1, sección 10.8 y la IEC 60214.
31. El sistema de control del conmutador de tomas bajo carga (CTBC) debe verificarse a través de la variación del regulador de voltaje del transformador. El funcionamiento manual del conmutador de tomas bajo carga (CTBC) se hará mediante la verificación del regulador de voltaje del transformador. La señalización de la alarma por retraso para el cambio de posición del CTBC debe ser verificada, así como también, la verificación de la interrupción forzada de alimentación de tensión y sus respectivas alamas.
32. Las pruebas mecánicas de las fugas de aceite se realizarán acorde con la norma IEC 60076-1 sección 10.8. El tanque, compartimentos llenos de aceite, tuberías principales de trabajo tienen que ser probadas para comprobar su capacidad de resistencia y estanqueidad según lo establecido en el diseño.
33. Se debe describir en una propuesta la manera en la que serán realizadas las pruebas de fuga.
34. Se debe indicar la capacidad de vacío soportada (en KPa) en el tanque principal de transformador sin aceite, conservador y en el compartimento del conmutador de tomas bajo carga (CTBC).
35. La deflexión permanente de los recintos, después de la prueba de fuga de aceite y la prueba de vacío, debe ser registrada y mencionada en los informes de prueba.
36. Pruebas de mecánicas para el tanque principal, medidores de nivel de aceite, todas las válvulas y cualquier otro dispositivo electromecánico necesario para la apropiada operación, deben ser realizadas.
37. Los transformadores de corriente CTs deben ser probados acorde a IEC 61869-2. Las curvas de magnetización tienen que ser construidas para cada núcleo de CT. La prueba de polaridad y la medición de la relación de transformación debe ser incluida para cada devanado.
38. La determinación de las capacitancias de cada devanado a tierra y la capacitancia entre cada devanado se realiza acorde con la norma IEC o similar.
39. Las pruebas de rutinas y los muestreos de los aisladores huecos tendrán que realizarse de acuerdo con la norma IEC 62155.
40. La medición de los gases disueltos en el líquido dieléctrico para cada compartimento separado de aceite excepto el ruptor (diverter switch) se realizará acorde con lo establecido en la norma IEC o similar.
41. Todas las pruebas de rutina serán realizadas con los dispositivos auxiliares y de control. Además, se verificará el correcto alambrado para un funcionamiento garantizando.

### Desglose de las pruebas TIPO

Se debe desarrollar todas las pruebas TIPO del transformador y se deberán entregar los reportes de los resultados de dichas pruebas según la norma IEC 60076-1 sección 10.1.3.

Se deberán aplicar las siguientes exigencias para la realización de las pruebas TIPO:

1. La prueba de elevación de temperatura debe realizarse acorde con la norma IEC 60076-2 acápite 5. Las misma tendrá que realizarse en la toma del TAP de mayor corriente. El reporte de la prueba de aumento de la temperatura debe incluir la constante térmica del aceite y la constante térmica promedio de los devanados. La prueba del aumento de la temperatura de los devanados se realizará mediante el método de la medición de la resistencia SOLAMENTE. La medición del aumento de la temperatura del aceite se realizará mediante la medición de la temperatura del aceite con un termómetro.
2. Se realizará una prueba termográfica al tanque del transformador con el objetivo de observar la efectividad del sistema de refrigeración durante la prueba de aumento de la temperatura.
3. Se realizará un análisis cromatográfico de los gases disueltos en el aceite ANTES y DESPUES de la prueba de aumento de la temperatura, acorde con las normas IEC 60076-2 anexo C.4, IEC 61181 y la IEC 60567.
4. La prueba de la determinación de nivel de sonido se realizará acorde con la norma IEC 60076-10. La verificación de los valores declarados de emisiones acústicas para el transformador se realizará acorde a con la norma ISO 4871. Las mediciones se harán con el conmutador de tomas bajo carga (CTBC) en la toma del TAP nominal.
5. La medición del nivel de potencia acústica del transformador sin carga se realizará con la tensión y a frecuencia nominal, con los equipos de refrigeración fuera de servicio a 1m de distancia de la superficie principal.
6. La medición del nivel de presión acústica del transformador se realizará en funcionamiento con una tensión, impedancia de cortocircuito, corriente y frecuencia nominal y el equipo de refrigeración fuera de servicio a 1m de distancia de la superficie principal.
7. La medición del nivel de presión acústica del equipo de refrigeración se realizará en funcionamiento y con el transformador energizado, a una distancia de 2m de la superficie principal.
8. Las pruebas TIPO se realizarán incluyendo todos los accesorios y acorde con los estándares recientes de la IEC o similares.

### Desglose de las pruebas ESPECIALES

En adición a las pruebas de RUTINA y las pruebas TIPO, se realizarán las siguientes pruebas ESPECIALES y se deberá proveer los reportes y curvas acorde a las normativas pertinentes.

Se deberán aplicar las siguientes exigencias para la realización de las pruebas Especiales:

1. Prueba de medición del aumento de la temperatura del punto más caliente (hot-Spot) como parte de la prueba de aumento de la temperatura, descritas en la sección de pruebas TIPO, acorde con lo requerido en la norma IEC o similar.
2. Adicional a las pruebas de medición de las pérdidas SIN CARGA y la CORRIENTE DE EXCITACION por el método de una (1) fase (Ø), se realizará la misma medición en el lado M.T. conectado en estrella, se realizará en el transformador a una tensión de 0.1Un/√3, además, conectando cada terminal de fase y neutro, cortocircuitando el devanado próximo de su respectivo terminal al neutro y dejando la última fase al aire.
3. La diferencia de los valores de las CORRIENTES y las corrientes medidas con el método de la corriente simétrica regular, no debe exceder 10%.
4. La diferencia entre los valores de pérdidas SIN CARGA y las pérdidas medidas con el método de la medición simétrica entre fases no deberá exceder 5%.
5. Si el transformador tiene que ser enviado sin aceite, la prueba de DEW POINT deberá ser realizada acorde con la norma IEEE C57.93.2007.
6. El contenido de humedad en porcentaje de peso seco no debe exceder 1%.
7. Adicional a las pruebas de desempeño del CT, se tendrá que efectuar, después de haber instalado el CT, una prueba de resistencia aislamiento en los terminales del lado secundario. Las pruebas se realizarán con una tensión de 3 kV r.m.s.
8. Las pruebas de impulso a los Bushings de neutro del lado de A.T. y neutro M.T. del transformador serán acorde con lo establecido en la norma IEC 60076-3 sub-cláusula 7.2.3.d y 13.4. Las pruebas se tendrán que hacer con las siguientes condiciones: Voltaje de prueba para el Bushing de neutro lado de A.T. @ 200 (kV Pico). Voltaje de prueba para el Bushing de neutro de lado de M.T @ 95 (kV Pico). Una aplicación (1 impulso) a onda completa con nivel reducido para ambos. Tres aplicaciones (3 impulsos) a onda completa y nivel completo para ambos. Duración del tiempo de T1 del flanco de subida de la onda de hasta 13 microsegundos (µS).
9. La prueba de impedancia de secuencia cero (Z0) se realizará según lo indica las recomendaciones de la norma IEC 60076-1, sección 10.7. Deben ser realizadas al menos doce (12) pruebas: Alimentando por 2u-2n, 2v-2n, 2w-2n con 1U-1V-1W abierto; alimentando por 1U-1W, 1V-1U, 1W-1V con 2u-2v-2w-2n abierto; alimentando por 1U-1W, 1V-1U, 1W-1V con 2u-2v-2w-2n cortocircuitado; alimentando por 2u-2n, 2v-2n, 2w-2n con 1U-1V-1W cortocircuitado. Estas cuatro configuraciones se deben realizar en la posición nominal, en la posición extrema de mayor tensión y en la posición extrema de menor tensión.
10. La curva de magnetización debe estar basada en valores de pruebas con voltajes de hasta 110% (hasta 120% si es posible) de la tensión nominal y en base a los valores calculados para los voltajes mayores del 110% o 120% hasta el 140%.
11. La determinación de la habilidad que tendrá el transformador de potencia a soportar cortocircuitos tendrá que estar demostrada en base a cálculos, acorde con la norma IEC 60076-5.
12. Se debe realizar la medición de los principales armónicos en corrientes y tensiones con el transformador SIN CARGA.
13. Se realizará la prueba para la determinación de las características de transferencia de tensión transitoria, la misma se realizará acorde con la norma IEC o similar.
14. Se realizará una medición del factor de disipación (tanδ) extraordinaria (después de todas las pruebas y de haber drenado todo el aceite por razones de transporte y entrega). Las pruebas se realizarán con las mismas condiciones anteriormente descritas para la prueba de factor de disipación ordinaria, con el objeto de localizar futuras fallas en el aceite y otras partes activas después que el equipo esté en funcionamiento. Se tendrá que proponer la tensión de prueba para este caso.
15. Se indicará la tensión para la prueba extraordinaria de factor de disipación (tanδ) para los devanados (AT/MT/TER) (kV).
16. En caso de alguna omisión de pruebas que no está descrita en este documento, deberá ser indicada por el Contratista.

## Inspección Técnica

Todos los materiales y dispositivos empleados en la construcción del transformador serán sometidos a una inspección técnica por representantes del CONTRATANTE. El Contratista garantizará todas las facilidades para tener acceso a los procesos de fabricación del equipo durante las horas de trabajo y permitirá tomar fotografías o realizar filmaciones de las diferentes etapas de fabricación.

Para cada inspección en fábrica el Contratista cubrirá los costos de traslado y hospedaje de dos (2) representantes del CONTRATANTE por unidad, estos costos deben estar contemplado en la oferta. Deberá ser notificado con 60 días de antelación y por la vía correspondiente al CONTRATANTE, a fin de coordinar la realización de las inspecciones.

El CONTRATANTE, se reserva el derecho a solicitar modificaciones, así como también realizar inspecciones a la fábrica en cualquier etapa del proceso de fabricación. A continuación, se detallarán las inspecciones a realizar por parte del CONTRATANTE:

### Inspección Durante la Fabricación

Durante la fabricación se inspeccionará para verificar la calidad y los métodos de fabricación, como es el caso de la parte activa del transformador antes de encubar, accesorios en general, características de los materiales empleados, tanque, tanque conservador y cualquier otro elemento necesario.

La inspección busca confirmar que cumpla con cada uno de los procesos de construcción acorde a plan de garantía de la calidad y que cada elemento haya sido construido de la forma que represente la mayor calidad para El CONTRATANTE, así mismo la utilización de los componentes discretos acorde a lo adjudicado y como lo establecen las normas de fabricación para transformadores de potencia.

### Inspección Durante las Pruebas en Fábrica

Se deberá ejecutar todas las pruebas tipo y de rutina durante el proceso de fabricación del transformador de acuerdo a las indicaciones de la declaración de trabajo. Las pruebas se refieren no solamente a las del equipo terminado, sino también a las pruebas de los materiales de fabricación y componentes, así como las pruebas especiales que, El CONTRATANTE determine como necesarias para aceptar los equipos.

1. El Contratista deberá entregar el programa de pruebas para ser revisado y aprobado por El CONTRATANTE.
2. Las pruebas no podrán realizarse sin la presencia de los representantes del CONTRATANTE. No se aceptará iniciar los ensayos con el alambrado de control inconcluso.
3. Una vez concluidas exitosamente las pruebas de recepción en fábrica, el transformador se inspeccionará durante las actividades de desarme y se verificará que el embalaje es el adecuado para transporte marítimo y terrestre.
4. El equipo sólo podrá ser despachado desde la fábrica si cuenta con un certificado de aprobación emitido por El CONTRATANTE al finalizar esta inspección en la fábrica.

### Requerimientos para la Inspección en Fabrica del Transformador de Potencia.

Durante la fabricación se inspeccionará para verificar la calidad y los métodos de fabricación, la parte activa del Transformador antes de encubar, accesorios en general, características de los materiales empleados, tanque, conservador, cualquier otro elemento necesario y validar la calidad de los aceros magnéticos, los conductores, papeles, aceites, etc.

1. La parte activa del transformador deberá estar afuera de la cuba del equipo y sin haber sido impregnado de aceite para que el representante del CONTRATANTE pueda inspeccionar de manera amplia y detallada.
2. El CONTRATISTA deberá presentar certificaciones vigentes de calibración a los equipos de pruebas en fábrica, DICHA CERTIFICACIÓN DE CALIBRACIÓN será emitida por un organismo acreditado con la ISO/IEC 17025 e independiente de la fábrica.
3. Se deberá realizar las pruebas físico-químicas a una muestra de aceite tomada en presencia del representante del CONTRATANTE antes y después de la realización de la prueba a plena carga.
4. Todos los accesorios del equipo de potencia deben estar accesibles para su inspección, de forma tal que, se logre la verificación de la información técnica en cada elemento.

## Penalidades y Rechazo por Incumplimiento

En todos los casos, se debe garantizar la información suministrada en la PDTG del transformador de potencia presentada por el CONTRATANTE con respecto a la oferta técnica del Contratista.

Se considerará como incumplimiento severo, que pudiera provocar la no aceptación del transformador por la falta en cualquiera de los siguientes puntos de la PDTG:

* Elevación de temperatura que sobrepasen los límites garantizados.
* Pérdidas que sobrepasen los límites garantizados.
* Relación de transformación y/o tensión de cortocircuito que difieran de los valores garantizados.

Si el Contratista no cumple con los límites garantizados de aumento de temperatura o de los límites garantizados de los niveles de pérdidas, se procederá de la siguiente manera:

1. Si la potencia máxima continua (en la condición que produce las máximas pérdidas) se debe reducir para mantener la temperatura dentro de los límites garantizados, se impondrá una penalidad de US$ 35.31 por cada kVA de reducción de potencia nominal continúa garantizada. Esto se determinará en base a la prueba de calentamiento detallada en el punto 11.2.1 de la Especificación Técnica del transformador. En caso de que la reducción de potencia nominal por calentamiento sea mayor del 1% de la potencia máxima de operación continúa garantizada en la PDTG, provocará la no aceptación del equipo por parte del CONTRATANTE.
2. Si las pérdidas medidas en las pruebas en fábrica exceden los valores garantizados por el Contratista en la PDTG, El CONTRATANTE calculará una penalidad que será restada, a modo de compensación del pago final.
3. La siguiente fórmula es la que se utilizará para calcular la penalización de las pérdidas medidas adicional a la garantizada en la PDTG, se aplicará la siguiente fórmula dentro de las tolerancias admisibles:

CPP = 1.2\*Pwi(Wim-Wig) + 1.2\*Pwc(Wcm-Wcg)

CPP= Es el costo de penalización de pérdidas.

Pwi= Precio del kilovatio de pérdidas en vacío. 10,300.00 USD/kW

Pwc= Precio del kilovatio de las pérdidas a plena carga. 7,650.00 USD/kW

Wim= Es el valor en kilovatios de las pérdidas medidas en vacío.

Wig= Es el valor en kilovatio de las pérdidas garantizadas en vacío.

Wcm= Es el valor en kilovatios de las pérdidas medida a plena carga.

Wcg= Es el valor en kilovatios de las pérdidas garantizadas a plena carga.

Nota: Se considera como "plena carga" a la potencia máxima.

1. Si las pérdidas adicionales exceden las tolerancias aplicables indicadas en la especificación técnica del transformador, el CONTRATANTE se reserva el derecho de rechazar el transformador o aplicará una penalidad del doble del cálculo de CPP para el total del excedente.
2. En el caso de que las pérdidas medidas sean inferiores a las pérdidas garantizadas en la PDTG por parte del Contratista, el CONTRATANTE no dará ningún pago adicional al Contratista.

## Embalaje y Transporte

Una vez concluidas exitosamente las pruebas de recepción en fábrica, el transformador se inspeccionará durante las actividades de desarme y se verificará que el embalaje es el adecuado para transporte marítimo y terrestre.

El equipo sólo podrá ser despachado desde la fábrica si cuenta con un certificado de aprobación emitido por EL CONTRATANTE al finalizar esta inspección.

Con respecto al envío y la manipulación de todos los equipos que debe proporcionar al CONTRATANTE, se debe garantizar que el envío y la manipulación se ajusten íntegramente a las mejores prácticas internacionales de manejo de carga y normativas internaciones para garantizar el buen estado de los mismos.

Con miras a garantizar que el transporte y embalaje del transformador se realice en los mejores términos se deberá acoger los siguientes requerimientos:

1. Se tendrá que empacar todo el envío de la manera que se requiera para evitar cualquier daño al equipo durante un almacenamiento prolongado de dos (2) o tres (3) años y el transporte.
2. Cualquier componente o accesorio no incluido en el envío principal se enviará por correo aéreo, a expensas del Contratista.
3. Cada contenedor de envío contendrá una lista de embalaje y, además, estará claramente marcado con la siguiente información: nombre y descripción, cantidad, seriales, número de contacto, nombre del fabricante, peso total, volumen total, dirección final del destinatario.
4. Si el aceite será enviado de forma separada indique el peso total en [t].
5. Si el transformador de potencia será enviado parcialmente o sin aceite, el volumen total debe completarse con nitrógeno o aire seco a presión. El mismo debe ser asegurado a 15 PSI a 15°C. Un manómetro tiene que ser instalado, para el monitoreo, hasta que el transformador sea completado con aceite.
6. Se tomarán todas las medidas necesarias para evitar cualquier fuga de aceite, durante el transporte al campo, transportes subsecuentes y durante el funcionamiento.
7. Los Bushings tienen que ser enviados en el embalaje original y los terminales internos deben ser herméticamente sellados.
8. Todos los componentes o accesorios desarmados para el montaje en el campo, serán enviados y deberán estar etiquetados adecuadamente para fácil identificación al momento del armado y puesta en servicio.
9. Las piezas de repuestos y las herramientas especiales serán empacadas por separado.
10. El Contratista deberá preparar una tabulación detallada de todos los artículos montados en sitio.
11. Será necesario entregar una breve descripción que incluya las recomendaciones de mantenimiento e instrucciones completas para el correcto montaje del equipo.
12. Los principales componentes del equipo, deberán ser enviados con detectores de impactos en todas las direcciones, con un nivel mínimo ajustado de aceleración de choque.
13. El Contratista se compromete a entregar al CONTRATANTE el transformador con sus accesorios en la ubicación definida para construir la subestación Cristo Rey donde se realizará el ensamble y pruebas en sitio.

## Instalación y Puesta en Marcha

El Contratista será responsable del ensamble y pruebas en sitio al transformador, actividades que podrán ser desarrolladas directamente por el Contratista.

Se tendrá un plazo de 30 días a partir de la aprobación para la fabricación del equipo, para presentar un programa de ensamble y pruebas en sitio detallado, que incluya el cronograma de todas las actividades involucradas en dicho proceso.

Adicionalmente, se requerirá el cumplimiento de los siguientes requerimientos:

1. Se debe realizar todas las pruebas de rutina, así como también las especiales del transformador de potencia, incluyendo sus accesorios, de acuerdo con las últimas recomendaciones de la IEC donde aplique y presentar todos resultados de las pruebas en un informe.
2. El programa de puesta en servicio incluirá las siguientes actividades:
   1. Inspección para detectar posibles daños que hayan ocurrido durante el proceso de importación y traslado al lugar de instalación.
   2. Preparación previa al ensamble y pruebas en sitio indicando procedimientos para dichas actividades.
   3. Verificación de datos nominales, conexión, condiciones físicas del transformador, etc.
   4. Comprobación del funcionamiento de medidores, relés, equipos de control y comunicaciones. Igualmente, los servicios auxiliares del equipo.
   5. Cambios y modificaciones al programa de instalación y puesta en marcha serán aceptados solo con la aprobación del CONTRATANTE.
3. Al menos se deberán completar las siguientes pruebas en sitio para la recepción:
   1. Medición de la capacitancia y factor de potencia a 60 Hz, tanto del aislamiento interno del transformador como el aislamiento de los Bushings.
   2. Medición de la capacitancia y factor de potencia con la prueba barrido de tensión (TIP-UP), tanto del aislamiento interno del transformador como el aislamiento de los Bushings.
   3. Medición de la capacitancia y factor de potencia con la prueba barrido de frecuencia, tanto del aislamiento interno del transformador como el aislamiento de los Bushings.
   4. Medición de la resistencia de devanado.
   5. Medición de la relación de transformación.
   6. Medición de la corriente de excitación.
   7. Medición de la impedancia en cortocircuito/reactancia de dispersión.
   8. Medición de la repuesta en frecuencia de pérdidas de dispersión.
   9. Resistencia de aislamiento del transformador.
   10. Análisis del aceite en el transformador.
   11. Ensayos a los transformadores de corriente.
4. Para la puesta en marcha se debe proporcionar la 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.
5. Se deberá mantener un registro actualizado de todas las inspecciones y pruebas, registros que se entregarán al CONTRATANTE.
6. Se deberá poner a disposición del CONTRATANTE un mínimo de 2 (dos) juegos completos de dibujos "AS-BUILT" definitivos antes de finalizar la puesta en marcha de la subestación Cristo Rey. En caso de ser necesario corregir los planos emitidos, el Contratista deberá corregir y entregar los planos originales tan pronto como sea posible.
7. Se requiere un especialista de la fábrica a fin de supervisar todas las operaciones durante el proceso de ensamble y pruebas en sitio del transformador de potencia.
8. El Contratista será responsable de la seguridad del personal que participe en el ensamble y pruebas en sitio, igualmente, tomará todas las precauciones posibles, así como también será consciente de los peligros que conlleva.
9. Fallas o daños mayores al transformador, requerirán su regreso a la fábrica o la asignación de un personal técnico autorizado por el fabricante del transformador para llevar a cabo las reparaciones.
10. Las fallas menores como, por ejemplo, fallas en la medición, alambrado, equipos de control y comunicaciones deben ser reparados por el personal encargado de ensamble y pruebas en sitio.
11. Todos los costos asociados a daños y reparaciones deberán ser cubiertos por el Contratista, además, será responsable de toda la logística aplicable para llevar a cabo cualquier reparación.
12. El transformador solamente podrá ser recibido a partir de la presentación del informe de aceptación técnica por el CONTRATANTE.
13. Uso y almacenamiento del equipo:
14. Se presentará instrucciones detalladas por parte del Contratista, formas de almacenamiento de equipos especiales y otros artículos que no se pueden almacenar en el exterior.
15. La información estará disponible para el CONTRATANTE con tiempo suficiente para preparar las instalaciones requeridas.

# Celdas de Media Tensión

El sistema de 12.5 kV tendrá una configuración de barra simple seccionada 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 (19) 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

El suministro alcanza el diseño, la ingeniería de detalle, fabricación y provisión de todos los equipos y materiales, 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 12.5 kV completos según los Esquemas Unifilares y Especificaciones Técnicas adjuntas.
2. Lote de repuestos y accesorios.

Los gabinetes 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 y barra auxiliar de transferencia, 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 transformador potencia y acoplador de barras será de 2500 A.
* Corriente de cortocircuito trifásico: 40 kA.
* Frecuencia: 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 gabinete 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 40-50 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 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 y 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, a 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 gabinete 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 termo contraíbles 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 en 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 re-cierre, 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 que 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 re-cierre 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 señalizar la posición a distancia para la habilitación de los circuitos de tensión y enclavamiento de los seccionadores correspondientes, aptos para operar con 125 Vcc.

## Transformadores de Intensidad

Estarán montados sobre perfiles en el compartimiento de las celdas 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 terminación 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 1 A para las celdas de salidas de distribución de media tensión y para la celda de llegada del transformador potencia será 1 A, en coordinación con los devanados secundario de los TC del lado AT.

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, 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.

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 puesto a 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 corto circuitadores ("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 gabinetes 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 al vacío.
* Transformadores de potencial con un voltaje nominal primario a 13.75 kV.
* Transformadores de corrientes de construcción mínima de tres (3) devanados de corriente nominal igual al interruptor de potencia. (2500/1-1-1)
* Detectores de presencia de tensión tipo capacitivo.
* Compartimiento de entrada de cable de potencia para cuatro (4) conductores por fase de calibre 630 mm2.
* 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 1A.
* Todos los elementos auxiliares y componente para su operación.

### Celdas Salida a Transformador de Servicios Auxiliares

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

* Compartimiento de conexión barras de fase.
* Celda de interruptor y seccionador de puesta a tierra, tres (3) posiciones.
* 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 33.60 y 120 mm2 para conexión en paralelo cargas trifásicas.
* 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 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 1A.
* Todos los elementos auxiliares y componentes 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 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 con las especificaciones de la Planilla de Datos Técnicos Garantizados de Relé de Sobre corriente 1A.
* Todos los elementos auxiliares y componente para su operación.

### Celdas de Acoplamiento de Barras

La intención de la celda será la conexión de las barras correspondiente al campo del TR01 con el campo del TR02. La misma estará compuesta de los siguientes elementos:

* Interruptor de potencia de tipo extraíble con medio de extinción al vacío.
* Transformadores de corrientes, mínimamente construido con dos (2) devanados.
* Compartimiento de baja tensión para alojar los elementos de protección.
* Un relé de protección de multifunción de acuerdo con las especificaciones de la Planilla de Datos Técnicos Garantizados de Relé de Sobre corriente 1A.
* Todos los elementos auxiliares y componente para su operación.

### Celda de Remonte o Transición

Consiste en un cubículo de celda sin accesorios y que solamente contiene barras para interconectar cubículos de celdas adyacentes pertenecientes a otro campo de transformación con el cubículo celda acopladora de barra. La misma estará compuesta del siguiente elemento:

* Compartimiento del tipo interconexión de barra principal o auxiliar.

## 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. Para la inspección, el CONTRATANTE ratificará o rectificará la 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 el 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 el Contratante decidiese no presenciar los ensayos en fabrica, 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 tres (3) meses antes del inicio de la puesta en servicio, 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 las celdas en el almacén del contratista.
* 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 deberá garantizar la presencia de un especialista del fabricante, que será responsable de la puesta en marcha, con experiencia de todas las operaciones, para el montaje, ensamble y 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.
* 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 será responsable 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 a cada transformador. La oferta contendrá la construcción de pórticos de media tensión para doce (12) salidas a 12.5 kV. Las salidas llegarán a la estructura de MT con cable aislado tipo XLPE o LSZH de calibre 630 mm2 desde el edificio de celdas de MT. Igualmente, los mismos serán construidos para dos (2) salidas de distribución y estarán conformados por pararrayos, seccionadores de línea motorizados, cuya operación y señalización deberá ser local y remota desde el centro de operaciones del CONTRATANTE.

La disposición en terreno de los pórticos deberá ser aprobado por el CONTRATANTE durante la elaboración de la ingeniería de detalle.

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 con los Reglamentos Diseños y Construcción para Redes Eléctricas de Distribución Áreas, Resolución SIE-004-2023-REG.

# Sistema de Servicios Auxiliares

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

* Dos (2) Transformadores de servicios auxiliares trifásicos MT 12.5/0.208-0.120 kV, 150 kVA.
* Grupo electrógeno de emergencia (ver especificaciones técnicas correspondientes).
* Tres (3) Sistema Integrado Baterías – Cargador a 125 Vcc.
* Dos (2) Gabinete General Servicio Auxiliar Corriente Alterna (TGSACA).
* Dos (2) Gabinete General Servicio Auxiliar Corriente Directa (TGSACD).

## Corriente Alterna

Se deberá contemplar la instalación de dos (2) transformadores trifásicos de 150 kVA 12.5 kV/208-120 V (uno por cada campo de transformación), con neutro conectado rígidamente a tierra (admitiéndose una variación en + 5% de la tensión en el extremo de consumo). Se prevé un gabinete general de servicios auxiliares de corriente alterna, instalado en la sala de control del edificio de celdas de MT y un segundo gabinete dispuesto en el edificio de celdas GIS 138 kV.

Los conductores provenientes de los secundarios de los transformadores estarán conectados a un enclosed breaker (independiente para cada uno) con enclavamiento mecánico y para selección manual local o remoto del transformador I o II, dependiendo de las condiciones de servicio. En condiciones normales, los servicios auxiliares estarán alimentados por uno de los transformadores, mientras el otro se mantendrá en stand-by (sin opción de operación en paralelo).

El sistema deberá contar con una llave de dos (2) posiciones con enclavamientos mecánico:

Posición I – Alimentación de todas las cargas a partir del transformador I.

Posición II - Alimentación de todas las cargas a partir del transformador II.

## Corriente Continua

Los servicios de corriente continua estarán divididos en dos (2), uno para el edificio de celdas de MT y otro para los equipos del edificio GIS.

El sistema del edificio de celdas de MT contará con una (1) unidad integradas de baterías-cargador a 125 Vcc, con capacidad de asumir la carga de corriente continua de toda la subestación, incluido los equipos del edificio GIS en caso de emergencia.

El edificio de celdas de MT deberá contar con un gabinete 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 de control, medición y protección de MT, incluidos los correspondientes en la parte GIS a los transformadores de potencia. El mismo contará con la capacidad de asumir toda la carga incluyendo los equipos de AT en caso de emergencias.

Para el edificio GIS 138 kV se dispondrá de una (1) unidad integrada batería-cargador de 125 Vcc que alimentará el gabinete de servicios auxiliares del edificio con capacidad de asumir la carga de corriente continua de toda la subestación, incluido los equipos del edificio MT en caso de emergencia. Desde este gabinete estarán alimentadas todas las cargas de corriente continua correspondientes a los equipos de control y protección de 138 kV.

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.

## Transformador de Servicios Auxiliares

El Contratista proveerá dos (2) transformadores para servicios auxiliares completos, uno para cada juego de barra MT e instalarán los mismos con todo el material necesario para su correcto funcionamiento y para el cumplimiento integral de las finalidades previstas del proyecto. Los transformadores contarán con las siguientes características:

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

Se prevé transformadores para interior, construidos y ensayados según la norma IEC-60076 de servicios auxiliares.

La fabricación, los ensayos en los talleres de fabricación, el transporte al lugar del emplazamiento y su almacenamiento en depósito de la central debidamente embalados son responsabilidad del Contratista. Así como, la provisión y el transporte al lugar del emplazamiento de un juego 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.) de los transformadores de servicios auxiliares desde la celda de MT hasta el gabinete de baja tensión TGSACA.

### Condiciones de Diseño y Funcionamiento

Serán de aislación seca, clase F, con refrigeración natural en aire AN. La sobreelevación de temperatura en los arrollamientos no deberá superar los valores indicados según la norma IEC-60076-2.

Los transformadores deben garantizarse para las condiciones de montaje en el interior del gabinete metálico cerrado. Igualmente, los transformadores tendrán regulación de tensión en vacío.

Otras características:

* Tensión nominal primaria: 12.5 kV
* Tensión primaría máxima de diseño: 17.5 kV
* Nivel 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

Los arrollamientos serán del tipo “cast coil”. El aislamiento será a prueba de humedad, libre de descargas parciales, no inflamables por arco eléctrico y autoextinguible. El material deberá ser de Cobre.

La temperatura de los arrollamientos secundarios de cada fase será monitorizada mediante sensores incorporados, separados para alarma y disparo.

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 o superior, 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 1A. La corriente primaria de estos CT será de acuerdo a la potencia establecida para el trasformador de SA para asegurar una adecuada protección.

### Documentación a 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

Se prevé la instalación de dos (2) sistemas integrados de cargador/rectificador y baterías a 125 Vcc de montaje en rack modular para los servicios auxiliares:

1. Uno (1) para EDESUR
2. Uno (1) para ETED

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.
* 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 IEEE y recomendaciones de la IEC correspondientes.

### Características eléctricas

Las baterías serán del tipo alcalina de Níquel-Cadmio (Ni-Cd), selladas y libres de mantenimiento. 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: 1.2-1.40 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. En las PDTG se determina la capacidad (Ah) estimada del banco de batería. 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.

### Inspecciones y Ensayos

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

*Ensayos en fábrica*

Se realizarán los ensayos que se indican a continuación:

Ensayos de tipo:

* Peso
* Resistencia interna inicial del elemento plenamente cargado
* 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.

Ensayos de rutina:

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

*Ensayos en obra:*

Estará a cargo del Contratante, la supervisión de los ensayos que se efectuará para cada batería completa montada sobre sus soportes:

* Tensión de flotación y corriente de mantenimiento.
* Ciclo de carga y descarga.
* Aislación contra tierra entre los elementos y los soportes metálicos puestos a tierra.

## Cargadores de Baterías

Los cargadores serán alimentados a 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.

Se deberá suministrar y conectar un (1) sistema cargador/rectificador de baterías para los servicios auxiliares pertenecientes a EDESUR, como se muestra en el diagrama unifilar de servicios auxiliares.

Se deberá suministrar y conectar un (1) sistema cargador/rectificador de baterías para los servicios auxiliares pertenecientes a ETED, como se muestra en el diagrama unifilar de servicios auxiliares.

El Contratista, estará a cargo de:

* Los ensayos en fábrica de todos los suministros.
* La supervisión por parte del Fabricante de los equipos para los ensayos y puesta en servicio, en obra.
* La entrega de toda la documentación: planos, manuales, catálogos, protocolos, memorias técnicas, etc.

### 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 que se encuentre dentro de la tolerancia solicitada cuando se varía dentro de los rangos indicados de 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 Contratante, la supervisión de los ensayos que se efectuará en cada cargador.

Estará a cargo y bajo responsabilidad del contratista, 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.

## Gabinetes de Servicios Auxiliares de Corriente Alterna y Continua

Los gabinetes 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 gabinetes 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, 60 Hz para los de corriente alterna y el sistema de distribución (1 para EDESUR y 1 para ETED) 125 Vcc para los de corriente continua con una tensión nominal de 600 V y deberán ser blindados para uso interior.

El grado de protección de los gabinetes 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, y negro para el neutro en los gabinetes de CA. Rojo para el positivo y negro para el negativo en los gabinetes de CC.

Los gabinetes 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 gabinetes 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 la parte superior de los gabinetes en bandeja. 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 gabinete general de servicios auxiliares y debe manejar una carga de aproximadamente 150 kVA a 208 V.

### Medición y Señalizaciones

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

Los medidores deben ser del tipo cuadrado preferiblemente de 96 x 96 mm equipados con mecanismo de hierro móvil o bobina móvil, para los instrumentos de CA y CC, respectivamente.

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 gabinetes de CA y un voltímetro y un amperímetro en los gabinetes de CC.

Como mínimo el gabinete de corriente alterna deberá contar con señalizaciones de funcionamiento de transformador I, transformador II y todas las señalizaciones que el Contratista crea necesarias para el funcionamiento óptimo y seguro de la subestación. Como mínimo el gabinete 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 Contratista deberá presentar las señalizaciones y mediciones que crea necesarias y deberán ser aprobadas por el CONTRATANTE.

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

### Ensayos Gabinetes 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.

## Embalaje

Los equipos 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.

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.

# Reactor Limitador Corriente Cortocircuito para el de Nivel 12.5 kV

Los reactores limitadores de corriente de cortocircuito y puesta a tierra de los neutros de los arrollamientos de 12.5 kV de los transformadores de potencia de 138/12.8/10 kV serán del tipo seco con núcleo al aire y tendrán los siguientes parámetros eléctricos:

* Reactancia Inductiva (60 Hz): reflejados en Ohm.
* Corriente soportable de diseño 2.000 A (valor eficaz).

El Contratista debe incluir la memoria de cálculo como parte integral de la ingeniería de detalle a suministrar para justificar la capacidad adecuada del reactor limitador de corriente cortocircuito a utilizar en la subestación Cristo Rey 138 kV.

## Normas de Aplicación

Los reactores, incluyendo sus accesorios (morsetería, aisladores soportes y toda otra estructura o accesorio de soporte necesario, etc.) 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 60289 Reactores

Para temas varios:

* 60071 Partes 1, 2 y 3. Coordinación de la aislación.
* 60076 – 6: Transformadores de Potencia – Parte 6 Reactores.
* 60085 Clasificación de materiales para la aislación de máquinas y equipos eléctricos en relación a su estabilidad térmica en servicio.
* 60137 Aisladores pasantes para tensiones superiores a 1000 V.
* 60182 Basic dimensions of winding wires.
* 60233 Tests on hollow insulators for use in electrical equipment.
* 60250 Recommended methods for the determination of the permittivity and dielectric dissipation factor of electrical insulating materials at power, audio, and radio frequencies including metric wavelengths.
* 60270 Partial discharge measurements.

60551 Determination of transformer and reactor sound level (donde resulte aplicable).

*NORMAS ASTM, ANSI, IEEE*

* IEEE C57.16-2011 Standard Requirements, Terminology, and Test Code for Dry-Type Air Core Series- Connected Reactors.
* 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.
* A-344-Part 44 Test for electrical and mechanical properties at magnetic materials D-202-Part 29 Sampling and testing untreated paper used for electrical insulation D-709- Part 29 Specification for laminated thermosetting materials.
* ANSI/NEMACC 1-2009 Electrical Power Connections for Substations. ANSI/IEEE C2-2017 National Electrical Safety Code (NESC).

## Características Técnicas

Los reactores serán del tipo seco con núcleo al aire y conductores de aluminio o aleación de aluminio de sección adecuada, tendrán las siguientes características:

* Construcción encapsulada en fibra de vidrio impregnada de epóxido.
* Máxima resistencia mecánica y contra cortocircuitos.
* Distribución uniforme axial y graduada de tensión entre terminales.
* Bajos niveles de ruido durante la vida útil del reactor.
* Construcción resistente a la intemperie, con requisitos mínimos de mantenimiento.
* Vida útil de diseño superior a 20 años.

## Inspecciones y Ensayos

La inspección de los representantes del CONTRATANTE en el sitio de la obra, se realizará sobre reactores totalmente terminados y con todos sus accesorios.

El Contratista presentará un manual de calidad para aprobación, en el que se detallarán los controles que se realizarán durante la construcción de los reactores, la recepción de los insumos de material y los exigidos a los proveedores de componentes y accesorios.

Además, será incluida una descripción del equipamiento con que se realizarán los ensayos y los circuitos a utilizar.

Como mínimo los ensayos exigidos son los siguientes:

### Ensayos de Tipo del Reactor

* Ensayo de calentamiento (se aplicará plena tensión a frecuencia nominal y se medirán las temperaturas).
* Medición de niveles de ruido (según IEC 60551).
* Medición de tensión de radio interferencia (se realizará de acuerdo con NEMA 107).
* Medición de la impedancia

### Ensayos de Rutina del Reactor

*Ensayos de aislamiento*: Se realizarán según la norma IEC, siendo los valores de ensayo los indicados en las Planillas de Datos Técnicos Garantizados. Previamente deberá haberse realizado la medición de conductividad o resistividad.

* *Resistencia óhmica del arrollamiento***:** A ser realizado según la norma IRAM 2018 y la IEC 60076.
* *Determinación de las pérdidas y de la corriente:*Se realizará de acuerdo IEC 60289, debiendo contarse con la aprobación previa del CONTRATANTE en caso de eventuales métodos alternativos planteados por el Fabricante.
* *Verificación del funcionamiento y ensayos de accesorios:*Una vez montados el reactor se verificará el correcto funcionamiento de todos los accesorios.
* *Medición de vibraciones:*Se realizarán las mediciones de vibraciones a tensión y frecuencia nominales y también a tensión máxima de servicio. Serán medidos en puntos periféricos del reactor, y en lugares bien definidos para controles posteriores. El apoyo del reactor sobre la base será idéntico al que se realizará en la subestación transformadora para su normal funcionamiento.

## Embalaje y Transporte Reactores

Cada Reactor 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.

Todos los bultos deberán llevar los detalles necesarios de identificación y manipulación, en forma clara e indeleble.

# 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 una etapa. Podrá tener una o varias etapas de potencia reactiva. Cada banco de capacitores será maniobrado por un interruptor de potencia instalado en una celda de media de tensión desde el edificio de celdas.

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.

Estos bancos de compensación, a ser instalados en el exterior podrán ser del tipo montado en estructura. El suministro debe incluir el equipamiento completo de los bancos de capacitores, con todos los componentes y accesorios necesarios para su instalación, puesta en servicio y operación. Aunque no haya sido especificado explícitamente, el suministro debe incluir herramientas especiales para su mantenimiento, planos, manuales de instrucción, informes de pruebas y demás documentos y servicios relacionados con este equipo.

## 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:** 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 bancos de capacitores que 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.

Si se utilizan reactores limitadores de corriente de conexión o reactores limitadores anti-armónicos, la tensión nominal de las unidades se aumentará en el valor de incremento de tensión debido a la presencia de los reactores.

## Alcance y Limites del Suministro

Un (1) Banco Trifásico de Compensación Capacitiva Shunt por cada Transformador de Potencia de 6 MVAR dividió en tres 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, imprégnante 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 de MT, por cada banco de capacitores. Los cables procedentes desde la celda de 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 los 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 a 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.

## 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 138 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 los equipos del SMC que efectuarán la medición en el lado de alta tensión de los puntos frontera de interconexión de 138 kV de la Empresa de Transmisión Eléctrica Dominicana ETED y Distribuidora EDESUR correspondientes a los campos respectivos de salida de las acometidas a los transformadores de potencia 138/12.8/10 kV.

### Alcance de Suministro de SMC

El SMC a suministrarse para la subestación deberá ser completo para cada uno de los nodos de medición de los puntos frontera ETED/ EDESUR de 138 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 porta cables, 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 principales y de 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 se 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 gabinete de corriente continua de 125 Vcc con su respectivo breaker de protección.
* Los PTs y CTs tendrán una resistencia 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 todos los casos, 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. 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 doce (12) salidas de circuitos, dos (2) para SSAA y dos (2) para los bancos 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 eléctrica. 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 gabinete 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 se enlistan 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 en 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 salidas de media tensión se utiliza los protocolos de comunicación Puerto RJ-45 Ethernet TCP/IP, RS-232, RS-485, DNP 3.0 o superior, 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, 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, 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 de la celda de maniobra y las funciones de tele-supervisión tanto del valor de las magnitudes eléctricas en tiempo real como del estado de aparatos y ocurrencia de eventos discretos (señalizaciones, alarmas, mediciones, etc.).

La estación completa será tele-controlada, por lo cual, el sistema de tele-control deberá incluir todas las interfaces necesarias y protocolos de diálogo, para que, la totalidad de información pueda intercambiarse entre el Gateway y los Centro de Operación correspondientes vía enlaces de comunicaciones.

La estación transformadora dispondrá de áreas claramente delimitadas: 138 kV, 12.5 kV, servicios auxiliares y equipos de comunicaciones. Las áreas desde sus respectivas salas se vincularán con el Centro de Operaciones de la Red (COR) de Edesur y el Centro de Control de Energía (CCE) de la ETED según corresponda.

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 Celdas de 138 kV

### Alcance del Suministro de Protecciones Líneas de 138 kV

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

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

Un (1) Relé de Protección (Relé Protección Diferencial (87L), un (1) Relé de Protección de Distancia de Línea (21) y un Relé de Distancia Subestaciones Colaterales (21). Según lo indicado en las Especificaciones Técnicas y PDTGs.

El suministro de todo el software 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 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 Técnicas y PDTGs.

### Alcance del Suministro de Protección de Barra 138 kV

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

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

Un (1) Relé de Protección (Relé Diferencial (87B)) para la barra 138 kV.

* El suministro de todo el software 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 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.

### Alcance del Suministro de Protecciones Transformadores de 138/12.8/10 kV

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

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

Un (1) Relés de Protección (Relé Protección Diferencial (87T), un (1) Relé de Sobrecorriente de AT (50/51) y un (1) Relé de Sobrecorriente MT (50/51)) por cada transformador 138/12.8/10 kV.

* 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.

Todo el diseño de los campos de líneas y barras de 138 kV será bajo las consideraciones y aprobación de la Empresa de Transmisión Eléctrica Dominicana (ETED). El estudio de coordinación de las protecciones de las líneas de 138 kV y campos de transformación serán realizados por el Contratista con información suministrada por EDESUR y ETED.

## Condiciones Ambientales y Ubicación Física

Los armarios de protección estarán instalados en salas separadas de los equipos de control tanto para 138 kV como 12.5 kV.

Los edificios contarán con equipos de aire acondicionado 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.

No obstante, se deberá considerar que los equipos de aire acondicionado pueden llegar a salir de servicio por tiempo prolongado, teniendo en cuenta entonces aquellos factores ambientales externos, cuyos datos se suministran en la especificación general y junto con el calor generado dentro de los edificios mencionados, se evaluará la temperatura ambiente interior para diseñar el equipamiento, en ausencia de aire acondicionado.

El Contratista deberá considerar el cierre de sus armarios en sus seis (6) lados (IP42 según IEC 60144).

## 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 celda, al pie de los PT y CT, con una distribución a cuatro hilos por circuito y por núcleo de transformador. Los PT de 138 kV suministrarán una tensión de 115/1.73 V - 60 Hz por fase y los CT 1 A por fase, mientras que los PT de 12.5 kV 115/1.73 V - 60 Hz por fase y los CT 1 A por fase para las salidas de la celda de MT y 1 A 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 desde las celdas con cable blindado y puesto a tierra en ambos extremos, 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 cortocircuitable, 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 utilizarán 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 c.c. no deben compartirse.

No deben cablearse alarmas desde un contacto de disparo, sino que debe colocarse un contacto auxiliar para obtener dichas alarmas.

Se deberán proveer todas las alarmas que el transportista ETED requiera. Para ello, deberá consultar la lista de alarmas que el transportista le indique, previamente a la confección de la ingeniería de detalle, a efectos de prever cantidad de salidas binarias, relés auxiliares y espacio suficiente en los paneles. Es decir, se deberá prever el envío de las señales de indicación y alarmas (local o remota a los destinos que surjan de la ingeniería de detalle para todas las protecciones).

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 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, ya se trate 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 C 37.90.1-2002 (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 relés deben ser diseñados de manera tal que, al ser extraídos queden cortocircuitadas las alimentaciones de corriente e interrumpidas las de tensión, llevando las entradas a una ficha especialmente dispuesta sobre el frente de la protección con el objeto de poder inyectar las corrientes y tensiones de ensayo.

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 o dispositivos similares, 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.

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, el que deberá ser aprobado por el CONTRATANTE.

### Normas y Especificaciones

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

Tabla 12: Norma y Especificaciones de Protecciones

|  |  |
| --- | --- |
| **NORMAS** | **DESCRIPCIÓN** |
| IEC 60068 | Basic environmental testing procedures. |
| IEC 60255 | Electrical relays. |
| IEC 60947-5-1 (1990) | Control switches. |
| IEC 60321 | IEC 60321 Guidance for the design and use of components intended for mounting on boards with printed wiring and printed circuits. |
| IEC 60144 | Degrees of protection of enclosures for low-voltage switchgear and controlgear. |
| ANSI IEEE C37.90.1-2002 (SWC) | Guide for switch withstand capability (SWC). |
| MIL Std-781-B | Reliability tests exponential distribution. |

### 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, por ej.: para la protección de distancia, en función de Zfalla/Zlínea y de Zfuente/Zlínea, las curvas características estarán dibujadas para los equipos particulares suministrados.
* Planos funcionales de protecciones, alarmas, señalizaciones, etc.
* Planos trifilares de los circuitos de medición de las protecciones.

## Características Generales y Composición de las Protecciones de Línea

Las líneas de transmisión contarán con una protección principal y una de respaldo. La protección diferencial de línea (87L) será la protección principal y la protección de respaldo será una protección de distancia (21).

Estas protecciones deberán disponer de un relé independiente entre ellas.

El relé diferencial se mantendrá en comunicación continua vía fibra óptica con el relé dispuesto en el otro extremo de la línea y deberá ser sensible o estable ante la presencia de las corrientes de carga y de vacío de la línea.

Se debe suministrar:

* Un (1) Armario de protecciones y control por cada salida de línea, dotado tres (3) relés de protección (uno (1) de protección diferencial, dos (2) de protección de distancia), con las funciones y accesorios indicados a continuación. Según lo indicado en las Especificaciones Técnicas y PDTGs.

Entre las funciones que deberán contar los relés de protección diferencial (87L) de línea, se enlistan las siguientes:

* Función de protección diferencial de línea (87L).
* Función de protección de sobrecorriente direccional (67N).
* Función falla interruptor.
* Protección de sobre y bajo voltaje.
* Protección de sobre y baja frecuencia.
* Función de reenganche unipolar y tripolar con chequeo de sincronismo (79/25).
* Medida de la corriente diferencial.
* Medida de corrientes de fase.
* Medida de voltajes de fases.
* Posibilidad de comunicación mediante puerto serial.
* Display digital que indique el estado y actuación del relé.
* Incluye registro de fallas y oscilografía.
* Señalización por fases.
* Autodiagnóstico del relé.
* Las señales de corriente del relé serán aisladas galvánicamente.
* Inmunidad a las interferencias electromagnéticas.
* Sincronización de tiempos con IRIG – B.
* Protocolos de comunicación IEC 61850 y DNP3 y/o superior.

Entre las funciones que deberán contar los relés de protección de distancia de línea (21) se enlistan los siguientes:

* Función de disparo monopolar/tripolar.
* Arranque distancia Z< característica poligonal.
* Función de detección de oscilación de potencia.
* Función de teleprotección.
* Protección de falla a tierra.
* Protección weak infeed.
* Protección sobrecorriente.
* Función recierre monopolar.
* Función falla interruptor.
* Chequeo de voltaje y sincronismo.
* Protección de sobre y bajo voltaje.
* Protección de sobre y baja frecuencia.
* Función localizador de fallas.
* Función de protección de cierre de interruptor bajo falla.
* Seis (6) zonas de protección.
* Seis sistemas de medición por cada zona.
* Record de eventos y oscilografía.
* Unidad de medición de potencia activa, reactiva, voltaje y corriente.
* Protección de sobrecorriente de respaldo por falla de fusible.
* Compensación contra la influencia de líneas paralelas.
* Protocolos de comunicación IEC 61850 y DNP3 y/o superior.

En las planillas de datos garantizados se detallan los requerimientos de estas funciones.

## Características Generales y Composición de las Protecciones del Transformador

Los transformadores de potencia contarán 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 de 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 y/o superior.

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 (Función para banco de capacitores)
* 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.

La corriente nominal de todos los relés debe ser ajustable por software y hardware a 1 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 y Banco de Compensación Capacitiva

Las salidas de circuitos de distribución y del banco de compensación capacitiva de MT 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’’.

### Protección Acoplamiento de Barras

Al igual que las celdas de salida de MT, la celda de acople contará con su respectiva 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

### Ensayos en Fábrica

Se efectuarán todos los ensayos previstos en las normas que el Contratista haya indicado en su propuesta de aplicación en el diseño, fabricación y ensayo de protecciones y aparatos ofrecidos y en las normas acordadas contractualmente en base a los requerimientos del CONTRATANTE.

Independientemente de lo que establezcan las normas según lo antes mencionado, cada armario deberá ser totalmente montado en fábrica para someterlo a los ensayos normales de fabricación y a un ensayo funcional completo. El objetivo del ensayo funcional será el de verificar la operación como sistema de todos los elementos con sus valores operacionales especificados incluyendo cualquier tipo de operaciones secuenciales y simulando las condiciones reales de operación del sistema de transmisión.

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 elementos alimentados 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 C 37.90.1-2002 (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, los fabricantes de los equipos deberán 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. Este ensayo será limitativo para el comisionamiento de los equipos a obra.

### 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 rigidez dieléctrica

Estos ensayos estarán destinados fundamentalmente a comprobar la aptitud para entrar en servicio, del equipamiento montado y conectado al resto de la celda 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.

## Embalaje

Los equipos 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.

1. **Sistema de Automatización**

En el presente documento se describe para las instalaciones de la subestación Cristo Rey 138/12.5 kV, el alcance de los suministros y trabajos a realizar correspondientes al sistema de automatización de la subestación (SAS), que servirá para adquisición de datos, supervisión, control local, telecontrol y protecciones de la subestación transformadora.

El Contratista deberá suministrar dos (2) sistemas de automatización, uno (1) para la Empresa de Transmisión Eléctrica Dominicana (ETED) y otro en las instalaciones de Edesur de la subestación Cristo Rey.

En el presente documento se establece que Contratista deberá cubrir el diseño, inspección y prueba en fábrica, transporte, instalación y puesta en marcha de los SAS de la subestación.

El sistema de automatización y control de la subestación transformadora incluye, en forma no limitativa, las siguientes funciones:

Campos de Alta Tensión 138 kV (Líneas)

* Adquisición de datos supervisión, telecontrol, control y protecciones de los campos de 138 kV de líneas, incluyendo el comando de los interruptores respectivos de 138 kV de los campos mencionados. Se excluye a los equipos seccionadores de línea 138 kV de dichos campos cuya operación será de responsabilidad de la ETED.

Transformadores de potencia 138/12.8/10 kV

* Adquisición de datos, supervisión, protecciones, control y telecontrol de los transformadores de potencia e interruptores asociados.
* Comando del conmutador de tomas bajo carga (CTBC).
* Regulación automática de tensión.
* Sistema de monitoreo de gases.

Campos de Celdas de Media Tensión 12.5 kV

* Adquisición de datos, supervisión, protecciones, control y telecontrol de todos los equipos e instalaciones de 12.5 kV.

Instalaciones de Baja Tensión de Corriente Alterna y Continua

* Adquisición de datos, supervisión, protección, control y telecontrol de todos los equipos de los servicios auxiliares de C.A. y C.C.

La provisión del sistema de adquisición de datos, supervisión, control y protecciones deberá ser completa según lo detallado en la Especificaciones Técnicas y en la Planilla PDTG.

* 1. ***Normas de Aplicación Automatización***

Norma IEC 61850 Automatización de Subestaciones.

* La Norma IEC 61850 será de aplicación para el diseño del sistema y la operación funcional del Sistema de Adquisición de datos, supervisión, control, protecciones y telecontrol de la presente provisión.

Norma IEC 62351 Ciberseguridad “Power systems management and associated information exchange - Data and communications security”.

* Será de aplicación para los requerimientos de seguridad informática del sistema de supervisión, control, protecciones y telecontrol de la presente provisión.

Normas de Aseguramiento

* Provisto para condiciones de operación de equipos en armonía con el medio ambiente y de perturbaciones de ruido eléctrico.
  1. ***Sistema de Automatización de Subestaciones de la ETED***

En esta sección se detallan las características de diseño, fabricación, inspección, prueba en fábrica, transporte, entrega en sitio, instalación y puesta en servicio del sistema de automatización de la subestación Cristo Rey 138 kV, de acuerdo con el reciente requerimiento solicitado por la Empresa de Transmisión Eléctrica Dominicana (ETED) para la elaboración de ingeniería básica de la construcción de una subestación tipo GIS a 138/12.5 kV.

Para el Sistema de Automatización de Subestación (SAS) de la ETED se requiere un sistema de control digital unificado que comprenderá todos los equipos de protección de celda y subestación, control, monitoreo y funciones de comunicaciones.

Todos los equipos y sistemas serán nuevos, en las versiones más actuales de hardware y software de alta calidad y completamente probados (no se aceptarán prototipos).

Se requiere un sistema de supervisión y control compuesto de un conjunto de equipos y accesorios necesarios y suficientes para la ejecución de todas las funciones de supervisión, control y protección local en tiempo real, así como la interconexión con el Centro de Control de Energía (CCE), que debe permitir la transferencia en tiempo real de los datos locales y la recepción de comandos de control remotos.

* + La vida útil de diseño no deberá ser menos de veinte (20) años.

Se deberá organizar y dictar un curso de capacitación 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.

* + 1. *Normas Aplicables*

General y comunicaciones

* + IEC 61850 para comunicaciones dentro de la subestación.
  + IEC 61850-3, todas las pruebas que apliquen para un equipo grado subestación.
  + Temperatura de operación 0°C a 60°C (-40°C a 70°C opcional).
  + Temperatura de almacenamiento -10°C a 85°C.
  + Humedad relativa 10-90%.
  + IEC 60068-2-1, 2, 3, Resistencia a Baja Temperatura, Alta Temperatura y Humedad.
  + IEC 60068-2-6, Inmunidad a Vibraciones.
  + IEC 60870-5-104 protocolo con el Centro de Control de Energía (CCE).
  + IEC 60870-3 pruebas dieléctricas de entradas-salidas digitales y análogas.
  + IEC 60870-3 clase 2: Prueba de radio interferencia.
  + IEC 61000-4-2, Ensayos de inmunidad a las descargas electrostáticas.
  + IEC 61000-4-3, Ensayos de inmunidad a campos electromagnéticos de alta frecuencia radiados.
  + IEC 61000-4-4, Ensayos de inmunidad a transitorios eléctricos rápidos en ráfagas (burst).
  + IEC 61000-4-5, Ensayos de inmunidad a sobrecargas de energía.
  + IEC 61000-4-11, Ensayos de inmunidad a fallas, fluctuaciones, cortes en la alimentación en corriente alterna.
  + IEC 61000-4-12, Ensayos de inmunidad a ondas oscilatorias de la alimentación.
  + IEC 61000-6-5 Interferencia electromagnética (EMC) parte 6: Normas genéricas – sección 5: Inmunidad al ambiente de subestaciones eléctricas incluyendo todas las partes aplicables de la familia de normas IEC 61000.

CE-marking

* + EN 50081.2 Emisividad (Industria).
  + EN 50082-2 Inmunidad (Industria).

Específicos

* + IEC 60255-6: Relés de medición y equipos de protección.
  + IEC 60255-7: Procedimientos de prueba y medición para relés electromecánicos.
  + IEC 6068-2-3: Prueba Ca: Calentamiento anti-humedad.
  + IEC 60255-5: Pruebas de aislamiento para relés eléctricos.
  + IEC 60255-22 Pruebas de disturbios eléctricos para relés de medición y equipos de protección.
  + IEC 60255-22-1: Prueba de disturbio a 1 MHz.
  + IEC 60255-22-2: Prueba de descarga electrostática.
  + IEC 60255-22-3: Pruebas de disturbio por campo electromagnético irradiado.
  + IEC 60255-22-4: Prueba de disturbio por transitorio rápido.
  + IEC 60255-11: Interrupciones y componente alterna en energización auxiliar de DC en relés de medida.
  + IEC 60255-21: Pruebas de vibración, shock, golpes y movimientos sísmicos sobre relés de medición y equipos de protección.
    1. *Descripción General del SAS de la ETED*

El Sistema Automatización de Subestación (SAS) debe ser un sistema de control digital unificado basado en un microprocesador que abarca todas las funciones del sistema de AT (líneas 138 kV más acceso a las celdas del transformador de potencia 138/12.8 kV únicamente para lectura y medición) desde la Sala de Control (comando local) y remota desde el Centro de Control de Energía (CCE) de la ETED.

Se requiere un sistema de supervisión y control compuesto de un conjunto de equipos, accesorios, etc., necesarios y suficientes para la ejecución de todas las funciones de supervisión, control y protección local en tiempo real, así como la interconexión con el Centro de Control de Energía (CCE) que debe permitir la transferencia en tiempo real de los datos locales y la recepción de comandos de control remoto.

La definición del sistema, sea para protección, supervisión, control local, registro de perturbaciones o de telecomunicación asociado, debe ser entendido como el conjunto de funciones requeridas o necesarias para el completo funcionamiento de la parte de la subestación. Debe contemplar, sensores, actuadores, medidores, relés de protección (inteligent electronic devices, IED’s) y demás equipamientos (hardware), programas internos y de comunicación (software) y accesorios.

Con el objetivo de atender los requisitos de confiabilidad requeridos, todas las funciones a ser ejecutadas tanto de forma integrada por los sistemas como las ejecutadas por los equipamientos individuales y dedicados deben realizar el mismo desempeño.

El Contratista asegurará la integración del SAS al SCADA del Centro de Control de Energía (CCE), suministrando todos los equipos necesarios que permita esta acción.

El sistema de control digital se dividirá en nivel de la subestación y el nivel de celda (campo) con subsistemas asociados y el sistema de comunicación de datos.

La filosofía adoptada se basa en la integración de la información adquirida de los diferentes IEDs (Intelligent Electronic Devices) mediante la red de la estación a una unidad central de adquisición y control SCADA (redundante) que funcionará como un sistema de MICROSCADA (IHM), esta servirá de monitoreo y control local.

Esta unidad central deberá ser conectada mediante un Gateway que tiene la función de preprocesar la información para el CCE y realizar la conversión de protocolo o un modem interno con el protocolo IEC 60870-5-104 al Centro de Control de Energía (CCE) de la ETED.

Las comunicaciones dentro de la subestación se realizarán mediante una red IEC 61850 (100 Mbps Fast Ethernet) que debe entre otros permitir independencia entre la comunicación subestación-celda y celda-celda. Las conexiones físicas entre el concentrador de datos y los IED's debe ser a través de cables de fibras ópticas.

Para la comunicación entre el concentrador de datos de subestación y el Centro de Control de Energía deben estar disponibles los siguientes protocolos de comunicaciones: IEC 60870-5-104, IEC 60870-5-101, DNP 3.0 TCP/IP, DNP 3.0 nivel 2 serial. El personal técnico de la ETED decidirá el protocolo de comunicaciones a implementar de acuerdo con los medios de telecomunicación disponibles entre la subestación y el Centro de Control de Energía.

En principio el sistema deberá ser tecnología de punta y de última generación con requerimientos compatibles a largo plazo, continuidad en el suministro de repuestos y de operación segura y confiable para el personal de operación.

El SAS deberá garantizar una operación segura y eficiente de la subestación, tanto en forma local como remota y debe incluir equipos, funciones y accesorios necesarios para disponer de:

* + Auto arranque de todos los componentes y redes de comunicación para su integración en el SAS, una vez energizados o luego de una falla en el sistema de alimentación de corriente continua.
  + Comunicación remota con el cuarto de control de la subestación y el Centro de Control de Energía (CCE) para las funciones de control y monitoreo.
  + Interfaz humano máquina con las mismas utilidades.
  + Funciones de automatización a nivel de subestación.
  + Evaluación de datos y archivos.
  + Monitoreo de la subestación y del sistema de control.
  + Lista de eventos y alarmas.
  + Protección a nivel de subestación.
  + Supervisión del estado de la subestación (datos digitales y análogos).
  + Comunicación entre los niveles de celda con el de subestación.
  + Automatización a nivel de celda.
  + Sincronización del tiempo de los componentes del sistema.
  + Monitoreo de la subestación a nivel de celda.
  + Protecciones de celdas.
  + Control de celdas.
  + Adquisición de datos de las celdas.
  + Los módulos de protección serán independientes de los módulos de control.
    1. *Funciones del Sistema de Control Digital Unificado*

Los distintos aparatos de alta tensión dentro de la estación deberán ser operados manualmente por el operador o automáticamente por secuencias de conmutación programadas. Las funciones de control deben incluir:

* + Señalización de eventos y alarmas propios de la operación de subestaciones de alta tensión.
  + Registro secuencial de los eventos operativos ocurridos en la operación de la subestación.
  + Transmisión de la información generada localmente (datos digitales, analógicos y secuencia de eventos generados por los relés de protección) al cuarto de control de la subestación y el Centro de Control de Energía.
  + Comando local de selección y maniobra de los equipos de la subestación, a través de un esquema de comando propio del SAS.
  + Comando remoto de selección y maniobra de los equipos de la subestación, a través del envío de una señal de comando desde el CCE.
  + Automatismos locales.
  + Dos (2) estaciones de interfaz humano-máquina, una para ETED y una para Edesur, con todos los recursos necesarios y suficientes para la operación local de la subestación.
  + Análisis de enclavamientos para la operación de los equipos de la subestación mediante lógicas programadas en controladores de celda que evalúan el estado de los equipos de su propia celda y si fuera necesario de otras celdas. Esta última información debe ser compartida mediante un sistema de comunicaciones entre las unidades de control de celda (Bay Control Units).
  + Gestión de protecciones desde un computador local o remoto que permita la obtención de la configuración actual (el relé debe permitir la obtención de su parametrización actual), modificar esta configuración y la descarga de los eventos, oscilografías y registros de falla de cualquiera de los relés de protección.
  + El SAS debe ser del tipo integrado, configurado en una red local tipo Area Network (LAN), constituido de un sistema digital tipo Supervisor Control and Data Adquisition (SCADA).
  + El SAS debe tener la capacidad de auto supervisión de sus componentes y redes de comunicaciones.

Entre las funciones de control deberá contar con las mencionadas a continuación:

1. Supervisión: la posición de los equipos como seccionadores e interruptores debe ser constantemente supervisada. Cualquier cambio detectado deberá variar el diagrama unifilar, notación en la lista de eventos e impresión. Las alarmas deberán funcionar simultáneamente con el cambio de posiciones que no hayan sido efectuadas por una acción de mando.
2. Bloqueos y enclavamientos: la función de bloqueo garantiza el permiso para operar los seccionadores, cuchillas de puesta a tierra e interruptores. La función de interbloqueo deberá tener módulos de software (type tested). Por otro lado, el sistema de enclavamiento prevendrá cualquier operación incorrecta de los seccionadores de desconexión y de tierra.
3. Mediciones: deberán estar disponibles los circuitos de alimentación de voltajes y corrientes del devanado secundario de los transformadores de instrumentos. En las mediciones trifásicas se deberá calcular el valor medio del voltaje, corriente, potencia activa (MW), potencia reactiva (MVAR) y frecuencia (Hz). La exactitud en la medición será menor o igual a 0.25% para la escala completa de voltaje y corriente.
   * 1. *Estructura del Sistema de Control Digital Unificado*

La arquitectura del SAS debe tener los siguientes niveles jerárquicos en términos de hardware, software y funcionalidades:

* + Nivel de celda (Nivel 1).
  + Nivel de subestación (Nivel 2).

*Nivel de Celda (Nivel 1)*

Las celdas serán controladas y monitoreadas de forma individual por varias unidades de la celda combinadas para la protección y control. El nivel de celda jerárquico incluye todos los componentes responsables por las funciones de supervisión, control y protección local ejecutadas en este nivel, tanto para las celdas de líneas de transmisión, acoplamiento, transformador, etc.

Entre los elementos básicos de este nivel de celda son los IEDs de control y los IEDs de protección.

Los IEDs de control de una celda deben contener todas las funciones necesarias para controlar una celda localmente y desde el Centro de Control de Energía en forma segura.

Los IEDs para protección a nivel de celda deben proporcionar una conexión directa a los equipos de patio, sin la interposición de ningún elemento para ejecutar las funciones de protección y monitoreo.

Las aplicaciones de protección deben ser diseñadas para realizar sus funciones de protección de forma completamente independiente del control de la celda.

Esto requiere una interfaz independiente y directa para los valores medidos, información y salida de comandos. La interfaz para el intercambio de datos con el nivel de subestación debe ser serial y cumplir con la norma IEC 61850.

Todas las funciones de comando y selección en nivel 1 deben ser ejecutadas por la unidad de celda y los IEDs de protección, localizados en el gabinete de control y protección de la celda.

*Nivel de Subestación (Nivel 2)*

El nivel de subestación jerárquico incluye todos los componentes responsables de las funciones de supervisión/control local ejecutados en este nivel que corresponden en acciones que necesitan información de más de una celda y que no puedan estar incluidos en el nivel de celda. En este nivel se incluyen también los componentes responsables de la integración del SAS con el Centro de Control de Energía remoto.

En el nivel de subestación deben existir los siguientes elementos:

* Dos (2) unidades centrales de adquisición y control local (redundancia).
* Interfaz humano-máquina (IHM).
* Inversor para la alimentación de las unidades de adquisición, los equipos de las estaciones IHM y la unidad de almacenamiento.
* Red local LAN para conexión entre servidores, terminales IHM, etc.
* Impresora de eventos y de reportes (láser).
* Conexiones para los IEDs de protección con las unidades centrales de adquisición y control local. Esta conexión debe ser en fibra óptica de vidrio.
* Equipo GPS para sincronización de tiempo en todos los componentes del SAS (IEDs, computadores de adquisición y control, IHMs).
* Red de gestión de protecciones.
  + 1. *Señales Requeridas por CCE*

El SAS debe tener los recursos que permitan al CCE seleccionar libremente los controles a ser utilizados para el control sistémico de voltaje, usando los equipos instalados en la subestación.

Para cumplir con la normativa de operación del sistema se deberá de enviar al CCE las siguientes señales:

*Digitales*

1. Posición

* Interruptores y seccionadores de transformador.
* Interruptores y seccionadores de líneas de transmisión.

1. Alarmas impulsivas de líneas de transmisión

* Falla tensión AC de medición.
* Falla corriente continua de mando (Vcc).
* Falla mecanismo interruptor.
* Falla nivel SF6.
* Recierre fuera de servicio.
* Recierre iniciado.
* Recierre exitoso.
* Teleprotección envío.
* Teleprotección recibo.
* Protección diferencial de línea disparo (fases R, S, T y N).
* Protección distancia arranque general.
* Protección distancia disparo general.
* Protección distancia arranque (fases R, S y T).
* Segundo escalón.
* Tercer escalón.

1. Alarmas permanentes de líneas de transmisión

* Problemas en circuito de comando 138 kV.
* Problemas en circuito de comando de protecciones 138 kV.
* Falta tensión de corriente continua de protecciones 138 kV.
* Problemas en interruptor 138 kV.

1. Alarmas permanentes de servicios auxiliares

* Falta tensión general de batería.
* Falta tensión general de comandos de protecciones.
* Falta tensión de comando de seccionadores 138 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.

*Analógicas*

1. Barras

* Voltaje de barra.

1. Líneas de transmisión

* Potencia activa de la línea.
* Potencia reactiva de la línea.
  + 1. *Reloj GPS de Subestación*

El reloj GPS contemplado en la solución SCADA para cada subestación debe poseer una precisión ±100 ns promedio y de ±500 ns pico para IRIG-B modulado y no modulado. Salidas IRIG-B modulados y no modulados y un (1) puerto serial RS-232.

Pantalla de despliegue de tiempo y un total de tres (3) leds de estado para describir la operación normal y la falta de conexión (sin enlace). Configuración mediante software y el montaje en rack de 19”.

* + 1. *Gabinete*

El gabinete contemplado en la solución SCADA para cada subestación debe ser autosoportado de dimensiones 2200 x 880 x 880 mm, puerta frontal de vidrio templado de 3mm con manija y llave. Planchas laterales desmontables de 1.5 mm, puerta posterior de 2mm con manija y llave. Sistema interno de rack de 19” y sistema de ventilación con rejillas y termostato. Iluminación interna con interruptor de encendido automático. Gabinete con grado de protección IP54 y acabado en pintura electrostática RAL 7035.

* 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 de la subestación Cristo Rey. 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 la subestación, incluyendo telecontrol completo para el área de EDESUR, 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 para su aprobación. 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 la subestación transformadora Cristo Rey 138/12.5 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, integrada por cables de fibra óptica y otro de cobre 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 gabinetes de servicios Auxiliares de corriente alterna y continua, como así 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 de 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 Cristo Rey, 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 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 de los transformadores de potencia T01 y T02 de 138/12.8/10 kV, 40-50 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.
* DNP 3.
* Modbus RTU y TCP/IP.
* Otros protocolos a 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 (GPS) completos con receptor y 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 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 Operación de la Red 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 Operación de la Red de Edesur, donde se ejercerá el telecontrol de la subestación transformadora.

Entre las señales y alarmas requeridas para ser enviadas hacia el Centro de Operación de la Red de Edesur, podemos mencionar de manera no limitativa las siguientes:

*Transformador*

* Problemas en circuito de comando lado 138 kV.
* Problemas de interruptor de 138 kV.
* Problemas en circuito de comando de protecciones lado 138 kV.
* Falta tensión de corriente continua de protecciones lado 138 kV.
* Falta tensión de corriente alterna protección lado 138 kV.
* Buchholz RBC alarma.
* Nivel de aceite alarma.
* Nivel de aceite desenganche.
* Imagen térmica alarma.
* Sobre-temperatura aceite alarma.

*Visualización de Posición*

* Interruptores y seccionadores de transformador.
* Interruptores y seccionadores de líneas de transmisión.

*Alarmas permanentes de servicios auxiliares*

* Falta tensión general de batería.
* Falta tensión general de comandos de protecciones.
* Falta tensión de comando de seccionadores 138 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 de la subestación para ser aprobadas por el CONTRATANTE.

## Capacitación SAS

Se deberá organizar y dictar un curso de capacitación individual tanto para el SAS de ETED como el 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 (enlace de comunicación de la subestación al Centro de Operaciones de la red EDESUR) 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 ETED

El sistema de telecomunicación deberá estar soportado por enlaces ópticos a través de cables de fibra óptica (OPGW) mono-modo según ITU-T G655 que permitan telecomunicaciones de banda ancha con alta velocidad.

Se propone una red óptica 10 Gigabit Ethernet / MPLS-TP con equipos ópticos con todas las funcionalidades para subestaciones, operar en topología anillo y ser administrados a través de la red con el sistema de gestión MPLS-TP existente y disponible en el CCE. En las especificaciones técnicas y la PDTG del sistema de comunicaciones ETED se amplían los requerimientos necesarios.

## Sistema de Comunicaciones EDESUR

La comunicación entre el centro de operaciones y el SAS de EDESUR podrá realizarse a través de radio frecuencia (RF), microondas u otros medios de comunicación. 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.

## 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 comisionamiento.
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.

## Embalaje

El embalaje estará sujeto a la aprobación del CONTRATANTE, lo cual deberá establecerse de tal manera que se garantice un transporte seguro de todos los equipos, considerando las condiciones climatológicas y los medios de transporte.

Los equipos serán individualmente empacados en cajas robustas de madera, como sea apropiado para el tamaño y el peso. Cada empaque será marcado con el nombre y dirección del fabricante, y el número de catálogo.

## Video Vigilancia

* El Contratista deberá dotar la subestación 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 CCTV de la empresa Edesur 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 Cristo Rey, 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.

# Grupo Electrógeno de Emergencia

Los aspectos técnicos son de aplicación para el suministro del Grupo Electrógeno de Emergencia de capacidad suficiente para alimentar los servicios auxiliares en estado de emergencia, de capacidad según la ingeniería de detalles y no menor a 150 kW (187.5 kVA), con cubierta (housing) acústica a ser instalado en intemperie.

La totalidad de los equipos y materiales y sus piezas constitutivas serán nuevos. No se admiten equipos y materiales reciclados. Los equipos y materiales deben cumplir con las exigencias técnicas y ensayos que se indican para cada caso particular.

Deberá tener arranque automático y se conectará al gabinete principal de servicios auxiliares de C.A. (TGSACA) ubicado en el Edificio de Celdas a través de un gabinete de transferencia.

El suministro deberá ser completo, incluyendo todos los equipos auxiliares necesarios, tales como gabinetes de control, sistema de arranque con baterías, sistema de combustible, equipos de arranque automático (PLC o UTR), gabinetes de transferencia automático, etc.

El grupo estará provisto de su panel de control y un gabinete de transferencia automática. El sistema de control deberá incluir los relés de supervisión de tensión, los relés temporizadores, los elementos de prueba, el control de arranque automático (PLC) y todo el equipo auxiliar necesario.

Para alimentación de sus auxiliares y circuitos se dispondrá de alimentación de Voltaje de C.C., según sea la alimentación del sistema de arranque, así también de un alimentador de 3 x 208/120 V.

El Grupo Electrógeno de Emergencia será instalado a intemperie, montado sobre su base. El suministro deberá incluir el equipamiento completo con todos los componentes y accesorios necesarios para su instalación, puesta en servicio y operación. Aunque no sea especificado explícitamente, el suministro debe incluir herramientas especiales para su mantenimiento, planos, manuales de instrucción, informes de pruebas y demás documentos y servicios relacionados con este equipo.

A continuación, se presentan los valores nominales del grupo electrógeno:

Valores Nominales:

* Potencia Standby (mínimo): 150 kW (187.5 kVA).
* Factor de potencia: 0.80.
* Frecuencia: 60 Hz.
* Tensión: 3x208/120 V.
* Fase L1, L2, L3, N.
* Capacidad de sobrecarga (1h cada 6h de funcionamiento): 10% de la potencia prime.
* Velocidad: 1800 rpm.

Finalmente, los detalles para la instalación del grupo electrógeno de emergencia son ampliados en las Especificaciones Técnicas Generales y las Planillas de Datos Técnicos Garantizados (PDTG), contemplado para la construcción de la subestación Cristo Rey.

## Embalaje para Transporte

El Grupo Electrógeno de Emergencia 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 el equipo deba 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 Contratista 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.

## 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, en su carácter de Supervisor, supervisará los ensayos que más abajo se detallan y luego el CONTRATANTE elaborará el Acta de Aceptación y de Autorización de Despacho. Sin este requisito no será recibidos el equipo en obra.

### Ensayos de Rutina

Sobre el grupo electrógeno armado completo y en las condiciones en que será instalado en la obra, se efectuarán todos los ensayos de rutina mencionados en las Normas y según el siguiente detalle:

**Eléctricos**

1. De tensión en seco a frecuencia industrial.
2. De tensión en circuitos auxiliares.
3. De las protecciones (eléctricas y mecánicas).
4. De funcionamiento del Regulador de Tensión.
5. De los dispositivos auxiliares eléctricos, las señalizaciones y alarmas.
6. Del Sistema de Control Automático.

**Mecánicos**

1. De funcionamiento del sistema de combustible, del sistema de lubricación y del sistema de enfriamiento.
2. De funcionamiento del sistema de arranque.
3. De funcionamiento del Regulador de Velocidad.
4. De operación mecánica.
5. De verificación de la intercambiabilidad, de los componentes.
6. Dimensional y visual.
7. Ruido.

### Ensayos en Obra

* Revisión mecánica general
* Verificación visual de las terminaciones superficiales
* Control de montaje
* Ensayo de rigidez dieléctrica

# Conductores

Los conductores de control y de potencia de 138 y 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 cables de MT objeto de la presente especificación, cumplirán 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 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)

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).

ASTM B2: Standard Specification for Medium-Hard-Drawn 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.

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 a 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*

Todas las pruebas e inspecciones a realizar en fabrica deberán estar de acuerdo a los establecido en las fichas técnicas, especificaciones técnicas y en las normas IEC-60502-1, ICEA S94-649, UL 1072, AEIC CS8, ASTM B3, ASTM B8, UL 1581, IEC 60228, EN 60228, IEC60502-2, UNE HD 620-10E,UNE HD 620-1, UNE EN 60332-1-2; IEC 60332-1-2, EN 50399, UNE EN 60332-3-24; IEC 60332-3-24, UNE-EN 60754-2, EN 60754-1; IEC 60754-1, IEC 60754-2, UNE HD 605, EN 61034-2, IEC 61034-2, IEC 60684-2, IEC 60811-402, IEC 60811-501, IEC 60811-401, IEC 60811-1-2, EN 60811-507, EN 50575, UNE-HD 603-1 y IEC60840.

*Pruebas* in Situ

* Inspección general.
* Medición de la resistencia de aislamiento.

# Sistema Contra Incendios

El Contratista debe considerar en su propuesta el diseño, fabricación, pruebas en fábrica, marcado, embalaje, embarque, transporte, instalación y pruebas 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 Incendio para Transformadores de Potencia

Para los transformadores 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 de los transformadores. 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 del transformador, el cual será diseñado por el contratista, 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-rociado 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.
* 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.
* 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 (tanto para la automatización de ETED como EDESUR según corresponda).

Además, deberá suplirse varios extintores portátiles de acuerdo con lo requerido en la PDTG de Sistema de Contraincendios.

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.

Por otro lado, en caso de que a un Contratista se le adjudique más de un lote, deberá considerar que, los recursos requeridos para realizar las obras serán independientes para cada una, ya que se requiere una ejecución simultánea de todos los lotes.

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 Aseguramiento de la Calidad del Proyecto.
* Responsable de Seguridad Laboral y Medio Ambiente.

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 actividades tales como:

* 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.
* Gestión administrativa.
* Gestión de suministros.

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 Obra: Ingeniero eléctrico, mecánico, áreas afines con al menos 5 años de experiencia específica dirigiendo proyectos de subestaciones y con formación académica en gestión de proyectos y con maestría en áreas afines. En particular debe haber dirigido anteriormente y de manera exitosa al menos la construcción, montaje y puesta en servicio de dos (2) subestaciones encapsuladas en gas SF6 (GIS) de alta tensión, asimismo, deberá sustentar su experiencia de 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 5 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 GIS, 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 5 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 con especialidad en prevención de riesgo de seguridad, salud ocupacional y medio ambiente. Al menos 5 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.

**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 de la subestación Cristo Rey. Los mismos serían manipulados por empleados pertenecientes a la empresa del Contratista.

Tabla 13 Lista de Maquinaria Mínimas Requeridas

|  |  |
| --- | --- |
| **Equipos Pesados** | **Características** |
| Grúa movimiento transformadores | Equipo con capacidad de izaje de cada 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 de cada 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.

# Hitos a Considerar para Preparación de Cronograma de Trabajo

El Contratista deberá ejecutar la obra en un tiempo no mayor a 20 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 6 |
| **5** | Inicio de la Obra Civil. | Mes 7 |
| **6** | Sistema de Puesta a Tierra. | Mes 8 |
| **7** | Suministro de equipos y materiales | Mes 14 |
| **8** | Montaje electromecánico, Transformador, celdas de MT, celda GIS, Reactores, Banco de Capacitores, Transformador TWACS, Transformador de SSAA, etc. | Mes 15 al 18 |
| **9** | Prueba de Conformidad y Aceptación. | Mes 19 |
| **10** | Puesta en Marcha y Cierre Administrativo. | Mes 20 |

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).