

DOCUMENTO BASE DE CONTRATACION

INGENIERIA DE DETALLE, SUMINISTRO, CONSTRUCCIÓN, MONTAJE, PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO DE LA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA UYUNI DE 60 MW Y SU INTEGRACION AL SIN



**Invitación Pública 03/2016
Modalidad “Llave en mano”**

**EMPRESA ELECTRICA
GUARACACHI S.A.**

Santa Cruz de la Sierra, Enero 2016

Lista de Contenidos

1	INTRODUCCIÓN.....	11
2	PARTE I: INFORMACIÓN E INSTRUCCIONES	12
2.1	NORMATIVA APLICABLE AL PROCESO DE CONTRATACIÓN.....	12
2.2	PROponentes Elegibles.....	12
2.3	ENTREGA DE DBC Y PUBLICACIÓN.....	12
2.4	ACTIVIDADES ADMINISTRATIVAS PREVIAS A LA PRESENTACIÓN DE PROPUESTAS.....	12
2.4.1	<i>Inspección previa al Sitio del Proyecto.....</i>	<i>12</i>
2.4.2	<i>Consultas escritas sobre el DBC.....</i>	<i>13</i>
2.4.3	<i>Reunión de Aclaración</i>	<i>13</i>
2.5	ENMIENDAS Y APROBACIÓN DEL DOCUMENTO BASE DE CONTRATACIÓN (DBC)	13
2.5.1	<i>Enmiendas al DBC.....</i>	<i>13</i>
2.6	AMPLIACIÓN DE PLAZO PARA LA PRESENTACIÓN DE PROPUESTAS.....	13
2.6.1	<i>Presentación de Propuestas</i>	<i>13</i>
2.6.2	<i>Ampliación.....</i>	<i>13</i>
2.6.3	<i>Publicación</i>	<i>13</i>
2.7	GARANTÍAS.....	14
2.7.1	<i>Tipo de Garantías requerido</i>	<i>14</i>
2.7.2	<i>Ejecución de la Garantía de Seriedad de Propuesta</i>	<i>14</i>
2.7.3	<i>Devolución de la Garantía de Seriedad de Propuesta</i>	<i>15</i>
2.7.4	<i>Proceso para otras Garantías.....</i>	<i>15</i>
2.8	RECHAZO Y DESCALIFICACIÓN DE PROPUESTAS	15
2.8.1	<i>Rechazo de Propuestas.....</i>	<i>15</i>
2.8.2	<i>Descalificación de Propuestas</i>	<i>15</i>
2.9	CRITERIOS DE SUBSANIBILIDAD Y ERRORES NO SUBSANABLES	15
2.10	DECLARACIÓN DESIERTA	16
2.11	CANCELACIÓN, SUSPENSIÓN Y ANULACIÓN DEL PROCESO DE CONTRATACIÓN	16
2.12	PREPARACIÓN DE PROPUESTAS.....	16
2.13	MONEDA DEL PROCESO DE CONTRATACIÓN	17
2.14	COSTOS DE PARTICIPACIÓN EN EL PROCESO DE CONTRATACIÓN	17
2.15	IDIOMA.....	17
2.16	VALIDEZ DE LA PROPUESTA	17
2.17	DOCUMENTOS DE LA PROPUESTA.....	17
2.17.1	<i>Documentación para Proponentes.....</i>	<i>18</i>
2.17.2	<i>Documentación para Asociaciones Accidentales</i>	<i>18</i>
2.18	INFORMACIÓN ADICIONAL PARA LA ACREDITACIÓN DE EXPERIENCIA DEL PROPONENTE Y EL CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN DEL PROYECTO.....	19
2.18.1	<i>Experiencia Mínima General y Específica de la Empresa o Asociación Accidental.....</i>	<i>19</i>
2.18.1.1	<i>Generalidad</i>	<i>19</i>
2.18.1.2	<i>Asociación Accidental.....</i>	<i>19</i>
2.18.2	<i>Experiencia General y Específica del Gerente General.....</i>	<i>20</i>
2.18.3	<i>Experiencia Específica del Especialista o Especialistas.....</i>	<i>20</i>

2.18.4	<i>Cronograma de ejecución del proyecto</i>	21
2.19	PROPUESTA ECONÓMICA.....	21
2.20	PROPUESTA TÉCNICA.....	21
2.21	PRESENTACIÓN DE PROPUESTAS	22
	<i>Forma de presentación</i>	22
2.22	PLAZO Y LUGAR DE PRESENTACIÓN	22
	Plazo y Lugar.....	22
	Entrega	22
2.23	MODIFICACIONES Y RETIRO DE PROPUESTAS	22
2.24	APERTURA DE PROPUESTAS	23
	<i>Acto de Apertura</i>	23
2.24.1	<i>Proceso de Apertura</i>	23
2.25	EVALUACIÓN DE PROPUESTAS	24
2.26	EVALUACIÓN PRELIMINAR	24
2.27	MÉTODO DE SELECCIÓN Y ADJUDICACIÓN CALIDAD, PROPUESTA TÉCNICA Y COSTO	24
2.27.1	<i>Evaluación de la Propuesta Económica</i>	24
2.27.1.2	Margen de Preferencia.....	24
2.27.1.3	Precio Ajustado	25
2.27.1.4	Determinación del Puntaje de la Propuesta Económica	25
2.27.1.5	Determinación del Puntaje de la Propuesta Económica	26
2.27.1.6	Evaluación de la Propuesta Técnica	26
2.28	CONTENIDO DEL INFORME DE EVALUACIÓN Y RECOMENDACIÓN	27
2.29	RESOLUCIÓN DE ADJUDICACIÓN O DECLARATORIA DESIERTA	27
2.29.1	<i>Plazos y Condiciones</i>	27
2.29.2	<i>Información Mínima</i>	27
2.29.3	<i>Notificación</i>	27
2.30	CONCERTACIÓN DE MEJORES CONDICIONES TÉCNICAS	27
2.31	SUSCRIPCIÓN DE CONTRATO	28
2.31.1	<i>Documentos Requeridos</i>	28
2.31.2	<i>Plazos de Entrega</i>	28
2.31.3	<i>Condiciones</i>	28
2.31.4	<i>Condiciones de Anticipo</i>	29
2.32	ENTREGA DEL PROYECTO.....	29
2.33	CIERRE DEL CONTRATO	29
2.34	DATOS GENERALES DEL PROCESO DE CONTRATACIÓN	29
2.35	CRONOGRAMA DE PLAZOS DEL PROCESO DE CONTRATACIÓN	30
2.36	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS.....	31
2.37	CONDICIONES PARTICULARES DE CONTRATACIÓN.....	31
2.37.1	<i>Soporte Técnico</i>	31
2.37.2	<i>Capacitación y Entrenamiento del Personal de Operación y Mantenimiento</i>	32
2.37.3	<i>Ensayos de Desempeño de la Planta FV</i>	32
2.37.4	<i>Seguros</i>	32
2.37.5	<i>Forma de Pago</i>	32
2.37.6	<i>Transporte de Equipos y Componentes de la Planta FV y de Conexión al SIN</i>	33
2.37.7	<i>Normas Técnicas y de Tecnología Internacionales de Referencia</i>	34
2.37.8	<i>Plazo de Entrega</i>	34
2.37.9	<i>Cronograma del Proyecto</i>	34

3	PARTE II: INGENIERÍA DE LA PLANTA	35
3.1	CONCEPTO GENERAL	35
3.2	DESCRIPCIÓN DEL SITIO	35
3.2.1	<i>Infraestructura y Accesos</i>	<i>36</i>
3.2.2	<i>Condiciones Ambientales en el Sitio</i>	<i>38</i>
3.3	CONCEPTO DE LA PLANTA	38
3.4	CONCEPTO DE LA CONEXIÓN A LA RED	42
4	PARTE III: REQUERIMIENTOS BÁSICOS Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	43
4.1	FINALIDAD	43
4.2	DESVIACIONES	43
4.3	ESPECIFICACIONES BÁSICAS	43
4.3.1	<i>Condiciones del Sitio</i>	<i>43</i>
4.3.2	<i>Normas Aplicables</i>	<i>44</i>
4.3.3	<i>Simbología</i>	<i>45</i>
4.3.4	<i>Unidades de Medida</i>	<i>45</i>
4.4	REQUISITOS GENERALES AL DISEÑO	45
4.4.1	<i>Parámetros del Sistema Eléctrico</i>	<i>45</i>
4.4.2	<i>Principios Generales</i>	<i>46</i>
4.4.3	<i>Condiciones de Seguridad</i>	<i>47</i>
4.4.4	<i>Cargas Mecánicas</i>	<i>48</i>
4.4.5	<i>Distancias eléctricas</i>	<i>48</i>
4.4.5.1	Distancias mínimas	48
4.4.5.2	Distancias de seguridad	48
4.4.5.3	Resumen de distancias eléctricas	49
4.4.6	<i>Concepto de Puesta a Tierra</i>	<i>49</i>
4.4.7	<i>Sistema de Letreros para Identificación</i>	<i>50</i>
4.4.8	<i>Cableado</i>	<i>51</i>
4.4.8.1	Cables de Poder Desnudos ACAR	51
4.4.8.2	Cables de Poder Aislados	51
4.4.8.3	Cables Control y Alimentación (Baja Tensión)	51
4.4.8.4	Fibra Óptica	54
4.4.9	<i>Tableros y Cajas</i>	<i>54</i>
4.4.9.1	Tableros	54
4.4.9.2	Cajas de Conexión	55
4.4.9.3	Grados De Protección	55
4.4.9.4	Posibilidad de Ampliación	55
4.4.10	<i>Diseño General de Instalaciones de Control y Monitorización</i>	<i>55</i>
4.4.11	<i>Canalizaciones Eléctricas</i>	<i>57</i>
4.4.11.1	Diseño General de Canalizaciones	58
4.4.11.2	Canalizaciones en Canaletas	58
4.4.11.3	Canalización en Ductos	59
4.4.11.4	Cámaras	60
4.4.11.5	Cajas de Derivación, Cajas de Aparatos y Accesorios	61
4.4.11.6	Sellado de Pasadas de Cables	61
4.4.11.7	Sistema de bandejas y escalerillas	61
4.4.12	<i>Iluminación</i>	<i>62</i>

4.4.12.1	Sistema de Alumbrado	62
4.4.12.2	Luminarias exteriores	62
4.4.12.3	Luminarias Interiores.....	63
4.4.12.4	Concepto y Niveles Lumínicos de la S/E	64
4.4.12.5	Iluminación de emergencia	65
4.4.12.6	Circuitos.....	66
4.4.13	<i>Sistemas de Seguridad</i>	66
4.4.13.1	Seguridad Industrial	66
4.4.13.2	Prevención Contra Incendios.....	67
4.5	ESTUDIOS DE DISEÑO	68
4.5.1	<i>Planta FV</i>	68
4.5.2	<i>Conexión a la Red</i>	69
4.6	LOGÍSTICA Y TRANSPORTE.....	70
4.7	PLANTA FV – PRINCIPALES COMPONENTES.....	72
4.7.1	<i>Generalidades</i>	72
4.7.2	<i>Estructuras de Soporte</i>	72
4.7.3	<i>Módulos Fotovoltaicos</i>	74
4.7.4	<i>Inversores</i>	75
4.7.5	<i>Transformadores Media Tensión</i>	78
4.7.6	<i>Celdas de Media Tensión</i>	80
4.7.7	<i>Casetas de Equipo Eléctrico</i>	81
4.7.8	<i>Cableado Interno de Baja y Media Tensión</i>	82
4.7.8.1	Cableado CC String	83
4.7.8.2	Cableado CC Principal.....	84
4.7.8.3	Cajas de Conexión CC	85
4.7.8.4	Cableado Media Tensión	86
4.7.8.5	Cableado de Comunicación	87
4.7.9	<i>Sistemas de Protección</i>	88
4.7.9.1	Protección contra Sobrecorrientes.....	88
4.7.9.2	Protección contra Sobretensiones	89
4.7.10	<i>Sistema de Control y Monitorización</i>	90
4.7.10.1	Sistema de Monitorización	90
4.7.10.2	Estaciones meteorológicas	92
4.7.11	<i>Sistema de Seguridad y Vigilancia</i>	93
4.8	CONEXIÓN A LA RED: SUBESTACIONES	94
4.8.1	<i>Concepto General</i>	94
4.8.2	<i>Transformador de Alta Tensión</i>	96
4.8.3	<i>Equipos de Alta Tensión</i>	99
4.8.3.1	Interruptores de Potencia	101
4.8.3.2	Desconectores de Alta Tensión	104
4.8.3.3	Transformadores de Medida de Alta Tensión	106
4.8.3.4	Pararrayos de Alta Tensión.....	107
4.8.4	<i>Celdas de Media Tensión S/E de Conexión</i>	108
4.8.5	<i>Contadores para Facturación</i>	110
4.8.6	<i>Alambrados Control y Fuerza</i>	110
4.8.6.1	Generalidades	110
4.8.6.2	Cables de Control Multiconductores.....	111
4.8.6.3	Alambrado Internos	111

4.8.6.4	Alambrados Remotos o Externos	112
4.8.6.5	Blindaje.....	112
4.8.7	<i>Sistema de Control</i>	112
4.8.7.1	Niveles y Jerarquía.....	113
4.8.7.2	Componentes de Sistema de Control	114
4.8.7.3	Funciones del Sistema de Control	114
4.8.7.4	Equipos para el Sistema de Control local de Nivel 1.....	117
4.8.7.5	Equipos Sistema de Control Centralizado de Nivel 2.....	117
4.8.8	<i>Sistema de Protecciones</i>	119
4.8.8.1	Protección Bahía de Líneas 230 kV.....	119
4.8.8.2	Protección Paño de Transformador 230/24,9 KV.....	121
4.8.9	<i>Malla de Puesta a Tierra de la S/E</i>	122
4.8.9.1	Malla De Puesta A Tierra Subterránea	122
4.8.9.2	Consideraciones para la Malla de Puesta a Tierra	122
4.8.9.3	Medición de la Resistencia Eléctrica de la Malla	123
4.8.9.4	Normas Aplicables	123
4.8.9.5	Malla De Puesta A Tierra Aérea.....	124
4.8.10	<i>Instalaciones eléctricas Auxiliares de Baja Tensión</i>	125
4.8.10.1	Tensiones Normales	125
4.8.10.2	Configuración de Circuitos	126
4.8.10.3	Transformador de Instalaciones SS/AA	126
4.8.10.4	Diseño de instalaciones de SS/AA C.A.	127
4.8.10.5	Sistemas de corriente continua.....	127
4.9	LÍNEA DE CONEXIÓN DE ALTA TENSIÓN	128
4.9.1	<i>Concepto</i>	128
4.9.2	<i>Criterios del Diseño Eléctrico</i>	128
4.9.2.1	Generalidades	128
4.9.2.2	Capacidad de Conducción de Corriente	128
4.9.2.3	Efecto Corona.....	128
4.9.2.4	Efectos Electromagnéticos	129
4.9.2.5	Distancias de Seguridad	129
4.9.2.6	Puesta a Tierra.....	129
4.9.3	<i>Torres / Estructuras</i>	130
4.9.3.1	Normas Aplicables.....	130
4.9.3.2	Cargas.....	132
4.9.3.3	Materiales	132
4.9.3.4	Límites Dimensionales.....	132
4.9.3.5	Tensiones Admisibles	133
4.9.3.6	Requerimientos Adicionales.....	133
4.9.3.7	Fundaciones	134
4.9.3.8	Planos de Detalle para Fabricación	134
4.9.3.9	Placas de Señalización	135
4.9.3.10	Diseño.....	135
4.9.3.11	Requerimientos de Fabricación.....	135
4.9.4	<i>Conductores</i>	136
4.9.1	<i>Aisladores</i>	138
4.9.2	<i>Cable de Guardia</i>	140
4.9.2.1	CONSTITUCIÓN BÁSICA DEL CABLE OPGW	140
4.9.2.2	Fibras Ópticas	140

4.9.2.3	Unidad Óptica.....	141
4.9.2.4	Conjunto de Núcleo Óptico e Hilos Metálicos	141
4.9.2.5	Accesorios para el Cable OPGW	142
4.10	OBRAS ELÉCTRICAS Y CIVILES.....	143
4.10.1	Generalidades	143
4.10.2	Requisitos Generales de Diseño	144
4.10.2.1	Movimientos de Tierra	144
4.10.2.2	Hormigón.....	144
4.10.2.3	Albañilería y Mampostería	147
4.10.2.4	Cimentaciones.....	147
4.10.3	Instalaciones Temporales en el Sitio	148
4.10.4	Preparación del Terreno.....	148
4.10.5	Valla Perimetral de Seguridad.....	149
4.10.6	Vías de Acceso e Internas.....	149
4.10.7	Instalación de la Estructura de Soporte	150
4.10.1	Instalación de los Módulos.....	152
4.10.2	Plataformas y bases para los Contenedores de Equipo Eléctrico	153
4.10.3	Obras de Cimentación S/E.....	154
4.10.3.1	Fundaciones para las Torres Línea AT	154
4.10.4	Edificios	154
4.10.4.1	Distribución para el Proyecto	154
4.10.4.2	Supuestos Generales de Diseño	154
4.10.4.3	Plataformas y Escaleras	155
4.10.4.4	Tejados	155
4.10.4.5	Pintura.....	155
4.10.4.6	Centros de Transformación de Planta FV	156
4.10.4.7	Edificio de Subestación de Conexión.....	156
4.10.5	Cableado y trabajos de conexionado	157
4.10.5.1	DC General	157
4.10.5.2	Cableado modular	157
4.10.6	Zanjas de Cableado	157
4.10.7	Zanjas de Cableado S/E.....	158
4.10.8	Sistema de Drenaje	158
4.10.9	Sistema de Agua Dulce.....	159
4.10.10	Tratamiento de drenaje sanitario	160
4.11	CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN	160
4.12	PRUEBAS DE CALIDAD DE EQUIPOS	161
4.13	PUESTA EN SERVICIO	162
4.13.1	Pruebas de Finalización Mecánica	163
4.13.2	Pruebas de Aprobación Provisoria	163
4.13.2.1	Pruebas de Funcionamiento.....	164
4.13.2.2	Puesta en Servicio	167
4.13.2.3	Verificación del Rendimiento de la Planta.....	167
4.13.3	Prueba de Aceptación Final.....	168
4.14	GARANTÍAS.....	169
4.15	EXPERIENCIA DE LOS PROPONENTES	169
4.16	LISTA DE PROFESIONALES PROPUESTOS	169
4.17	EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	171

FORMULARIO A-4	172
ANEXO 4	173
FORMULARIO A-1	174
FORMULARIO A-2A	176
FORMULARIO A-2B	177
FORMULARIO A-2C	178
FORMULARIO A-3	179
FORMULARIO A-4	180
FORMULARIO A-5	181
FORMULARIO A-6	182
FORMULARIO A-7	183
FORMULARIO A-8	184
FORMULARIO B-1	185
FORMULARIO B-2	186
FORMULARIO C-1	187
FORMULARIO C-2	188
FORMULARIO C-3	189

Lista de Abreviaturas

AT	Alta Tensión
AEP	Producción Energética Anual (en inglés: Annual Energy Production)
CAPEX	Inversiones en Bienes de Vapitales (en inglés: Capital Expenditure)
CEM	Compatibilidad Electromagnética
CNDC	Comité Nacional de Despacho de Carga
CSP	Energía Térmica Solar (en inglés: Concentrated Solar Power, CSP)
DBC	Documento Base de Contratación
DIA	Declaración de Impacto Ambiental
ENDE	Empresa Nacional de Electricidad (de Bolivia)
EPC	Ingeniería, Adquisiciones y Construcción (en inglés: Engineering, Procurement and Construction)
EIA	Estudio de Impacto Ambiental
IPP	Productor Independiente de Energía (en inglés: Independent Power Producer)
kWh	Kilovatio hora
LCOE	Coste Nivelado de Energía (en inglés: Levelized Cost of Energy)
LT	Línea de Transmisión
MEM	Mercado Eléctrico Mayorista
MT	Media Tensión
MWp	Megavatio pico
OPEX	Gastos Operativos (en inglés: Operational Expenditure)
POE	Probabilidad de Excedencia (en inglés: Probability of Exceedance)
PPA	Acuerdo de Compraventa de Energía (en inglés: Power Purchase Agreement)
PV	Fotovoltaico (en inglés: Photovoltaic)
ROME	Reglamento de Operación del Mercado Eléctrico
RPF	Reglamento de Precios y Tarifas
SCADA	Supervisión, Control y Adquisición de Datos (en inglés: Supervisory Control And Data Acquisition)
SIN	Sistema Interconectado Nacional
TESA	Técnico, Económico, Social y Ambiental
TdR	Términos de Referencia

1 Introducción

El presente documento expone las condiciones y requisitos mínimos que se deben considerar para la Contratación de los servicios de Construcción de una Planta Solar Fotovoltaica de 60 MWp en las proximidades de la ciudad de Uyuni, Departamento de Potosí.

2 PARTE I: Información e Instrucciones

2.1 Normativa Aplicable al Proceso de Contratación

El presente proceso de contratación se rige por el REGLAMENTO DE CONTRATACION DE BIENES, OBRAS O SERVICIOS de la Empresa Eléctrica Guaracachi S.A., de 31 de marzo de 2012, homologado por el Directorio según Acta N° 05/2012, Resolución 05.02.

En virtud a la Resolución de Directorio de GUARACACHI No.39/2015 numeral III, la presente Licitación Pública está sujeta a una condición suspensiva: *"a la efectiva existencia del financiamiento del proyecto a través del Aporte de Capital del accionista mayoritario ENDE"* hasta el Informe de Recomendación y Evaluación, el mismo que no compromete presupuesto alguno, ni responsabilidad a la Entidad Convocante, aclarándose a los Proponentes que la adjudicación y suscripción del Contrato con la empresa adjudicada, se encuentra supeditada a la emisión de la Certificación Presupuestaria correspondiente.

2.2 Proponentes Elegibles

En esta convocatoria podrán participar únicamente los siguientes proponentes:

- Empresas nacionales o extranjeras legalmente constituidas.
- Asociaciones Accidentales de Empresas nacionales y/o extranjeras legalmente constituidas.

Las empresas extranjeras deberán someterse a la legislación boliviana.

2.3 Entrega de DBC y Publicación

La convocatoria y todos los actos de la presente convocatoria se encontraran publicados en la página WEB www.guaracachi.com.bo

2.4 Actividades Administrativas previas a la Presentación de Propuestas

2.4.1 Inspección previa al Sitio del Proyecto

La inspección previa es obligatoria para todos los potenciales proponentes. El Certificado de Inspección Previa será otorgado por Guaracachi.

El proponente podrá realizar la inspección previa en la fecha, hora y lugar, establecidos en el presente DBC o por cuenta propia.

2.4.2 Consultas escritas sobre el DBC

Cualquier potencial proponente podrá formular consultas escritas dirigidas a la Unidad de Compras de la Gerencia Administrativa y Financiera, hasta la fecha límite establecida en el presente DBC.

2.4.3 Reunión de Aclaración

Se realizará una Reunión de Aclaración en la fecha, hora y lugar señalados en el presente DBC, en la que los potenciales proponentes podrán expresar sus consultas sobre el proceso de contratación.

Las solicitudes de aclaración, las consultas escritas y sus respuestas, deberán ser tratadas en la Reunión de Aclaración.

2.5 Enmiendas y Aprobación del Documento Base de Contratación (DBC)

2.5.1 Enmiendas al DBC

La entidad convocante podrá ajustar el DBC con enmiendas, por iniciativa propia o como resultado de las actividades previas, en cualquier momento, antes de emitir la Resolución de Aprobación del DBC.

2.6 Ampliación de Plazo Para la Presentación de Propuestas

2.6.1 Presentación de Propuestas

El Convocante podrá ampliar el plazo de presentación de propuestas mediante Resolución expresa, por las siguientes causas debidamente justificadas:

- Enmiendas al DBC.
- Causas de fuerza mayor.
- Caso fortuito.
- Por conveniencia de la entidad convocante.

2.6.2 Ampliación

La ampliación deberá ser realizada de manera previa a la fecha y hora establecidas para la presentación de propuestas.

2.6.3 Publicación

Los nuevos plazos serán publicados en la página WEB de la entidad convocante. Cuando la ampliación sea por enmiendas al DBC, la ampliación de plazo de presentación de propuestas se incluirá en la Resolución de Aprobación del DBC.

2.7 Garantías

2.7.1 Tipo de Garantías requerido

La entidad convocante, Empresa Eléctrica Guaracachi S.A., requiere Boleta de Garantía Bancaria a Primer Requerimiento.

La garantía deberá expresar su carácter de renovable, irrevocable y de ejecución inmediata, independientemente del monto del contrato.

Para proponentes extranjeros que participen en este proceso de contratación, la Boleta de Garantía a Primer Requerimiento debe ser emitida por una entidad de intermediación financiera bancaria de primer nivel establecida en Bolivia, regulada y autorizada por la instancia competente, que deberá establecer su carácter de renovable, irrevocable y de ejecución inmediata.

Las Garantías Administrativas requeridas para el presente proceso de contratación son:

- Garantía de seriedad de propuesta, por el 1% del monto propuesto.
- Garantía de buen uso de anticipo por el 100% del anticipo solicitado, en caso de solicitarlo.
- Garantía de cumplimiento de Contrato, por el 7% del monto total del Contrato.
- Garantía Adicional a la Garantía de Cumplimiento de Contrato (cuando corresponda).
- Garantía de Buen Funcionamiento del Proyecto por el 5% del monto total del contrato, por el lapso de dos (2) años.

2.7.2 Ejecución de la Garantía de Seriedad de Propuesta

La Garantía de Seriedad de Propuesta será ejecutada cuando:

- El proponente decida retirar su propuesta con posterioridad al plazo límite de presentación de propuestas.
- Se compruebe falsedad en la información de cualquiera de los formularios para la prestación de servicios.
- Para la suscripción del contrato, la documentación presentada por el proponente adjudicado, no respalda lo señalado en su Propuesta.
- El proponente adjudicado no presente, para la suscripción del contrato uno o varios de los documentos solicitados, salvo que hubiese justificado oportunamente el retraso por causas de fuerza mayor, caso fortuito u otras causas debidamente justificadas y aceptadas por la Entidad.
- El proponente adjudicado desista, de manera expresa o tácita, de suscribir el
- contrato en el plazo establecido, salvo por causas de fuerza mayor, caso fortuito u otras causas debidamente justificadas y aceptadas por la Entidad.

2.7.3 Devolución de la Garantía de Seriedad de Propuesta

La Garantía de Seriedad de Propuesta, será devuelta a los proponentes, en los siguientes casos:

- Después de la notificación con la Resolución de Declaratoria Desierta.
- Cuando la entidad convocante solicite la extensión del periodo de validez de propuestas y el proponente rehúse aceptar la solicitud.
- Después de notificada la Resolución de Cancelación del Proceso de Contratación.
- Después de notificada la Resolución de Anulación del Proceso de Contratación, cuando la anulación sea hasta antes de la publicación de la convocatoria.
- Después de suscrito el contrato con el proponente adjudicado.

2.7.4 Proceso para otras Garantías

El tratamiento de ejecución y devolución de las Garantías de Cumplimiento de Contrato, Garantía Adicional a la Garantía de Cumplimiento de Contrato y de Correcta Inversión de Anticipo, se establecerá en el Contrato.

2.8 Rechazo y Descalificación de Propuestas

2.8.1 Rechazo de Propuestas

Procederá el rechazo de la propuesta cuando ésta fuese presentada fuera del plazo (fecha y hora) y/o en lugar diferente al establecido en el presente DBC.

2.8.2 Descalificación de Propuestas

Las causales de descalificación son:

- La no presentación de la documentación administrativa y legal solicitada como obligatoria.
- Cuando la propuesta técnica y/o económica no cumpla con los Requerimientos.
- Cuando el proponente no presente la Boleta de Garantía de Seriedad de Propuesta.
- Cuando la Garantía de Seriedad de Propuesta no cumpla con las condiciones establecidas en el presente DBC.
- Cuando el proponente adjudicado desista de forma expresa o tácita de suscribir el contrato.

2.9 Criterios de Subsanibilidad y Errores no subsanables

Se deberán considerar como criterios de subsanibilidad los siguientes:

- Cuando los requisitos, condiciones, documentos y formularios de la propuesta cumplan sustancialmente con lo solicitado en el presente DBC.
- Cuando los errores sean accidentales o accesorios y que no incidan en la validez y legalidad de la propuesta presentada.

- Cuando la propuesta no presente aquellas condiciones o requisitos que no estén claramente señalados en el presente DBC.
- Cuando el proponente oferte condiciones superiores a las requeridas en las Especificaciones Técnicas, siempre que estas condiciones no afecten el fin para el que fueron requeridas y/o se consideren beneficiosas para la Entidad.

Los criterios señalados precedentemente no son limitativos, pudiendo la Comisión de Calificación considerar otros criterios de subsanabilidad.

Cuando la propuesta contenga errores subsanables, éstos serán señalados en el Informe de Evaluación y Recomendación de Adjudicación o Declaratoria Desierta.

Estos criterios podrán aplicarse también en la etapa de verificación de documentos para la suscripción del contrato.

- La falta de la propuesta técnica o parte de ella.
- La falta de la propuesta económica o parte de ella.
- La falta de presentación de la Garantía de Seriedad de Propuesta.
- Cuando la Garantía de Seriedad de Propuesta fuese emitida en forma errónea.
- La presentación de una Garantía diferente a la solicitada por la entidad convocante, salvo que el tipo de garantía presentada sea de mayor solvencia.
- Cuando la Garantía de Seriedad de Propuesta sea girada por un plazo menor al solicitado en el presente DBC, admitiéndose un margen de error que no supere los dos (2) días calendario.

2.10 Declaración Desierta

Guaracachi declarará desierta esta convocatoria pública, cuando:

- No se hubiera recibido ninguna propuesta.
- Ninguna propuesta hubiese cumplido lo especificado en el DBC.
- Cuando el proponente adjudicado incumpla la presentación de documentos o desista de formalizar la contratación y no existan otras propuestas calificadas.

2.11 Cancelación, Suspensión y Anulación del Proceso de Contratación

El proceso de contratación podrá ser cancelado, anulado o suspendido hasta antes de la suscripción del contrato, mediante Resolución expresa.

2.12 Preparación de Propuestas

Las propuestas deben ser elaboradas conforme a los requisitos y condiciones establecidos en el presente DBC, utilizando los formularios incluidos en Anexos.

2.13 Moneda del Proceso de Contratación

Todo el proceso de contratación, incluyendo los pagos a realizar, deberá efectuarse en bolivianos.

2.14 Costos de Participación en el Proceso de Contratación

Los costos de la elaboración y presentación de propuestas y de cualquier otro costo que demande la participación de un proponente en el proceso de contratación, cualquiera fuese su resultado, son asumidos exclusivamente por cada proponente, bajo su total responsabilidad y cargo.

2.15 Idioma

La propuesta, los documentos relativos a ella y toda la correspondencia que intercambien entre el proponente y el convocante, deberán presentarse en idioma Español.

Cuando por las características del documento original, este haya sido emitido en otro idioma distinto al Español, el proponente deberá adjuntar en su propuesta una traducción transcrita del mismo al idioma Español, la misma que será válida para las partes.

2.16 Validez de la Propuesta

La propuesta deberá tener una validez no menor a noventa (90) días calendario, desde la fecha fijada para la apertura de propuestas.

En circunstancias excepcionales por causas de fuerza mayor o caso fortuito, la entidad convocante podrá solicitar por escrito la extensión del período de validez de las propuestas, disponiendo un tiempo perentorio para la renovación de garantías, para lo que se considerará lo siguiente:

- El proponente que rehúse aceptar la solicitud, será excluido del proceso, no siendo sujeto de ejecución de la Garantía de Seriedad de Propuesta.
- Los proponentes que accedan a la prórroga, no podrán modificar su propuesta.
- Para mantener la validez de la propuesta, el proponente deberá necesariamente presentar una garantía que cubra el nuevo plazo de validez de su propuesta.

2.17 Documentos de la Propuesta

Todos los Formularios de la propuesta, solicitados en el presente DBC, se constituirán en Declaraciones Juradas.

2.17.1 Documentación para Proponentes

Los documentos que deben presentar los proponentes, según sea su constitución legal y su forma de participación son:

- Formulario de Presentación de Propuesta (Formulario A-1).
- Formulario de Identificación del Proponente (Formulario A-2a).
- Formulario de Experiencia General de la Empresa (Formulario A-3).
- Formulario de Experiencia Específica de la Empresa en construcción de proyectos similares (Formulario A-4).
- Formulario de Curriculum Vitae y experiencia del Gerente de Proyecto/ Superintendente/Director/Residente (Formulario A-5).
- Formulario de Curriculum vitae y experiencia del del(os) Especialista(s) Asignado(s), experiencia general y específica y compromiso de trabajo (Formulario A-6).
- Formulario de Cronograma de ejecución del Proyecto (Formulario A-7).
- Formulario Resumen de las garantías (Formulario A-8).
- Garantía de Seriedad de Propuesta, en original, equivalente al uno por ciento (1%) de la propuesta económica, que exceda en treinta (30) días calendario el plazo de validez de la propuesta; y que cumpla con las características de renovable, irrevocable y de ejecución inmediata, emitida a nombre de la entidad convocante.
- Formulario C-3 Especificaciones Técnicas del Suministro de Bienes.
- Certificado de Inspección Previa del Sitio.
- Documentos de la propuesta económica (Formularios B-1, B-2)
- Documentos de la propuesta técnica (Formularios C-1, C-2)

2.17.2 Documentación para Asociaciones Accidentales

En el caso de Asociaciones Accidentales, los documentos deberán presentarse diferenciando los que corresponden a la Asociación y los que corresponden a cada asociado.

La documentación conjunta a presentar, es la siguiente:

- Documento de Compromiso de Constitución de la Asociación Accidental.
- Formulario de Presentación de Propuesta (Formulario A-1).
- Formulario de Identificación del Proponente (Formulario A-2b, A2c).
- Formulario de Curriculum vitae y experiencia del Gerente de Proyecto/ Superintendente/Director/Residente (Formulario A-5).
- Formulario de Curriculum vitae de los Especialista asignados al proyecto y compromiso de trabajo (Formulario A-6).
- Formulario de Cronograma de ejecución del Proyecto (Formulario A-7).
- Formulario Resumen de garantías (Formulario A-8).
- Garantía de Seriedad de Propuesta, en original, equivalente al uno por ciento (1%) de la propuesta económica del proponente, que exceda en treinta (30) días calendario el plazo de

validez de la propuesta, establecida en el presente DBC. Esta Garantía podrá ser presentada por uno o más empresas que conforman la Asociación, siempre y cuando cumpla con las características de renovable, irrevocable y de ejecución inmediata, emitida a nombre de la entidad convocante.

- Formulario C-3 Especificaciones Técnicas de Suministro de Bienes.
- Certificado de Inspección Previa del Sitio.

Cada asociado, en forma independiente, deberá presentar la siguiente documentación, de cada empresa que conformará la Asociación Accidental:

- Formulario de Identificación del Proponente (Formulario A-2b).
- Formulario de Identificación del Proponente para integrantes de la asociación accidental (Formulario A-2c).
- Formulario de Experiencia General de la Empresa (Formulario A-3).
- Formulario de Experiencia Específica de la Empresa en proyectos similares (Formulario A-4).

2.18 Información Adicional para la Acreditación de Experiencia del Proponente y el Cronograma de Ejecución del Proyecto

2.18.1 Experiencia Mínima General y Específica de la Empresa o Asociación Accidental

2.18.1.1 Generalidad

La experiencia del proponente será computada considerando los contratos de obra ejecutados durante los últimos diez (10) años.

La experiencia general es el conjunto de proyectos de infraestructura eléctrica realizados y la experiencia específica es el conjunto de proyectos similares a la obra objeto de la contratación.

La experiencia específica es parte de la experiencia general, pero no viceversa, consiguientemente los proyectos similares pueden ser incluidos en el requerimiento de experticia general sin embargo los proyectos de infraestructura eléctrica realizados en general no deben ser incluidos como experiencia específica.

2.18.1.2 Asociación Accidental

En los casos de Asociación Accidental y según su propósito, la experiencia general y específica, será la suma de los montos de las experiencias individualmente demostradas por las empresas que integran la Asociación. La Experiencia General y Específica de la empresa o Asociación Accidental, deberá ser acreditada por separado.

2.18.2 Experiencia General y Específica del Gerente General

La experiencia será computada considerando el conjunto de contratos de proyectos en los cuales el profesional ha desempeñado cargos similares o superiores al cargo de la propuesta, que podrán ser acreditados con certificado suscrito por el contratante de cada proyecto, con el acta de recepción definitiva de la obra u otro documento oficial que acredite el desempeño de cargos similares, especificando el monto estimado de la obra.

Proyectos similares podrán corresponder a construcción de plantas fotovoltaicas con una capacidad igual o mayor a 30 MWp, conectadas a una Red. Como requerimiento mínimo, el Gerente General debe tener una experiencia de 10 años en proyectos en el área de generación eléctrica.

Los cargos similares podrán corresponder a Superintendente, Director de Obra o Proyecto, Supervisor, Fiscal, Técnico de Seguimiento de obra o Proyecto, desarrollados en empresas contratistas, subcontratistas, supervisoras de Proyectos o fiscalizadoras.

La Experiencia General es el conjunto de proyectos de infraestructura eléctrica en las cuales el personal clave ha desarrollado estos cargos; la experiencia específica es el conjunto de proyectos similares al objeto de la contratación.

La Experiencia Específica es parte de la Experiencia General, pero no viceversa. Esto quiere decir que los "cargos en proyectos similares" pueden ser incluidos en el requerimiento de Experiencia General, sin embargo "cargos en proyectos de infraestructura eléctrica en general" no pueden ser incluidos como Experiencia Específica.

La valoración de Experiencia General y la Experiencia Específica mínima requerida está establecida en la Tabla de Valoración de Experiencia presentada en el Anexo 2 del presente DBC.

2.18.3 Experiencia Específica del Especialista o Especialistas

Contempla el grado de formación del especialista, su experiencia y el compromiso de trabajo en la obra, del especialista propuesto.

La experiencia será calificada por los años de actividad, que deberá ser de 3 años como mínimo.

El número de años de experiencia del especialista corresponderá a la suma de los plazos en uno o varios proyectos de construcción de infraestructura eléctrica, siempre que los mismos no hubieran sido realizados simultáneamente. En el caso de trabajos efectuados simultáneamente, deberá computarse solo el correspondiente a uno de los mismos.

Este Formulario deberá ser presentado por cada uno de los especialistas comprometidos por el proponente.

En caso de adjudicación, la entidad convocante verificará lo señalado en las declaraciones juradas.

2.18.4 Cronograma de ejecución del proyecto

Deberá presentarse el cronograma de ejecución del proyecto en un diagrama de barras Gantt, que permita apreciar la ruta crítica de la ejecución del proyecto y el tiempo requerido para la ejecución de cada una de las actividades del proyecto. El cronograma debe incluir metas mensuales.

En caso de adjudicación, el Contrato podrá prever cumplimientos de metas parciales.

2.19 Propuesta Económica

El proponente deberá presentar los siguientes documentos que corresponden a la propuesta económica:

- Presupuesto total del proyecto según formulario (Formulario B-1).
- Cronograma de Desembolsos programado del Proyecto (Formulario B-2).
- Para el suministro de bienes importados, el precio de la propuesta debe considerar las condiciones establecidas en los Requerimientos Básicos y Especificaciones Técnicas, bajo la modalidad DAP puesto en sitio de montaje (Incoterms 2010), la responsabilidad del proveedor incluye seguros, el descarguío y almacenaje en sitio.
- Tanto los equipos, materiales, insumos, mano de obra y otros servicios, de origen o comprados en Bolivia, deben incluir impuestos.

2.20 Propuesta Técnica

La propuesta técnica debe incluir mínimamente:

- Ingeniería a nivel de detalle para ejecución, que contenga todos planos aprobados para construcción, hojas de cálculo, estudios específicos de ingeniería, consideraciones técnicas, análisis, planilla de equipos y materiales, planos para construcción de la solución planteada para la Planta Solar Fotovoltaica, la conexión e integración a la red y los sistemas auxiliares.
- Descripción de las técnicas constructivas a utilizar para la ejecución del Proyecto, para la Planta Fotovoltaica, subestación de potencia y la conexión a la red.
- Describir el método y tareas para la instalación de la Planta Solar, Subestación en la Planta Solar, Línea de Interconexión, Conexión a Subestación Uyuni; como así también del sistema de protección y control integrado al SIN.
- Organigrama considerando al personal para la ejecución del proyecto, el cual no solamente incluirá al personal clave.
- Personal necesario, número de frentes de trabajo a utilizar, describiendo la forma de encarar la ejecución, el montaje electromecánico, instalación de equipos, pruebas y puesta en marcha.
- Cronograma de ejecución del Proyecto, detallando las tareas a ejecutar; cronograma de tareas importantes y la asignación de recursos humanos, equipos y herramientas.
- Descripción y listado de equipos y herramientas.

- Otros que considere importantes el Proponente.

2.21 Presentación de Propuestas

Forma de presentación

La propuesta deberá ser presentada en sobre cerrado y con cinta adhesiva transparente sobre las firmas y sellos, dirigido a la entidad convocante, citando el Número de Licitación, y el objeto de la Convocatoria.

La propuesta debe ser presentada en un ejemplar original y dos copias, identificando claramente el original. Además deberá presentar un CD con la propuesta en formato digital editable.

El original de la propuesta deberá tener sus páginas numeradas, selladas y rubricadas por el proponente, con excepción de la Garantía de Seriedad de Propuesta.

La propuesta deberá incluir un índice, que permita la rápida ubicación de los Formularios y documentos presentados.

2.22 Plazo y lugar de presentación

Plazo y Lugar

Las propuestas deberán ser presentadas dentro del plazo (fecha y hora) fijado y en el domicilio establecido en el presente DBC.

Entrega

Se considerará que el proponente ha presentado su propuesta dentro del plazo, si ésta ha ingresado al recinto en el que se registra la presentación de propuestas hasta la fecha y hora límite establecida para el efecto.

Las propuestas podrán ser entregadas en persona o por correo certificado (Courier). En ambos casos, el proponente es el responsable de que su propuesta sea presentada dentro el plazo establecido.

2.23 Modificaciones y retiro de propuestas

Las propuestas presentadas sólo podrán modificarse antes del plazo límite establecido para el cierre de presentación de propuestas.

Para este propósito el proponente, deberá solicitar por escrito la devolución total de su propuesta, que será efectuada bajo constancia escrita y liberando de cualquier responsabilidad a la entidad convocante.

Efectuadas las modificaciones, podrá proceder a su presentación.

Las propuestas podrán ser retiradas mediante solicitud escrita firmada por el proponente, hasta antes de la conclusión del plazo de presentación de propuestas.

La devolución de la propuesta cerrada se realizará bajo constancia escrita durante el acto de apertura de propuestas.

Vencidos los plazos citados, las propuestas no podrán ser retiradas, modificadas o alteradas de manera alguna.

2.24 Apertura de Propuestas

Acto de Apertura

La apertura de las propuestas será efectuada en acto público por la Comisión de Calificación, inmediatamente después del cierre del plazo de presentación de propuestas, en la fecha, hora y lugar señalados en el presente DBC.

El Acto de Apertura será continuo y sin interrupción, donde se permitirá la presencia de los proponentes o sus representantes que hayan decidido asistir, así como los representantes de la sociedad que quieran participar.

El acto se efectuará así se hubiese recibido una sola propuesta. En caso de no existir propuestas, la Comisión de Calificación suspenderá el acto y recomendará que la convocatoria sea declarada desierta.

2.24.1 Proceso de Apertura

El Acto de Apertura comprenderá:

- Lectura de la información sobre el objeto de la contratación, las publicaciones realizadas y la lista de las propuestas presentadas y rechazadas, según el Acta de Recepción.
- Apertura y registro en el acta correspondiente de todas las propuestas recibidas dentro del plazo, dando a conocer públicamente el nombre de los proponentes y el precio total de sus propuestas económicas.
- Verificación de los documentos presentados, aplicando la metodología PRESENTÓ/NO PRESENTÓ.
- La Comisión de Calificación procederá a rubricar todas las páginas de cada propuesta original, excepto la Garantía de Seriedad de Propuesta.
- Cuando no se ubique algún Formulario o documento requerido en el presente DBC, la Comisión de Calificación podrá solicitar al representante del proponente, señalar el lugar que dicho documento ocupa en la propuesta o aceptar la falta del mismo, sin poder incluirlo.
- Cuando existan diferencias entre el monto literal y numeral de la propuesta económica, prevalecerá el literal sobre el numeral.

- Elaboración del Acta de Apertura, que deberá ser suscrita por todos los integrantes de la Comisión de Calificación.
- Los proponentes que tengan observaciones deberán hacer constar las mismas en el Acta.

2.25 Evaluación de Propuestas

La entidad convocante, para la evaluación de propuestas aplicará el siguiente Método de Selección y Adjudicación:

- Calidad, Propuesta Técnica y Costo.

2.26 Evaluación Preliminar

Concluido el acto de apertura, en sesión reservada, la Comisión de Calificación determinará si las propuestas continúan o se descalifican, verificando el cumplimiento sustancial y la validez de los Formularios de la Propuesta y la Garantía de Seriedad de Propuesta.

2.27 Método de Selección y Adjudicación Calidad, Propuesta Técnica y Costo

La evaluación de propuestas se realizará en dos (2) etapas con los siguientes puntajes:

- PRIMERA ETAPA: Propuesta Económica (PE): 30 puntos
- SEGUNDA ETAPA: Propuesta Técnica (PT): 70 puntos

2.27.1 Evaluación de la Propuesta Económica

2.27.1.1.1 Errores Aritméticos

Se verificara la información del Formulario de Presupuesto General del proyecto (Formulario B-1) de cada propuesta, considerando lo siguiente:

- Cuando exista discrepancia entre los montos indicados en numeral y literal, prevalecerá el literal.
- Documento Base de Contratación Licitación Pública Internacional Llave en Mano.

2.27.1.2 Margen de Preferencia

Una vez efectuada la corrección de los errores aritméticos, a las propuestas que no fuesen descalificadas se aplicará los márgenes de preferencia, cuando corresponda.

De los dos (2) márgenes de preferencia para Empresas o Asociaciones Accidentales, se aplicará solamente uno (1).

Se aplicará el Margen de Preferencia al Monto ajustado por revisión aritmética ("MAPRA", véase abajo) de acuerdo a lo siguiente:

#	PARTICIPACIÓN NACIONAL	Margen de Preferencia	Factor de Ajuste (f_a)
1	Propuestas de empresas, donde los socios bolivianos tengan una participación de acciones igual o mayor al cincuenta y uno por ciento (51%)	5%	0,95
2	Propuestas de asociaciones accidentales de empresas, donde los asociados bolivianos tengan una participación en la asociación igual o mayor al cincuenta y uno por ciento (51%)	5%	0,95
3	En otros casos	0%	1,00

2.27.1.3 Precio Ajustado

El Precio Ajustado, se determinará con la siguiente fórmula:

$$PA = MAPRA * f_a$$

Dónde:

PA Precio ajustado a efectos de calificación

$MAPRA$ Monto Ajustado por Revisión aritmética

f_a Factor de ajuste

El resultado del PA de cada propuesta será registrado en la última columna del Formulario V-3.

2.27.1.4 Determinación del Puntaje de la Propuesta Económica

Una vez efectuada la corrección de los errores aritméticos; y cuando corresponda aplicados los márgenes de preferencia, de la última columna del Formulario V-3 "Precio Ajustado", se seleccionará la propuesta con el menor valor.

A la propuesta de menor valor se le asignará treinta (30) puntos, al resto de las propuestas se les asignará un puntaje inversamente proporcional, según la siguiente fórmula:

$$PE_i = (PAMV * 30) / (PA_i)$$

Dónde:

PE_i	Precio de la Propuesta Económica Evaluada
$PAMV$	Precio Ajustado de la Propuesta Técnica con el Menor Valor
PA_i	Precio Ajustado de la Propuesta Técnica a ser evaluada

Las propuestas que no fueran descalificadas en la etapa de la Evaluación Económica, pasaran a la Evaluación de la Propuesta Técnica.

2.27.1.5 Determinación del Puntaje de la Propuesta Económica

Las propuestas que no fueran descalificadas en la etapa de la Evaluación Económica, pasaran a la Evaluación de la Propuesta Técnica.

2.27.1.6 Evaluación de la Propuesta Técnica

Los documentos de la propuesta técnica serán evaluados aplicando la metodología CUMPLE/NO CUMPLE.

A las propuestas que no hubieran sido descalificadas, como resultado de la metodología CUMPLE/NO CUMPLE, se les asignarán treinta y cinco (35) puntos.

Posteriormente, se evaluará las condiciones adicionales establecidas en el Formulario C-2, asignando un puntaje de hasta treinta y cinco (35) puntos.

El puntaje de la Evaluación de la Propuesta Técnica (PT_i), será el resultado de la suma de los puntajes obtenidos de la evaluación de la Propuesta Técnica y el Formulario C-2.

Las propuestas que en la Evaluación de la Propuesta Técnica (PT_i) no alcancen el puntaje mínimo de cincuenta (50) puntos serán descalificadas.

Una vez calificadas las propuestas Económica y Técnica de cada propuesta, se determinará el puntaje total (PTP_i) de cada una de ellas, de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$PTP_i = PE_i + PT_i$$

Dónde:

PTP_i	Puntaje Total de la Propuesta Evaluada
PE_i	Puntaje de la Propuesta Económica
PT_i	Puntaje de la Propuesta Técnica

La Comisión de Calificación recomendará la adjudicación de la propuesta que obtuvo el mayor Puntaje Total (PTP_i), cuyo monto adjudicado corresponderá al valor real de la propuesta ($MAPRA$).

2.28 Contenido del Informe de Evaluación y Recomendación

El Informe de Evaluación y Recomendación de Adjudicación o Declaratoria Desierta, deberá contener mínimamente lo siguiente:

- Lista de los proponentes.
- Cuadros de evaluación.
- Causales para la descalificación de propuestas, cuando corresponda.
- Recomendación de Adjudicación o Declaratoria Desierta.

2.29 Resolución de Adjudicación o Declaratoria Desierta

2.29.1 Plazos y Condiciones

El Gerente General, recibido el Informe de Evaluación y Recomendación de Adjudicación o Declaratoria Desierta y dentro del plazo fijado en el cronograma de plazos, emitirá la Resolución de Adjudicación o Declaratoria Desierta.

2.29.2 Información Mínima

La Resolución de Adjudicación o Declaratoria Desierta será motivada y contendrá mínimamente la siguiente información:

- Lista de los participantes y precios ofertados.
- Los resultados de la calificación.
- Causales de descalificación, cuando corresponda.
- Causales de Declaratoria Desierta, cuando corresponda.

2.29.3 Notificación

La Resolución de Adjudicación o Declaratoria Desierta será notificada a los proponentes.

2.30 Concertación de Mejores Condiciones Técnicas

La Comisión de Calificación o un representante designado (o representantes designados) de Guaracachi y el proponente adjudicado, podrán acordar mejores condiciones técnicas de contratación, que será reflejada en el Acta de Concertación de Mejores Condiciones Técnicas.

La concertación de mejores condiciones técnicas, no dará lugar a ninguna modificación del monto adjudicado.

2.31 Suscripción de Contrato

2.31.1 Documentos Requeridos

El proponente adjudicado deberá presentar, para la suscripción de contrato, los originales o fotocopias legalizadas de los documentos señalados en el Formulario de Presentación de Propuestas (Formulario A-1).

Para el caso de proponentes extranjeros establecidos en su país de origen, los documentos deben ser similares o equivalentes a los requeridos localmente.

2.31.2 Plazos de Entrega

La entidad convocante deberá establecer el plazo de entrega de documentos, que no deberá ser menor a diez (10) días hábiles computables a partir de la notificación de adjudicación.

Para el caso de proponentes extranjeros establecidos en su país de origen o cuando éstos participen en una Asociación Accidental, el plazo no deberá ser menor a quince (15) días hábiles, considerando la necesidad de legalizaciones y traducciones, cuando sea el caso.

El plazo para la entrega de documentos será comunicado en la notificación de adjudicación. Si el proponente adjudicado presentase los documentos antes del plazo otorgado, el proceso deberá continuar.

2.31.3 Condiciones

En caso que el proponente adjudicado justifique, oportunamente, el retraso en la presentación de uno o varios documentos requeridos para la suscripción del contrato, por causas de fuerza mayor, caso fortuito u otras causas debidamente justificadas y aceptadas por la entidad, se deberá ampliar el plazo de presentación de documentos.

Cuando el proponente adjudicado desista de forma expresa o tácita de suscribir el contrato, su propuesta será descalificada, procediéndose a la revisión de la siguiente propuesta mejor evaluada. En caso de que la justificación del desistimiento no sea por causas de fuerza mayor, caso fortuito u otras causas debidamente justificadas y aceptadas por la entidad, se ejecutará su Garantía de Seriedad de Propuesta Si el desistimiento se debe a que la notificación de adjudicación se realizó una vez vencida la validez de la propuesta presentada, corresponderá la descalificación de la propuesta.

Si producto de la revisión efectuada para la formalización de la contratación los documentos presentados por el adjudicado no cumplan con las condiciones requeridas o no se verifique la autenticidad de los documentos, no se considerará desistimiento; sin embargo, corresponderá la descalificación de la propuesta y la ejecución de la Garantía de Seriedad de Propuesta.

2.31.4 Condiciones de Anticipo

En caso de convenirse anticipo, el proponente adjudicado deberá presentar la Garantía de Correcta Inversión de Anticipo equivalente al cien por ciento (100%) del anticipo solicitado.

2.32 Entrega del Proyecto

La entrega del proyecto deberá efectuarse cumpliendo con las condiciones establecidas en el Contrato suscrito y de sus partes integrantes, sujetas a la conformidad por la Comisión de Recepción de la entidad contratante.

Los pasos requeridos para el comisionamiento de la planta se encuentran a continuación:

- Pruebas: "Puesta en Servicio"
- Documentación: "Soporte Técnico"

2.33 Cierre del Contrato

Una vez efectuada la recepción definitiva del proyecto por la Comisión de Recepción y emitida el Acta de Recepción definitiva, la Unidad Administrativa, efectuará el cierre del contrato, verificando el cumplimiento de las demás estipulaciones del contrato suscrito, a efectos del cobro de penalidades (si corresponde), la devolución de garantía(s) y emisión de la Certificación de Cumplimiento de Contrato.

2.34 Datos Generales del Proceso de Contratación

1. DATOS DE LA CONTRATACIÓN	
Objeto de la contratación :	INGENIERIA DE DETALLE, SUMINISTRO, CONSTRUCCIÓN, MONTAJE, PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO DE LA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA UYUNI DE 60 MW Y SU INTEGRACION AL SIN
Modalidad :	Licitación Pública – Modalidad: Llave en Mano
Código de la entidad para identificar al proceso :	Nº EGSA/IP/03/2016
Gestión :	2016
Localización del Proyecto :	Uyuni - Potosí
Método de Selección y Adjudicación :	<input checked="" type="checkbox"/> a) Calidad, Propuesta Técnica y Costo <input type="checkbox"/> b) Calidad <input type="checkbox"/> c) Precio Evaluado más Bajo
Forma de Adjudicación :	<input checked="" type="checkbox"/> a) Por el total <input type="checkbox"/> b) Por Tramos <input type="checkbox"/> c) Por Paquetes
Tipo de garantía requerida para la Garantía de Seriedad de Propuestas :	<input type="checkbox"/> a) Boleta de Garantía <input checked="" type="checkbox"/> b) Garantía a Primer Requerimiento
Tipo de garantía requerida para la :	<input type="checkbox"/> a) Boleta de Ga- <input checked="" type="checkbox"/> b) Garantía a Primer Requerimiento

Garantía de Cumplimiento de Contrato	<input type="checkbox"/> a) Boleta de Garantía	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/> b) Garantía a Primer Requerimiento	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/> c) Póliza de Seguro de Caucción a Primer Requerimiento	<input type="checkbox"/>
Tipo de garantía requerida para el Anticipo (cuando corresponda) :	<input type="checkbox"/> a) Boleta de Garantía	<input checked="" type="checkbox"/> b) Garantía a Primer Requerimiento
	<input type="checkbox"/> c) Póliza de Seguro de Caucción a Primer Requerimiento	<input type="checkbox"/>
Tipo de garantía requerida para la Garantía Adicional a la de Cumplimiento de Contrato (cuando corresponda) :	<input type="checkbox"/> a) Boleta de Garantía	<input checked="" type="checkbox"/> b) Garantía a Primer Requerimiento
	<input type="checkbox"/> c) Póliza de Seguro de Caucción a Primer Requerimiento	<input type="checkbox"/>

2. DATOS GENERALES DE LA ENTIDAD CONVOCANTE

Nombre de la entidad :	EMPRESAELECTRICA GUARACACHI S.A.		
Domicilio : (fijado para el proceso de contratación)	<i>Ciudad</i> SANTA CRUZ	<i>Zona</i> ESTE	<i>Dirección</i> Av. Brasil 3er. Anillo S/N
Teléfono:	591-3-3464632	Fax:	591-3-3-465888
Correo electrónico:	central@egsa.com.bo		

3. PERSONAL DE LA ENTIDAD

	<i>Ap. Paterno</i>	<i>Ap. Materno</i>	<i>Nombre(s)</i>	<i>Cargo</i>
Gerente General :	GARCIA AGREDA	DABDOUB	CARLOS ALBERTO	GERENTE GENERAL a.i.
Encargado de atender consultas :	SOTO	MORENO	CINDY	RESPONSABLE DE COMPRAS

2.35 Cronograma de Plazos del Proceso de Contratación

El proceso de contratación de la Obra se sujetará al siguiente Cronograma de Plazos:

	ACTIVIDAD	FECHA			HORA		LUGAR
		<i>Día</i>	<i>Mes</i>	<i>Año</i>	<i>Hora</i>	<i>Min.</i>	
1	Publicación del Proceso de Licitación	10	01	2016			
2	Inspección previa	20	01	2016	09	00	Uyuni-Potosi
3	Consultas Escritas (fecha límite)	25	01	2016	16	00	csoto@egsa.com.bo
4	Reunión de aclaración	26	01	2016	10	00	Oficinas Guaracachi
5	Aprobación del DBC con las enmiendas si hubieran (fecha límite)	28	01	2016			
6	Notificación de aprobación del DBC (fe-	<i>Día</i>	<i>Mes</i>	<i>Año</i>			

	cha límite)	29	01	2016			
7	Presentación y Apertura de Propuestas (fecha límite)	Día	Mes	Año	Hora	Min.	Potosí
		18	02	2016	09	00	
8	Informe de Evaluación y Recomendación de Adjudicación o Declaratoria Desierta (fecha límite)	Día	Mes	Año			
		25	02	2016			
9	Adjudicación o Declaratoria Desierta (fecha límite)	Día	Mes	Año			
		29	02	2016			
10	Notificación de la adjudicación o declaratoria desierta (fecha límite)	Día	Mes	Año			
		03	03	2016			
11	Presentación de documentos para suscripción de contrato (fecha límite)						
		24	03	2016			
12	Suscripción de contrato (fecha límite)	Día	Mes	Año			
		25	03	2016			

2.36 Especificaciones Técnicas

Las especificaciones técnicas se encuentran establecidas en la Parte III "Requerimientos Básicos y Especificaciones Técnicas".

2.37 Condiciones Particulares de Contratación

Las condiciones particulares de contratación requeridas, son:

2.37.1 Soporte Técnico

El proponente que resulte adjudicado, está obligado a proveer:

- Manuales en idioma español, solo en casos excepcionales, y con la aprobación de GUARACACHI, el contratista entregará manuales en inglés:
 - De Operación (obligatorio en español), Mantenimiento y Reparación de los equipos que conforman la Planta Solar Fotovoltaica y su conexión a la red
 - De Repuestos o Partes.
- Planos As-Built de todas las instalaciones y planos o diagramas donde indiquen:
 - Ubicación final de todos los equipos (planos situación actualizados en cuanto necesario).
 - Documentación del ajuste final del sistema de control y protección.
 - Hojas de datos de todos los equipos de la Planta y del sistema de interconexión al SIN.
- Software de base y de aplicación, llave física, códigos con sus respectivas licencias que permitan a Guaracachi efectuar los trabajos de configuración y ajustes necesarios independientemente en todos los equipos.
- Reportes técnicos de pruebas de todos los ensayos realizados en fábrica y en sitio, de los equipos y materiales.

- Incluir en su propuesta la provisión de repuestos para la operación de la Planta Solar para el lapso de 2 (dos) años.
- Considerar equipos o herramientas especiales para el mantenimiento de la Planta, como sistema de mecanizado para la limpieza de los módulos fotovoltaicos.

2.37.2 Capacitación y Entrenamiento del Personal de Operación y Mantenimiento

El proponente deberá prever en su propuesta un alcance mínimo de capacitación y entrenamiento para el personal que se hará cargo de la planta conforme al esquema siguiente:

- Capacitación en sitio del personal encargado de la operación de la planta, Ciclos de funcionamiento, sistemas de control, interpretación de las lecturas del HMI, resolver situaciones básicas de mal funcionamiento, criterios de respuesta ante contingencias, seguridad y salud ocupacional.
- Capacitación en sitio del personal de la Empresa Eléctrica Guaracachi que realizará el mantenimiento de la Planta. El Supervisor deberá emitir una Certificación de Capacitación o entrenamiento realizado al personal de operación y mantenimiento.

El Proponente adjudicado deberá presentar programas analíticos de capacitación antes de la firma de contrato.

2.37.3 Ensayos de Desempeño de la Planta FV

Para el proceso de ensayos y puesta en servicio de la Planta Solar fotovoltaica, el proponente adjudicado está obligado bajo su cargo y responsabilidad en disponer del personal técnico especializado, además de los equipos de ensayo, pruebas y medición necesarios, de acuerdo a las Especificaciones Técnicas, en el punto referente a Pruebas de Aceptación de la Planta y la conexión a red.

2.37.4 Seguros

El proponente adjudicado deberá contratar los siguientes seguros, para el proceso de suministro, ejecución, pruebas y puesta en marcha del proyecto:

- Seguro de responsabilidad civil.
- Seguro de transporte y manipulación de equipos y materiales.
- Seguro de la obra o de "Todo Riesgo para CONTRATISTAS".
- Seguro contra accidentes personales de su personal dependiente o subcontratado.

2.37.5 Forma de Pago

Los pagos serán estipulados en el Contrato de acuerdo al siguiente criterio:

No.	Metas/ Hitos	Condiciones	%
-----	--------------	-------------	---

	Suministro de Bienes		
No. 1	Anticipo	Anticipo del monto total del suministro de Bienes contra entrega de una Boleta de Garantía bancaria de Buena Inversión de Anticipo por el 100% del monto otorgado.	30%
No. 2	Suministro: Ingeniería de Detalle y Equipos BOS	Entrega de Ingeniería de Detalle; Suministro de Bienes, contra entrega de todos los bienes, en la modalidad DAP, en el sitio de montaje, incluyendo seguros, descarga y manipulación, lista de Empaque.	15%
No. 3	Suministro: Módulos Fotovoltaicos		30%
No. 4	Suministro: Estaciones de Transformación de la Planta FV		15%
No. 5	Suministro: Equipos de Conexión		10%
	Obras Mecánicas y Eléctricas		
No. 6	Conclusión de la Obras Electromecánicas, subestaciones, línea de interconexión y conexión a subestación Uyuni	Emisión del certificado de conclusión de montaje	50%
No. 7	Puesta en Servicio	Cumplimiento de las pruebas y puesta en servicio, es decir en operación comercial, y emisión del certificado de recepción provisional.	50%

2.37.6 Transporte de Equipos y Componentes de la Planta FV y de Conexión al SIN

El transporte y el seguro de transporte de todos los equipos y materiales hasta el sitio de obra, incluye el descarguío de los bienes en el sitio de montaje y deberá estar incluido en el precio de la oferta, cuya responsabilidad es del Contratista.

La selección del transporte de los equipos y puerto de desembarque queda bajo entera responsabilidad del contratista, quien deberá investigar las alternativas más adecuadas y poder realizar el transporte con seguridad y en el menor tiempo al sitio de la obra.

2.37.7 Normas Técnicas y de Tecnología Internacionales de Referencia

El proponente deberá indicar las normas de aplicación para la fabricación de los equipos y normas de instalación en el sitio de la Planta Solar fotovoltaica y de la conexión a la red, asimismo se debe poner en conocimiento sobre normas de referencia en la preservación del medio ambiente, salud laboral y seguridad industrial.

2.37.8 Plazo de Entrega

Los proponentes presentarán un plazo firme en días calendario para la entrega de la Planta Solar Fotovoltaica y su conexión a la red en condiciones normales y seguras de funcionamiento productivo, contabilizado a partir de la firma del contrato.

El plazo de entrega se valorará, según Formulario C-2.

2.37.9 Cronograma del Proyecto

El proponente deberá presentar un cronograma detallado, según se describe en la sección correspondiente.

2.37.10 Supervisión y Fiscalización

Guaracachi, designará y comunicará oportunamente, a los responsables de la Supervisión de la ejecución del Proyecto. Esta Supervisión tendrá como objetivo principal, hacer cumplir los documentos contractuales que rigen la construcción y puesta en marcha del Proyecto; coordinar, aprobar y realizar el seguimiento del cronograma de desarrollo de las tareas planteadas en la ejecución del Contrato; revisar y aprobar la ingeniería de detalle del Proyecto; verificar y aprobar las órdenes de compra de los equipos principales del Proyecto; seguimiento, verificación y aprobación de los trabajos de adecuación de los terrenos, obras civiles y de drenaje; montaje de estructuras de soporte de módulos; montaje electromecánico, sistemas de protección y control; coordinación, revisión validación y aprobación de las pruebas de funcionamiento y puesta en marcha.

A su vez la Supervisión estará bajo la tuición de los Fiscales del Proyecto; quienes como responsables máximos, verificarán que el trabajo de la Supervisión y del Contratista sea la adecuada contractualmente.

3 PARTE II: Ingeniería de la Planta

3.1 Concepto General

La descripción técnica del Proyecto presentada a continuación tienen el propósito de pautar al Proponente de los requerimientos técnicos mínimos que deben cumplir para la ejecución del Proyecto llamado "Planta Solar Fotovoltaica Uyuni de 60 MWp y su integración al SIN: Elaboración de la Ingeniería de Detalle, Suministro, Obras Civiles, Montaje, Pruebas y Puesta en Servicio, bajo la modalidad "llave en mano".

Se deja establecido que la ingeniería planteada en este documento es referencial, y es responsabilidad de los proponentes elaborar la Ingeniería de Detalle, que ofrezca las mejores soluciones técnicas y económicas, visitar el Sitio del emplazamiento de la Planta y considerar los estudios necesarios para su integración al SIN (Sistema Interconectado Nacional).

Los proponentes presentaran su mejor solución técnica y económica, para suministrar los sistemas, equipos, elementos, materiales y accesorios necesarios para hacer del Bien una provisión totalmente operable y confiable, cumpliendo estas especificaciones, las Normas aplicables, las Normas Aceptadas de Diseño y Construcción y la Buena Práctica de la Ingeniería.

3.2 Descripción del Sitio

La planta se sitúa en la Provincia Antonio Quijarro, Departamento de Potosí, a 15 km en dirección sureste de la ciudad de Uyuni.

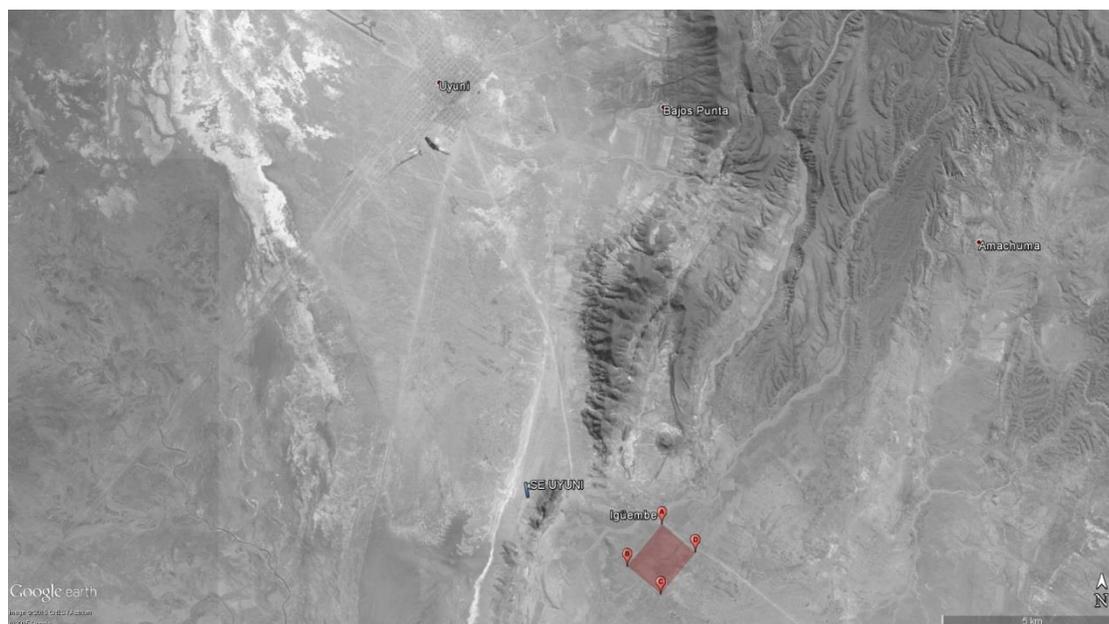


Figura 1: Ubicación de la planta fotovoltaica (polígono marcado en rojo)

3.2.1 Infraestructura y Accesos

El lugar es fácilmente accesible por carretera, ya que se ubica al sur de la Ruta N° 21 (Uyuni – Tupiza). Se están realizando obras de mejora y pavimentación de esta carretera, que se prevé que finalicen antes del inicio de la construcción de la planta fotovoltaica.



Figura 2: Obras en la Ruta N°21 Uyuni - Tupiza



Figura 3: Interconexión en SE de Uyuni

Respecto a la infraestructura eléctrica, próxima al terreno discurre la línea de transmisión de alta tensión Punutuma – San Cristóbal (230 kV). La interconexión al SIN se realizará en la subestación de Uyuni, ubicada a aproximadamente a 5 km del terreno.

Área disponible

El terreno disponible para la implementación de la planta (que aparece marcada en rojo en la figura más abajo) comprende un área de 180 ha aprox.

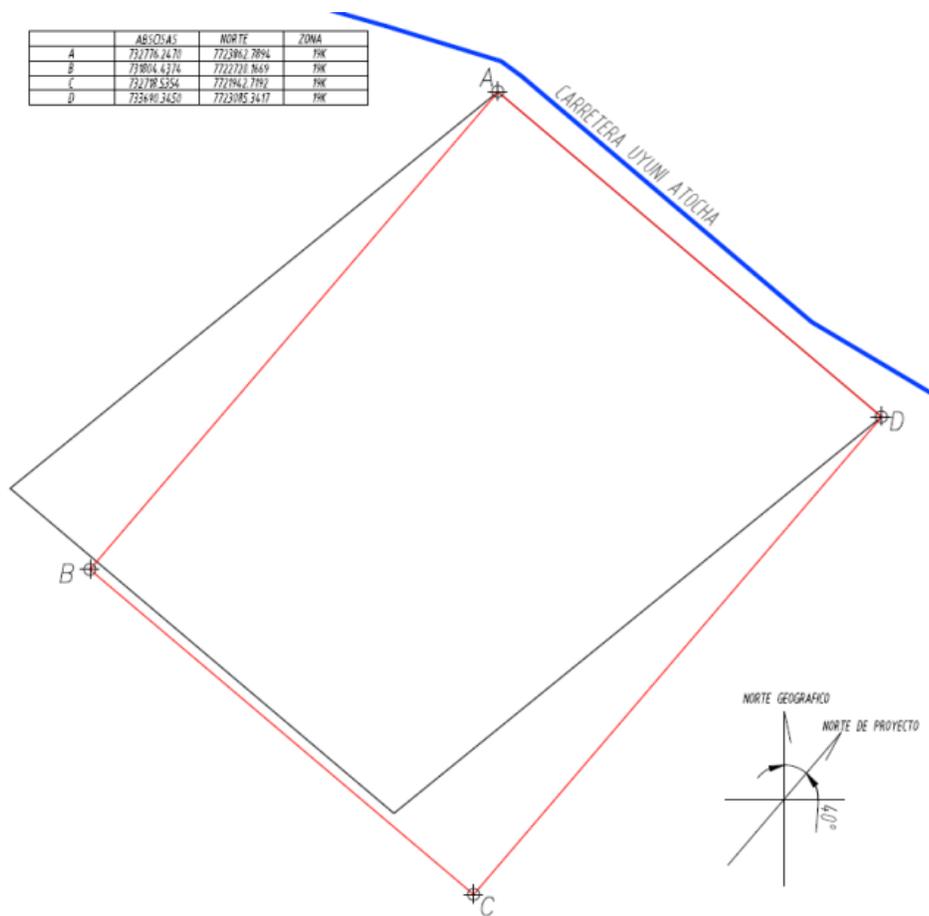


Figura 4: Área disponible en el Sitio

El terreno es llano con escasa presencia de vegetación. Se estima que el suelo es gravoso con bajo contenido de limos, previsiblemente adecuado para la cimentación de las estructuras de los módulos mediante perfiles hincados, situación que debe ser corroborada mediante estudios geotécnicos y ensayos previos.



Figura 5: Tipo de vegetación



Figura 6: Tipo de suelo

3.2.2 Condiciones Ambientales en el Sitio

El sitio del Proyecto se encuentra en el "Altiplano", en la región sur occidental de Bolivia. Debido a la altitud, esta región se caracteriza por sus condiciones meteorológicas extremas. Esto conlleva, por un lado, excelentes condiciones de irradiación. Por el otro lado, implica condiciones desfavorables para el equipo técnico de la instalación fotovoltaica, tales como: altitud de 3.700 m; variaciones de la temperatura; ambiente salino; altas velocidades de viento; etc.

Entre las condiciones del sitio que deben ser consideradas para el diseño de la Planta se encuentran:

- Región remota
- Altitud de 3.700 m sobre el nivel del mar
- Temperatura mínima registrada en 20 años: - 21°C
- Temperatura máxima registrada en 20 años: 30 °C
- Velocidades de viento hasta 120 km/h
- Alta radiación solar (GHI aprox. 2400 kWh/m²)
- Ambiente corrosivo
- Suelos salobres
- Suelos potencialmente con limitada cohesión y estabilidad para las cimentaciones
- Área desértica / Riesgo de tormenta de arena
- Áreas expuestas a inundación durante la estación de lluvia

3.3 Concepto de la Planta

Para efectos de estudio y elaboración del presente DBC, se ha realizado un diseño básico de la planta fotovoltaica considerando las siguientes características principales:

- La potencia total de la planta se divide en 29 bloques de potencias idénticas

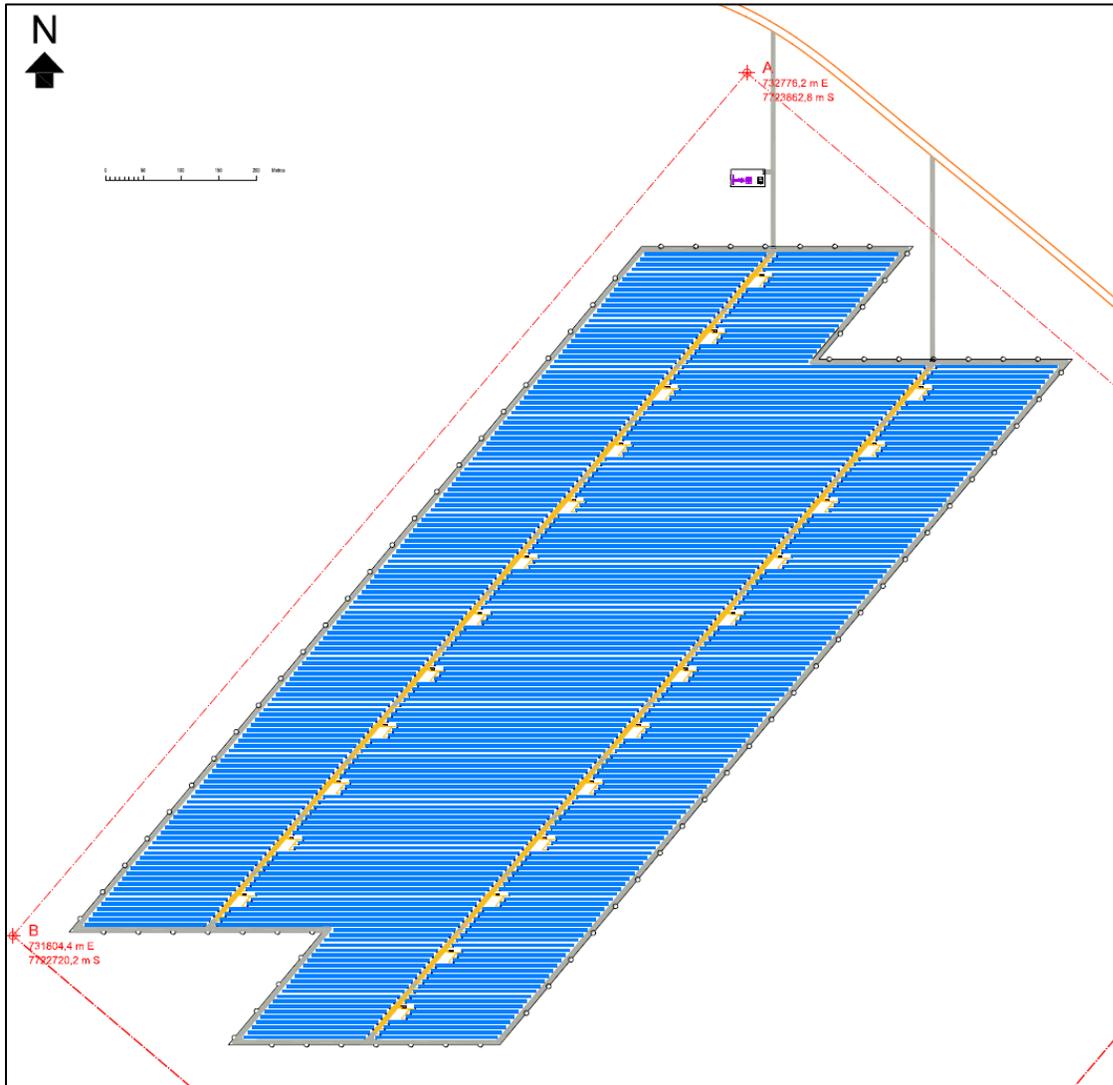


Figura 7: Ejemplo del Plano de Disposición de la Planta

- Se consideran 29 bloques, cuya capacidad nominal por bloque es de 2.106 kWp, determinado por el número (7.020 uds) y la capacidad (300 Wp) de los módulos fotovoltaicos.

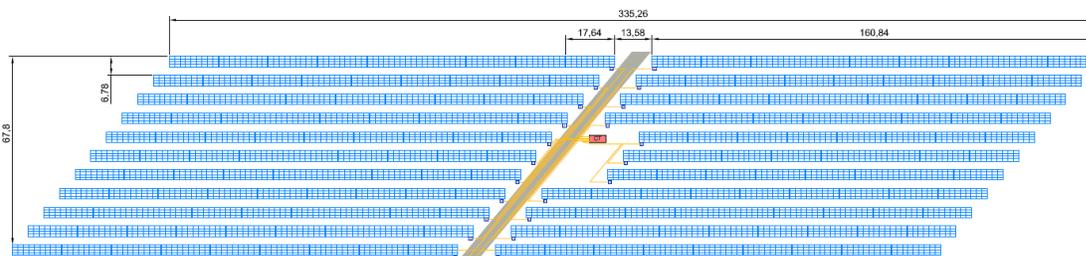


Figura 8: Ejemplo de Plano de Disposición de un Bloque de Potencia

- Uso de una unidad de inversor, transformador media tensión y celdas de media tensión, localizado en un contenedor en el centro de cada bloque, denominado centro de transformación.

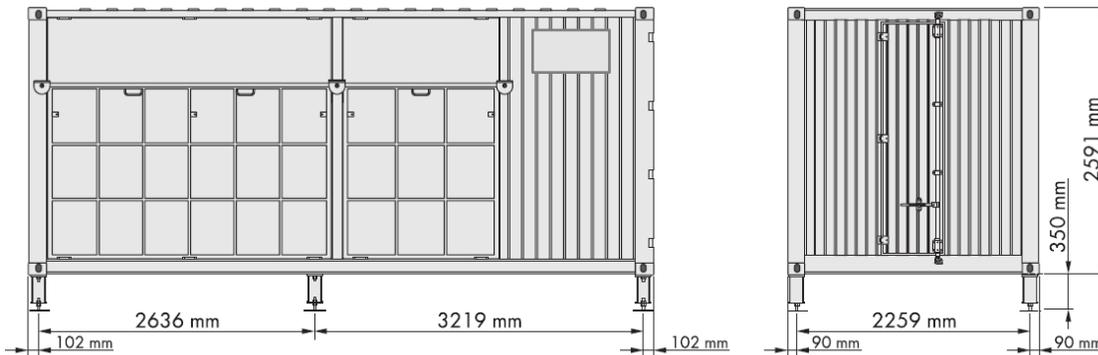


Figura 9: Ejemplo de un contenedor para inversores y transformadores

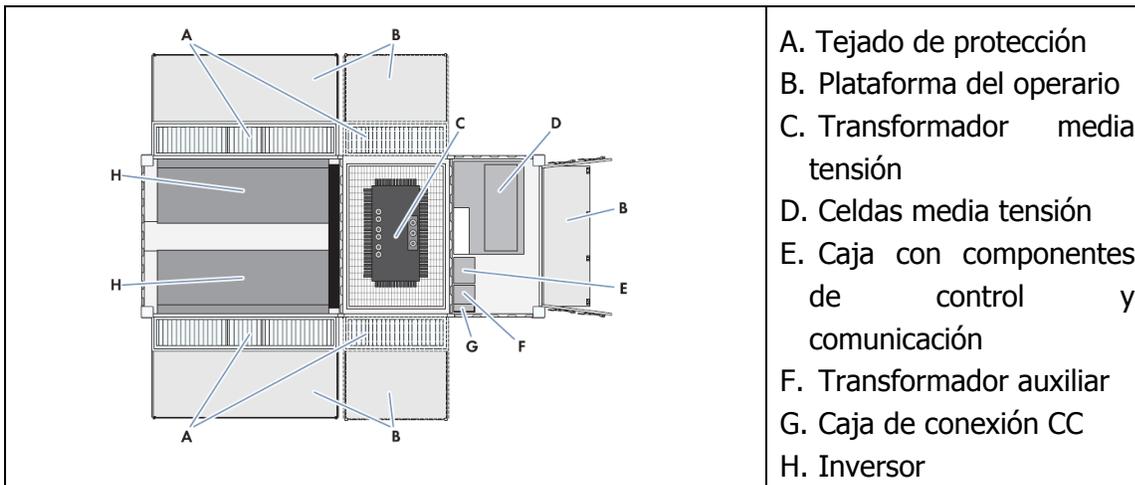


Figura 10: Ejemplo de colocación de equipos dentro del contenedor para inversores y transformadores

- La capacidad nominal del inversor en condiciones estándar es de 2,2 MVA por bloque.

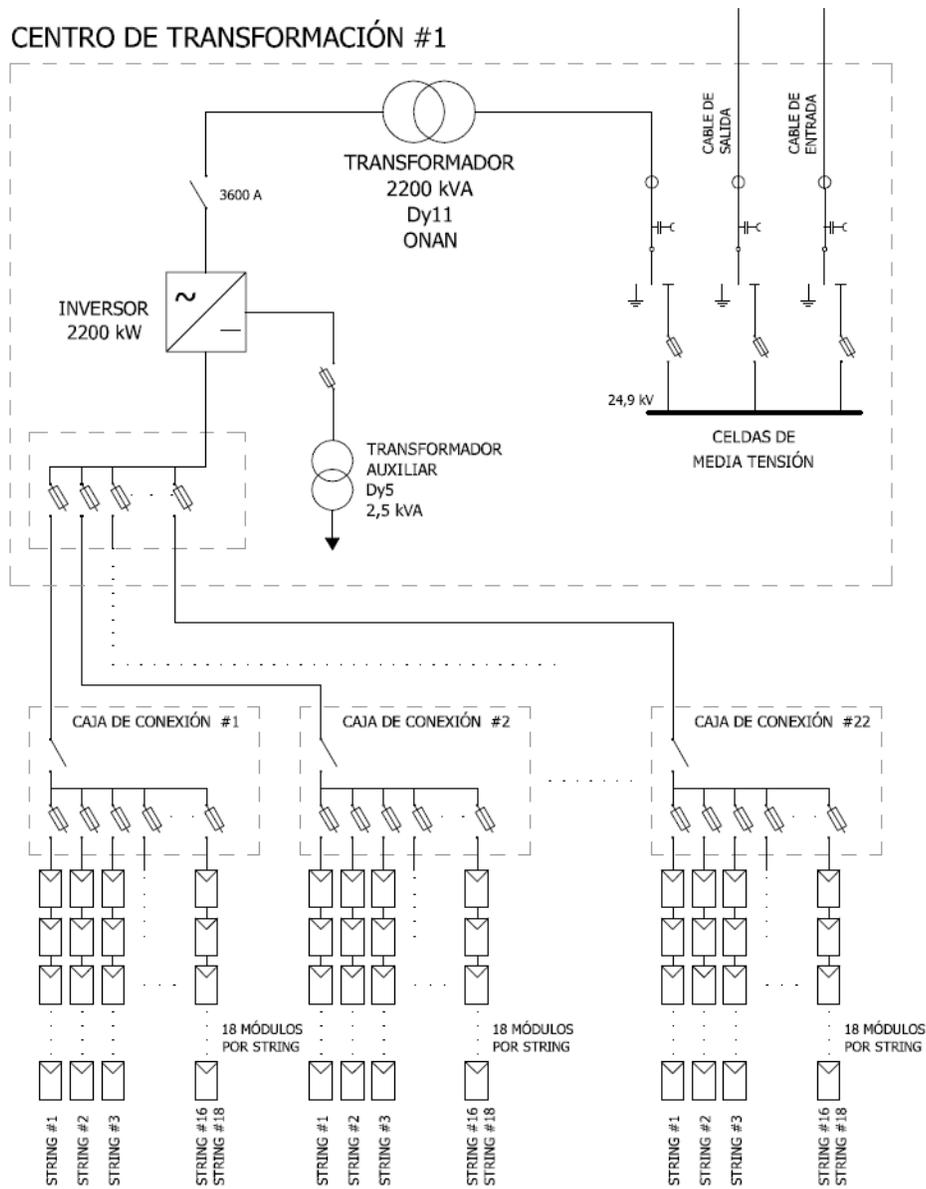


Figura 11: Ejemplo de Diagrama Unifilar de un Bloque de Potencia

- I. Distancia entre filas de módulos es de 3 m, para permitir suficiente espacio para vehículos de operación y mantenimiento.

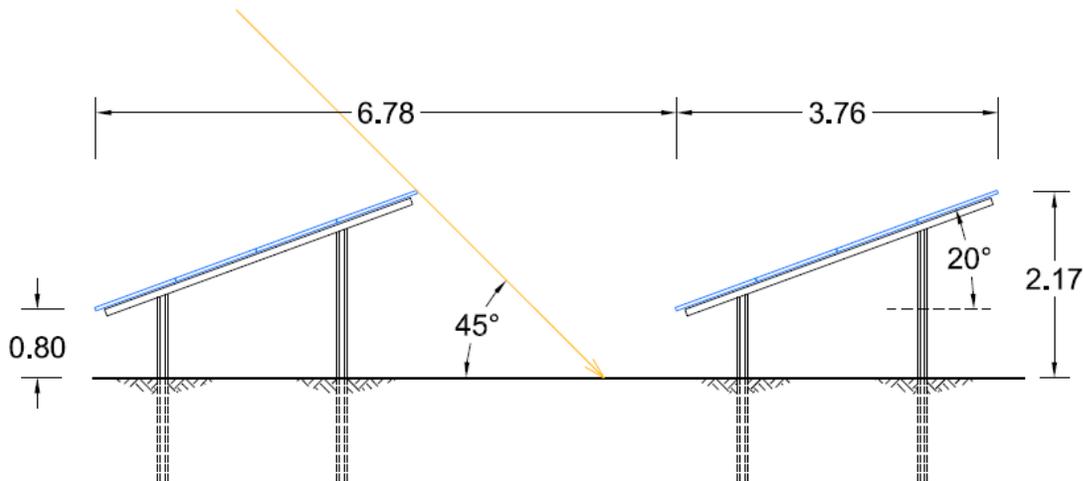


Figura 12: Ejemplo de Vista de Perfil de la Estructura de Soporte

3.4 Concepto de la Conexión a la Red

El sitio seleccionado se encuentra a una distancia de 5 km hasta el punto de conexión a la red, que será la Subestación Uyuni de 230 kV existente. En consecuencia, la conexión a la red constará de los siguientes lotes principales:

- Ampliación de la Subestación Uyuni
- Línea de Conexión
- Subestación de la Planta Solar

La subestación de la Planta Solar se construirá en el Noroeste de la Planta, con los circuitos de media tensión procedentes de la Planta que recogen la energía solar generada.



Figura 13: Ejemplo de la Conexión con Línea de AT

4 PARTE III: Requerimientos Básicos y Especificaciones Técnicas

4.1 Finalidad

Los presentes Criterios de Diseño tienen por objetivo establecer las condiciones técnicas generales y formales mínimas, que deben cumplir las instalaciones del Proyecto que se desarrollará, denominado Planta Solar Uyuni, en las cercanías de la ciudad de Uyuni.

4.2 Desviaciones

Las desviaciones a estas especificaciones, si las hubiere, deberán ser claramente indicadas y justificadas; sin embargo, la aceptación de éstas por el Contratante, no libera al Contratista de ninguna responsabilidad ante el adecuado funcionamiento de los equipos y del Proyecto.

Si nada se indica, se dará por entendido un completo acuerdo con esta especificación, sobre cuyas bases se exigirá un total cumplimiento.

4.3 Especificaciones Básicas

4.3.1 Condiciones del Sitio

Las siguientes condiciones del sitio deberán ser verificadas por el Contratista para la elaboración de la ingeniería de detalle y las especificaciones de todos los equipos del Proyecto, si no se especifica lo contrario en la sección correspondiente de cada equipo.

CONDICIÓN	DESCRIPCIÓN
Clima:	Frio
Temperatura máxima:	35 °C
Temperatura mínima:	-21°C
Velocidad de viento Máxima	120 km/h
Humedad Relativa a 10 [°C]:	Hasta 80%
Elevación:	3700 m.s.n.m.
Suelo	Próximo al Salar
Ambiente Corrosivo	Próximo al Salar
Densidad del aire	0,64 (4000 msnm)
Nivel de contaminación según IEC60815 2008	31 mm/kV

4.3.2 Normas Aplicables

El diseño, montaje, pruebas y funcionamiento de las instalaciones deberán cumplir con lo establecido en las normas pertinentes editadas por las siguientes instituciones:

INSTITUCIÓN	NORMA
AWS	American Welding Society
ASME	American Society of Mechanical Engineers
ISO	International Organization for Standardization
IEC	International Electrotechnical Commission
CENELEC	Comité Europeo para la Normalización Electrónica
VDE	Verein Deutscher Elektrotechniker
DIN	Deutsche Industrie Normen
ASCE	American Society of Civil Engineers
IEEE	Institute of Electrical and Electronic Engineers
ANSI	American National Standards Institute
NEMA	National Electrical Manufacturers Association
NFPA	National Fire Protection Association
ICEA	Insulated Cable Engineers Association
ASTM	American Society for Testing Materials
OSHA	Occupational Health and Safety Administration
UL	Underwriter Laboratorios
IES	Illuminating Engineers Society
ISA	Instrument Society of America
AISC	American Institute for Steel Construction
ACI	American Concrete Institute

Tabla 1: Normas aplicables al Proyecto.

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

4.3.3 Simbología

En los planos eléctricos del Proyecto se usará la simbología normalizada según la norma Nema o IEC.

Para los símbolos de proceso e instrumentación se usarán las normas ISO 3511.

4.3.4 Unidades de Medida

Para todos los cálculos se usará el sistema métrico internacional de unidades, SI. Sin embargo se aceptarán también las siguientes unidades combinadas de éstas con otras del sistema SI según conveniencia:

UNIDADES	VALOR
PESO	kg = 9,80665 N Ton = 9.806,65 N
TIEMPO	Min., hora, día, año
VELOCIDAD ROTACIÓN	RPM = 1/60 1/seg
POTENCIA	kW = 1.000 W
ENERGÍA	kWh = 3.600 J
PRESIÓN	Kg/cm = 98.066,5 Pa

Tabla 2: Unidades de medida combinadas para el Proyecto.

También se aceptarán otras unidades de medida cuando éstas sean nominales como, por ejemplo, diámetro de pernos y conduit en pulgadas, MCM, etc.

4.4 Requisitos Generales al Diseño

4.4.1 Parámetros del Sistema Eléctrico

Para el diseño se considerarán los siguientes parámetros eléctricos, a ser verificados en la fase de elaboración de la ingeniería de detalle.

PARÁMETRO	UNIDAD	VALOR
Tensión nominal de servicio en AT	kV	230
Tensión máxima de servicio en AT	kV	245
Tensión nominal de servicio en MT	kV	24,9
Tensión máxima de servicio en MT	kV	36

Frecuencia	Hz	50
Puesta a tierra del sistema	-	Directa
Nivel de cortocircuito máximo, 3Φ/1Φ	kA	25
Clase de aislamiento a la altitud de la instalación	kV	245
Sobrevoltaje de impulso	kV _{PEAK}	1.050
Nivel de contaminación según IEC 815	mm/kV	31 (Nivel IV)

Tabla 3: parámetros eléctricos considerados en el Proyecto

4.4.2 Principios Generales

El diseño y la selección de los componentes del Proyecto deberán lograr una solución óptima desde los puntos de vista de calidad, rendimiento global, seguridad, costo de operación, facilidades de mantenimiento y otras metas propias de una buena ingeniería.

El diseño y la elección de los equipos y materiales deberán considerar tecnologías modernas. No obstante, los equipos y materiales seleccionados deberán haber sido empleados satisfactoriamente en otros proyectos y aprobados por la Supervisión de Guaracachi de manera previa a la colocación de las Órdenes de Compra.

En la selección de los equipos y materiales, se deberá procurar la uniformidad para funciones iguales o similares, tendiendo un mínimo de repuestos necesarios.

- El contenido de las instrucciones de mantenimiento, el alcance de la capacitación y la determinación de las existencias de repuestos deberán hacer posibles las revisiones periódicas, las eventuales reparaciones y las ampliaciones de los sistemas de control y protecciones con el personal que el Cliente determine, sin depender de especialistas de fábrica, salvo en casos excepcionales.
- Diseño para un servicio normal, inspección y operaciones de mantenimiento.
- Todas las partes metálicas de los equipos deben estar conectadas a tierra y tener una eliminación de carga electrostática peligrosa.
- Funcionalidad de cada elemento del equipo e instalaciones.
- Economía de equipo y materiales.
- Simplicidad, sin reducir la seguridad de servicio.
- Espacios necesarios alrededor de los equipos para ejecutar montajes y desmontajes en caso de reparaciones y mantenimientos.
- Acceso fácil a los equipos e instalaciones, tanto para su montaje como para su operación, reparación y mantenimiento.
- Seguridad, tanto para el personal como para el equipo y las instalaciones durante la construcción, el montaje, la operación, la reparación y el mantenimiento de equipos e instalaciones.
- Seguridad para el personal contra siniestros, como inundaciones, movimientos sísmicos e incendios y seguridad para el desplazamiento de los medios de extinción.

- Seguridad para el personal frente a equipos, o partes de equipos, energizados eléctricamente.
- Seguridad para el personal en caso de oscurecimiento involuntario, como fallas en los circuitos de alumbrado, fallas en los circuitos de servicios auxiliares, etc.
- Los requerimientos para alcanzar los términos de diseño (capacidad máxima, confiabilidad y disponibilidad).
- Las características del terreno (altitud, topografía, calidad del suelo, condiciones ambientales y sísmicas).
- Sistema de control con suficientes enclavamientos para evitar errores de operaciones y capacidad para conectar servicios en forma rápida y segura.
- Diseño de sistemas de protecciones que actúen eficientemente ante una condición fuera de los ajustes normales.
- Sistema de información que permita visualizar y despejar rápidamente la zona afectada.
- Recopilación de antecedentes para realizar análisis de las condiciones de operación y de anomalías del sistema.
- Sistema de iluminación adecuado y provisión de tomas de corriente para el servicio, en todas las áreas.

4.4.3 Condiciones de Seguridad

Todas las Obras realizadas deberán cumplir con la normativa de seguridad vigente. De ésta, se han derivado los siguientes requerimientos mínimos:

- El patio de la subestación de AT deberá estar cerrado mediante cerca, rejas, tabiques o murallas, para evitar el ingreso de personas no autorizadas a los recintos de los equipos. Los accesos deberán mantenerse cerrados con llave.
- Los aparatos que deban maniobrarse y los instrumentos que deban intervenir en el curso de la explotación deberán estar dispuestos en lugares, adecuadamente accesibles y sin peligro.
- Todo equipo importante deberá tener fácil acceso y poder ser colocado o retirado de su lugar sin dificultad ni daño.
- Si la misma instalación comprende varias tensiones diferentes o diferentes clases de corrientes, las partes de las instalaciones correspondientes o cada una de ellas deberán estar adecuadamente separadas, aisladas, identificadas y protegidas.
- Las instalaciones deberán estar subdivididas adecuadamente, ya sea para la puesta en servicio, u operación normal, de manera que como consecuencia de posibles averías, de revisiones o de reparaciones, el servicio pueda ser mantenido en la mejor forma posible.
- Todo equipo que permanezca fuera de servicio deberá quedar protegido de toda energización mediante dispositivos apropiados visibles y con capacidad de bloqueo por medio de un candado, con enclavamientos de apertura mecánicos y visibles.
- Al diseñar las instalaciones se tendrá en cuenta las probables ampliaciones y la necesidad de mantener la explotación de la Obra durante los periodos de construcción,

mediante un diseño flexible y seguro, con una implementación que minimicen las perturbaciones de los equipos energizados, y con mínimos tiempos de desconexión.

- Las líneas y equipos deberán mantenerse en buen estado de conservación, para lo cual deberán ser revisados periódicamente, dejando constancia de los resultados de estas revisiones.

4.4.4 Cargas Mecánicas

Las piezas mecánicas de los equipos y sus partes componentes serán verificadas para las condiciones más desfavorables que deban soportar, ya sea durante la operación, el mantenimiento, el transporte o el montaje.

El estudio del sistema suministrará los valores de las cargas dinámicas y su combinación con otras cargas.

Consecuentemente y debidas a factores externos, a las cargas propias de funcionamiento del equipo deberán adicionarse las siguientes:

- Cargas estáticas: peso propio más conexiones
- Cargas dinámicas: cortocircuito (si aplica)
- Carga de viento máxima
- Cargas sísmicas
- Cargas durante el montaje
- Cargas dinámicas durante el transporte

4.4.5 Distancias eléctricas

4.4.5.1 Distancias mínimas

Las distancias mínimas entre partes bajo tensión y componentes puestos a tierra vienen fijadas por la norma IEC 60071-2 y 60071-2 y definen el nivel de aislación necesario en instalaciones que no pueden ser sometidas a ensayos de laboratorio, considerando una distancia mínima fase-tierra de 2.100 mm.

4.4.5.2 Distancias de seguridad

Además de las distancias mínimas, se definirán distancias de seguridad relacionadas con las condiciones de operación y mantenimiento, estableciéndose como distancia mínima de seguridad 2.250 mm.

4.4.5.3 Resumen de distancias eléctricas

Las distancias descritas a continuación corresponden a las mínimas calculadas de acuerdo a las condiciones a las cuales estará expuesta la subestación; lo anterior no impide sobredimensionar dichas distancias a fin de estandarizar equipos que se encuentren en condiciones diferentes. Se realizará un informe técnico para cada instalación, considerando de manera específica la altura (3700 msnm).

CONDICIÓN PARA 230 KV	METROS
Distancia entre fase para partes rígidas fijas	3,26
Distancia entre fase y tierra para partes rígidas fijas	3,75
Distancia entre fase y tierra para partes móviles *	4,76
Distancia entre fases para partes flexibles móviles *	6,76
Distancia al suelo del punto más bajo energizado	5,0

Tabla 4: Resumen de Distancias Eléctricas (*): Con el conductor totalmente desviado por viento y cortocircuito

4.4.6 Concepto de Puesta a Tierra

La puesta a tierra de la Planta Solar deberá cumplir los siguientes requisitos:

- Estructuras del Sistema Fotovoltaico: Las estructuras deberán contar con puesta a tierra según IEC 62305-3. El conductor de conexión deberá ser un conductor de cobre con un diámetro mínimo de 16 mm²)
- Centros de Transformación y otras subestaciones: Dispondrán de una malla de puesta a tierra para cada subestación. El conductor a utilizar en esta malla de puesta a tierra basada en cobre AWG 4/0 y las derivaciones a equipos, gabinetes, cajas, etc., será de AWG 2/0, salvo el pararrayos que tendrá una conexión 4/0 AWG.
- Sistema de CC: Conexión con la toma de tierra de las cajas de conexión a través de cables de puesta a tierra y a través del anillo de estaciones de transformación. El sistema deberá diseñarse de acuerdo a los requisitos de la norma IEC 60364.
- Sistema de Monitorización: Cada procesador de datos y equipo de interfaz estará conectado al sistema de puesta a tierra.
- Cuadros de distribución, cajas, armarios, cubículos: todos los paneles individuales, secciones o compartimientos de cuadros eléctricos, tableros de control, etc., deberán estar conectados a tierra de forma individual, o al menos conectado el cuadro a la puesta a tierra sólidamente, por ejemplo por soldadura. Todas las cajas metálicas y

estructuras conductoras de disyuntores, seccionadores, transformadores de medida, barras colectoras, etc., deberán estar conectados a la barra de puesta a tierra en el interior de los conmutadores / paneles.

- Acero Estructural: Conexión con la red de puesta a tierra en varios puntos. Cada estructura deberá estar conectada a tierra por dos perfiles de soporte, el marco de la estructura deberá estar conectado a tierra por dos puntos en diagonal respecto al otro. Para una estructura formada por varias bahías, deberá conectarse a tierra cada perfil de soporte. Se conectarán a la malla de puesta a tierra mediante conductores de cobre todas las partes sin conexión conductora a otra estructura de acero de tierra.
- Transformadores de Potencia: Los tanques de transformadores de potencia deberán conectarse a tierra en dos puntos diagonalmente opuestos entre sí. Los neutros de los transformadores deberán estar conectados directamente al sistema de puesta a tierra a través de un cable de toma de tierra separado. La conexión adecuada de los equipos auxiliares, como instrumentos, cabinas de control, tuberías, etc., a la cuba del transformador a tierra o la red de puesta a tierra, respectivamente, deberá garantizarse.
- Cables: La armadura y el blindaje de todos los cables deberán conectarse a tierra en ambos extremos.
- Las armaduras de los cables de SCADA deberán conectarse a tierra en un lado o ambos lados, de acuerdo con los requisitos del sistema SCADA particulares para puesta a tierra.

4.4.7 Sistema de Letreros para Identificación

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

- Casetas de transformación
- Filas de estructuras de soporte
- Cableado CC string y principales
- Cableado CA
- Cajas de Conexión
- Componentes del sistema de control y monitorización
- Componentes principales de la Subestación
- Torres de la línea de conexión

Cada elemento de control deberá identificarse con algún sistema o código propio. Esta identificación deberá aparecer en todos los planos y efectuarse en todos los equipos, cajas, tableros, paños, regletas de terminales, cables, conductores, etc.

4.4.8 Cableado

4.4.8.1 Cables de Poder Desnudos ACAR

Los conductores desnudos utilizados en las instalaciones de poder tendrán las siguientes características:

- Conductor de aluminio,
- Tipo rígido, tubular, o flexibles.

Deberán ser dimensionados para las máximas condiciones de carga resultante del circuito eléctrico adoptado para el Proyecto completo, particularmente el dimensionamiento para cortocircuito se realizará de acuerdo a la norma IEC 60865.

Las barras y conductores a utilizar en las instalaciones de poder, sean de tipo rígido tubular o flexibles, estarán conectados mediante piezas de conexión de tipo abulonadas, soldadas o de compresión. Todos los conectores estarán diseñados teniendo en cuenta los efectos térmicos de expansión y contracción evitando las tensiones resultantes.

Los conectores estarán diseñados para evitar la acumulación de polvo y suciedad. Se especificarán conexiones bimetálicas donde pueda haber corrosión. Estarán diseñados para reducir el efecto corona, manteniendo los niveles de descargas establecidos para la instalación.

Información más detallada se proporciona en la sección correspondiente de este documento.

4.4.8.2 Cables de Poder Aislados

Los cables de poder aislados en las instalaciones de poder tendrán las siguientes características:

- Conductor de cobre o aluminio
- Aislación de XLPE y cubierta exterior
- Resistentes a la humedad y el calor, retardantes a las llamas
- Resistentes a los rayos UV en caso de montaje exterior
- Material libre de halógeno de modo que garanticen la no propagación de llama y gases tóxicos.
- Según Norma IEC 60502-1, clase de aislación categoría 1000 II.

Los cables de fuerza y sus pantallas deberán ser dimensionados de forma tal que tengan capacidad para soportar un cortocircuito durante el tiempo máximo de interrupción y despeje del dispositivo de protección de cortocircuito, incluido el tiempo de operación del relé respectivo.

Información más detallada se proporciona en la sección correspondiente de este documento.

4.4.8.3 Cables Control y Alimentación (Baja Tensión)

4.4.8.3.1 Diseño General

Los cables para el sistema de control y cables de corriente de baja tensión serán los siguientes:

- Multiconductores, de cobre trenzado clase B,
- Aislación de polietileno reticulado XLPE tipo TC,
- clase 600 V
- Resistentes a la humedad y el calor, retardantes a las llamas
- Resistentes a los rayos UV en caso de montaje exterior
- Material libre de halógeno de modo que garanticen la no propagación de llamas y gases tóxicos
- Cumplimiento de la norma de fabricación e inspección de ICEA N° S-64-524
- Temperatura de operación normal hasta: 90°C
- Temperatura máxima de Cortocircuito: 250°C
- Clase de aislamiento: 600 Volt

Se aplicarán estas especificaciones a menos que se indique lo contrario de forma explícita en este documento.

4.4.8.3.2 Tipos y Calibres

Los tipos y calibres mínimos para los cables de control y fuerza serán los siguientes:

- Conductores de fuerza de baja tensión será # 12 AWG y para circuitos regulares de control # 14 AWG
- Circuitos de control interiores (mismo edificio) dedicados entre los gabinetes de entrada - salida (I/O) del sistema de control digital y los equipos de control: # 16 AWG y # 18 AWG
- Cables de instrumentación: # 16 AWG para un par o triada y # 18 AWG para cables multiconductor. Los cables multiconductor deberán llevar cada par o triada individualmente torcidos apantallados, con un apantallamiento total de mylar aluminizado y alambre de tierra ("drain wire"). El calibre de los cables multiconductores será # 2/0 AWG e inferiores; los de calibres mayores deberán ser mono conductores. Su cubierta será PVC color negro.
- Cables de control: Multiconductores de cobre blando sin estaño, cableados con aislamiento de polietileno reticulado, armados y sin blindaje, norma de fabricación y ensayo ICEA 5-66-524, y se usarán en calibre #14 AWG y #12 AWG, con 3, 4, 5, 7, 9, 12, 19 y 27 conductores.
- Circuitos de iluminación: El alambrado de los circuitos de iluminación será a base de multiconductores, tipo TC en escalerillas, o monoconductor en ductos. Para canalización de alumbrado en ductos el alambrado será con cables monoconductores de 7 filamentos, aislación termoplástica, norma de fabricación y ensayos UL-83, temperatura máxima de operación 75°C. Los calibres a utilizar serán preferentemente: #14, 12, 10, 8 y 6 AWG.
- Cables Multipares Telefónicos: Los cables de tipo telefónico para los circuitos de comando, control y medición se utilizarán sólo para ampliaciones en las que se

mantenga la técnica de comando 48/220 con relés auxiliares. Estos deberán tener conductores de cobre recocido y estañado con aislación de PVC y estar fabricados según Norma IEC 60189. El núcleo formado por los pares se recubrirá helicoidalmente y con superposición con cinta de material dieléctrico no higroscópico. Llevarán pantalla de blindaje general y cubierta exterior de PVC.

El código de colores para cables de fuerza será, azul, negro y rojo (correspondencia con secuencia de fases 1-2-3), blanco (para neutro), y verde (tierra). El código de colores para cables de control será según ICEA 5-1-9-81, método 1.

4.4.8.3.3 Condiciones de Montaje

Las condiciones de montaje para los cables de control y fuerza serán los siguientes:

- Se deberán adoptar todas las medidas necesarias para evitar perturbaciones de los circuitos de potencia sobre los circuitos de control. Los cables de los circuitos de control se canalizarán en forma separada de los cables de circuitos de alimentación. Todos los cables de control, tanto unifilares como multifilares, deberán ser apantallados.
- No se aceptarán uniones en el recorrido de los conductores de los cables. Si es necesario seccionar un tramo de cables, deberá emplearse una caja de terminales.
- Las conexiones de cables de control y de alimentación, donde la magnitud de la corriente lo permita, deberán hacerse mediante regletas de terminales.
- Si es necesario efectuar interconexiones entre tableros, armarios, etc., éstas deberán ser hechas de tal forma que permitan, con relativa facilidad, el montaje y desmontaje de las mismas de forma independiente.
- Todas las conexiones de conductores a regletas de terminales, a terminales o bornes de instrumentos, relés, switches, etc., se harán mediante conectores o clavija adecuados del tipo compresión que se colocarán en el extremo de cada conductor.
- Los manojos de conductores para conexiones entre la regleta y los diferentes elementos de un mismo armario deberán llevarse por canaletas plásticas con tapa o algún otro sistema similar que ofrezca buena presentación y facilite las intervenciones en los cableados.
- Las acometidas a los tableros y cajas: Mediante conduit, bandejas y/o escalerillas, y su entrada deberá estar adecuadamente sellada para preservar el grado de estanqueidad.
- El blindaje general de los cables se conectará a tierra en un extremo, con conexiones lo más cortas posibles a la barra de tierra.
- Los cables de telecomunicaciones y telefónicos deberán tenderse dentro de canalizaciones en sectores o capas dedicadas y separadas del resto de los cables de BT.
- El cableado deberá estar hecho de tal manera que permita efectuar intervenciones, modificaciones y ampliaciones de forma fácil y segura, sin riesgo para la instalación ni para el personal que intervenga.
- Los conectores y terminales de los cables de alimentación deberán ser de compresión, de cilindro largo y cobre o aleación de cobre.

- El cableado de control deberá ser terminado en regletas de terminales con conectores de compresión tipo tubular.
- Todos los cables en tableros y planos deberán estar debidamente etiquetados coherentemente tanto en los planos como físicamente

4.4.8.4 Fibra Óptica

La fibra óptica se utiliza en las siguientes aplicaciones de control y monitoreo del Proyecto:

- Planta Solar: Las conexiones del sistema de monitoreo entre Centros de Transformación y entre la planta solar y la subestación de conexión.
- Subestación de Conexión de la Planta Solar: Las conexiones entre terminales remotas periféricas instaladas en celdas de bahía y la unidad terminal central instalada en el edificio de control de la estación de procesamiento se realizarán con cables de fibra óptica.
- Línea de conexión de alta tensión: Cableado OPGW para la comunicación entre S/E de conexión de la planta solar y S/E Uyuni

Los cables de fibra óptica para los casos 1 y 2 deberán ser aptos para uso subterráneo, aun cuando sean tendidos en canalizaciones o regletas. En esta sección se definen las especificaciones generales; los requerimientos mínimos para cada caso se definen en las secciones correspondientes.

En la definición del recorrido se tomará en cuenta la fragilidad de la fibra óptica y el efecto de atenuación que produce el doblado. Se evitarán los quiebres bruscos y las curvaturas importantes, inclusive los desniveles, que puedan dañar y/o tensionar el material. La sismicidad y las vibraciones ambientales son un aspecto importante que se tomará en cuenta.

Los terminales o regletas de terminales que se empleen para la interconexión de cables de control o fuerza, o para la interconexión de elementos mediante conductores unifilares, deberán ser los indicados por el proyectista.

4.4.9 Tableros y Cajas

4.4.9.1 Tableros

El equipamiento de relés, interruptores, borneras, equipos electrónicos y otros se montará en tableros metálicos tipo "armario", es decir gabinetes cerrados en sus 6 lados, con puerta/s frontal y/o posterior.

El acceso de cables se hará por el piso, mediante conductos de acero galvanizado y flexible con chaqueta de PVC adecuados, que mantengan la condición de protección en el grado IP establecido.

4.4.9.2 Cajas de Conexión

Las uniones y derivaciones del cableado exteriores, así como los tomacorrientes se realizarán en cajas metálicas de acero galvanizado para uso intemperie.

Las dimensiones serán adecuadas para la función a cumplir, teniendo en cuenta la necesidad de mantener un cableado ordenado y accesible. Tendrán acceso inferior y los cables que llegan estarán mecánicamente protegidos.

Se conectarán a la malla de puesta a tierra respectiva y deberán contar con una barra de tierra interior para la conexión de blindajes, neutros y accesorios.

Además de los requisitos generales, las especificaciones detalladas para las cajas de conexión se encuentran en la sección correspondiente.

4.4.9.3 Grados De Protección

Si no se indica de otra manera, los grados de protección según Norma IEC 60144 y 60529 de todos tableros, cajas de conexión, gabinetes y equipos similares deberán tener los niveles mínimos siguientes:

- Para instalación en el interior de edificios: Grado de protección IP55
- Para instalación a la intemperie: Grado de protección IP65

4.4.9.4 Posibilidad de Ampliación

En cada tablero, caja y armario de control deberá disponerse de una o más regletas de terminales para cablear los elementos internos e interconectarlos con el exterior. Además, deberá dejarse un 10% de terminales de reserva y espacio para un 10% adicional.

4.4.10 Diseño General de Instalaciones de Control y Monitorización

El sistema de control eléctrico tiene la función de controlar y supervisar las instalaciones eléctricas del Proyecto. El sistema se divide básicamente en el sistema de monitorización de la instalación fotovoltaica y el sistema de control y SCADA de la subestación. Los requisitos mínimos para todas las funciones de control se definen en esta sección, mientras que otros requisitos especiales se definen en cada una de las secciones correspondientes.

Las instalaciones de control eléctrico deberán cumplir con lo establecido en estas Especificaciones Técnicas y con las recomendaciones vigentes de los códigos y normas técnicas emitidas por SEC, IEC, ANSI, IEEE, NEMA, UL, NFPA, ASTM y EIA.

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

- Redundancia: Se deberá incorporar, en los casos que corresponda, el uso de la redundancia tanto en el diseño de los circuitos como en el suministro de los equipos de control, a fin de resguardar al máximo la seguridad de las instalaciones e incrementar la confiabilidad de los sistemas de control.
- Eliminación de Perturbaciones: Se deberá evitar toda interferencia producida por acoplamiento galvánico, capacitivo o inductivo, que pueda afectar la seguridad de las instalaciones de control y de comunicaciones. Lo anterior deberá complementarse con el uso de cables apantallados. La cubierta metálica (pantalla) de los cables deberá conectarse a la malla de puesta a tierra en uno o en ambos extremos, según sea la justificación y recomendación del diseño.
- Barras de conexión a tierra: Todos los armarios de control estarán provistos de una barra de conexión a la malla de puesta a tierra. Estas barras estarán conectadas directamente a la malla de puesta a tierra correspondiente y deberán asegurar una conexión adecuada de todas las estructuras metálicas en que se monten los equipos y los cables de control. La sección mínima de la barra será de 100 mm².
- Aislación: Los circuitos de control deberán tener una aislación clase 600 V, corriente alterna y deberán resistir las pruebas de 2.000 V a 50 Hz durante un minuto.
- Placas de Identificación: Cada uno de los armarios y equipos de control deberá tener una etiqueta o placa escrita en español que lo defina en cuanto a su función y una nomenclatura que permita individualizarlo de acuerdo con los planos eléctricos. Una vez que esté definida la disposición de los equipos y se conozca su función, se entregará un catálogo en español con las leyendas de las etiquetas.
- Independencia de Circuitos de Control: Los circuitos de control se deberán independizar y proteger convenientemente para evitar que una falla o cortocircuito afecte a otro circuito. Cada uno de los circuitos de control estará protegido independientemente por interruptores automáticos de dos polos, de capacidades adecuadas de conducción y ruptura. Los interruptores automáticos deberán tener los valores de régimen nominal claramente indicados en un lugar visible.
- Cada interruptor automático estará provisto de contactos auxiliares para señalar la apertura, tanto por falla como por acción manual. En caso de que esto no sea posible, en el circuito protegido se deberá instalar un relé de tensión cero para dar la alarma de falta de tensión.
- Enchufes y calefacción armarios: Cada uno de los armarios estará equipado con un enchufe de 220 Vca, 50 Hz, 10 A de acuerdo a norma Boliviana, y un calefactor controlado por termostato. El circuito de enchufes y calefacción de cada armario deberá estar adecuadamente protegido por un interruptor automático, ubicado en el mismo armario.
- Alimentación permanente: El diseño de la alimentación a los equipos deberá ser tal que siempre sea posible la operación normal de los sistemas de protecciones y la apertura del o los interruptores de 230 kV, incluyendo todos los equipos intermedios que sean necesarios para asegurar la alimentación permanente (inversores y convertidores CA/CC

etc.), aunque dichos equipos no estén detallados expresamente. Uso de equipos de alimentación de tipo estático, basados en semiconductores, con reserva mínima de potencia de un 25% sobre el consumo máximo.

- Rango de Voltaje: Diseño de todos equipos de control para una operación dentro de los rangos de variación aceptables para las redes de servicios auxiliares de CC: -15% / + 10% y AC: Aprox. $\pm 10\%$.
- Terminales de prueba: Todos los circuitos secundarios de transformadores de medida asociados a las protecciones, al control y a las medidas, estarán provistos de terminales de prueba en lugares de fácil acceso. Estos terminales permitirán efectuar la calibración de instrumentos y relés de protección en el terreno, y realizar bloqueos en la acción de protecciones sin necesidad de abrir o cortocircuitar otras conexiones.
- Conexión a tierra de los enrollados secundarios: Los enrollados secundarios de los transformadores de medida se deberán conectar a tierra en un solo terminal y en un solo punto. Esta conexión se efectuará desde las regletas de terminales de los armarios de control a la barra de conexión a la malla de puesta a tierra que tienen estos armarios.
- Medidores de energía: El sistema de control deberá incorporar medidas de energía activa y reactiva para fines estadísticos y de facturación. Los medidores de energía deben tener puertas de datos y modem para permitir su interrogación remota a través de sistema telefónico.
- Previsiones para alarmas y señalizaciones: Se deberá considerar que todas las alarmas y eventos locales serán transmitidos hacia el control centralizado y remoto. Las señalizaciones de posición del equipo híbrido compacto y en general de todos aquellos equipos importantes, deberán ser informadas mediante estados dobles (un contacto abierto y un contacto cerrado). El resto de las señalizaciones se informarán como estado simple (un contacto).
- Bornes de alimentación: En la parte posterior de cada conjunto de armarios de control se deberán montar seis (6) bornes de alimentación: dos energizados desde el sistema de corriente continua en 110 Vcc y cuatro conectados al sistema de corriente alterna trifásico con neutro en 380/220 V 50 Hz. Desde estos bornes se obtendrá alimentación para los equipos de prueba y calibración que utilice el personal de mantenimiento. Estos bornes estarán alimentados a través de interruptores automáticos dispuestos en circuitos exclusivos para ellos. Deberán estar adecuadamente aislados y ubicados de manera que se eviten contactos accidentales con personas.

4.4.11 Canalizaciones Eléctricas

Esta sección hace referencia al cableado subterráneo en el área de la subestación. El uso de canalizaciones o ductos no se prevé para el cableado subterráneo de la planta FV, donde el uso de zanjas de cable es la solución más rentable y razonable.

El diseño del sistema completo de canalizaciones (canaletas, bandejas, escalerillas, ductos, cajas de derivación, etc.), se incluyen en el Proyecto.

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

Las canalizaciones y equipos en las áreas clasificadas serán de acuerdo a lo establecido en la norma NFPA N° 70, Art. 500 al 504 según corresponda.

4.4.11.1 Diseño General de Canalizaciones

En el diseño, las canalizaciones deberán incluir una reserva del 50%. Esta reserva, que debe quedar libre, estará destinada a satisfacer las necesidades de eventuales modificaciones o complementos posteriores a la recepción final de las obras.

En el diseño de las canalizaciones deberá mantenerse y considerarse como principio básico, la segregación de los sistemas, de modo que cualquier problema que afecte a un sistema no afecte al otro. Para cumplir con este objetivo y sin que pueda interpretarse como definición, deberá considerarse, por ejemplo, la utilización de canalizaciones y zonas de tendido independientes, la obturación con materiales adecuados de las pasadas de bandejas y escalerillas a través de muros, losas y hacia tableros, así como el ingreso por puntos diferentes a tableros cuando éstos tengan alimentación duplicada, etc.

Se aceptará el uso de ductos metálicos subterráneos, embutidos o pre-embutidos. Las canalizaciones a la vista sólo podrán utilizarse en lugares en que no existe riesgo de daño mecánico.

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

4.4.11.2 Canalizaciones en Canaletas

- **Materiales:** Las bandejas y escalerillas, como los componentes menores, es decir, pernos, golillas, etc., deberán ser metálicas de acero galvanizado en caliente.
- **Drenaje:** Las canaletas deberán construirse de tal manera que el fondo tenga una pendiente que permita escurrir el agua en caso que penetre al interior. En los puntos más bajos deberán considerarse drenajes.
- **Uso múltiple:** Se aceptará instalar una o más escalerillas o bandejas en el interior de las canaletas.
- **Derivación de cables desde las canaletas:** A través de cualquier sistema de canalización aprobado.
- **Anti-Oxidación:** En las instalaciones a la intemperie o en recintos de ambiente húmedo, se deberá asegurar la impermeabilidad adecuada al tipo de cables a usar y contar con protección conveniente contra la oxidación.
- **Canalizaciones en Canaletas Interiores:**

- Tapas: El sistema de canaletas llevará tapas de acero galvanizado en caliente que deberán disponer de dos asas que permitan su fácil retiro y reposición.
- Nivel: El diseño considerará que las canaletas con sus tapas no deberán sobresalir del nivel del terreno terminado.
- Material: El acabado exterior de la tapa deberá ser antideslizante, cuando se prevea su uso como camino para peatones.
- Canalizaciones en Canaletas Exteriores:
 - Tapas: El sistema de canaletas llevará tapas de hormigón que deberán disponer de dos asas que permitan su fácil retiro y reposición.
 - Nivel: El diseño considerará que las canaletas con sus tapas podrán sobresalir del nivel de la gravilla a no más de 15 cm.

4.4.11.3 Canalización en Ductos

Las canalizaciones en ductos pueden ser de los siguientes tipos:

- Ductos metálicos
- Ductos no metálicos rígidos, flexibles, especiales

Está prohibido el uso de ductos no metálicos en las siguientes condiciones:

- En lugares que presenten riesgos de incendio o explosión.
- Como soporte de aparatos y otros dispositivos.
- Donde estén expuestos a daños físicos severos.
- Donde la temperatura ambiente exceda la temperatura para la cual la tubería está aprobada.

Los requisitos mínimos para todos los canales de cables, si no se indica lo contrario en este documento, son los siguientes:

- Las características y número de fijaciones deberán asegurar la solidez y durabilidad de la instalación, aún en las condiciones más rigurosas estipuladas en estas bases de diseño.
- En los extremos de los ductos se instalarán tapas adecuadas que impidan la entrada de elementos extraños a las canalizaciones.
- En las entradas de los ductos a cajas u otros accesorios similares, se deberá colocar una boquilla o adaptador para proteger del roce a los conductores, a menos que el diseño de la entrada de la caja o el accesorio sea tal que proporcione dicha protección.
- Ductos Metálicos:
 - Se aceptará el uso de ductos metálicos subterráneos, embutidos, pre embutidos o a la vista.
 - En canalizaciones subterráneas al exterior, los ductos deberán quedar embebidos en hormigón clase A. Los bancos de ductos que crucen zonas de tránsito vehicular quedarán embebidos en hormigón clase C o clase D. Las clases de los hormigones están definidas en la Norma Boliviana.
 - Proveer cámaras adecuadas para este tipo de canalizaciones.

- No se aceptará que una misma canalización pueda emplearse para servicios de distinta naturaleza.
- Los diámetros de los ductos del Proyecto se ajustarán a dimensiones estándar y normalizadas con un diámetro mínimo de 1/2".
- Los ductos metálicos instalados a la vista deberán tener soportes a una distancia no superior a 1,5 m.
- La unión de ductos metálicos tipo conduit se hará con coplas con hilo recto NPSC (ANSI/ASME B.1.20.1).
- Ductos no Metálicos:
 - Se aceptará el uso de ductos de cloruro de polivinilo rígido de alto impacto.
 - Ductos Plásticos: Quedan expresamente excluidos ductos rígidos o flexibles de material combustible como PVC y otros, inclusive al interior de equipos principales. Serán aceptables los ductos de cloruro de polivinilo rígido de alto impacto, para uso eléctrico (PVC conduit), sólo en bancos de ductos al exterior, embutidos en el hormigón a modo de moldaje para pasadas en muros y losas y con un diámetro mínimo de 100 mm y como canales colectores de cables de control al interior de celdas metálicas.
 - Ductos Flexibles: El uso de los ductos flexibles será preferentemente para servir de unión entre una canalización en ducto rígido y equipos sometidos a vibraciones; también se aceptará en aquellos equipos que son de difícil acceso. El acoplamiento entre ductos flexibles y rígidos, cajas, etc., se deberá hacer mediante los accesorios normales, adecuados a cada caso.

4.4.11.4 Cámaras

Las cámaras se usarán en la subestación de conexión para facilitar el tendido y mantenimiento de las diversas canalizaciones subterráneas y permitir los empalmes de distintos tipos de ductos o bancos de ductos. El uso de cámaras no se prevé para el cableado subterráneo de la planta FV que se encuentra directamente en zanjas de cable.

- Ubicación: Aprox. cada 30 m y además en aquellos puntos en que la diferencia de niveles del terreno es apreciable, en cambios de trazado y cuando la disposición de equipos lo exija.
- Drenaje: Los ductos o bancos de ductos exteriores se instalarán con pendiente hacia las cámaras, evitando así la posible entrada de agua en las instalaciones principales. A su vez, las cámaras contarán con un sistema de drenaje, adecuado a las características del terreno.
- Protección: A los ductos que lleguen a las cámaras se les instalará boquillas adecuadas para proteger la aislación o cubierta de los cables.

4.4.11.5 Cajas de Derivación, Cajas de Aparatos y Accesorios

En las canalizaciones en tuberías se emplearán cajas como puntos de unión o derivación en aquellos lugares donde se ubicará aparatos y otros equipos similares, desde donde se tirarán los conductores para alambrear las tuberías.

- Toda unión, derivación o alimentación de artefactos, se deberá hacer en una caja. No se permitirá hacer derivaciones en cajas de aparatos.
- Las entradas de las tuberías o cables se harán a través de perforaciones que se dejarán durante el proceso de fabricación y la fijación de ellos se hará con contratuerca y boquilla. En el caso de tuberías de diámetro nominal inferior a 1 pulgada, la unión se podrá hacer mediante tuerca y contratuerca.
- La entrada directa de un cable a una caja o gabinete (sin ducto) se fijará y protegerá mediante una prensa estopa o dispositivo similar, adecuado al diámetro del cable.
- Las cajas usadas en lugares húmedos o mojados deberán ser de construcción adecuada para resistir las condiciones ambientales e impedir la entrada de humedad o líquido en su interior.
- Las cajas que se usen en lugares en que haya gran cantidad de polvo en suspensión deberán ser de construcción estanca al polvo.
- Las uniones de la canalización con este tipo de cajas a prueba de humedad, goteo, chorro de agua, salpicaduras o polvo deberán efectuarse de modo que el conjunto conserve sus características de estanquidad. Las cajas para instalar al nivel del piso deberán ser a prueba de polvo y humedad.
- Las cajas deberán estar rígidamente fijas a la superficie sobre la cual son montadas o deberán estar firmemente sujetas o fijas al hormigón o la albañilería si son embutidas.
- A través de una caja común se podrá pasar los conductores que forman distintos alimentadores.
- La cantidad de conductores que podrán ir dentro de una caja se fijará en función del volumen requerido por un conductor para su fácil manipulación y correcto funcionamiento.
- Cuando se necesite pasar conductores a través de una tapa, deberá protegerse la pasada con una boquilla o pasa cable adecuada para dicho uso.

4.4.11.6 Sellado de Pasadas de Cables

Las pasadas de cables por escotillas, aberturas en muros, paredes, tabiques, losas, etc., deberán ser selladas después de terminar el tendido de los cables, con un material resistente al fuego y adecuado, para un fácil retiro en caso de modificaciones necesarias.

4.4.11.7 Sistema de bandejas y escalerillas

Sistemas de bandejas y escalerillas se aplicarán en los siguientes casos:

- En los edificios de subestaciones para focalizar cableado de alimentación y cableado de control, en cuanto necesario (aplicación interior)
- Como conductor para el cableado de los string CC no soterrados, sujeto detrás de las Estructuras de Soporte de la Planta Fotovoltaica, para el caso de que el propio sistema no tenga una solución de conductos de cable integrada (aplicación exterior)

Los sistemas de bandejas y escalerillas deberán resistir las solicitaciones producidas por el peso propio, el peso de eventuales elementos adosados y el peso de los cables a canalizar, incluido el 10 % de reserva, actuando simultáneamente con un sismo con aceleraciones equivalentes especificadas. Asimismo, cada tramo entre apoyos deberá resistir el peso propio y el peso de los cables, incluido el 20 % de reserva.

Para aplicaciones interiores bajo el techo, la altura mínima de los sistemas deberá ser 2,20 m.

4.4.12 Iluminación

4.4.12.1 Sistema de Alumbrado

El diseño de la iluminación deberá procurar la operación económica de las instalaciones. Para ello se evaluarán el costo inicial, el costo de mantenimiento y de reposición de los elementos desgastables y el consumo de energía. En la elección de las lámparas y otros elementos desgastables deberá tenerse presente que sean de fácil adquisición en Bolivia.

La ingeniería, el diseño, suministro y montaje del sistema de alumbrado de la subestación, se regirá ateniéndose a estas especificaciones y a las Normas Bolivianas vigentes.

Las listas de materiales deberán ser detalladas para definir perfecta e inequívocamente marca, tipo y origen de los equipos y materiales previstos emplear en el Proyecto.

4.4.12.2 Luminarias exteriores

Iluminación es diseñada para alumbrar recintos abiertos, tales como patios y caminos.

- Luminarias para el alumbrado exterior serán tipo intemperie, herméticamente sellada, con refractor de vidrio templado y lámpara de los siguientes tipos:
 - Lámpara de LED (preferido)
 - Lámpara de alta densidad de descarga HPS
- Deberá asegurar una temperatura aceptable en su interior estando ésta permanentemente en servicio y con la mayor potencia que le corresponda. El equipo reactor tiene que estar incorporado a la carcasa de la luminaria.

- Alimentación de las luminarias: Mediante cables flexibles con chaqueta resistente a la intemperie y muy especialmente a la luz solar y rayos UV. En caso de ser necesario, se incluirán prensa estopas adecuadas para sellar la entrada de los cables.
- Cuerpo principal de la luminaria: Fabricado en aluminio inyectado con terminación en pintura de poliéster en polvo de aplicación electrostática, con una tapa de fácil apertura que permitirá su inspección y mantenimiento.
- Las empaquetaduras: De neopreno o material de características iguales o superiores.
- Piezas reflectoras: De aluminio anodizado brillante del tipo parabólico, que garantice mantener las características de iluminación de las luminarias.
- Piezas móviles: Piezas del cierre y para la fijación de la luminaria serán de material resistente a la corrosión (acero inoxidable).
- Portalámparas: Aseguramiento de un buen contacto eléctrico y será a prueba de vibraciones, con certificación norma VDE o EN, o UL.
- Conductores interiores: Tendrán aislación resistente a la temperatura de trabajo. Una regleta de terminales interior permitirá alimentar la luminaria.
- La luminaria y el equipo reactor (en cuanto aplicable) estarán provistos de pernos de latón para conexión de puesta a tierra.
- El equipo reactor deberá ser electrónico con certificación UL o IEC
- Postes: Adecuado para soportar, con sus respectivas luminarias instaladas, esfuerzos provocados por vientos de 120 km/hora. Además, no deberán adquirir oscilaciones apreciables con vientos de 80 km/hora. Los postes y sus correspondientes elementos de anclaje serán de acero galvanizado en caliente.

Para efectuar las conexiones de alimentación a la luminaria, los pedestales consultarán una regleta de terminales adecuada para conectar cables con una medida que puede variar entre 14 AWG a 8 AWG. Esta regleta de terminales estará instalada en una caja sellada, ubicada en el pedestal, a 100 cm del suelo.

4.4.12.3 Luminarias Interiores

Iluminación diseñada para alumbrar recintos cubiertos y cerrados por todo el perímetro exceptuando puertas, túneles y escotillas normalmente cerrados.

El factor de uniformidad en interiores deberá ser igual o mayor que 0,3.

El sistema de iluminación interior deberá diseñarse de tal manera que se eviten los siguientes efectos:

- Deslumbramiento.
- Efecto estroboscópico.
- Formación de sombras pronunciadas.
- Ruido molesto producido por los balastos.
- Parpadeo.
- Interferencia electromagnética sobre equipos electrónicos.

4.4.12.4 Concepto y Niveles Lumínicos de la S/E

Según lo recomendado en las bases técnicas, los niveles lumínicos mínimos deben ser:

RECINTO A ILUMINAR	PARTICULARIDAD	ILUMINANCIA [LUX]
Subestación, Exteriores:		
Pacios de Alta Tensión	En los exteriores de los edificios	10
	En las aéreas de circulación	50
	En patios de almacenamiento	100
	En las almacenes / bodegas	150
Calles y caminos		10
Subestación, Interiores:		
Salas (Control, ...)	Iluminación general (superficie horizontal)	300
	Iluminación localizada para celdas de control y de maniobra (superficie vertical)	10

Los valores de iluminancia en interiores se deberán medir en el plano de trabajo, es decir, horizontalmente a 0,85 m de altura sobre el suelo. Los valores de iluminación en exteriores se deberán medir en:

- Patios: En plano vertical a 0.8 m de altura.
- Caminos: En plano horizontal a 30 cm sobre el nivel del suelo en el eje de calzada.

4.4.12.4.1 Iluminación de la Planta FV

La planta fotovoltaica cubre un área grande y por lo tanto una iluminación de toda la zona no es una solución rentable. Además, se debe evitar el sombreado de los módulos por los postes de las lámparas. Con el fin de crear un nivel mínimo de iluminación de los caminos internos, cada uno de los centros de transformación tendrá un poste de luz luminaria dual con una altura mínima de 6 m, con las lámparas dirigidas al norte y al sur. Debe estar situado en el lado norte de cada estación, bien conectado a la estación o a una distancia de 3 a 5 m. La fuente de alimentación se deriva de la estación transformadora respectiva. Cada lámpara debe tener una intensidad mínima de 12.000 lm.

La figura siguiente muestra a modo de ejemplo un poste típico para esta aplicación.

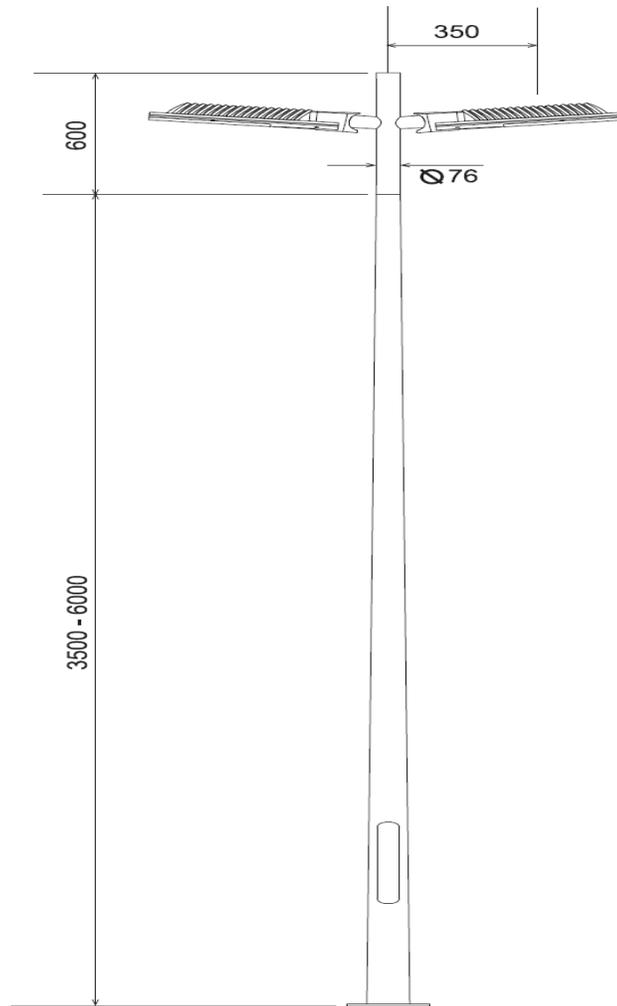


Figura 14: Ejemplo de Iluminación de la Planta FV

4.4.12.5 Iluminación de emergencia

El concepto de Iluminación de emergencia será el siguiente:

- Planta Solar: Iluminación de emergencia fluorescente en todos los centros de transformación.
- Subestación de Conexión: Las instalaciones dentro de la sala de control o casa de servicios generales, deberán contar con iluminación de emergencia para lograr una iluminación de un 10% de la iluminación normal con un mínimo de 25 lux. El 30% del total de las luminarias deberán ser asignados al alumbrado de emergencia.

4.4.12.6 Circuitos

Los circuitos de alimentación de alumbrado deberán tener protección contra sobrecarga, contra cortocircuitos y protección diferencial.

Cada circuito se deberá dimensionar con una reserva de 30% para cubrir eventuales ampliaciones futuras.

Las redes de alimentación se deberán dimensionar de modo que la corriente de cortocircuito en las barras de los tableros de distribución no exceda 10 kA.

Los consumos monofásicos deberán distribuirse uniformemente entre las tres fases del sistema de servicios auxiliares de C.A.

La iluminación de emergencia deberá ser alimentada en forma normal desde las redes de servicios auxiliares de corriente alterna. Los equipos deberán ser del mismo tipo que los equipos de la iluminación general. En caso de una falla de los servicios auxiliares de corriente alterna, el alumbrado de emergencia deberá conmutarse automáticamente a una red alimentada por inversores respaldados por baterías y, una vez restituidos los SS/AA, se volverán a conectar a la fuente normal.

4.4.13 Sistemas de Seguridad

4.4.13.1 Seguridad Industrial

Los siguientes aspectos se tomarán en cuenta al diseñar cada una de las instalaciones:

- Los equipos estarán diseñados y provistos de dispositivos acordes que garanticen un servicio seguro.
- Las partes móviles o energizadas a nivel accesible serán inaccesibles.
- Las formas de los equipos serán apropiadas de modo de evitar la presencia, a la altura de hombre, de partes peligrosas para el personal (por ejemplo aristas afiladas)
- Cualquier maniobra que se realice localmente, ya sea manual o automática, sólo podrá efectuarse cuando haya sido bloqueado el mando remoto.
- Se posibilitará el bloqueo de los desconectores en posiciones de "abierto" y "cerrado", mediante candado u otra cerradura.
- Los equipos con aislante interno líquido o gaseoso tendrán dispositivos de alivio de presión.
- Los cables de acometidas exteriores estarán protegidos mecánicamente.
- Los cables serán del tipo libre de hidrógenos, para garantizar la mínima propagación de las llamas y gases tóxicos.
- Donde existan zonas de riesgo singulares, se señalará de forma adecuada advirtiendo la naturaleza del riesgo (p.e. Prohibición de paso con equipos de determinada altura o de acceso bajo condiciones de instalación energizada).

4.4.13.2 Prevención Contra Incendios

Como criterios y medidas adoptadas para alcanzar la seguridad contra incendios se tomara en cuenta:

- La posibilidad de propagación del incendio a otras partes de la instalación.
- La posibilidad de propagación del incendio al exterior de la instalación, en lo que respecta a daños a terceros o a otros servicios y procesos.
- La naturaleza y resistencia al fuego de la estructura soporte de edificios y de sus cubiertas.
- La disponibilidad y eficacia de los medios públicos de lucha contra incendios.

En el Proyecto se recogerán los criterios y medidas adoptadas para alcanzar la seguridad contra incendios exigidas por las reglamentaciones correspondientes.

4.4.13.2.1 Planta Fotovoltaica

Para la planta fotovoltaica se incluirán las siguientes medidas:

- Fosa de recolección de aceite para los transformadores de potencia, con la capacidad suficiente para contener todo el aceite del transformador evitando toda pérdida del mismo hacia el exterior. En estas fosas o recipientes se dispondrán cortafuegos tales como lecho de piedra partida, sifones, etc.
- Uso de cableado resistente a la humedad y el calor, retardante a las llamas, de material libre de halógeno de modo que garanticen la no propagación de llamas y gases tóxicos
- Cableado CC resistentes a los rayos UV en caso de montaje exterior y una colocación del cableado evitando daños mecánicos, aumentando la vida útil del cableado y evitando arcos eléctricos
- Evitación de materiales de montaje combustibles (madero, plástico inflamable, etc.)
- Accesos adecuados permitiendo a los bomberos el acceso a las estaciones de transformación
- Seccionadores adecuados para facilitar a los bomberos la separación eléctrica de sistemas parciales (véase sección "Sistema de Protecciones" abajo).
- Inclusión de los bomberos locales en el proceso de puesta en servicio para explicar los específicos de la energía fotovoltaica y de la Planta

4.4.13.2.2 Subestación

Para la subestación elevadora de la planta fotovoltaica se incluirán las siguientes medidas:

- Fosa de recolección de aceite para los transformadores de potencia, con la capacidad suficiente para contener todo el aceite del transformador evitando toda pérdida del mismo hacia el exterior. En estas fosas o recipientes se dispondrán cortafuegos tales como lecho de piedra partida, sifones, etc.
- Uso de cableado resistente a la humedad y el calor, retardante a las llamas, de material libre de halógeno de modo que garanticen la no propagación de llamas y gases tóxicos

- Sistemas de detección y extinción fijos para las salas eléctricas, transformadores o aparatos con dieléctrico inflamable o combustible para cualquier temperatura de combustión.
- En salas eléctricas de la subestación de conexión se deberá prever la instalación de paneles con detectores y alarmas de humo y calor.
- Sellado donde los cables penetren en las paredes o en los techos que lleven a la sala de control.
- Cortafuegos en el trayecto de bandejas de cables.

4.5 Estudios de Diseño

4.5.1 Planta FV

El diseño final para la construcción elaborado por el Contratista incluirá:

- Módulos fotovoltaicos
- Inversores
- Transformadores
- Celdas de media tensión
- Casetas de transformación
- Cajas de conexión
- Cableado CC string y principales
- Cableado CA media tensión
- Sistemas de protección
- Sistema de monitorización
- Sistemas auxiliares, como sistema SS/AA, C.C. y C.A.

Se deberán considerar como mínimo los siguientes aspectos:

- Planos civiles
- Especificaciones de los equipos. Características técnicas de equipos (Circuitos, hojas de datos etc.).
- Diagramas Unifilares
- Diagramas de cableado
- Especificaciones de fabricación
- Instrucciones de montaje
- Listas de equipos
- Listas de cables
- Lista de placas de identificación
- Planos de conexionado de cada una de las caja
- Diagramas de tendido de cables
- Hoja de cálculo de cables
- Etiquetado de cables, Protecciones
- Sistema de monitorización

- Ups ,baterías
- Sistemas Auxiliares

Además, el contratista es responsable de realizar todos los replanteados necesarios de los estudios para los siguientes aspectos:

- Levantamientos topográficos, estudios para evitar posibles inundaciones.
- Estudios e Investigaciones geotécnicas del suelo.
- Estudio y Análisis estático de la estructura de soporte ofrecida, que demuestre la estabilidad estática para las condiciones ambientales, como ser: viento, nieve, estabilidad del terreno, etc. Ensayos previos en sitio para la definición del tipo de estructura soporte de módulos.

4.5.2 Conexión a la Red

El diseño final para la construcción elaborado por el Contratista incluirá:

- Transformador de alta tensión
- Bahía de alta tensión
- Celdas de media tensión
- Sistemas de protección
- Sistema de Control
- Sistemas auxiliares, como sistema SS/AA, C.C. y C.A.
- Edificios
- Línea de conexión AT

Se deberán considerar como mínimo los siguientes aspectos:

- Planos civiles
- Especificaciones de los equipos. Características técnicas de equipos (Circuitos, hojas de datos etc.).
- Diagramas Unifilares
- Diagramas de alambrado, si aplica
- Especificaciones de fabricación
- Instrucciones de montaje
- Listas de equipos
- Listas de cables
- Lista de placas de identificación

Además, el contratista es responsable de realizar todos los estudios necesarios para garantizar el cumplimiento de los requisitos de integración en la red de la planta de energía fotovoltaica para los componentes elegidos, que podría incluir los siguientes análisis: flujo de carga, cortocircuito, transitorios de conmutación, de irrupción del transformador, estabilidad transitoria y rendimiento dinámico, sobrepotencia transitoria, análisis armónicos, fluctuaciones de voltaje, el parpadeo de tensión ("flicker"), condiciones de desequilibrio en la red y corrección de factor

de potencia, según sea requerido por las estándares locales, especialmente las normas operativas N° 11 y N° 30. En este contexto, el Contratista es responsable de la realización de los siguientes estudios eléctricos:

- Flujos de carga: Los valores determinados en estos estudios permiten: verificar que no existan sobrecargas en ningún circuito perteneciente al sistema, y determinar las tensiones en las barras principales. Base: Norma de Técnica de Seguridad y Servicio del CNDC (Comité Nacional de Despacho de Carga).
- Cortocircuito: Los valores determinados en los estudios mencionados permitirán verificar que la capacidad de corte requerida de los interruptores de alta tensión es muy superior a las magnitudes de cortocircuito que eventualmente se generarían en la Planta.
- Coordinación de Aislación: La coordinación de la aislación será determinada siguiendo lo establecido por la norma IEC 60071–2. Los valores de las tensiones a ser soportadas por el equipamiento están dados en la norma IEC 60071-1. Clase I para las tensiones menores de 245 kV. Dichos valores no se fijarán aisladamente, sino en coordinación con los criterios adoptados en el punto de conexión a la red del Sistema Interconectado Central, como la aislación de las líneas, la protección contra sobretensiones y la confiabilidad requerida al sistema.
- Distancias Eléctricas: Verificación distancias mínimas y de seguridad.
- Compatibilidad electromagnética: La compatibilidad electromagnética se analizará en cada etapa del proyecto, para definir el entorno electromagnético y fijar las medidas de control. Se analizarán las fuentes de las interferencias potenciales y los caminos de acoplamiento.
- Aislación: La aislación de la subestación deberá ser determinada mediante un estudio de las solicitaciones a que estará sometida durante su servicio y de las condiciones meteorológicas y ambientales de la zona donde esté ubicada (nivel de contaminación para la zona según la norma IEC60815: nivel IV). Las solicitaciones eléctricas a las que puede estar sometida la aislación de los conductores aéreos son las siguientes:
 - Sobretensión de origen interno (transitorios por maniobras y por frecuencia industrial).
 - Sobretensión de origen externo (descarga atmosférica).
 - Solicitaciones producidas en condiciones de servicio normal (contaminación)

4.6 Logística y Transporte

Todos los equipos, materiales e insumos necesarios para la construcción de la planta solar fotovoltaica se transportarán al sitio, por tanto, todos los gastos de transporte, envío, seguros, descarguío y almacenaje se incluirán en los costos para cada componente/equipo; excepto los costos de nacionalización de los equipos y materiales importados, que serán cubiertos por el Contratante. El Contratista es plenamente responsable del concepto logístico y el transporte de todos los componentes necesarios. El concepto de logística incluye las gestiones de despacho

de aduana de las mercancías importadas, bajo la modalidad DAP, entrega en sitio de obra, incluyendo seguros, descarguío y almacenaje en obra.

El objetivo es un transporte seguro al sitio, teniendo en cuenta las condiciones logísticas de la ruta al sitio.

El concepto de logística y transporte deberán cumplir los siguientes requisitos mínimos:

- Los equipos serán embalados como una unidad completa o fraccionada de acuerdo con la experiencia del fabricante, adecuado a las condiciones de transporte marítimo y terrestre.
- Las piezas sueltas deberán envasarse en bolsas plásticas selladas con un desecante adecuado para absorber la humedad.
- El conjunto de estas piezas serán embalado en cajas de madera, cerradas debidamente acojinadas con material amortiguador.
- Cada bulto deberá identificarse adecuadamente con el nombre del comprador, número de orden de compra y número del bulto. En el caso de cajones cerrados, se incluirá dentro de ellos una copia de la lista de empaque.
- Para el diseño del concepto de transporte, el Oferente deberá tener en cuenta la capacidad de carga y los parámetros técnicos de los caminos de acceso, existentes y nuevos.

La siguiente tabla muestra los requisitos y la información que se deben proporcionar en relación con el transporte y el concepto de logística.

Concepto de Logística y Transporte		
A	Información general	
	n.a.	
B	Parámetros técnicos	
B.1	Número de contenedores previsto	Determinar número
B.2	Número de camiones previsto	Determinar
B.3	Numero de transportes especiales	Determinar número, incl. cargas y dimensiones
B.4	Rutas de transporte	Determinar rutas
C	Normas & Pruebas	
	n.a.	
D	Documentación requerida	
D.1	Concepto de Logística y Transporte	Describir/Adjuntar
D.2	Concepto de Almacenamiento en Sitio de Construcción	Describir/Adjuntar (incl. dibujos)

Tabla 5: Requisitos Mínimos del Concepto de Logística

4.7 Planta FV – Principales Componentes

4.7.1 Generalidades

Todos los componentes seleccionados deben ser adecuados para los fines para los que se utilizan, deberán adaptarse a las condiciones del lugar, y ser probados de acuerdo con los estándares y normas nacionales e internacionales aplicables. En esta sección se incluirán las siguientes categorías:

- Módulos solares
- Inversores
- Transformadores media tensión
- Celdas de media tensión
- Contenedores de inversores y transformadores
- Estructuras de soporte
- Cableado y cajas de conexión (cableado CC de los strings, cableado CC principal, cajas de conexión, cableado AC media tensión)
- Sistema de monitorización (monitorización Planta FV, medición condiciones ambientales)
- Sistema de seguridad y vigilancia

4.7.2 Estructuras de Soporte

El sistema de montaje tiene que soportar los impactos estáticos y ambientales del sitio, evitando al mismo tiempo emplear grandes cantidades de material o costos elevados. El Contratista es responsable de la realización de los estudios necesarios sobre el terreno, incluyendo las pruebas de hincado requeridas, para determinar el tipo de estructura y sistema de anclaje al terreno. Todos los componentes estructurales se diseñarán para soportar un mínimo de veinticinco (25) años de vida.

Debido a las condiciones ambientales en el sitio, incluyendo el entorno químicamente agresivo debido a la proximidad del salar, los materiales de la estructura serán Aluminio, acero inoxidable o acero galvanizado adecuado para la categoría medio ambiente C4.

Se dará especial atención a la prevención de la corrosión con respecto al duro ambiente en general y en particular en los puntos de conexión entre metales diferentes (corrosión bimetalica) como el aluminio y el acero. Además, se prefieren los pernos de bloqueo o antirrobo.

El diseño preliminar considerado para elaborar este documento contempla y está basado en las siguientes consideraciones:

- Módulos en eje longitudinal: 18
- Módulos en eje transversal: 4

Sin embargo, son posibles otros diseños que optimicen la instalación, que deben ser analizados y planteados por la ingeniería de detalle.

Los requisitos mínimos detallados para el sistema de montaje se describen en la siguiente tabla.

Estructuras de Soporte		
A	Información general	
A.1	Selección Fabricante	Determinar fabricante
A.2	Selección Tipo	Determinar tipo
A.3	País de Origen	Determinar origen
A.4	Tipo de sistema	Sistema fijo sin partes móviles
A.5	Orientación de los módulos	Vertical / horizontal
A.6	Ángulo de inclinación	20° ± 5°
A.7	Módulos en el eje transversal	máximo 6
A.8	Módulos en el eje longitudinal	máximo 15
A.9	Número de estructuras de soporte en la Planta	Determinar número
B	Parámetros técnicos	
B.1	Longitud sin separación de las estructuras de soporte	máximo 30 m
B.2	Distancia entre (mesas) (dirección este-oeste)	mínimo 0,2 m
B.3	Distancia entre filas	mínimo 2,5 m
B.4	Altura del canto inferior de los módulos	mínimo 0,8 m
B.5	Altura máxima	máximo 3,0 m
B.6	Material de la estructura de soporte	Aluminio o acero inoxidable
B.7	Protección anticorrosiva de la estructura de soporte	mínimo C4
B.8	Material de las piezas pequeñas (tornillos, etc.)	Acero Inoxidable
B.9	Protección anticorrosiva de la estructura de soporte	mínimo C4
B.10	Tipo de cimentación	Perfiles hincados / Cimentación de hormigón/ Otros
B.11	Material de la cimentación	Tipo de hormigón / Acero galvanizado en caliente/ Acero inoxidable
B.12	Protección anticorrosiva de la cimentación	Describir
B.13	Número filas de perfiles de soporte por fila	1-2
B.14	Distancia entre perfiles de soporte por fila	Determinar
B.15	Tipo de placa de montaje (si existe)	Determinar
B.16	Material de la placa de montaje	Acero galvanizado en caliente /acero inoxidable
B.17	Protección anticorrosiva de la placa de montaje	Mínimo C4
B.18	Tipo de ensamblaje de módulos	Sistema "click" / Abrazaderas de módulos / Marcos
B.19	Distancia entre módulos horizontal y vertical	0,005-0,01 m
B.20	Tipo de certificaciones disponibles	Describir
B.21	Tipo de cierre o protección antirrobo (si existe)	Describir
B.22	Tipo de organización de los cables	Describir

B.23	Tipo de perfiles	Determinar tipo de perfil (por ejemplo tipo "Sigma")
B.24	Espesor mínimo de las partes principales	A especificar
B.25	Espesor mínimo de los perfiles hincados	A especificar
C	Normas y Pruebas	
C.1	Estándares usados para los cálculos estructurales (p.ej. Eurocódigo)	Describir
D	Documentación requerida	
D.1	Dibujos técnicos del sistema de soporte	Adjuntar dibujos
D.2	Montaje de los módulos de conformidad con el fabricante de los módulos	Adjuntar conformidad del fabricante de módulos
D.3	Cálculos estructurales verificables	Adjuntar cálculos
D.4	Método de construcción disponible	Adjuntar manual

Tabla 6: Requisitos Mínimos de la Estructura de Soporte

4.7.3 Módulos Fotovoltaicos

Los módulos son el componente más valioso de una planta de energía fotovoltaica. Por lo tanto, es esencial que cumplan los requisitos mínimos en términos de tiempo de vida útil bajo las condiciones del sitio y la eficiencia.

Los módulos de la planta solar deberán cumplir los siguientes requisitos mínimos:

Módulos Fotovoltaicos		
A	Información general	
A.1	Selección Fabricante	Determinar fabricante
A.2	Selección Tipo	Determinar tipo
A.3	País de Origen	Determinar origen
A.4	Número de módulos en la Planta	Determinar número de módulos
A.5	Tipo de Células	Poli cristalino; mono cristalino
A.6	Tamaño de las células	5 o 6" (125x125 mm / 156x156mm)
A.7	Número de células	60-72
A.8	Material de enmarcado	Aleación de aluminio anodizado
B	Parámetros técnicos	
B.1	Capacidad nominal STC	mínimo 250 Wp
B.2	Capacidad nominal NOCT	mínimo 180 Wp
B.3	Tolerancia a la potencia nominal	>+0 W (sólo se admiten tolerancias positivas)
B.4	Eficiencia del módulo	>15%
B.5	Max. nivel de voltaje del sistema	mínimo 1000 V
B.6	Coeficiente de temperatura (Pmax)	mínimo -0,45% / C
B.7	Temperatura nominal de operación de la célula	45°C ± 3°C
B.8	Rango de temperaturas de operación	de -40°C a 80°C
B.9	Número de diodos de paso	mínimo 3

B.10	Grosor del cristal	mínimo 3,2 mm
B.11	Material de la parte posterior	Cristal / EVA
B.12	Grado de protección IP de la caja de conexiones	mínimo IP 65
B.13	Tipo de conector	MC4, Suclix o similar
B.14	Grado de protección IP de los conectores	mínimo IP65
B.15	Longitud de los cables de conexión	mínimo 0,9 m
B.16	Sección nominal de los cables de conexión	mínimo 4,0 mm ²
C Normas, Pruebas		
C.1	Probado según la norma IEC 61215 (módulos cristalinos)	Requerido
C.2	Probado según la norma IEC 61740 -1, -2	Requerido
C.3	Probado según la norma IEC 61701 (corrosión de sal)	Nivel "Severity Level 5" o más alto
C.4	Probado según la norma IEC 60068 (tormenta de arena)	Requerido
C.5	Degradación inducida por potencial (PID) IEC 62804	Requerido
C.6	Reciclaje de los módulos	PV cycle o similar
C.7	Disponibilidad de los números de serie y listas flash	Declarar que estarán disponibles antes del envío de módulos
C.8	Vida útil	Mínimo 25 años
C.9	Centro de producción del fabricante	al menos 200 MWp para el mismo tipo de módulo y al menos 4 años fabricándose
C.10	Garantía de funcionamiento	Superior al 90% en los primeros 10 años y mínimo 80% en 25 años
C.11	Garantía de fabricación	Min. 10 años
C.12	Garantía de rendimiento	3% a 5% adicional sobre la potencia nominal contratada
D Documentación requerida		
D.1	Ficha técnica	Adjuntar ficha técnica
D.2	Referencias del fabricante	min. 2 proyectos > 20 MWp en los últimos dos años
D.3	Referencias del Oferente con el tipo de módulo ofrecido	Adjuntar
D.4	Prueba de cumplimiento de las normas arriba mencionadas	Adjuntar certificado de instituto de ensayos correspondiente
D.5	Declaración y Pruebas del fabricante para las condiciones ambientales	Declarar que es adecuado para las condiciones ambientales del Sitio

Tabla 7: Características principales del Módulo Solar Fotovoltaico

4.7.4 Inversores

El diseño de la planta se basa en subestaciones combinadas que incluyen inversores, transformadores, aparata de media tensión y partes del sistema de monitorización.

Teniendo en cuenta la situación meteorológica y las condiciones de transporte, se sugiere que se monten previamente estas estaciones, y que el fabricante verifique su ubicación y la disposición de los componentes y, si fuese necesario, la adapte de acuerdo con las condiciones del sitio.

En la siguiente descripción de inversores, transformadores, aparamenta de MT y la caseta que alberga los mismos, se considera los componentes como un conjunto. Variaciones en el diseño serán permitidas si se explica y prueba en detalle la idoneidad de los componentes por separado y su caseta.

La capacidad nominal de un inversor depende de la temperatura y la altitud. Para temperaturas ambientales altas (superiores a los 40°C, por ejemplo, según el modelo y el fabricante) y sitios a una altitud sobre el nivel del mar superior a los 1.000 m, la capacidad del inversor se reduce, por lo que la capacidad nominal no es aplicable. En el caso particular de la zona del Proyecto, la altitud de 3.700 es un factor crítico que debe ser tomado en cuenta en el diseño de la Planta: Para compensar la reducción de la capacidad nominal, el inversor debe estar sobredimensionado en relación con el generador fotovoltaico. El factor exacto depende del tipo del inversor. Dadas las condiciones anteriormente descritas y la consecuente reducción de la capacidad nominal del inversor, el factor de dimensionamiento para la Planta deberá situarse en el rango del 90-100%. La aprobación del diseño por parte del fabricante del inversor es un requisito para los documentos de la oferta.

Los inversores de la planta solar deberán cumplir como mínimo los siguientes requisitos básicos.

Inversores		
A	Información general	
A.1	Selección Fabricante	Determinar fabricante
A.2	Selección Tipo	Determinar tipo
A.3	País de Origen	Determinar origen
A.4	Número de Inversores	Determinar número
A.5	Tipo de Inversores	Inversor central
A.6	Peso de una unidad	Proporcionar dato
A.7	Grado de protección IP	Mínimo IP54
A.8	Tipo de refrigeración	Describir el enfriamiento del inversor en las condiciones del sitio (ej. Alturas superiores a 3.000m)
A.9	Cimentación necesaria	Describir las características de la cimentación
A.10	Tipo de instalación	Describir
A.11	Necesidad de grúa	Especificar el tipo de grúa, en caso de que sea necesaria
A.12	Concepto del servicio y mantenimiento	Describir
A.13	Consumo en Stand-by	Proporcionar dato
A.14	Apagado nocturno	sí / no

A.15	Rango de temperatura ambiente de funcionamiento entre	-25°C / +45°C
A.16	Temperatura de operación del MPP tracker	-20°C / +40°C
A.17	Temperatura de reducción de potencia	Proporcionar dato
A.18	Nivel de ruido	Proporcionar dato
B	Especificaciones Técnicas (lado CA)	
B.1	Capacidad nominal (altura < 1.000 m, 25°C)	Mín. 500 kVA
B.2	Capacidad nominal (altura 3.000-4.000 m, 50°C)	Mín. 500 kVA
B.3	Número de fases	3
B.4	Frecuencia de la red	50 Hz
B.5	Rendimientos MPPT estático nominal	mínimo 97,5%
B.6	Rendimientos dinámico EUR	mínimo 97%
B.7	Rendimientos dinámico CEC	mínimo 97%
B.8	Tensión nominal CA	Proporcionar dato
B.9	Rango nominal de tensión en CA	Proporcionar dato
B.10	Corriente máxima de salida	Proporcionar dato
B.11	Frecuencia mínima	Proporcionar dato
B.12	Frecuencia máxima	Proporcionar dato
B.13	Tipo de conexión mecánica de CA	Proporcionar dato
B.14	Clase de Protección	Clase 1
	Especificaciones Técnicas Estabilización de la Red	
B.15	Función "Low voltage ride-through (LVRT)"	Requerido
B.16	Protección antiisla	Requerido
B.17	Tiempo de re-conexión	Proporcionar dato
B.18	Máximo total de distorsión armónica	máximo 3%
B.19	Factor de potencia nominal	1
B.20	Rango de potencia reactiva	0.8 capacitivo a 0.8 inductivo (ajustable)
	Especificaciones Técnicas (lado CC)	
B.21	Número de MPP-tracker por unidad	Proporcionar dato
B.22	Número máximo de entradas CC por MPP-Tracker	Proporcionar dato
B.23	Límite de tensión CC (altura nominal de 1.000 m, 25°C)	Mínimo 1.000 V
B.24	Corriente de entrada máxima en CC (altura nominal de 1.000 m, 25°C)	Proporcionar dato de acuerdo con lo planificado
B.25	Valores numéricos de tensión mínimos y máximos en MPPT	Proporcionar dato
B.26	Capacidad nominal de CC	Mínimo 500 kWp
B.27	tipo de conector CC	MC4, Sunclix o similar (igual que el conector del módulo)
B.28	Puesta a tierra de la entrada CC	Proporcionar dato
B.29	Protección anti rayos/ de sobretensión de entrada en CC	Requerido
B.30	Detección de fallos de String	Requerido

B.31	Tipo de unidad de desconexión en CC	Definir
	Comprobar el diseño de módulos-inversor para las condiciones del sitio	
B.32	Voc String @ STC	Proporcionar dato
B.33	Voc String @-25°C	Proporcionar dato
B.34	Max. Tensión en CC de entrada (a 3,800 m de altitud)	inferior al valor de Voc String @-25°C
B.35	Vmpp String @ STC	Proporcionar dato
B.36	Tensión mínima del MPP del inversor (en la altitud de 3,800m)	Al menos 5% por debajo del valor de Vmpp de String
B.37	Corriente total Isc del generador conectada al inversor	Proporcionar dato
B.38	Máximo de corriente de entrada del inversor	> Isc total (valor anterior)
B.39	Capacidad nominal de CC (a 3,800 m de altitud)	Proporcionar dato
B.40	Proporción: Potencia del generador en STC / potencia nominal CC a 3,800 m de altitud	Máximo 1,2
B.41	Voltaje máx. de entrada en CC (a 3,800 m de altitud)	Mínimo 900 V
C	Normas y Pruebas	
C.1	Conformidad con los estándares eléctricos nacionales, en concreto: N.O. 11; N.O. 17; N.O. 30	Requerido
C.2	Garantía disponible	mín. 5 años
C.3	Posibilidad de extensión de la garantía	Requerido
C.4	Safety of power converters for use in photovoltaic power systems (IEC 62109)	Requerido
C.5	Equipos electrónicos para emplear en instalaciones de potencia (IEC 62103)	Requerido
D	Documentación requerida	
D.1	Ficha técnica	Adjuntar
D.2	Declaración y Pruebas del fabricante para las condiciones ambientales	Adjuntar declaración y pruebas del fabricante.
D.3	Referencias del fabricante	Al menos 5 proyectos > 20 MWp en los últimos 2 años
D.4	Referencia del Oferente con el tipo de inversor ofertado	Al menos 2 proyectos > 10MWp en los últimos 2 años
D.5	Prueba de cumplimiento de las normas arriba mencionadas	Adjuntar certificado de instituto de ensayos correspondiente

Tabla 8: Características principales del Inversor

4.7.5 Transformadores Media Tensión

Los transformadores de potencia de media tensión elevan la tensión de salida del inversor hasta el nivel de 24,9 kV. Los transformadores deberán cumplir como mínimo con los siguientes requisitos.

Transformadores de Media Tensión

A	Información general	
A.1	Selección Fabricante	Determinar fabricante
A.2	Selección Tipo	Determinar tipo
A.3	País de Origen	Determinar origen
A.4	Tipo de Transformadores	KNAN o ONAN
A.5	Nº de fases	sólo 3 fases
A.6	Peso total	Proporcionar dato
A.7	Peso del líquido refrigerante (p. ej. aceite)	Proporcionar dato
A.8	Tipo de líquido refrigerante	Aceite
A.9	Temperatura ambiente estándar de operación	50°C
B	Especificaciones técnicas	
B.1	Capacidad nominal por unidad (estándar)	Mínimo 1000 kVA
B.2	Potencia nominal por entrada en BT (potencia nominal del inversor)	Mínimo 1000 kVA
B.3	Tensión nominal alta	24,9 kVA
B.4	Tensión nominal baja	Proporcionar (en concordancia con la tensión CA del inversor)
B.5	Corriente nominal (baja tensión)	Proporcionar dato
B.6	Tensión Máxima	35 kV
B.7	Frecuencia	50 Hz
B.8	Tensión de impedancia (75°C)	5 - 8,5 %
B.9	Grado de aislamiento	LI 170 AC 70 / LI - AC 10
B.10	Pérdidas en vacío (a tensión nominal)	< 0,2%
B.11	Pérdidas de cortocircuito (a temperatura 75°C)	< 1,5%
B.12	Nº de posiciones de toma y niveles cambiadores de tomas	-5.0% / -2.5% / 0% / +2.5% / +5%
B.13	Tipo de tomas (bajo carga /sin carga)	Describir
B.14	Vector Group	Dy (especificar grupo completo)
B.15	Boquillas de alta tensión	Describir
B.16	Boquillas de baja tensión	Describir
B.17	Mínimas funciones de protección del transformador	Presión del fluido, nivel, temperatura de alerta y temperatura de apertura
B.18	Revestimiento	Mínimo C3
	Especificaciones técnicas de Protección	
B.20	Transformador de protección de sobrecalentamiento (incl. parada de emergencia)	Requerido
B.21	Parte BT: Fusibles / interruptores de circuito	Requerido
B.22	Protección de sobre corriente en el lado MT	Requerido
B.23	Protección de sobrecarga térmica en el lado MT	Requerido
B.24	Circuito de protección de fallo de interruptor	Requerido
B.25	Interruptores de puesta a tierra de potencia	Requerido
B.26	Disyuntor o fusible	Requerido
C	Normas & Pruebas	

C.1	Diseño de acuerdo con la norma IEC 60076	Requerido
C.2	Capacidad de soportar cortocircuito de > 3 segundos según IEC 60076-5	Requerido
C.3	Diseño acuerdo con las normas nacionales	Requerido
C.4	Características especiales	Describir
C.5	Tipo de grúa necesaria para la instalación	Determinar
C.6	Descripción breve del transporte (o referencia a los documentos de la licitación)	Describir
C.7	Declaración y Pruebas del fabricante para las condiciones ambientales del sitio	Adjuntar declaración y pruebas del fabricante
D	Documentación requerida	
D.1	Ficha técnica	Adjuntar
D.2	Prueba de cumplimiento de las normas mencionadas arriba	Adjuntar certificado de instituto de ensayos correspondiente

Tabla 9: Características principales del Transformador MT

4.7.6 Celdas de Media Tensión

Las celdas de media tensión deberán cumplir como mínimo con los siguientes requisitos:

Celdas de Media Tensión (RMU)		
A	Información general	
A.1	Selección Fabricante	Determinar fabricante
A.2	Selección Tipo	Determinar tipo
A.4	Número	Determinar origen
B	Especificaciones Técnicas	
B.1	Tipo de Aislamiento	Celdas compactas de aislamiento en gas (SF6)
B.2	Temperatura ambiente	Mínimo 50°C
B.3	Tensión nominal	24,9 kV
B.4	Nivel máximo de tensión	36 kV
B.5	Capacidad nominal	Proporcionar dato
B.6	Tensión nominal soportada de impulso tipo rayo	170 kV
B.7	Tensión soportada asignada de corta duración a frecuencia industrial	70 kV
B.8	Valor de cresta de la corriente admisible asignada	50 kV
B.9	Corriente nominal de cierre en cortocircuito	50 kV
B.10	Grado de protección IP	mínimo PI 54
B.11	Tipo de Instalación	Interior
C	Normas y Pruebas	
C.1	Diseñado según la norma IEC 62271-200	Requerido
C.2	Diseñado según las normas nacionales	Requerido
C.3	Interruptores automáticos diseñados según la norma	Requerido

	IEC 62271-100	
C.4	Apararmenta de alta tensión y control diseñados según IEC 62271 - 1, ICE62271-102, ICE62271-103 e IEC 62271-106	Requerido
C.5	Transformadores de medida diseñados según la norma IEC 61869 a 1, IEC 61.869-2, IEC 61869-3 y IEC 61869 - 4	Requerido
C.6	Fusibles diseñados según la norma IEC 60282 a 1	Requerido
C.7	Características especiales (si las hay)	Describir
C.8	Tipo de grúa necesaria para la instalación	Determinar
C.9	Breve descripción del transporte (o referencia en documentos de la licitación)	Describir
C.10	Declaración y Pruebas del fabricante para las condiciones ambientales del sitio	Adjuntar declaración y pruebas del fabricante
D	Documentación requerida	
D.1	Ficha técnica	Adjuntar
D.2	Prueba de cumplimiento de las normas mencionadas arriba	Adjuntar certificado de instituto de ensayos equivalente

Tabla 10: Características principales de las Celdas MT

4.7.7 Casetas de Equipo Eléctrico

Los inversores, transformadores de potencia, celdas de media tensión, contadores y demás apararmenta asociada serán alojados en casetas adecuadas.

- Contenedor metálico o de hormigón prefabricado
- Serán diseñadas y construidas de acuerdo con los requisitos de los fabricantes, teniendo en cuenta las especificaciones de carga particulares y los requisitos de protección.
- Dispondrán de suelo técnico, sistema de ventilación, elementos de seguridad, sistema de iluminación e instalación de baja tensión.
- Se dividirán en tres habitáculos:
 - Habitáculo de baja tensión, para albergar el inversor y otra apararmenta de baja tensión, etc.
 - Habitáculo del transformador de potencia.
 - Habitáculo de las celdas de media tensión.
- Serán suficientemente grandes como para permitir estar a un mínimo de 3 personas dentro, para la ejecución de cualquiera de los servicios de O&M, así como mantener las distancias de seguridad entre los strings de los inversores y la subdistribución de baja tensión pensión (de acuerdo con las especificaciones de fábrica).

Las casetas deben cumplir los siguientes requisitos mínimos.

Casetas de Equipo Eléctrico		
A	Información general	
A.1	Selección Fabricante	Determinar fabricante
A.2	Selección Tipo	Determinar tipo
A.3	País de Origen	Determinar origen
A.4	Número	Determinar
B	Especificaciones Técnicas	
B.1	Tipo de caseta	Contenedor de acero, hormigón pre-fabricado o similar
B.2	Material de las casetas	Especificar
B.3	Protección anticorrosiva	C4 o equivalente
B.4	Longitud	Proporcionar dato
B.5	Ancho	Proporcionar dato
B.6	Alto	Proporcionar dato
B.7	Peso (con todos los equipos)	Proporcionar dato
B.8	Grado de protección IP	mínimo IP54
B.9	Tipo de cimentación requerida	Determinar
B.10	Diseño de refrigeración	Describir
B.11	Tipo de instalación	Describir
B.12	Bandeja de aceite	Describir
B.13	Componentes pre-ensamblados	Describir
B.14	Acceso	Determinar tipo de acceso
B.15	Tensión nominal del suministro eléctrico	Proporcionar dato
B.16	Declaración y prueba del fabricante para las condiciones ambientales del sitio	Adjuntar declaración y pruebas del fabricante
B.17	Malla de puesta a tierra según con las Normas IEEE Std 80-2000 y IEEE Std 81-1983	Requerido
B.18	Forma de conexión de la malla de puesta a tierra	Soldadas
C	Normas & Pruebas	
	n.a.	
D	Documentación requerida	
D.1	Ficha técnica	Adjuntar
D.2	Prueba de cumplimiento de las normas arriba mencionadas	Adjuntar certificado de instituto de ensayos correspondiente
D.3	Descripción del transporte	Describir

Tabla 11: Características principales de las Casetas de Equipo Eléctrico

4.7.8 Cableado Interno de Baja y Media Tensión

El diseño y la ingeniería de todo el sistema de cableado se ha realizado teniendo en cuenta los siguientes parámetros:

- Condiciones locales
- Factores de pérdida de los especificados a continuación

- Corriente continua máxima (“ampacidad”)
- Adecuación de llevar la corriente potencial de falla, para determinar por el dispositivo de protección

El diseño de la Planta Fotovoltaica está basado en dos niveles de agrupación de la electricidad generada por los módulos solares:

- Conexiones CC de los String
- Conexiones CC Principales
- Conexiones CA de Media Tensión

Los componentes mencionados se describen en las secciones siguientes, incluyendo especificaciones principales y el diseño elegido para de la Planta.

4.7.8.1 Cableado CC String

Los cables deberán cumplir los siguientes requisitos mínimos.

	Cableado CC - String	Proporcionar datos para cada tipo de cable de CC utilizado
A	Información general	
A.1	Selección Fabricante	Determinar fabricante
A.2	Selección Tipo	Determinar tipo
A.3	País de Origen	Determinar origen
A.4	Longitud total	Determinar
B	Especificaciones Técnicas	
B.1	Tipo de Cableado CC	PV1-F o similar
B.2	Medio conductor	Cobre de alta conductividad
B.3	Material de aislamiento	XLPE o equivalente
B.4	Material de cubierta	PE o equivalente
B.5	Material blindaje	Definir
B.6	Medio conductor	cobre-estaño, clase 5 según IEC 60228
B.7	Sección nominal del cable de CC	Proporcionar dato
B.8	Temperatura máxima de operación del conductor	120°C
B.9	Temperatura ambiente	-40°C - +80°C
B.10	Resistencia UV y Ozono de todos los componentes de CC	Requerido
B.11	Conductor sin halógenos según IEC 60754-1	Requerido
B.12	Resistencia a llama según IEC 60332-1	Requerido
B.13	Tensión nominal U0/U	mínimo 0,6 / 1,0 kV
B.14	Tensión máxima en CC	mínimo 1,8 kV
B.15	Tensión de prueba	mínimo 6,5 kV
C	Normas & Pruebas	
C.1	Prueba de inflamabilidad según IEC 60332-1	Requerido

C.2	Probado según TÜV 2 Pfg 1169/08.2007 o similar	Requerido
C.3	Certificación de los cables de CC	Requerido
C.4	Máxima caída de tensión permitida	por debajo del 1%
C.5	Tipo de instalación (zanja para cables, bandeja de cables etc)	Describir
D	Documentación requerida	
D.1	Ficha técnica	Adjuntar
D.2	Prueba de cumplimiento de las normas arriba mencionadas	Adjuntar certificado de instituto de ensayos correspondiente
D.3	Plano de cableado	Adjuntar
D.4	Cálculos de caída de tensión	Adjuntar cálculos

Tabla 12: Características de Cableado CC String

4.7.8.2 Cableado CC Principal

Los cables deberán cumplir los siguientes requisitos mínimos.

	Cableado CC - Cableado Principal	Proporcionar datos para cada tipo de cable de CC utilizado
A	Información general	
A.1	Selección Fabricante	Determinar fabricante
A.2	Selección Tipo	Determinar tipo
A.3	País de Origen	Determinar origen
A.4	Longitud total	Determinar
B	Especificaciones Técnicas	
B.1	Tipo de Cableado CC	PV1-F o similar
B.2	Medio conductor	Cobre de alta conductividad o aluminio
B.3	Material de aislamiento	XLPE o equivalente
B.4	Material de cubierta	PE o equivalente
B.5	Material blindaje	Definir
B.6	Medio conductor	cobre-estaño, clase 5 según IEC 60228
B.7	Sección nominal del cable de CC	Proporcionar dato
B.8	Temperatura máxima de operación del conductor	120°C
B.9	Temperatura ambiente	-40°C - +80°C
B.10	Resistencia a UV y Ozono de todos los componentes de CC	Requerido
B.11	Conductor sin halógenos según IEC 60754-1	Requerido
B.12	Resistencia a llama según IEC 60332-1	Requerido
B.13	Tensión nominal U ₀ /U	mínimo 0,6/1,0 kV
B.14	Tensión máxima en CC	mínimo 1,8 kV
B.15	Tensión de prueba	mínimo 6,5 kV
C	Normas y Pruebas	
C.1	Prueba de inflamabilidad según IEC 60332-1	Requerido

C.2	Probado por TÜV 2 Pfg 1169/08.2007 o similar	Requerido
C.3	Certificación de los cables de CC	Requerido
C.4	Máxima caída de tensión considerada	por debajo del 1%
C.5	Tipo de instalación (zanja para cables, bandeja de cables, etc.)	Describir
D	Documentación requerida	
D.1	Ficha técnica	Adjuntar
D.2	Prueba de cumplimiento de las normas arriba mencionadas	Adjuntar certificado de instituto de ensayos correspondiente
D.3	Plano de cableado	Adjuntar
D.4	Cálculos de caída de tensión	Adjuntar cálculos

Tabla 13: Características principales de Cableado CC

4.7.8.3 Cajas de Conexión CC

Las cajas de conexión deberán cumplir los siguientes requisitos mínimos.

	Cajas de Conexión CC	Proporcionar datos para cada tipo de cable de CC utilizado
A	Información general	
A.1	Selección Fabricante	Determinar fabricante
A.2	Selección Tipo	Determinar tipo
A.3	País de Origen	Determinar origen
A.4	Número de cajas de conexión CC	Determinar
A.5	Tipo de Caja de Conexión CC	Definir
A.6	Largo	Proporcionar dato
A.7	Ancho	Proporcionar dato
A.8	Alto	Proporcionar dato
A.9	Peso	Proporcionar dato
A.10	Tipo de instalación	Describir
A.11	Temperatura ambiente	-40°C - +50°C
A.12	Declaración y Pruebas del fabricante para las condiciones ambientales	Adjuntar
A.13	Grado de protección IP	mínimo IP54
B	Parámetros técnicos - Entrada CC	
B.1	Tensión Nominal	Mínimo 1.000V
B.2	Tensión Nominal @ a la altura del sitio	Mínimo 850V
B.3	Número de Strings por entrada	Determinar
B.4	Intensidad Nominal por entrada	Mínimo 16 A
B.5	Strings por entrada	Máximo 2
B.6	Tipo de conexión para cables de CC	Describir
B.7	Tipo de descargador de sobretensión	Tipo 2
B.8	Monitorización del descargador de sobretensiones	Requerido

B.9	Incluir monitorización del string	Requerido
B.10	Descripción de la monitorización	Describir
	Parámetros técnicos - Salida CC	
B.11	Tensión Nominal	Proporcionar dato
B.12	Tensión Nominal @ a la altitud del sitio	Proporcionar dato
B.13	Interruptor de corriente de CC	Proporcionar dato
B.14	Interruptor de tensión de CC	Proporcionar dato
B.15	Tipo de conexión para cables principales de CC	Definir
B.16	Número de salidas de CC empleadas/máximo	Determinar
B.17	Tipo de descargador de sobretensión	Tipo 2
B.18	Monitorización del descargador de sobretensiones	Requerido
C	Comprobar el diseño de los módulos/inversor	
C.1	Voc String @ -25 °C < Tensión nominal @ a la altitud del sitio	Requerido
C.2	Isc String STC x Strings por caja de conexión en CC < Corriente nominal por entrada	Requerido
D	Documentación requerida	
D.1	Ficha técnica	Adjuntar
D.2	Prueba de cumplimiento de las normas arriba mencionadas	Adjuntar certificado de instituto de ensayos correspondiente

Tabla 14: Características principales de Cajas de Conexión CC

4.7.8.4 Cableado Media Tensión

La energía producida por la planta fotovoltaica será evacuada a través de líneas subterráneas de media tensión, conectadas con la subestación de alta tensión. Los cables deberán cumplir los siguientes requisitos mínimos.

	Cableado Media Tensión	Proporcionar datos para cada tipo de cable de CC utilizado
A	Información general	
A.1	Selección Fabricante	Determinar fabricante
A.2	Selección Tipo	Determinar tipo
A.3	País de Origen	Determinar origen
A.4	Longitud total	Determinar
A.5	Número e identificación de conductores	Determinar
B	Especificaciones Técnicas	
B.1	Medio conductor	Cobre de alta conductividad o aluminio
B.2	Material de aislamiento	XLPE o equivalente
B.3	Material de cubierta	PE o equivalente
B.4	Material blindaje	Definir
B.5	Conductores por cable	1
B.6	Tensión nominal	19 / 30 kV

B.7	Tensión máxima	36 kV
B.8	Tensión probada	mínimo 63 kV
B.9	Capacidad de intensidad de acuerdo a IEC 60287	Definir
B.10	Máxima temperatura de funcionamiento del conductor	mínimo 90°C
B.11	Temperatura ambiente	-30°C - 60°C
B.12	Tipo de conectores considerando la altitud del sitio (insulación del aire limitada)	Definir tipo, por ejemplo: plug-in de extremos sellados
C	Normas y Pruebas	
C.1	Prueba de inflamabilidad según IEC-60332-1	Requerido
C.2	Certificación de los cables de CA	Adjuntar
C.3	Caída de tensión máxima permitida	< 1%
C.4	Tipo de Instalación (zanjas de cableado, bandejas de cableado)	Subterráneo, soterrado
C.5	Diseño según la norma IEC 60502 o NFC 33-226	Requerido
C.6	Diseño según las normas eléctricas nacionales	Requerido
C.7	Probado según la norma internacional, p. ej. IEC 60502	Requerido, Definir Norma empleada
C.8	Puesta en servicio basada en una prueba de alta tensión con éxito	Requerido
D	Documentación requerida	
D.1	Ficha técnica	Adjuntar
D.2	Prueba de cumplimiento de las normas arriba mencionadas	Adjuntar certificado de instituto de ensayos correspondiente
D.3	Plano de cableado	Adjuntar
D.4	Cálculo de la caída de tensión	Adjuntar cálculos

Tabla 15: Características principales de Cableado CA Media Tensión

4.7.8.5 Cableado de Comunicación

Todos los cables de comunicación deben cumplir con los requisitos del sistema de monitorización/SCADA, así como con los del inversor.

Cable de Fibra Óptica

Con el fin de conectar las varias estaciones de transformación con el edificio principal de control, se utilizarán cables subterráneos de fibra óptica ("OFC"). Serán colocados en la zanja de cableado de media tensión, que se dirige al edificio de control. No habrá interferencias entre las señales ópticas con los cables de potencia.

- Tipo: Multi mode
- Número mínimo de fibras: 12
- La construcción del cable óptico no permitirá la penetración de agua o humedad en el mismo. Deberá estar relleno con un compuesto adecuado para el bloqueo del agua.
- Adecuado para tendido subterráneo

El sistema OFC requiere el uso de interruptores ópticos en cada una de las unidades de inversor/transformador. Estas unidades deben cumplir con las normas aplicables, y ser adecuadas para la disposición del cableado y las distancias del sistema. Su instalación se hará de tal manera que puedan ser fácilmente intercambiados en caso de daños.

Cables de Control

Para la comunicación entre los inversores y las cajas de conexión, se utilizarán cables de control regulares. Para el diseño de ambos sistemas de cableado, se ha elegido un sistema de acuerdo con los requisitos del proveedor del sistema de monitorización. El diseño se basa en los datos mostrados en la siguiente tabla.

- Tipo de cable: A definir por el fabricante del sistema de monitorización
- Puesta a tierra: blindaje conectado a tierra
- Colocación: Separado de los cables de alimentación
- Tipo: Cat 5 o Cat 7Adecuado para tendido subterráneo

4.7.9 Sistemas de Protección

4.7.9.1 Protección contra Sobrecorrientes

El concepto de protección se basa en la selectividad escalonada de los dispositivos, debiendo coordinarse los dispositivos de protección "aguas arriba" y "aguas abajo". Se utilizarán los siguientes tipos de dispositivos:

Se utilizarán los siguientes tipos de dispositivos:

- Corrientes DC: El uso de fusibles. Fusibles de CC deben tener la capacidad de ruptura de CC y deben ser del tipo de fusible "gPV" según IEC 60269-6. El poder de corte debe ser mayor o igual a la corriente de fallo esperado según se define en IEC 60269-6.
- Corrientes AC: El uso de fusibles o interruptores automáticos, MCBs (disyuntores) o MCCBs (disyuntores caja moldeada) deberá ser de acuerdo a la disposición detallada para la construcción propuesta por el contratista EPC, de acuerdo con el equipo provisto para la Planta.

Protección contra Sobrecorrientes		
A	Información general	
A.1	Selección Fabricante(s)	Determinar fabricante
A.2	Selección Tipo(s)	Determinar tipo
A.3	País(es) de Origen	Determinar origen
B	Parámetros técnicos	
B.1	CC Caja de Conexión / Strings CC: Fusibles	Determinar
B.2	CC Caja de Conexión / Strings CC: Interruptores	Determinar
B.3	S/E de Transformación / Entrada CC: Fusibles	Determinar

B.4	S/E de Transformación / Entrada CC: Interruptores bajo carga CC	Determinar
B.5	S/E de Transformación: MCB	Determinar
B.6	S/E de Transformación: Ground fault & insulation monitoring	Determinar y confirmar con el Fabricante
B.7	S/E de Transformación / CA Media Tensión, Celda Transformador: Fusible MT	Determinar y confirmar con el Fabricante
B.8	S/E de Transformación / CA Media Tensión, Celda Transformador: Interruptor bajo carga media tensión	Determinar y confirmar con el Fabricante
C	Normas & Pruebas	
	n.a.	
D	Documentación requerida	
D.1	Ficha técnica	Adjuntar
D.2	Concepto de Protección	Adjuntar (incl. dibujo o referencia a dibujo)

Tabla 16: Características principales de la Protección de Sobre corrientes Planta FV

4.7.9.2 Protección contra Sobretensiones

La protección contra sobretensiones y descargas atmosféricas debe ser instalada en la parte de CC de las estaciones del inversor y en las cajas de conexiones.

Para el diseño de la planta, se prevén los siguientes descargadores de corriente de rayo y sobretensiones para ser instalados en las cajas de conexión de los strings y en las cajas de conexión CC de los inversores.

Protección contra Sobretensiones		
A	Información general	
A.1	Selección Fabricante(s)	Determinar fabricante
A.2	Selección Tipo(s)	Determinar tipo
A.3	País(es) de Origen	Determinar origen
B	Parámetros técnicos	
B.1	Descargadores sistema de potencia en los subestaciones de transformadores e inversores	Pararrayos actuales (SPD Combinación Tipo I y Tipo II). Corriente pico, tensión pico limitada, tiempos a determinar por el EPC
B.2	Descargadores sistema de Control en los subestaciones de transformadores e inversores	Disipadores de sobretensión (SPD Tipo II) picos de tensión limitada. Tensión pico limitada, tiempos a determinar por el EPC
B.3	Descargadores sistema de potencia en las cajas de combinación CC	Pararrayos actuales (SPD Combinación Tipo I y Tipo II). Corriente pico, tensión pico limitando, tiempos a determinar por

		el EPC
B.4	Descargadores sistema de Control en las cajas de combinación CC	Disipadores de sobretensión (SPD Tipo II) picos de tensión limitada. Tensión pico limitada, tiempos a determinar por el EPC
C	Normas y Pruebas	
	n.a.	
D	Documentación requerida	
D.1	Hojas de datos	Adjuntar
D.2	Concepto Protección	Adjuntar (incl. dibujo o referencia a dibujo)

Tabla 17: Características principales de la Protección de Sobretensiones Planta FV

4.7.10 Sistema de Control y Monitorización

4.7.10.1 Sistema de Monitorización

Sistema de Monitorización, que permitirá monitorizar de manera remota la Planta Fotovoltaica, con el fin de conocer los parámetros de funcionamiento de los diferentes equipos instalados en la Planta Fotovoltaica y controlar parámetros de producción económicos clave. Varios parámetros tales como la tensión, la corriente y la potencia en la parte de CA como de CC serán monitoreados. Además de datos eléctricos, se utilizan para analizar el rendimiento de la instalación solar algunos parámetros ambientales como la temperatura y la irradiación. El sistema de monitorización debe cumplir los siguientes requisitos mínimos.

	Sistema de Monitorización	
A	Información general	
A.1	Selección del Fabricante	Determinar fabricante
A.2	Selección del Tipo	Determinar tipo
A.3	País de Origen	Determinar origen
A.4	Tipo de data logger	Describir
A.5	Número data loggers	Determinar
A.6	Tipo de instalación	Describir
A.7	Grado de Protección IP	Determinar
A.8	Tensión de alimentación	Determinar
A.9	Consumo de energía por unidad	Determinar
A.10	Número de Strings por cada punto de medición	Determinar
A.11	Diseño de comunicación disponible	Requerido
A.12	Intervalo de datos para las funciones de recopilación de datos	Proporcionar dato

A.13	Acceso remoto	Requerido
B	Información medida	
B.1	Potencia activa, potencia reactiva	Requerido
B.2	Tensión y frecuencia al nivel de las barras de media tensión	Requerido
B.3	Posición de interruptores y seccionadores	Requerido
B.4	Posición de los conmutadores bajo carga de los transformadores con regulación, en cuanto aplicable	Requerido
B.5	Voltaje DC de Strings / Intervalo	Requerido
B.6	Intensidad en CC de Strings / Intervalo	Requerido
B.7	Tensión en CC por inversor de entrada / Intervalo	Requerido
B.8	Intensidad en CC por inversor de entrada / Intervalo	Requerido
B.9	Estado de los fusibles CC	Requerido
B.10	Modulos MPP	Requerido
B.11	Tensión de salida del inversor por fase / Intervalo	Requerido
B.12	Intensidad de salida del inversor por fase / Intervalo	Requerido
B.13	Frecuencia de red / Intervalo	Requerido
B.14	cos phi / Intervalo	Requerido
B.15	Tiempo de inactividad de la red / Intervalo	Requerido
B.16	La potencia de salida del inversor / Intervalo	Requerido
B.17	La energía producida por el inversor / Intervalo	Requerido
B.18	Advertencias y errores de Inversores	Requerido
B.19	Emergencia fuera a nivel inversor	Requerido
B.20	Disponibilidad inversor / Intervalo	Requerido
B.21	Temperatura del inversor / Intervalo	Requerido
B.22	Parámetros eléctricos de transformadores / Intervalo	Requerido
	Funciones de Control	
B.23	Regulación del factor de tensión y / o del poder dinámico de la planta solar en el punto de interconexión	Requerido
B.24	Arranque y parada (incluso en las situaciones de emergencia)	Requerido
B.25	Reducción de la potencia en niveles definidos por el centro de carga	Requerido
B.26	Control de la energía reactiva	Requerido
	Parámetros de Rendimiento	
B.27	Cálculo de PR a nivel diario, mensual y anual sobre la base de los datos del medidor principal y datos piranómetro referencia	Requerido
B.28	Control automático de relación de generación de energía del inversor con el fin de detectar posibles errores	Requerido
B.29	Cálculo de la disponibilidad de la disponibilidad media	Requerido

	del inversor durante la irradiación > 50 Wp / m ² según el piranómetro de referencia	
B.30	Cálculo de la energía estimada se considera sobre la base de los datos del piranómetro de referencia y el promedio de PR de acuerdo con la PPA	Requerido
Parámetros de Comunicación		
B.31	Estándar de Comunicación	RS485 o similar
B.32	Almacenamiento de datos de servicio	Describir
C Normas & Pruebas		
	n.a.	
D Documentación requerida		
D.1	Hoja de Datos	Adjuntar
D.2	Prueba de cumplimiento de las normas arriba mencionadas	Adjuntar certificado de instituto de ensayos correspondiente
D.3	Plano de cableado	Adjuntar

Tabla 18: Características principales del Sistema de Monitorización de la Planta FV

4.7.10.2 Estaciones meteorológicas

Se requieren estaciones meteorológicas para determinar los parámetros ambientales clave con el fin de analizar el rendimiento del sistema de energía solar fotovoltaica. Debido a que la generación de energía de un sistema solar depende de varias condiciones ambientales, tales como el nivel de irradiación y de temperatura, una evaluación de la ejecución del sistema solar tendrá que basarse en datos ambientales reales medidos.

Se instalarán 2 estaciones meteorológicas con capacidad para medir las siguientes variables. Las medidas de las estaciones meteorológicas estarán integradas en el sistema de monitorización.

	Estaciones meteorológicas	
A Información general		
A.1	Selección Fabricante	Determinar fabricante
A.2	Selección Tipo	Determinar tipo
A.3	País de Origen	Determinar origen
A.4	Tensión de alimentación	Proporcionar dato
A.5	Compatible con el sistema de monitorización	Requerido
A.6	Estándar de Comunicación	Mismo que el sistema de monitorización
A.7	intervalo de medición	Máx. 1 minuto
A.8	Grado de Protección IP de todos los componentes meteorológicos	Mín. IP65
B Datos medidos		
B.1	Cantidad y tipo de Piranómetros	Determinar
B.2	Piranómetro de acuerdo con la norma ISO 9060	Requerido

B.3	Resolución de Piranómetro	< 1 W/m ²
B.4	Rango GHI de Piranómetro	0 - 2700 W/m ²
B.5	Tipo de estación meteorológica	Determinar
B.6	Cantidad y tipo de sensor de temperatura ambiente	Determinar
B.7	Rango del sensor de temperatura ambiente	-30 °C /+50 °C
B.8	Precisión de los sensores de temperatura	±0.5 °C
B.9	Cantidad y tipo de sensores de temperatura del módulo	Determinar
B.10	Sensor del rango de temperaturas de los módulos	-20 °C/ +80 °C
B.11	Precisión del sensor de temperatura de los módulos	Máx. +/- 1°
B.12	Cantidad y tipo de medidores de la humedad	Determinar
B.13	Rango de medidas de la humedad	0 - 100%
B.14	Precisión de la medición de la humedad	+/- 2%
B.15	Cantidad y tipo de medida de presión de aire	Determinar
B.16	Rango de medición de la presión del aire	300 -1,200 hPa
B.17	Precisión de la medición de la presión del aire	+/- 1,5 hPa
	Velocidad del viento (a 10 metros de altura)	m/s
	Especificación de Contadores	
B.18	Ubicación	Salida CA de cada inversor
B.19	Tipo	Medición directa
B.20	Clase	0.5S o superior (incluyendo TCs y TTs)
C	Normas y Pruebas	
	n.a.	
D	Documentación requerida	
D.1	Ficha técnica	Adjuntar

Tabla 19: Características principales de la Estación Meteorológica

4.7.11 Sistema de Seguridad y Vigilancia

Adicionalmente al vallado perimetral (descrito en la sección correspondiente), se instalará un sistema de seguridad y vigilancia en la Planta Fotovoltaica, que dispondrá una combinación de cámaras de seguridad de alta resolución con un sistema de protección perimetral basándose a una las siguientes opciones:

- Barreras de infrarrojos
- Sistema perimetral con cable microfónico
- Iluminación perimetral

La idea básica del sistema es permitir en primer lugar detectar un acceso no autorizado y en segundo lugar registrar los detalles del proceso a través de las cámaras.

El sistema de protección perimetral instalado debe detectar cualquier intrusión de una persona no autorizada que intente acceder a la instalación fotovoltaica y generar una alarma.

Al mismo tiempo, el sistema debe ser capaz de detectar y filtrar las falsas alarmas causadas, por ejemplo, por animales o fenómenos meteorológicos, y que deben ser reducidas al mínimo.

El protocolo de vigilancia en el lugar debe permitir que el personal sobre el acceso directo a la página de control del sistema de seguridad perimetral. La vigilancia en el lugar se debe conectar a las alarmas o intento de intrusión. Asimismo, la vigilancia en el lugar deberá controlar el acceso de la instalación fotovoltaica, así como las personas autorizadas que acceden a la planta fotovoltaica.

La siguiente tabla muestra los requisitos e informaciones que deberán proporcionarse con respecto al Concepto de Vigilancia.

Concepto de Vigilancia		
A	Información general	
A.1	Fabricante de Camaras	Determinar fabricante
A.2	Tipo de Camaras	Describir tipo
A.3	Número de Camaras	Determinar número
A.4	Fabricante del sistema de protección perimetral	Determinar fabricante
A.5	Tipo del sistema de protección perimetral	Describir tipo
A.6	Número de dispositivos del sistema de protección perimetral	Determinar número
B	Parámetros técnicos	
B.1	Ángulo de visibilidad de las cámaras	Proporcionar dato
B.2	Resolución of Camaras	Proporcionar dato
B.3	Distancia máxima por dispositivo del sistema de protección perimetral	Proporcionar dato
C	Normas y Pruebas	
	n.a.	
D	Documentación requerida	
D.1	Ficha técnica	Adjuntar
D.2	Concepto de Vigilancia, incluyendo las ubicaciones de los equipos arriba descritos	Adjuntar (incluyendo dibujos)

Tabla 20: Requisitos mínimos del sistema de vigilancia

4.8 Conexión a la Red: Subestaciones

4.8.1 Concepto General

Las siguientes secciones describen los principales componentes de la conexión a la red de la Planta Solar:

- La subestación S/E PARQUE FOTOVOLTAICO, se diseñará usando equipos de manio-bra de alta tensión (AT) convencionales dispuestos según esquema barra simple, co-nectados de forma aérea a través de conductores ACAR.

- Las líneas aéreas de AT rematarán en un marco de línea, estructura enrejada de acero galvanizado, que servirá para la transición de la llegada de las líneas con los equipos de la subestación.
- Anclados al terreno, mediante estructura enrejada de acero galvanizado, se instalarán los pararrayos, desconectores, interruptores y los equipos de medida de alta tensión.
- Los anclajes de los equipos de maniobra de patio y los marcos de línea deben ser diseñados para soportar los requerimientos sísmicos en conformidad a lo estipulado en la normativa vigente.
- Se instalará de 1 transformador de poder 230/24,9 kV de capacidad 56/75 MVA ONAN/ONAF; a definir en la ingeniería de detalle.
- Se instalará 1 transformador de poder auxiliar 24,9/0,4 kV de capacidad adecuada y definida por la ingeniería de detalle.
- Para la referencia de la tierra se utilizará un transformador Zig-Zag en el lado de 24,9 kV.
- Se considera la instalación de una sala eléctrica en la subestación, la cual albergará el switchgear de 24,9 kV, además de los equipos de control, protecciones y telecomunicaciones, además se considerará la instalación de subsistemas como aire acondicionado y sistema de detección de incendios.
- Se considera la instalación de un edificio de control en la subestación, la cual dispondrá de los siguientes recintos:
 - Sala de control
 - Camarines / Cocina / Baños
- La alimentación en corriente alterna será obtenida desde un transformador de servicios auxiliares de potencia, que se conectará a la celda de servicios auxiliares de la switchgear de 24,9 kV.
- Para el respaldo de las cargas esenciales, se considera la instalación de un generador de emergencia.
- Se deberá especificar completamente el sistema de control y protección para todas las instalaciones incorporadas a la subestación, incluyendo todo lo necesario para incorporar un sistema de telecontrol, telemidas y teleprotección.
- Se considera la construcción de una malla de puesta tierra, la cual deberá cumplir con las normas asociadas al respecto.
- Se deberá considerar en el dimensionamiento de los servicios auxiliares los consumos requeridos, de manera de cuantificar la capacidad de los bancos de baterías, cargadores, transformador de SS/AA que abastecerán los consumos requeridos por el proyecto.
- Para la alimentación de los armarios de servicios auxiliares de corriente continua (sistemas de control y protecciones), se considera utilizar dos (2) bancos de baterías de 110 Vcc con sus respectivos cargadores trifásicos.
- Para la alimentación de los armarios de comunicaciones, se considera la utilización de convertidores 110/48 Vcc.
- El diseño y la elección de los componentes del proyecto deberán lograr una solución óptima desde los puntos de vista de calidad, rendimiento global, seguridad, costo de operación, facilidades de mantenimiento y otras metas propias de una buena ingeniería.

- El diseño y la elección de los equipos y materiales deberán considerar tecnologías “state of the art”.
- En la selección de los equipos y materiales, se deberá procurar la uniformidad para funciones iguales o similares, tendiendo a un mínimo de repuestos necesarios.

4.8.2 Transformador de Alta Tensión

El transformador de potencia es el componente central de la conexión de la subestación de AT.

Los equipos especificados deben ser robustos para operar en ambientes industriales y adecuados para funcionar en forma continua siete días a la semana y 24 horas al día, permitiéndose sólo las interrupciones necesarias para la mantención preventiva, que no debería ser más frecuente que una vez al año. El diseño de los equipos debe ser adecuado para mantener sus características, ajustes y capacidades bajo todas las condiciones normales de operación y deben tener un diseño que permita su fácil operación y mantenimiento.

- Núcleo: El núcleo será de acero silicoso de grano orientado y laminado de bajas pérdidas. Las superficies de las láminas de acero tendrán un tratamiento aislante para evitar la circulación de corrientes parásitas entre las láminas. El núcleo deberá estar conectado al estanque en un solo punto mediante una conexión fácilmente removible desde el exterior del estanque para efectos de pruebas.
- Bobinados: Los bobinados deben ser de cobre electrolítico clase EC, aislados en papel y sumergidos en aceite mineral para transformadores. Deben ser capaces de soportar mecánica y térmicamente los esfuerzos de cortocircuito provocados por una corriente simétrica de falla trifásica de 10 kA. Deben ser enrollados sobre cilindros rígidos, cuidadosamente dimensionados y provistos de distanciadores axiales preensamblados formando canales para la circulación de aceite.
- Cambiador de Derivaciones con Carga (CBC): transformador incluirá en el devanado primario, un conmutador bajo carga, completo, con todos los elementos accesorios para comando y protección. Estará fabricado y ensayado de acuerdo a las normas IEC 60214 y 60542 y será de calidad probada y reconocida. La regulación se efectuará por escalones de 1,25% de la tensión nominal del devanado correspondiente hasta alcanzar -10% y +10% . El comando deberá ser automático, local y a distancia; y manual mediante manivela provista con un seguro que impida simultáneamente la maniobra eléctrica. Deberá tener un dispositivo contador de operaciones. La llave selectora local-remoto tendrá 2 pisos libres con los contactos cableados a bornera para uso del Cliente. La posición del C.B.C. deberá poder ser transmitida a distancia mediante señales digitales y/ó analógicas,

El Transformador de alta tensión deberá cumplir los siguientes requisitos mínimos.

Transformador de Alta Tensión		
A	Información general	
A.1	Selección Fabricante	A determinar por el Contratista
A.2	Selección Tipo	A determinar por el Contratista
A.3	País de Origen	A determinar por el Contratista
A.5	Tipo de Transformadores	KNAN o ONAN
A.6	Nº de fases	3 fases
A.7	Peso total	Según fabricante
A.8	Peso del líquido refrigerante (ej. Aceita)	Según fabricante
A.9	Tipo de líquido refrigerante	Aceite
B	Especificaciones técnicas	
B.1	Tipo de Instalación	Exterior
B.2	Tipo de Refrigeración	ONAN
B.3	Capacidad nominal OA	Mínimo 56 MVA
B.4	Capacidad nominal ONAF	Mínimo 75 MVA
B.6	Tensión nominal alta	230 kV
B.7	Tensión alta máxima	245 kV
B.8	Tensión alta mínima	218 kV
B.9	Tensión nominal baja	24,9 kV
B.10	Corriente nominal (baja tensión)	A aportar
B.11	Frecuencia	50 Hz
B.12	Fases	3
B.13	Nivel de cortocircuito simétrico máximo	5 kA
B.14	Sistema de puesta a tierra	Sólido / efectivo
B.15	Factor de cresta de la corriente de cortocircuito	2,5 kA _{peak} /kA _{eff}
B.16	Temperatura ambiente estándar de operación	Mínimo 50°C
B.17	Mínimo de Temperatura ambiente	Máximo -20°C
B.18	Pérdidas en vacío (a tensión nominal)	< 0,2%
B.19	Pérdidas de cortocircuito (a temperatura 75°C)	< 1,5%
B.20	Número y tipo de dispositivos de protección del transformador	Presión del fluido, nivel, temperatura de alerta y temperatura de apertura
B.21	Revestimiento	Mínimo C4
B.22	Tipo de tomas (bajo carga /sin carga)	Bajo Carga
B.23	Capacidad de sobrecarga	Según última edición de IEC 60.076-7
B.24	Impedancia (Potencia base 56 MVA), Secuencia positiva	10%
B.25	Impedancia (Potencia base 56 MVA), Secuencia cero	8,1%
	Especificaciones técnicas del Primario	
B.26	Potencia OA	56 MVA
B.27	Potencia ONAN	75 MVA
B.28	Conexionado	Estrella
B.29	Grupo vectorial	Yn

B.30	Derivaciones con carga	-10% x 1.25; +10% x 1.25
B.31	Material	Cobre
B.32	Aislación	Plena
B.33	BIL interno fase	1050 kV
B.34	BIL interno neutro	1050 kVp
B.35	Tensión onda recortada	1155 kVp
B.36	Tensión aplicada	460 kV
B.37	Tensión inducida	460 kVf-f
B.38	Calentamiento (por resistencia)	65 °C
B.39	Calentamiento del aceite superior	65 °C
B.40	Bushing fases	3
B.41	Corriente bushing fases	200 A
B.42	Bushing neutro	1
B.43	Corriente bushing neutro	100 A
B.44	Ubicación y tipo de terminales de fases	Bushings de porcelana
B.45	Ubicación terminales de neutro	Lateral en aire
B.46	BIL bushing fases	1050 kV
B.47	BIL bushing neutro	1050 kV
B.48	TT/CC fase	3-200/1/1
B.49	TT/CC neutro	1-100/1
	Especificaciones técnicas del Secundario	
B.50	Potencia OA	56 MVA
B.51	Potencia ONAN	75 MVA
B.52	Conexión	Delta
B.53	Grupo vectorial	d11
B.54	Material	Cobre
B.55	Aislación	Plena
B.56	BIL interno fase	170 kV
B.57	BIL interno neutro	125 kVp
B.58	Tensión onda recortada	187 kVp
B.59	Tensión aplicada	70 kV
B.60	Tensión inducida	66 kVf-f
B.61	Calentamiento (por resistencia)	65 °C
B.62	Bushing fases	3
B.63	Corriente bushing fases	1000
B.64	Ubicación y tipo de terminales de fases	Caja de terminales a un costado
B.65	BIL bushing fases	170 kV
B.67	TT/CC fase	3-1000/1/1
B.68	TT/CC neutro	NA
C	Normas & Pruebas	
C.1	Diseño de acuerdo con la norma IEC 60076	Exigido
C.2	Capacidad de soportar cortocircuito de > 3 segundos	Exigido

	según IEC 60076-5	
C.3	Diseño acuerdo con las normas nacionales	Exigido
C.4	Características especiales	A aportar
C.5	Tipo de grúa necesaria para la instalación	a especificar
C.6	Descripción breve del transporte (o referencia a los documentos de la licitación)	a especificar
C.7	Declaración y Pruebas del fabricante para las condiciones ambientales	en conformidad con las condiciones ambientales del sitio
D	Documentación requerida	
D.1	Hoja de Datos	Adjúntese
D.2	Prueba de cumplimiento de las normas mencionadas arriba	Aportar certificado de instituto de ensayos equivalente

Tabla 21: Características principales del Transformador Alta Tensión

4.8.3 Equipos de Alta Tensión

Los interruptores de potencia de AT y seccionadores y equipo de puesta a tierra sirven para desconectar la instalación fotovoltaica de la red de alta tensión. La bahía incluye los siguientes componentes:

- Interruptores de potencia
- Desconectadores
- Transformadores de medida
- Pararrayos

El lote también incluye las estructuras de soporte, la estructura del portal para apoyar la conexión de la línea de alta tensión, equipos de control, etc.

Los accionamientos de los equipos híbridos compactos en lo que respecta al interruptor podrán ser neumáticos, hidráulicos o a resorte, mientras que para los desconectadores podrán ser mecánicos a tornillo o biela manivela, siempre que se trate de tecnologías probadas y que se garantice la acumulación de energía para ejecutar un ciclo completo como el definido más adelante.

Las técnicas de control local o remoto y de tipo manual o motorizado deberán ser definidas según sea la función que cumpla el equipo dentro del conjunto.

Los aceros para planchas y perfiles destinados a la construcción de partes y equipos para usos generales de construcción y sometidos a presión deberán ser, a menos que se autorice expresamente lo contrario, de calidad estructural, según norma ASTM, debiendo poseer una estructura metalográfica uniforme y de grano fino.

En caso de tratarse de elementos de acero inoxidable, éstos deberán ser de fácil reparación por soldadura y de una composición que no sea afectada negativamente por la soldadura o el tratamiento térmico posterior.

Las uniones soldadas se podrán diseñar y construir siguiendo las normas internacionalmente reconocidas. Deberán aplicarse las mismas normas para todos los casos análogos que integran los distintos rubros de las Obras contractuales. Como mínimo se deberá cumplir con lo especificado por la AWS en todos los aspectos de la soldadura.

El equipo eléctrico debe soportar las sollicitaciones sísmicas indicadas en las especificadas en la Norma, IEEE 693-1997 aplicable a la zona del proyecto, sin presentar deformaciones o daños permanentes. El proponente debe declarar el cumplimiento con estas especificaciones.

Los terminales de los interruptores, desconectadores y transformadores de medida serán tipo paleta con cuatro perforaciones según norma NEMA o IEC, y del material indicado en la Hoja de Datos. Para la puesta a tierra del equipo se incluirán las prensas paralelas necesarias de acuerdo al diseño, adecuadas para cable de cobre calibre 2/0 AWG a 500 MCM.

Las condiciones eléctricas que generalmente aplican a los equipos de alta tensión se muestran en la tabla siguiente.

Característica	Valor	UNIDAD
Clase de aislación	245	kV
Frecuencia / fases	50/3	Hz /n
BIL	1700	kV
Prueba de frecuencia industrial		
a tierra 1 min. seco	460	kV
a tierra 10 seg. húmedo	460	kV
entre contactos abiertos 1 min. seco*	530	kV
entre contactos abiertos 10 s. húmedo *	530	kV
Distancia de fuga	8000	Mm
Sistema de puesta a tierra	Sólido / efectivo	
Factor de cresta de la corriente de cortocircuito	2,5	kA _{peak} /kA _{eff}

* Para interruptores y seccionadores

Los equipos deberán estar provistos de dispositivos de control que garanticen un servicio seguro y confiable. Para ello deberán asegurar que cualquier maniobra que se realice localmente solo podrá efectuarse cuando previamente haya sido bloqueado el mando remoto. Las piezas de bloqueo mecánico deberán poder resistir intentos de accionamientos ordinarios, accidentales o voluntarios.

En la oferta deberá incluirse una lista de repuestos recomendados para dos (2) años de operación de los equipos. La oferta debe incluir todas las herramientas especiales necesarias para la instalación, operación y mantenimiento de los equipos.

4.8.3.1 Interruptores de Potencia

Los interruptores de potencia son el elemento central del parte de alta tensión las subestaciones aisladas. Deberán cumplir con las normas aplicables, incluyendo IEC 62271-100.

El alcance contemplado en esta especificación comprende, sin que ello implique límites a su alcance, lo siguiente.

Item	Cantidad	Descripción	Clase de Tensión	Corriente Nominal	Corriente de Ruptura
			kV	Amp	kA
		Interruptor trifásico de SF6, de operación Tripolar y Monopolar, estanque vivo montaje vertical, con estructura incluida	245	3150	40
1	1	S/E Elevadora de la Planta FV			
2	1	S/E Uyuni			

Los interruptores de 230 kV tendrán un sistema de cierre accionado mediante resorte que será recargado por medio de un motor alimentado con el voltaje de servicios auxiliares indicado. El sistema de apertura será por medio de resorte cargado durante el proceso de cierre.

Cada interruptor tendrá una bobina de cierre y dos bobinas de operación independientes para la apertura del conjunto de polos o de cada polo según se requiera.

El sistema de accionamiento tendrá medios para:

- Evitar el anti bloqueo de los interruptores, por medio de un relé
- Prevenir una operación de cierre hasta que el sistema de energía acumulada esté completamente cargado
- Recargar automáticamente el sistema después de una operación de cierre

El mecanismo de energía acumulada asegurará como mínimo un ciclo completo de operación CO sin tensión de alimentación al motor.

Deberán proveerse los siguientes accesorios instalados preferentemente en la cabina de operación del mecanismo:

- a) Indicador de posición del interruptor.
- b) Contador de operaciones.
- c) Switch de posición control LOCAL/REMOTO con elemento para insertar candado en ambas posiciones y 2 contactos auxiliares reversibles para uso del usuario.
- d) Botoneras para el cierre y la apertura.
- e) Dispositivo para la apertura y cierre local del interruptor sin tensión de control.
- f) Dispositivo para la carga manual del mecanismo de operación
- g) Calefactor anti condensación en el gabinete de control
- h) Interruptores de protección del tipo caja moldeada para los circuitos de control, fuerza y calefacción con contactos de alarma para interruptor abierto
- i) Relé de falta de tensión en todos los circuitos de control
- j) Contactos auxiliares: Contactos auxiliares del interruptor (8 NA + 8 NC) y contactos para señalización del switch de posición local/remoto (2 cambiadores)
- k) Contactos de alarma y señalización:
 - Mecanismo de energía acumulada descargado con relé de tiempo.
 - Sobrecarga del motor.
 - Alarma por pérdida del medio de aislación o baja presión SF6 (nivel 1).
 - Bloqueo por pérdida medio de aislación (nivel 2).
 - Otras alarmas recomendadas por el fabricante.

Los interruptores poseerán las siguientes posibilidades de comando: comando eléctrico local, eléctrico a distancia y manual local.

Los interruptores deberán disponer de las siguientes protecciones:

- Falla de interruptor (suministrado por terceros)
- Discrepancia eléctrica de polos
- Discrepancia mecánica de polos
- Sistema anti bloqueo

Los aisladores del interruptor deberán ser de porcelana, tener las características eléctricas indicadas en las Hojas de Datos y cumplir las normas IEC-60273, IEC-60233 e IEC-60168.

Como componente principal de la instalación de alta tensión, las especificaciones de los interruptores de potencia se presentan en la siguiente tabla.

Interruptores de Potencia de AT		
A	Información general	
A.1	Selección Fabricante	A determinar por el EPC
A.2	Selección Tipo	A determinar por el EPC
A.3	País de Origen	A determinar por el EPC
A.4	Número de interruptores por conjunto	3
A.5	Número de conjuntos	1

B	Especificaciones técnicas	
B.1	Tipo de Instalación	Aire Libre
B.2	Rango de temperatura mínimo	- 30 a +50
B.3	Tipo de estanque	Tanque Vivo
B.4	Tipo de accionamientos	Neumáticos, hidráulicos o a resortes
B.5	Frecuencia	50 Hz
B.6	Nivel de tensión nominal (hasta)	245 kV
B.7	Prueba a frecuencia industrial, 1 min seco	460 kV
B.8	Prueba a frecuencia industrial, 10 s húmido	460 kV
B.9	Prueba a frecuencia industrial entre contactos abiertos, 1 min seco	520 kV
B.10	Prueba a frecuencia industrial entre contactos abiertos, 10 s húmido	520 kV
B.11	BIL entre fases	1.700 kV
B.12	BIL entre contactos abiertos	1.700 kV
B.13	Corriente nominal, permanente (mínimo)	3.150 kV
B.14	Tiempo total máximo de interrupción	40 ms
B.15	Tiempo muerto máximo para reconexión rápida	300 ms
B.16	Máxima diferencia de tiempo en el cierre o separación de los contactos de fases distintas	4 ms
B.17	Corriente nominal de corta duración, hasta	50 kA
B.18	Corriente nominal de cortocircuito, hasta	50 kA
B.19	Corriente momentánea pico	100 kA
B.20	Cantidad de cámaras de extinción por polo	a especificar
B.21	Secuencia de operación	O-0.3"-CO-3'-CO
B.22	Operación	tripolar y monopolar
B.23	Tensión motor (CC)	Según nivel CC sistema auxiliar
B.24	Tensión calefactor (CA)	Según nivel CA sistema auxiliar
B.25	Tensión control (CC)	Según nivel CC sistema auxiliar
B.26	Tamaño de los terminales	Paleta NEMA 4 perf.
B.27	Material de los terminales	Aluminio
B.28	Grado de protección de los gabinetes	NEMA 4/IP 66
C	Normas & Pruebas	
C.1	Diseño de acuerdo con la norma IEC 62271-100	Requerido
C.3	Diseño acuerdo con las normas nacionales	Requerido
C.4	Características especiales	Adjuntar
C.5	Tipo de grúa necesaria para la instalación	Determinar
C.6	Descripción breve del transporte (o referencia a los documentos de la licitación)	Determinar
D	Documentación requerida	
D.1	Hoja de Datos	Adjuntar
D.2	Prueba de cumplimiento de las normas mencionadas arriba	Adjuntar certificado de instituto de ensayos equivalente

Tabla 22: Características principales de los Interruptores de Potencia de Alta Tensión

4.8.3.2 Desconectores de Alta Tensión

El alcance contemplado en esta especificación comprende, sin que ello implique límites a su alcance, lo siguiente.

Item	Cant.	Descripción	Tensión y Corriente	Otras
		Desconector de puesta a tierra trifásico, sin estructura de montaje	245 kV, 2000 A., 40 kA	Mecanismo de operación motorizado tripolar
1	1	Elevadora de la Planta FV		
2	1	S/E Uyuni		
		Desconector trifásico sin puesta a tierra, apertura central, montaje horizontal. Sin estructura de montaje.	245 kV, 2000 A., 40 kA	Mecanismo de operación motorizada tripolar
3	-	Elevadora de la Planta FV		
4	3	S/E Uyuni		

Los desconectores en 230 kV deberán disponer como mínimo los siguientes contactos auxiliares asociados directamente al mecanismo de operación del desconector:

- 2 (dos) contactos auxiliares NA
- 2 (dos) contactos auxiliares NAA
- 2 (dos) contactos auxiliares NC
- 2 (dos) contactos auxiliares NCC

NOTA: nomenclatura para los contactos, asume desconector abierto en reposo:

- NA o tipo a: normalmente abierto, cierra con los contactos principales totalmente cerrados
- NAA o tipo aa: normalmente abierto, cierra durante la carrera de cierre de los contactos principales
- NC o tipo b: normalmente cerrado, abre con los contactos principales totalmente cerrados
- NCC o tipo bb: normalmente cerrado, abre durante la carrera de cierre de los contactos principales

- CA: cambiador, terminal central más dos terminales complementarios, cambia durante la carrera de los contactos principales

Los desconectores tendrán un sistema de cierre y apertura manual y motorizada, que actuará en los tres polos del desconector simultáneamente en el caso de los desconectores de apertura central.

En todos los casos las manivelas o palancas para el comando manual descrito deberán quedar a una altura accesible sin dificultad, aproximadamente 1,1 m desde el nivel del suelo.

En ambos extremos del recorrido del desconector, el mecanismo será auto-enclavante, de tal manera que el movimiento sólo pueda iniciarse desde el accionamiento. El dispositivo de accionamiento del mecanismo para operación local se deberá poder enclavar mediante candado.

Los polos de los desconectores deben resistir sin ajustes y mantenimiento 1000 (mil) operaciones cerrado-abierto y 4 (cuatro) años en una posición sin ser operados.

Adicionalmente a las características generales de los equipos de alta tensión, las características de los desconectores serán las siguientes.

Característica	Valor	Unidad
Corriente nominal permanente	2000	A
Corriente de cortocircuito simétrica	40	kA
Duración del cortocircuito	3	seg.
Corriente momentánea peak	100	kA
Operación	tripolar (Desc. apertura central)	tripolar
Tamaño de los terminales	Paleta NEMA 4 perf.	
Tensión motor (CA)	380/230	V
Tensión calefactor (CA)	230	V
Tensión control (CC)	125	V
Material de los terminales	Aluminio	
Grado de Protección de los gabinetes	NEMA 4/IP 66	

Las cuchillas principales poseerán las siguientes posibilidades de comando: comando eléctrico local, eléctrico a distancia y manual local. Se preferirá la vinculación mecánica entre polos para el accionamiento simultáneo de los mismos.

En caso de los seccionadores de apertura central con mando eléctrico, el comando eléctrico a distancia y local será tripolar.

En todos los casos en que una señal de comando eléctrico sea emitida, la maniobra de cierre o apertura, según corresponda, se deberá completar sin necesidad de que la señal sea mantenida por el operador.

El comando eléctrico local se efectuará desde gabinetes o cajas de comando, en las cuales se preverá también el mecanismo para la operación manual del equipo.

Las cuchillas de puesta a tierra de los seccionadores o los accionamientos de puesta a tierra separados, tendrán comando eléctrico local, eléctrico a distancia y local manual con indicación de posición abierto - cerrado y enclavamiento electromecánico con las cuchillas principales. El desconectador deberá incluir en sus mecanismos un enclavamiento electromecánico para impedir el cierre de las cuchillas de tierra, estando cerradas las cuchillas principales, y el cierre de las cuchillas principales estando cerradas las cuchillas de tierra.

4.8.3.3 Transformadores de Medida de Alta Tensión

El alcance contemplado en esta especificación comprende, sin que ello implique límites a su alcance, lo siguiente.

Transformadores de Corriente						
Ítem	Cant.	Tipo	Clase de aislación	Corriente nominal	Corriente de cortocircuito	Núcleos
			kV	A	kA	
		inductivo	245	200 -400 / 1-1-1-1-1A	20	1 medida / 4 protección
1	3	Elevadora de la Planta FV				
2	3	S/E Uyuni				
Transformadores de Potencial						
Ítem	Cant.	Tipo	Clase de aislación	Tensión nominal	Secundarios de medida	Secundarios de protección
			kV	kV		
		inductivo	245	230/ $\sqrt{3}$	1	1
1	3	Elevadora de la Planta FV				
2	3	S/E Uyuni				

Los equipos suministrados deben estar diseñados, fabricados y probados de acuerdo con la última versión vigente de las siguientes normas y reglamentos

IEC 44-1	Instrument transformers, part 1: Current transformers (First edition, 1996-012)
IEC 44-6	Instrument transformers, part 6: Requirements for protective current transformers for transient performance (First edition, 1992-03)
IEC-168	Tests on indoor and outdoor post insulators of ceramic material or glass for systems with nominal voltages greater than 1000 V.
EC-233	Test on hollow insulators for use in electric equipment (Second edition, 1974)
IEC-270	Partial discharge measurements (Second edition, 1981)
IEC-273	Dimensions of indoor and outdoor post insulators and post insulator units for systems with nominal voltages greater than 1000V (1973)
IEC-815	Guide for the selection of insulators in respect of polluted conditions (First edition, 1986)

Los transformadores de corriente y tensión deberán tener amortiguadores para reducir la amplificación de los movimientos del transformador y reducir la frecuencia propia del equipo. El fabricante deberá demostrar las condiciones de los movimientos del transformador con y sin amortiguadores.

4.8.3.4 Pararrayos de Alta Tensión

El alcance del suministro contemplado en esta especificación comprende, sin que ello implique límites a su alcance, lo siguiente:

Ítem	Cant.	Descripción	Clase de Tensión	Tensión Nominal	MCOV	Capacidad de energía
			kV	kV	kV	kJ/kV
		Pararrayos de óxidos metálicos vertical, para instalación al exterior, cada uno con contador de descarga, miliamperímetro y base de montaje.	245	192	153	8
1	3	Elevadora de la Planta FV				
2	3	S/E Uyuni				

Los equipos suministrados deben estar diseñados, fabricados y probados de acuerdo con la última versión vigente de las siguientes normas y reglamentos: IEC 60099-4, IEC 60099-1-2-3, IEC 60233, IEC 62155, IEC 60815

Adicionalmente a las características generales de los equipos de alta tensión, las características de los pararrayos serán las siguientes.

Característica	Valor	Unidad
Tipo	Oxido de Zinc	
Material se aisladores	porcelana	
Material de los terminales	Aluminio	
Tensión nominal	192	kV
Máxima tensión permanente resistida (MCOV)	153	kV
Nivel de protección de impulso equivalente	474	kV
Corriente nominal de descarga	20	kA
Capacidad de energía	8	KJ/kV
Corriente mínima de corto circuito para la prueba de alivio de presión, según IEC 60099-4 durante 0,2 s como mínimo	40	kA
Tamaño de los terminales	Paleta NEMA 4 perf.	

4.8.4 Celdas de Media Tensión S/E de Conexión

Las celdas de media tensión de la S/E de alta tensión de Conexión de la Planta Solar tienen las siguientes funciones:

- Conexión a la Planta Solar
- Conexión con el transformador de alta tensión
- Alimentación auxiliar para la Subestación
- Funciones de protección

Las Celdas de Media Tensión cumplirán las siguientes especificaciones mínimas.

Celdas de Media Tensión (S/E de Conexión)		
A	Información general	
A.1	Selección Fabricante	A determinar por el EPC
A.2	Selección Tipo	A determinar por el EPC
A.3	País de Origen	A determinar por el EPC
A.4	Número Salida Transformador AT	1

A.5	Número Salida Planta FV	2
A.6	Número Salida de Transformador Auxiliar	1
A.7	Número Salida de Transformador ZigZag de Protección	1
A.8	Espacio para Reserva	(2)
B	Especificaciones Técnicas	
B.1	Tipo de Aislamiento	Celdas compactas de aislamiento en gas (SF6)
B.2	Temperatura ambiente	Mínimo 50°C
B.3	Frecuencia	50 Hz
B.4	Tensión nominal	24,9 kV
B.5	Nivel máximo de tensión	36 kV
B.6	Capacidad nominal	Proporcionar dato
B.7	Intensidad nominal de barra	36 kV
B.8	Tensión nominal soportada de impulso tipo rayo	170 kV
B.9	Tensión soportada asignada de corta duración a frecuencia industrial	70 kV
B.10	Valor de cresta de la corriente admisible asignada	50 kV
B.11	Corriente nominal de cierre en cortocircuito	50 kV
B.12	Grado de protección IP	mínimo PI 54
B.13	Tipo de Instalación	Interior
C	Normas & Pruebas	
C.1	Diseño de acuerdo con la norma IEC 62271-200	Requerido
C.2	Diseño de acuerdo con las normas nacionales	Requerido
C.3	Interruptores automáticos diseñados de acuerdo con la norma IEC 62271-100	Requerido
C.4	Aparamenta de alta tensión y control diseñados según IEC 62271 - 1, ICE62271-102, ICE62271-103 e IEC 62271-106	Requerido
C.5	Transformadores de medida diseñados de acuerdo con la norma IEC 61869 a 1, IEC 61.869-2, IEC 61869-3 y IEC 61869 - 4	Requerido
C.6	Fusibles diseñados de acuerdo con la norma IEC 60282 a 1	Requerido
C.7	Características especiales (si las hay)	Definir
C.8	Tipo de grúa necesaria para la instalación	Determinar
C.9	Breve descripción del transporte (o referencia en documentos de la licitación)	Determinar
C.10	Declaración y Pruebas del fabricante para las condiciones ambientales	de acuerdo los las condiciones ambientales del sitio
D	Documentación requerida	
D.1	Hoja de Datos	Adjúntese
D.2	Prueba de cumplimiento de las normas mencionadas arriba	Aportar certificado de instituto de ensayos equivalente

4.8.5 Contadores para Facturación

El diseño de la planta cuenta con dos contadores (uno principal y otro de verificación) a la salida de los transformadores, en la barra de 24,9 kV en la subestación de la Planta Solar.

Los medidores deberán cumplir los siguientes requisitos:

- La función de medida para facturación en general, será prestada por medidores de energía separados de las unidades integradas de control y medida, sin perjuicio de lo cual deberán cumplir con lo especificado anteriormente para la función de medida y adicionalmente con lo que se indica a continuación.
- Los equipos para facturación serán clase de precisión 0,2, bidireccionales, con un algoritmo de medición en base a tres elementos, para ser usado en un sistema de 3 fases, 4 hilos
- Inclusión de los TIs y TTs requeridos, de la misma clase de precisión
- Mediación como mínimo energía activa y reactiva
- emisión de pulsos para el conteo en una localización remota, y registro separado de la energía importada y exportada, equipado con memoria de masa, bobinas de tensión adecuadas
- Deberán tener los elementos y accesorios necesarios para permitir su lectura y parametrización vía telefónica y localmente a través de redes Ethernet eléctricas. El equipo deberá disponer de 12 canales habilitados para registrar variables almacenadas en su memoria de masa.

Deben cumplir los requerimientos de la Autoridad de Electricidad y el CNDC.

Las unidades de facturación deberán incluir facilidades para poder incorporarlos permanentemente al sistema de control sin requerir unidades intermedias, permitiendo la interrogación desde el Sistema Centralizado de Control a través del protocolo definido para todo el sistema de control.

4.8.6 Alambrados Control y Fuerza

4.8.6.1 Generalidades

Se distinguirán dos tipos de alambrados según sea el tipo de circuito en que se aplique:

- Alambrado normal, en circuitos de control normal.
- Alambrado telefónico, en circuitos de corrientes débiles.

El alambrado telefónico se utilizará en las interconexiones con los equipos electrónicos. El alambrado de estos circuitos deberá separarse y/o protegerse convenientemente para evitar interferencias de otros circuitos.

Todos los cables y conductores que se utilicen deberán tener aislación clase 600 V, de material termoplástico, retardante a la llama, autoextinguible y que no emita gases tóxicos ni corrosivos en caso de incendio.

4.8.6.2 Cables de Control Multiconductores

- Aislación: Clase 600 V, de material termoplástico retardante a la llama, autoextinguible y que no emita gases tóxicos ni corrosivos en caso de incendio.
- Separación: Los alambrados de los circuitos de control se canalizarán en forma separada de los alambrados de circuitos de potencia o fuerza.
- La individualización: Mediante una inscripción compuesta por un número y una designación de color. También se aceptará individualizar los conductores únicamente mediante números (sin designación adicional de color): Altura mínima de los dígitos y letras: 2 mm. Repetición a lo largo de cada conductor: Espaciamiento máximo de 150 mm.
- Identificación: Cada elemento de control deberá identificarse con algún sistema o código, para facilitar el montaje, alambrado y funcionamiento del circuito. Esta identificación deberá aparecer en todos los planos y efectuarse en todos los equipos, cajas, tableros, paños, regletas de terminales, cables, conductores, etc.

4.8.6.3 Alambrado Internos

Se entiende por alambrado interno aquel que se realiza al interior de los armarios de control, protección y comunicaciones. A continuación se especifica el tipo de conductor a utilizar, según el tipo de circuito.

- Circuitos de control normal: El alambrado se deberá efectuar con cable de cobre flexible monoconductor como mínimo N° 14 AWG (2,081 mm) o equivalente
- Circuitos de corrientes débiles: Se utilizará cable de cobre estañado como mínimo de 0,8 mm de diámetro o equivalente, aislación clase 600 V, corriente alterna, 50 Hz.
- Regletas de transición: Para cambiar de sistema de alambrado normal a telefónico, se deberán utilizar regletas especiales.

El alambrado interno de los equipos deberá realizarse con conductor monopolar de cobre trenzado (19 hebras) de las siguientes secciones mínimas:

USO	Sección mínima
Fuerza común	12 AWG o 2.5 mm ²
Circuitos de corriente para medición y protección de 5 Amp nom.	10 AWG o 4 mm ²
Circuitos de corriente para medición y protección de 1 Amp nom.	14 AWG o 1.5 mm ²
Control	14 AWG o 1.5 mm ²

Tabla 24: Características Alambrados Internos

Todos los cables que lleguen a los tableros de control y protecciones deben ser apantallados.

4.8.6.4 Alambrados Remotos o Externos

Son los que se realizan con cable multiconductor entre la instalación interior y la instalación exterior (patio):

- Circuitos de control normal: Se deberá utilizar cables de cobre flexible, multiconductor, como mínimo de una sección no inferior a N°14 AWG (2,081 mm) o equivalente, aislación clase 600 V, corriente alterna, 50 Hz. En circuitos de alimentación de C.C. o C.A. se deberá calcular la sección de los cables de acuerdo con los niveles de cortocircuito, las corrientes máximas de carga y las caídas de tensión admisibles, eligiendo la sección que resulte mayor de estos tres cálculos.
- Identificación de Conductores y Circuitos: El diseño considera un sistema de identificación que permita conectar cada conductor en forma inequívoca al terminal que le corresponda.
- Regleta de Terminales: El diseño considera el uso de regletas de terminales.

4.8.6.5 Blindaje

Los cables de patio tendrán un blindaje electromagnético general conformado por una cinta longitudinal corrugada de cobre, con adecuada superposición, resistencia máxima 2 ohm/km e impedancia de transferencia.

4.8.7 Sistema de Control

El sistema de control debe cumplir con las tareas de:

- Adquisición y distribución de la información en tiempo real
- Señalización local (Nivel 1 y Nivel 2)

- Supervisión
- Automatización
- Control local y remoto
- Control con enclavamientos
- Control bajo secuencias de mando
- Conexión distribuida mediante protocolos estándar con equipos de protección, controladores de campo y estaciones esclavas.
- Conexión descentralizada mediante protocolos estándar (configuración Cliente/Servidor) con equipos de protección y controladores de campo
- Registro y archivo de la información del proceso, con eventos y alarmas.

El sistema de automatización digital se debe integrar a la tecnología de las comunicaciones IT (Informática y telecomunicaciones) aprovechando las ventajas actuales y todas sus posibilidades futuras. Se empleará una red del tipo Ethernet.

Se considerarán dos (2) IHM en la Sala Eléctrica de la subestación. La IHM se montará en un tablero auto soportante, con monitores, montaje en rack de 19" touch.

El sistema deberá contar con sincronización horaria de todos sus equipos a través de las redes de comunicación, para lo cual deberá contar con un reloj patrón sincronizado mediante GPS.

El sistema deberá prever el crecimiento para futuras instalaciones.

4.8.7.1 Niveles y Jerarquía

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

En general, el sistema de control que se diseñará incluirá las siguientes modalidades:

- Control Remoto, desde los centros de despacho nacional.
- Control centralizado desde sala de control de 230kV o IHM.
- Control local, desde los controladores de bahía.
- Control local inmediato (LI).

La selección jerárquica del control se realiza entre, los equipos de potencia nivel 0, controladores de bahía nivel 1, interface Hombre maquina nivel 2 y centro de control nivel 3, el mando Local tendrá dominio sobre los niveles superiores, es decir al poner el selector Local/Remoto de un controlador de bahía en Local no se podrá comandar el modulo desde el nivel 2 ni nivel 3.

La selección del control local inmediato se hará individualmente en las cajas de control propias de los interruptores y desconectores, mediante un switch de dos posiciones: local y local inmediato.

4.8.7.2 Componentes de Sistema de Control

4.8.7.2.1 Sistema de Control Local Centralizado

Interfaz Hombre – Máquina (IHM), compuesta de un computador, pantalla, teclado y dispositivo posicionador de cursor; todos estos elementos con protección de tipo industrial, programas, inversor. La IHM se podrá utilizar también como Estación de Ingeniería del sistema.

Red de Área Local (LAN) entre la IHM, las unidades locales de control, las unidades de protecciones, el Gateway para comunicación externa y todos los equipos que forman parte del sistema de control y protección.

4.8.7.2.2 Sistema de Control Local

Unidades de control local para cada uno de los paños, en base a equipos de lógica programable.

Panel mímico local digital, incluyendo elementos de operación, y despliegue de estados, medida y alarmas, asociados a cada paño.

Unidad de control destinado a la adquisición de datos y control de los sistemas auxiliares de la subestación.

GPS para sincronización horaria de cada equipo del sistema de control y protección.

4.8.7.2.3 Sistema de Monitoreo de la S/E

Se deberá suministrar un sistema monitoreo para la subestación compuesto de:

Una red de comunicación local para interconectar todos los equipos de control, protección y monitoreo.

- Modem y switches de comunicación.
- Software para puesto de interrogación remota.
- Sistema de facturación y medida.
- Equipos de facturación.

Todos los equipos anteriormente descritos deberán suministrarse montados y alambrados en tableros auto soportantes. Las unidades de control serán montados en tableros independientes por bahía. Las protecciones serán montadas en tableros independientes por bahía y separadas de los tableros de control.

4.8.7.3 Funciones del Sistema de Control

4.8.7.3.1 Funciones Críticas del Sistema

Las funciones críticas de control son aquellas que permiten la correcta operación del sistema, de la supervisión y mandos, en todas las modalidades operacionales que puedan presentarse. Deberá considerarse el sistema como un solo conjunto, que integre desde el diálogo hombre-

máquina en los tableros de control hasta la conexión con los circuitos locales, incluyendo el software correspondiente.

Las funciones críticas del sistema serán realizadas, en general, a través de diversos componentes de la configuración. El Contratista deberá considerar en la definición de su configuración los requisitos que imponen estas funciones, entre las cuales se cuentan:

- Adquisición de datos.
- Validación de la información de estados y analógica.
- Actualización automática de la base de datos.
- Detección, procesamiento y presentación de todas las condiciones de alarma y eventos de la subestación, instalaciones asociadas y del propio control.
- Presentación de información en pantallas en forma automática.
- Emisión de mandos
- Solicitud de información en pantallas.

4.8.7.3.2 **Control**

Los diferentes equipos de maniobra de la subestación serán operados directamente por el operador o a través de secuencias automáticas.

Las funciones de control deberán considerar:

- Posibilidad de reponer los relés de bloqueo 86. Operación de cierre y apertura de interruptores y desconectores.
- Confirmación de los comandos por parte de los operadores.
- Las instalaciones podrán ser operadas desde los cuatro niveles de control, pero siempre desde un nivel a la vez. Deberán existir los medios para transferir el nivel de mando al nivel inmediatamente superior.
- Prohibir la doble operación de equipos, por ejemplo dos cierres de un interruptor.
- Bloqueo y desbloqueo de equipos de maniobra protegido por password.
- Cierre de interruptores a través de dispositivos de puesta en paralelo.
- Habilitar y deshabilitar la función de reconexión automática.
- Habilitar y deshabilitar señales de teleprotecciones

4.8.7.3.3 **Supervisión**

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

Se deberá realizar la supervisión de los servicios auxiliares de la subestación.

Para cumplir con lo anterior, el sistema deberá:

- Adquirir los datos desde el campo y almacenarlos en la base de datos del nuevo sistema, estampando el tiempo de ocurrencia de cada evento.
- Ser capaz de adquirir y procesar aquellas alarmas fugaces o transitorias.

- Validar los datos y marcar aquellos que no estén correctos y aquellos que se encuentren en estado de alarma.
- Marcar todos aquellos puntos que tienen algún tipo de entrada manual.
- Convertir las medidas analógicas en valores digitales.
- Comparar los valores medidos con los límites de operación y marcar aquellos puntos que sobrepasen algún límite.
- La base de datos mencionada deberá tener una estructura que permita su ampliación futura sin que se produzcan desórdenes entre sus funciones.

4.8.7.3.4 **Enclavamientos**

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

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

4.8.7.3.5 **Medidas**

En el puesto de operador deberán estar disponibles las medidas de corriente, tensión, potencia activa, potencia reactiva, frecuencia, factor de potencia, etc., las que serán calculadas directamente de las entradas de corriente y tensión de los transformadores de medida.

La precisión total de las medidas no podrá ser mayor que 1%, incluidos los errores de los convertidores y de la transmisión a plena escala de corriente o tensión. Durante los ciclos de adquisición de medidas, el sistema efectuará validaciones de los datos que recibe.

Además de las medidas antes indicadas, se tendrá también en el sistema la medida de energía, para lo cual se requiere la función de acumuladores de pulsos, cuya finalidad es mantener una cuenta de los pulsos enviados por elementos integradores tal como los medidores de energía.

4.8.7.3.6 **Manejo de alarmas y eventos**

Todos los eventos y alarmas, generados en la bahía, en las unidades de control, en las unidades de protección, en los servicios auxiliares, etc., serán desplegados en una lista de eventos de la subestación. La situación de las alarmas presentes será desplegada en una lista diferente, dependiente del estado en que se encuentre. Todos los eventos y alarmas serán impresos.

Los eventos y alarmas deberán presentarse con la fecha y hora de ocurrencia, con una resolución de +/-1 ms.

4.8.7.3.7 **Sincronización horaria**

Los relojes de cada uno de los equipos que posean hora deberán mantenerse sincronizados entre sí, de modo de mantener un registro de alarmas y eventos cronológicamente correcto y

concordante. Los relojes deberán sincronizarse entre sí periódicamente, de preferencia utilizando la red de área local. La hora de referencia deberá tomarse de un reloj sincronizado a través de GPS.

Deberá incluirse un modo expedito y fácil de manejar los cambios horarios que se realizan en Bolivia dos veces al año, donde el operador deberá corregir los relojes tanto para el día de 23 horas como para el día de 25 horas. La precisión del tiempo será de ± 5 ms y estará basado en un reloj sincronizado por GPS.

4.8.7.4 Equipos para el Sistema de Control local de Nivel 1

Los equipos componentes del sistema de control local deberán estar fabricados de acuerdo a las características técnicas indicadas a continuación.

4.8.7.4.1 Unidades Controladores de Bahía

Las unidades de control local estarán constituidas, en general, por los siguientes módulos:

- Controlador.
- Interfaz de comunicación con el sistema de control centralizado.
- Interfaces de entradas digitales de señalización y estado.
- Interfaces de entradas analógicas.
- Interfaces de entradas pulsos acumuladores de energía.
- Interfaces de salida de pulsos o comandos.
- Fuentes de alimentación.
- Panel mímico.

Estos módulos estarán interconectados a través de buses, cuyas funciones serán transferir las señales entre los diferentes elementos y el controlador.

La falla de alguno de estos módulos no se deberá traducir en un comando no deseado y no deberá tener ningún efecto en el equipo primario que está siendo monitoreado y controlado.

La unidad de control será la encargada de realizar la captura de información desde el proceso, información a la que deberá asignar el tiempo de ocurrencia. La precisión del tiempo de los eventos será de $\pm 0,1$ ms.

4.8.7.5 Equipos Sistema de Control Centralizado de Nivel 2

El equipamiento para el control centralizado deberá cumplir las funciones establecidas en las estipulaciones para el diseño de control.

4.8.7.5.1 Interfaz Hombre Máquina

En el suministro deberán incluirse dos (2) Interfaz Hombre Máquina (IHM), todos los accesorios deben ser montaje en rack de 19", tales como el monitor, la CPU y el teclado con su accesorio para montaje en rack:

- Un (1) computador principal con dispositivos de almacenamiento secundario.
- Una (1) pantalla de video a color Touch.
- Un (1) teclado alfanuméricos.
- Un (1) Elemento posicionador de cursor.
- Una (1) impresora
- Dos (2) Gateway para la conversión de protocolos y la comunicación respectiva con los centros de control.
- Un (1) Reloj para sincronización horaria basado en GPS.
- Elementos de comunicación de la red de área local.
- Alarma Audible.

Todos estos equipos deberán considerar diseño de tipo industrial.

Las IHM se instalarán dentro de un tablero auto soportante. Para el diseño de dicho tablero que suministre el Contratista, deberá considerarse los siguientes aspectos:

Diseño funcional que permita una fácil operación de teclados y visibilidad hacia la pantalla.

Deberá tenerse presente la instalación de equipos de comunicaciones y otros.

Para propósitos de mantenimiento de los equipos del IHM se requiere un diseño que permita un fácil acceso expedito a cualquier cable y conector. Las pantallas y teclados deberán disponer de conectores de fácil manejo.

4.8.7.5.2 **Funciones HMI**

El puesto de operador proveerá las funciones básicas de supervisión y control de la subestación. Por medio de botones en las pantallas de operación, el operador emitirá comandos sobre los equipos.

El sistema deberá distinguir entre lista de eventos y lista de alarmas. Además, será posible visualizar separadamente estas listas en la pantalla y emitir impresiones de eventos y de alarmas. Desde cualquier pantalla del sistema se deberá tener acceso a la lista de alarmas. Deberán existir los siguientes tipos de pantallas:

Diagrama unilineal indicando el estado de los equipos de la subestación

Pantalla por cada interruptor y desconectores asociados.

Pantalla con verificación grafica de enclavamientos.

- Lista de alarmas
- Lista de eventos
- Estado del sistema
- Ajuste de parámetros
- Gráficos de tendencias
- Cuadro de medidas

- Pantalla de emisión de reportes

El estado de la instalación se mostrará al operador a través del diagrama unilineal y a través de pantallas de medidas. Los enclavamientos requeridos para realizar cualquier operación se verificarán en la unidad de control. El operador sólo podrá ejecutar comandos si el equipo a operar no se encuentra bloqueado y ningún enclavamiento es violado. Para asegurar una operación libre de riesgos, deberá existir confirmación de cada una de las órdenes emitidas. Luego de la ejecución de un comando, el operador tendrá un retroaviso de que la orden fue ejecutada o de que el comando no tuvo éxito.

Existirá una pantalla que indicará al operador el estado general de cada una de las partes constituyentes del sistema. En esta pantalla se indicará cualquier falla que se produzca en el sistema, como por ejemplo, falla en un enlace, falla en una unidad del sistema, etc.

4.8.8 Sistema de Protecciones

El Contratista suministrará los siguientes equipos de protección correspondientes a líneas y barras.

El sistema de protección y registro de fallas deberá estar compuesto por unidades separadas, autónomas y operará en forma independiente. El volumen de suministro será:

Subestación Elevadora Planta Fotovoltaica Uyuni 230/24,9kV
<ul style="list-style-type: none"> • Sistema de Protección Línea Uyuni 230kV
<ul style="list-style-type: none"> • Sistema de Protección Transformador 230/24,9kV
Subestación Uyuni 230kV
<ul style="list-style-type: none"> • Sistema de Protección Línea Subestación Elevadora Planta 230kV

4.8.8.1 Protección Bahía de Líneas 230 kV

4.8.8.1.1 Características Generales

Cada Bahía de la Subestación Seccionador Elevador Planta Fotovoltaica Uyuni 230/24,9kV deberá considerar un sistema de protección compuesto por los siguientes esquemas: Línea hacia la subestación UYUNI 230kV.

Dos (2) esquemas con función principal diferencial de línea (87L) mas funciona de respaldo de distancia (21/21N), de tecnología numérica, de cuatro zonas como mínimo, de características poligonales, para fallas entre fases y para fallas a tierra, con desenganche monopolar y tripolar.

También las protecciones de línea, de ambos sistemas, deberán incluir funciones de reconexión monopolar y tripolar (79) y verificación de sincronismo (25).

Dentro de los equipos de protecciones a suministrar para el paño de línea deberá tener de modo seleccionable la función falla interruptor (50BF).

4.8.8.1.2 **Función de Protección de Distancia (21/21N)**

Esquema de protección de distancia completo apropiado para líneas.

- Medida independiente por fase y por zona.
- Lógica cuadrilateral y poligonal
- Deberá tener al menos, cuatro zonas adelante y una zona hacia atrás
- Partida (detectores) independiente por tipo de falla, del tipo impedancia o similar.
- Ajustes independientes para fallas entre fases y para fallas a tierra.
- Lógica de fuente débil (weak end infeed), que incluya bloqueo para fallas externas.
- Lógica de bloqueo frente a oscilaciones de potencia.
- Lógica de teleprotección (85) para envío y recepción de señales de comunicación. Esta lógica deberá incluir programas seleccionables POTT, PUTT, etc. seleccionables y deberán permitir que las señales emitidas por la función de distancia y la función de comparación direccional residual utilicen vías de comunicación diferentes y sean procesadas en forma independiente.
- Lógica de selección de fase para desenganche tripolar y monopolar.
- Lógica de bloqueo y alarma por falla en los circuitos de alimentación de tensión alterna.
- Lógica de cierre contra fallas (line check o SOFT).
- Técnica de medida y filtrado que asegure el funcionamiento correcto de la protección ante saturación de los transformadores de medida.
- Lógica de localización de fallas.
- Capacidad de registro de fallas y perturbaciones.
- Operación monopolar y tripolar.
- El arranque del recierre por parte de la protección de distancia debe ser bloqueado mientras funcione el canal de comunicaciones de la protección diferencial

4.8.8.1.3 **Función de Re-Conexión con Verificación de Sincronismo (79/25)**

Esta función, contemplada para ambos sistemas de protección, deberá tener las siguientes características:

- Una (1) reconexión monopolar y tripolar rápida.
- Comando para dos interruptores en forma independiente.
- Reconocimiento de falla secuencial.
- Deshabilitación remota de la reconexión.
- Activación de la reconexión por una orden externa, emanada por el otro sistema de protección
- Ajustes independientes para tiempos muertos y de recuperación.

- Verificación de sincronismo que incluya posibilidad de verificación de barra y línea muerta.

4.8.8.1.4 **Protección de Respaldo para Falla de Interruptor (50BF)**

Esta protección deberá contar con las siguientes características:

- Medidas de corriente independientes por fase para fallas entre fases y para fallas a tierra.
- Capacidad adecuada en sus contactos de entrada/salida para manejo de Interruptores con esquema de desconexión monopolar y tripolar.
- Supervisión de contactos auxiliares del interruptor.
- Retardos independientes de tiempo para operaciones con y sin corriente.
- Dos etapas de retardo de tiempo.
- Supervisión de contactos del interruptor.
- Auto supervisión del relé

Esta protección deberá ser activada por la operación (trip) de todas las protecciones de los elementos asociados al interruptor, líneas y barras, y por la recepción de transferencia de desenganche directo (T.D.D). La recepción de T.D.D. deberá ser realizada a través de la vía sin corriente y con la supervisión de contactos de los interruptores correspondientes.

4.8.8.1.5 **Protección de Sobrecorriente para Fallas entre Fases y fallas a Tierra (51/51N):**

- Medida e indicación por cada fase y por tierra.
- Las unidades de fase y de tierra deberán tener características independientes de tiempo seleccionables entre tiempo definido y tiempo inverso, según curvas de las normas ANSI e IEC.
- Ajustes independientes para fallas entre fases y para fallas a tierra.
- Estabilización para corrientes de Inrush.
-

4.8.8.2 Protección Paño de Transformador 230/24,9 KV

El paño de transformador de la Subestación Elevadora 230/24,9KV deberá considerar un sistema de protección compuesto por los siguientes esquemas:

Un (1) esquema con función diferencial (87T/87TN), de tecnología numérica, última generación, para transformadores de tres (3) devanados. Deberá disponer de al menos dos (2) grupos de configuración de parámetros independientes.

Un (1) esquema con funciones de sobrecorriente (Sistema 2), el cual dispondrá al menos de lo siguiente:

- Protección contra sobrecarga de fase y residual instantánea (50-50N).

- Protección de sobrecarga de fase de cuatro niveles y residual direccional/no direccional, con características de tiempo inverso y definido (51-51N-67N).
- Protección de falla a tierra direccional sensible (50G-51G).
- Protección contra sobrecarga térmica (49).
- Protección contra sobrefrecuencia y subfrecuencia (81).

Dentro de los equipos de protecciones a suministrar para el paño de transformador deberá tener de modo seleccionable la función falla interruptor (50BF).

4.8.9 Malla de Puesta a Tierra de la S/E

4.8.9.1 Malla De Puesta A Tierra Subterránea

Se deberán efectuar el tendido de conductor correspondiente a la malla subterránea y a las derivaciones los equipos en patio, estructuras, cajas, gabinetes, etc.

El conductor a utilizar en esta malla de puesta a tierra base es de cobre AWG 4/0 y las derivaciones a equipos, gabinetes, cajas, etc, será de AWG 2/0, salvo el pararrayos que tendrá una conexión 4/0 AWG.

4.8.9.2 Consideraciones para la Malla de Puesta a Tierra

Todos los equipos eléctricos, estructuras, tableros y otros elementos se conectaran a la malla de puesta a tierra mediante termofusión, la casa de servicio generales y la sala eléctrica deberá tener malla puestas a tierra subterránea para la conexión de tableros, gabinetes de control, etc.

La profundidad de la malla de puesta a tierra como mínimo será de 60 cm, y quedará indicada en planos, memoria de cálculo y junto con la característica del terreno.

Las dimensiones de la malla y sus reticulados deberán definirse en la memoria de cálculo. Para el tendido de los conductores se aceptará $\pm 0,20\text{m}$ de variación horizontal.

La capa de grava extendida sobre el terreno estabilizado de la subestación corresponde a un elemento propio del diseño y no es un elemento decorativo; se usará como espesor mínimo 15 cm y debe está libre de contaminación. El diámetro de la grava deberá estar comprendido entre 20 y 40 mm.

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

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

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

El cerco perimetral deberá estar ubicado entre 1 y 1,5 m al interior del anillo exterior de la malla a tierra, y deberá conectarse por termofusión a éste cada 20 m en las partes en que la red metálica (malla) del cerco sea continua y de acuerdo a los planos de proyecto. Donde se interrumpa la malla de alambre, deberá hacerse una nueva conexión a tierra.

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

La compactación se hará con capas de 15 cm de espesor hasta obtener un 95% del proctor modificado.

4.8.9.3 Medición de la Resistencia Eléctrica de la Malla

La medición de la resistencia eléctrica de las mallas de puesta a tierra deberá realizarse inmediatamente después de realizada la faena de compactación de los rellenos.

En caso que el valor real medido supere el valor normalizado, se debe mejorar la malla de puesta a tierra con métodos establecidos las especificaciones técnicas de proyecto y se deberá medir nuevamente hasta lograr dichos valores.

4.8.9.4 Normas Aplicables

Para el diseño, construcción, montaje y pruebas finales se deberán aplicar las siguientes normas eléctricas y otras cláusulas indicadas en esta especificación.

CÓDIGO	NORMA
IEEE Std 80-2000	IEEE Guide for safety in ac substation grounding
IEEE Std 81-1983	IEEE Guide for measuring earth resistivity, ground impedance, and earth surface potentials of a ground system (Part 1)
IEEE Std 81.2-1992	IEEE Guide for measurement of impedance and safety characteristic of large, extended or interconnected grounding system (Part 2)
IEEE Std 367-1996	IEEE Recommended practice for determining the electric power substation ground potential rise and induced voltage from a power fault.

Tabla 25: Normas aplicables Malla puesta a Tierra

La puesta a tierra debe satisfacer las siguientes exigencias:

- Asegurar la vida de las personas a gradientes de potencial entre pasos, mano o pie inferiores a los valores máximos IEEE-80.
- Proporcionar un drenaje de las descargas de corrientes eléctricas por cortocircuito, derivado de fallas (internas, externas y atmosféricas) de origen interno o externo a la subestación.
- Proporcionar además, una vía de baja impedancia, para asegurar la operación correcta de las protecciones.

4.8.9.5 Malla De Puesta A Tierra Aérea

La protección de las zonas de intemperie contra descargas atmosféricas se realizará mediante la instalación de hilos de guarda y basados en las recomendaciones de la norma IEEE Std. 998(1996) "Direct Lightning Stroke", específicamente en el método Electro-Geométrico EGM de las esferas rodantes.

- La altura de los pilares para protección del equipamiento de patio se calculará a partir del ángulo de cobertura mediante alguno de los métodos de cálculo convencionales.
- Las zonas periféricas de la estación o playa que pueden quedar fuera de la protección de los hilos de guarda serán protegidas mediante puntas.
- El cable a utilizar para la malla aérea es del tipo alumoweld, de alambres de acero recubierto con aluminio N° 7 AWG, la superficie del cable guarda y de sus alambres componentes deberá ser cilíndrica, resultar suaves al tacto y estar libre de imperfecciones y de materias extrañas. La fabricación de estos deberá hacerse en un recinto especialmente destinado para estos efectos y durante su fabricación, se deberá evitar la contaminación con cobre y otro, que pueda afectar la aleación de aluminio.
- El cable de guarda deberá resistir durante 0,5 s la corriente máxima de cortocircuito fase-tierra prevista para la línea, sin que su temperatura se eleve a más de 200 °C, considerando nula la disipación de calor del cable de guarda.
- Para corrientes de descargas atmosféricas, el cable de guarda deberá resistir, durante 0,001 s, la corriente máxima de las descargas atmosféricas que resulte de los cálculos para cumplir con el número de fallas admisibles. En este caso, la temperatura que alcance el cable de guarda deberá ser inferior a la de su punto de fusión, considerando nula disipación de calor del mismo cable.
- El cable de guarda deberá ser de acero galvanizado de extra alta resistencia mecánica.
- Las uniones subterráneas y las conexiones a marcos de líneas y barras serán del tipo termofusión.
- Las conexiones a las demás estructuras y las subidas a las mallas de tierra aéreas serán con prensas paralelas apernadas.
- La malla aérea también se conectará a la malla base de puesta a tierra.
- Se deberán emitir protocolos de pruebas que certifique la calidad de los materiales con los cuales fueron fabricados.

4.8.10 Instalaciones eléctricas Auxiliares de Baja Tensión

Se entenderá por servicios auxiliares todos los sistemas anexos de la subestación, como por ejemplo:

- Bancos de Baterías
- Transformadores de servicios auxiliares
- Tableros generales y de distribución de corriente alterna y continua
- Grupo electrógeno
- Sistema de ventilación y/o aire acondicionado y sistema de detección de incendios.
- UPS, etc.

CONDICIÓN	VALOR		UNIDAD
	TRIFÁSICOS	MONOFÁSICOS	
SERVICIOS AUXILIARES DE CA			
Tensión nominal	400	231	VCA
Fluctuación máxima de la tensión	-10,+10	-10,+10	+/-%
Frecuencia	50	50	Hz
Fases y conductores	3/4	1/2	n/n
Nivel de cortocircuito máximo	10	10	kA
Sistema de puesta a tierra	efectivo	efectivo	
SERVICIOS AUXILIARES DE CC			
Tensión nominal		125	VCC
Fluctuación máxima de la tensión		-15,+10	+/-%
Fases y conductores		2/2	n/n
Nivel de cortocircuito máximo			kA
Sistema de puesta a tierra		aislado	

Tabla 26: Características Servicios Auxiliares

4.8.10.1 Tensiones Normales

Las tensiones normales de servicio usadas en el Proyecto serán las siguientes:

TENSIÓN	VALOR
Tensión principal	220 kV, 50 Hz
Tensión de SSAA de CA	380 f-f/220 f-n Vca, 50 Hz
Tensión de SSAA de CC	110Vcc

Tensión del sistema de Comunicaciones	48 Vcc
---------------------------------------	--------

Tabla 27: Tensiones normales de Servicio utilizadas en el Proyecto

El dimensionamiento de los alimentadores de SSAA deberán respetar los siguientes valores en condiciones de carga:

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

4.8.10.2 Configuración de Circuitos

Para el desarrollo de los circuitos eléctricos de baja tensión se deben considerar los siguientes criterios.

- Perturbaciones en los Circuitos: El diseño debe considerar medidas y soluciones para evitar toda interferencia producida por acoplamiento galvánico, capacitivo y/o inductivo que pueda afectar la seguridad de las instalaciones de control y de comunicaciones.
- Optimización de las Canalizaciones: Los estudios de optimización de las canalizaciones y circuitos de alambrado podrían realizarse mediante programas computacionales para selección de vías y dimensionamiento, siempre que el sistema permita introducir modificaciones que actualicen los resultados y que la situación final de diseño sea presentada en documentos claros e inequívocos.
- Terminales para Conductores: Las conexiones de los conductores a equipos, instrumentos, regletas, etc., consideran el uso de terminales adecuados para cada aplicación.
- Marcas para Cables: Todos los cables, monoconductores y multiconductores, se identificarán con letras y/o números durante el proyecto.

4.8.10.3 Transformador de Instalaciones SS/AA

El suministro corresponde a un (1) transformador de SSAA, completo, y con todos sus elementos asociados para montaje a la intemperie, y sometidos a las pruebas de rutina correspondientes. El proveedor suministrará lo siguiente:

- Un (1) transformador de SSAA, con todos sus elementos incluidos, razón de transformación 24,9/0,4 kV, 150 kVA, Dyn1.
- Un (1) MCCB (Molded Case Circuit Breaker), con todos los elementos necesarios para la correcta operación del sistema.
- La conexión en media tensión debe ser mediante bushings y la salida en baja tensión a través de gabinete en un costado del transformador.
- Norma de fabricación IEC o ANSI (con o sin tanque de expansión)
- Nivel de cortocircuito: 10 kA
- Esquema de conexión: Dyn1

Notas:

- a) Esta especificación establece los valores y parámetros mínimos que deben cumplir los equipos a 3700 m.s.n.m., correspondiendo al fabricante considerar los factores de derateo y ambientales en el diseño.
- b) El Proveedor deberá cotizar los equipos considerando un diseño que cumpla con el Nivel de Contaminación III según IEC-60815

4.8.10.4 Diseño de instalaciones de SS/AA C.A.

Se deberá definirse las instalaciones y circuitos de la Subestación, incluyendo las especificaciones complementarias de los equipos y materiales, las disposiciones físicas, los circuitos de conexión y de control, las canalizaciones y los alambrados.

Se deberán elaborar todos los planos, diagramas funcionales, esquemas de conexiones y de montaje que sean necesarios.

Deberá definirse completamente la configuración eléctrica de los diversos niveles de tensión de C.A., elaborando los diagramas unilineales de SS/AA de C.A. correspondientes.

Se deberán definir completamente todos los armarios eléctricos que resulten necesarios, de acuerdo a la concepción de SS/AA C.A. establecida en estas especificaciones y en el esquema eléctrico definitivo.

Se deberán diseñar las canalizaciones y los conductores eléctricos, incluyendo neutro y tierra de protección, entre los tableros generales y los distintos tableros de distribución o consumos.

Se deberá desarrollar el sistema de control de los SS/AA para la Subestación, incluyendo las instalaciones donde se centraliza el mando hasta los puntos terminales de todas las funciones especificadas. Se deberá determinar las especificaciones y características de los elementos de control y las funciones a cumplir por el automatismo respectivo.

El diseño incluirá las canalizaciones (bandejas, escalerillas, ductos, cajas de derivación, etc.) para soportar los conductores de alimentación de control, alumbrado y fuerza de todos los equipos, enchufes y otros elementos que precisen energía eléctrica.

Se deberán materializar todas las medidas que sean necesarias para evitar interferencias electromagnéticas.

4.8.10.5 Sistemas de corriente continua.

Se deberá desarrollar el diseño de los sistemas de distribución de corriente continua en 110 Vcc para la Subestación.

Las especificaciones de este ítem se refieren a los sistemas de C.C. para fines de control y comunicaciones.

Los diseños se deberán ceñir a los principios generales que se desprenden de los planos de la subestación correspondiente.

Desde cada sección de barra del tablero general se deberá tender cables de alimentación a los consumos o tableros de sub-distribución de corriente continua.

El sistema de distribución de corriente continua deberá contar con los elementos de medición y protección indicados en las especificaciones correspondientes.

4.9 Línea de Conexión de Alta Tensión

4.9.1 Concepto

La energía producida por la planta fotovoltaica será evacuada a través de una nueva línea aérea de circuito único de 230 kV. La línea de evacuación conectará la planta con la subestación existente de Uyuni.

El proyecto fue concebido en circuito simple con un conductor por fase y dos cables de guardia tipo OPGW.

4.9.2 Criterios del Diseño Eléctrico

4.9.2.1 Generalidades

Para la definición de los criterios eléctricos se utiliza como base la Norma IEC 815 – Guide for selection of Insulators respect of pollute conditions.

4.9.2.2 Capacidad de Conducción de Corriente

La capacidad de conducción de corriente del cable conductor será calculada por el criterio más crítico, utilizando la media máxima de temperatura de la región, viento de 0,61m/s y radiación solar máxima.

Se va utilizar la norma IEEE 738/2006 – IEEE Standard for calculating the current-temperature of bare overhead conductors.

Las distancias cable-suelo serán verificadas en la temperatura máxima y/o hielo máximo, respetando la corrección por la altitud.

Tanto los resultados de los cálculos, como la metodología utilizada serán presentados en el documento de Diseño Eléctrico.

4.9.2.3 Efecto Corona

El efecto corona será calculado con base en las características de los distintos puntos de la línea y de la geometría típica de la estructura, y no deberá ser mayor que el crítico en ningún punto, manteniendo todo el trecho sin corona visual.

El gradiente crítico será calculado con la densidad del aire más crítica de cada área, en función de altitud y temperatura por el método de Peek, internacionalmente reconocido.

Los resultados de los cálculos y la metodología de cálculo serán presentados en el documento Diseño Básico Eléctrico.

4.9.2.4 Efectos Electromagnéticos

Los efectos electrostáticos serán calculados llevando en cuenta la geometría real de la línea y la franja de servidumbre será definida respetando los siguientes criterios.

- Campo Eléctrico: Máximo de 5,0kV/m, en el límite de la franja de servidumbre.
- Campo Magnético: 833mG (67A/m) en el límite de la franja de servidumbre.
- Radio Interferencia: nivel máximo de ruido de 42dB, equivalente a un nivel de recepción bueno para una señal de 66dB, en el límite de la franja de servidumbre.
- Ruido Audible: Máximo de 58dBA, en el límite de la franja de servidumbre.

4.9.2.5 Distancias de Seguridad

Las distancias de seguridad serán verificadas a partir de un estudio de aislación que establezca los espaciamientos a utilizar. Se va considerar las distintas altitudes para la determinación de las distancias mínimas, haciendo la respectiva corrección por la densidad del aire.

La metodología que se va utilizar para los cálculos respectivos es la que se define en el libro Transmission Line Reference Book – EPRI, también conocido como “Red Book”. El capítulo en particular que se utilizará es el 10 – *Insulation for power Frequency Voltage*, el capítulo 11 – *Insulation for Switching Surges* y el capítulo 12 – *Lightning Performance of Transmission Lines*.

Para el cálculo de las distancias fase-fase se utilizará la metodología del Cigre de ELECTRA 64 – *Phase to Phase Insulation Coordination*.

Para la verificación de las distancias verticales se utilizará el criterio de cable superior con hielo e inferior sin hielo.

4.9.2.6 Puesta a Tierra

El sistema de puesta a tierra debe tener la menor resistencia posible, de manera a posibilitar una mejor distribución de las corrientes de corto-circuito en caso de faja.

Con el cable de guardia aislado de la estructura, el valor promedio de la resistencia de puesta a tierra será:

- Menor o igual a 10 Ohm para el último kilómetro de la línea de transmisión antes de las subestaciones.
- Menor o igual a 100 Ohm para el resto de la línea de transmisión.

La puesta a tierra será hecha con pletina de acero galvanizado A240ES de 38x5 mm.

Es posible también utilizar cables de acero galvanizado. La definición final del sistema será hecha cuando se tenga las mediciones de resistividad.

4.9.3 Torres / Estructuras

Las siluetas de las estructuras tanto de suspensión como de anclaje tendrán disposición de conductores en forma triangular.

Se utilizará la siguiente familia de estructuras:

- **2HT** – Suspensión pesada en alineamiento (grandes vanos) o con ángulo hasta 3°
- **2MA** – Anclaje para ángulos medios hasta 30°
- **2HTA** – Anclaje para ángulos grandes hasta 60° o terminal

En la siguiente tabla se muestran las prestaciones según las cuales están diseñadas las torres, siendo estos adecuados a los requerimientos de la línea de transmisión.

TORRE	VANO DE VIENTO (m)	VANO DE PESO (m)	ÁNGULO (grados)	ALTURA ÚTIL(m)	
				MIN	MAX
2HT	450 / 350	600	0° / 3°	18,0	33,0
2MA	400	750 / -250	30°	18,0	30,0
2HTA	350 / 70°	750 / -250	60°/ terminal	18,0	30,0

Tabla 28: Tipos de Torres para el Proyecto

Las estructuras serán calculadas para las siguientes hipótesis de carga:

- Viento transversal máximo, sin hielo
- Hielo máximo, sin viento
- Viento longitudinal máximo sin hielo
- Hielo reducido con viento reducido
- Desequilibrio longitudinal en una fase (cortadura de conductor)
- Desequilibrio longitudinal en un cable de guardia (cortadura de cable de guardia)
- Desequilibrio longitudinal en todas las fases
- Desequilibrio en dos fases con hielo máximo de un lado y viento reducido del otro en las estructuras de retención
- Construcción y mantenimiento

4.9.3.1 Normas Aplicables

Las normas aplicables para las torres de alta tensión del proyecto son las siguientes.

Normas Aplicables Torres de Línea Alta Tensión

ASTM - American Society for Testing and Materials

- A6/A6M - General Requirements for Delivery of Rolled Steel Plates, Shapes, Sheet Piling and Bars for Structural Use.
- A36 – Standard Specification for Carbon Structural Steel.
- A123 - Zinc (Hot Galvanized) Coatings on Products Fabricated from Rolled, Pressed and Forged Steel, Shapes, Plates, Bars and Strip.
- A143 - Recommended Practice for Safeguarding Against Embrittlement of Hot Galvanized Structural Steel Products and Procedure for Detecting Embrittlement.
- A153 - Zinc Coating (Hot Dip) on Iron and Steel Hardware.
- A239 - Test Method for Locating the Thinnest Spot in Zinc (Galvanized) Coating on Iron or Steel Article by the Preece Test (Copper Sulfate Dip).
- A242 - High-Strength Low-Alloy Structural Steel.
- A283 - Low and Intermediate Tensile Strength Carbon Steel Plates of Structural Quality.
- A325 - High Strength Bolts for Structural Steel Joints including Suitable Nuts and Plain Hardened Washers.
- A370 - Methods and Definitions for Mechanical Testing of Steel Products.
- A394 - Galvanized Steel Transmission Tower Bolts
- A441 - High-Strength Low-Alloy Structural Manganese Vanadium Steel.
- A475 - Zinc-Coated Steel Wire Strand
- A563/A563M - Carbon and Alloy Steel Nuts.
- A572 - High-Strength Low-Alloy Columbium-Vanadium Steels of Structural Quality.
- B6 - Zinc Metal (Slab Zinc)
- E709 - Magnetic Particle Examination

• ANSI - American National Standards Institute

- B.18.2.1 - Square and Hex Bolts and Screws.
- B.18.2.2 - Square and Hex Nuts.
- B.18.5 - Round Head Bolts.
- B.18.21.1 - Lock Washers
- B.18.2.3.5M - Metric Hex Bolts
- B18.2.4.1M - Metric Hex Nuts, Style 1
- B18.2.4.2M - Metric Hex Bolts
- B18.2.4.6M - Metric Heavy Hex Bolts
- B18.22M - Metric Plain Washers
- B1.13M - Metric Screw Threads - M Profile

• AISC - American Institute of Steel Construction

- Specification for the Design, Fabrication and Erection of Structural Steel for Buildings

• ASCE - American Society for Civil Engineering

<ul style="list-style-type: none"> • Design of Steel Latticed Transmission Structures – N° 10-97
<ul style="list-style-type: none"> • IEC – International Electrotechnical Commission
<ul style="list-style-type: none"> • Loading and strength of overhead transmission lines - 60826
ISO – International Standards Organization
<ul style="list-style-type: none"> • ISO 9001/2000 – Quality System

Tabla 29: Normas aplicables para Torres de AT

4.9.3.2 Cargas

Las condiciones de cargas utilizadas en el cálculo de las estructuras serán conforme al diseño electromecánico de las estructuras.

4.9.3.3 Materiales

El Fabricante podrá utilizar en su diseño hasta dos tipos de acero, siendo que el acero común deberá atender a la norma ASTM A36 y el acero especial (de alta resistencia) deberá atender a la norma ASTM A572 Grado 50 o 60. En el caso de utilizar más de un tipo de acero, deberán ser adoptados procedimientos de control adecuados para asegurar que las barras sean fabricadas con el tipo de acero especificado en el diseño.

El acero utilizado para fabricación de las estructuras, utilizadas en regiones de grande altitud y baja temperatura, deberán ser sometidas al ensayo de impacto de Charpy conforme la norma ASTM 6110-10 "Standard Test Method for Determining the Charpy Impact Resistance of Notched Specimens of Plastics". La prueba deberá ser hecha a la temperatura de -20°C con una resiliencia garantizada de 20 Joules.

Todos los pernos y tuercas deben atender a la norma ASTM A394 - Standard Specification for Galvanized Steel Transmission Tower Bolts, tipo T1.

Todos los pernos deben ser provistos de arandela plana y palnut. Cuando sea necesario se utilizaran calzos. Las arandelas planas y calzos deben ser hechos de materiales que cumplan la norma ASTM A283.

4.9.3.4 Límites Dimensionales

Los puntos abajo indican los límites dimensionales especificados para los distintos elementos de la torre:

La esbeltez máxima (kL/r max) aceptada en barras comprimidas es:

- | | |
|--|-----|
| • Montantes y barras principales de las crucetas | 150 |
| • Todas las otras barras calculadas | 200 |
| • Barras no calculadas o redundantes | 250 |

Los límites arriba son aplicables a barras que soporten cargas axiales concéntricas. Si el detallamiento crear alguna excentricidad, la condición real de carga deberá ser verificada.

Las recomendaciones del guía ASCE-52 (Guide for Design of Steel Transmission Towers) pueden ser utilizadas para obtener la esbeltez equivalente.

La esbeltez máxima de barras traccionadas no debe superar 375.

El espesor mínimo para chapas y angulares es de:

- | | |
|---|-------|
| • Barras principales | 4.0mm |
| • Parrillas metálicas | 5.0mm |
| • Otros angulares, siempre que tengan al menos un ala sin corte | 4.0mm |

Las chapas de conexión deberán tener espesor igual o superior a la de la barra que está siendo conectada.

Deberá ser utilizado, preferentemente, un único diámetro de perno por tipo de torre. En el caso que sea necesario, podrán ser aceptos hasta dos diámetros por tipo de torre.

4.9.3.5 Tensiones Admisibles

Todas las barras deben ser dimensionadas de manera que los esfuerzos en las barras calculadas a partir de los árboles de cargas no sean superiores a los valores máximos definidos para cada tipo de material.

Las tensiones admisibles nominales no incluyen ninguna consideración en lo que se refiere a la excentricidad de las cargas y/o conexiones. Para cada barra debe ser considerada una esbeltez efectiva que corresponda a las condiciones reales de la ingeniería de detalle.

El área neta de una barra traccionada debe ser calculada como especificado en el documento de la AISC "Specification for the Design, Fabrication and Erection of Structural Steel for Buildings", a la excepción de una barra conectada por una sola ala, cuando el área neta debe ser el área neta del ala conectada sumada al área total de la otra ala.

Los esfuerzos de corte y aplastamiento de los pernos deben ser calculados por el diámetro nominal de los mismos.

4.9.3.6 Requerimientos Adicionales

Los elementos de la torre a los cuales serán conectados los conjuntos de fijación de cables deben tener una resistencia igual ó superior a la del conjunto correspondiente. Esos elementos incluyen los grilletes, horquillas u otros, las chapas y angulares, incluyendo la barra que conecta los dos conjuntos de retención de una misma fase.

Por lo menos una barra horizontal de las crucetas debe soportar una carga vertical mínima correspondiente a las escaleras de mantenimiento con el peso de los montadores y otros

equipos y herramientas. Todas las barras que tengan una inclinación inferior a 45° con la horizontal deben soportar un peso concentrado de 100kg aplicado en cualquier punto.

Las barras redundantes deben ser dimensionadas para soportar 2,5% de la mayor carga actuante en las barras principales a que esté conectada.

Deben ser evitadas las excentricidades en las conexiones, e, cuando las mismas ocurran, las cargas adicionales debido a ellas deberán ser consideradas en los cálculos.

4.9.3.7 Fundaciones

Las fundaciones de las torres serán de hormigón armado, siendo utilizados en las primeras "stubs" unidos a las patas de las torres para transferir las cargas a la fundación y de esta, al terreno. Los "stubs" forman parte del suministro de las torres.

Las fundaciones serán diseñadas y dimensionadas con las mismas cargas e hipótesis de distribución que los utilizados en el diseño de la torre.

Los "stubs" tendrán aletas ("cleats") unidas con pernos, para aumentar la adherencia con el hormigón y la resistencia a las cargas verticales. El angular del stub debe ser igual ó superior al del montante donde se conecte. El "stub" será completamente galvanizado.

4.9.3.8 Planos de Detalle para Fabricación

Todos los planos de detalle suministrados deberán ser revisados por el Suministrador acompañados de la lista de materiales.

Las patas de las torres deberán ser del tipo intercambiable, siendo utilizadas tanto con el cuerpo básico como con cualquier extensión de cuerpo.

Deberán ser evitadas soluciones de posición de alas de los angulares que permitan la retención de agua. Todas las conexiones deberán ser por medio de pernos con diámetro mínimo de 5/8" (16mm) para barras calculadas y barras redundantes. Los agujeros deberán tener un diámetro 1,6mm (1/16") superior al diámetro nominal del perno correspondiente.

Las conexiones deberán ser diseñadas para evitar cualquier tipo de excentricidad y permitir una adecuada distribución de esfuerzos entre las piezas.

Deberán ser previstos agujeros especiales en las torres para conexión de puesta a tierra del cable de guarda y del contrapeso y para la fijación de placas de señales, de numeración y de peligro. Las dimensiones y la ubicación de esos agujeros serán indicadas por el Comprador. Además, deberán ser previstos puntos de enganche de servicio para mantenimiento al lado de todos los puntos de enganche de cadenas (conductores y cables de guardia), con la misma capacidad de carga.

Deberán ser suministrados pernos tipo escalera en un de los montantes a lo largo de toda el altura de la torre, empezando a 3 metros del nivel del suelo. La distancia entre un escalón y otro deberá ser menos de 40cm y los mismos deberán tener una longitud libre como mínimo de

15cm. Los pernos para escalera también respetarán a la norma ASTM-A394 pero podrán ser del tipo t0.

Todos los pernos de las torres deberán ser provistos de tuerca y arandela plana, además deben de contar con un dispositivo de trabamiento tipo "palnut".

El Suministrador deberá indicar el valor del momento de torsión que será aplicado para cada diámetro de bulón, para asegurar las condiciones establecidas en el diseño.

4.9.3.9 Placas de Señalización

Juntamente con las torres deberán ser suministradas placas de señalización fabricadas en fibra de vidrio con espesor mínimo de 3mm de acuerdo a los tipos que se detallan a continuación. Las cantidades exactas y planos típicos de cada tipo serán suministrados por el Comprador. Los soportes para las placas serán independientes de las piezas de las estructuras y serán compuestos por perfiles con pernos tipo abrazadera.

4.9.3.10 Diseño

Es parte del alcance del Suministrador revisar y confirmar los planos de montaje de cada tipo de torre juntamente con las correspondientes listas de materiales, listas de pernos y accesorios, detalles de accesorios y toda información que sea necesaria para la fabricación y montaje de las estructuras. La revisión debe incorporar los resultados del pre armado en fábrica.

Todos los documentos serán sometidos a la aprobación del Contratista y la Supervisión y, después de la liberación para fabricación, solamente podrán ser modificadas bajo autorización específica.

4.9.3.11 Requerimientos de Fabricación

La fabricación de las piezas deberá obedecer rigurosamente los planos y listas de materiales elaboradas por el Contratista.

Todos los materiales utilizados en la fabricación deberán tener el correspondiente certificado de colada del fabricante, con análisis químico, físico y mecánico.

Todas las partes de la estructura deben estar bien terminadas, sin arañoses, dobleces o partes aplastadas. Todos los agujeros y recortes deben ser hechos con herramientas afiladas y deben quedar libres de rebordes o imperfecciones.

Todos los perfiles o chapas para la fabricación deben estar limpios y derechos, y si alguna corrección fuera necesaria, esta deberá ser hecha por un proceso que no afecte la resistencia y la terminación del material.

En las piezas que necesiten de dobleces, estos deberán ser ejecutados con técnicas que no provoquen fragilidad o pérdida de la resistencia del material durante el proceso.

4.9.3.11.1 **Agujereado**

Los agujeros deben ser localizados cuidadosamente para asegurar que los pernos estén perfectamente perpendiculares al plano de la unión. El diámetro de todos los agujeros debe ser 1,6mm (1/16") mayor que el diámetro del bulón correspondiente. Todos los agujeros en perfiles o chapas de espesor hasta 17.5mm (para acero A36) o 15mm (para acero A572) pueden ser abiertos por puncionado a su diámetro final, respectadas las limitaciones previstas en el AISC Manual of Steel Construction. Para espesores mayores, los agujeros deben ser hechos con mecha o puncionados con un diámetro menor y luego agrandados. Todos los agujeros deben ser cilíndricos y perpendiculares a la pieza y deben ser perfectamente limpios, sin rebordes o residuos. Caso sea necesario, los agujeros próximos a dobleces deben ser hechos luego del doblado de la pieza, para evitar deformaciones.

4.9.3.11.2 **Identificación**

Para facilitar la identificación de las piezas en la torre y el tipo de torre a que ellas pertenecen, todas las piezas deberán ser marcadas con el tipo de torre y el número de la posición conforme el plano de montaje. La marcación deberá ser hecha antes del galvanizado y deberá tener una altura mínima de 12,7mm (1/2"), siendo localizada en la misma posición relativa en todas las piezas del conjunto y que no sean tapadas en las superposiciones de las uniones.

La marcación debe ser perfectamente visible luego del galvanizado. Todas las barras de acero de alta resistencia serán identificadas con la letra "H" inmediatamente del número de la posición.

4.9.3.11.3 **Galvanizado**

Todas las piezas de acero estructural deberán, luego de fabricadas, ser galvanizadas en caliente de acuerdo con la norma ASTM A123. Las piezas correspondientes a las grillas deberán recibir un espesor de galvanizado extra.

Todos los pernos, tuercas, arandelas, "palnuts", calzos e accesorios deberán ser galvanizados en caliente de acuerdo con la norma ASTM A153. La rosca de las tuercas deberá ser repasada luego del galvanizado para limpieza del exceso de zinc.

4.9.4 Conductores

La longitud de la tira continua de conductor en cada carrete, deberá estar comprendido en un rango entre 2.000 y 4.000 metros. La longitud nominal del conductor en cada uno de los carretes deberá ser la misma para todo el lote de fabricación.

El conductor ACAR 1200 MCM, deberá ser nuevo y de primer uso, deben ser seleccionados con buen criterio técnico y disposiciones de ingeniería de prácticas funcionales.

Todos los materiales del conductor deberán cumplir las características especificadas en un rango de temperatura de -5°C a 80°C.

Los conductores, deberán corresponder a diseños y construcción estándar del proveedor, con el cual ya ha tenido una experiencia completamente satisfactoria y demostrable. Esto incluye la capacidad de conservar las características mecánicas y eléctricas de funcionamiento inalterables por a lo menos 50 años, precisión, calidad de los materiales y las terminaciones, la durabilidad de la construcción en general, la facilidad de mantenimiento, etc.

	Conductores de Línea de Conexión de Alta Tensión	
A	Información general	
A.1	Selección Fabricante	A determinar por el EPC
A.2	Selección Tipo	A determinar por el EPC
A.3	País de Origen	A determinar por el EPC
B	Especificaciones Técnicas del Conductor	
B.1	Tipo	ACAR
B.2	Código	1200 MCM
B.3	Calibre	1.200 kcmil
B.4	Numero de Hebras	18/19
B.5	Diámetro total del cable	32,02
B.6	Tensión de Ruptura	13,75
B.7	Sección total	608,4
B.8	Peso Unitario	0.975
B.9	Módulo de Elasticidad Final	6,25E +9 Kg/m ²
B.10	Coefficiente de Dilatación Lineal	2,30E-5 1/°C
B	Especificaciones Técnicas de las Carretes	
B.11	Longitud nominal de la tira continua de conductor	≥ 2.000 m \wedge ≤ 4.000 m
B.12	Peso bruto del carrete incluido el conductor y el listonado	a especificar [kg]
B.13	Diámetro exterior sobre el listonado	a especificar [cm]
B.14	Diámetro de la brida (flange)	a especificar [cm]
B.15	Diámetro del tambor	a especificar [cm]
B.16	Ancho interior entre bridas (flanges)	a especificar [cm]
B.17	Ancho exterior	a especificar [cm]
B.18	Diámetro del agujero para el eje	a especificar [cm]
B.19	Número de pernos (tensores) de las bridas (flanges)	a especificar
B.20	Material de que está hecho el carrete	a especificar
B.21	Cantidad de Carretes	1
B	Especificación de Cantidades	
B.22	Cantidad 3 fases	16.500 m
B.23	Factor de longitud flecha 7,5%	1.230 m
B.24	Repuestos y Pérdidas	1.000 m
B.25	Total requerido proyecto	18.730 m
C	Normas & Pruebas	
C.1	Listado de Pruebas	Según Norma ASTM B-230; B-398; B-

		524
C.2	Pruebas de rutina en hebras	Según Norma ASTM B-230; B-398; B-525
C.3	Pruebas en los alambres componentes	Según Norma ASTM B-230; B-398; B-526
C.4	Pruebas en el cable terminado: medición de dimensiones físicas (peso unitario, diámetros, paso de cableado de capa de alambres, sección), verificación de la dirección del cableado de la capa exterior y de la terminación del cable, medición de la resistencia de rotura del cable completo, medición de parámetros de cada uno de los filamentos del cable.	Según Norma ASTM B-230; B-398; B-527
C.5	Verificación de embalajes y marcas	Según Norma ASTM B-230; B-398; B-528
C.6	Protocolos y certificación de pruebas	Según Norma ASTM B-230; B-398; B-529
D	Documentación requerida	
D.1	Hoja de Datos	Adjúntese
D.2	Prueba de cumplimiento de las normas mencionadas arriba	Aportar certificado de instituto de ensayos equivalente

Tabla 30: Características Conductores Línea AT

4.9.5 Aisladores

El primer punto a tomarse en cuenta es el nivel de contaminación a ser adoptado en el cálculo de la cantidad de aisladores. Utilizaremos el nivel de 31mm/kVff (Heavy) conforme la norma IEC 815.

La cantidad y las características de los aisladores se determinarán en la tabla siguiente.

	Aisladores de Alta Tensión	
A	Información general	
A.1	Selección Fabricante	A determinar por el EPC
A.2	Selección Tipo	A determinar por el EPC
A.3	País de Origen	A determinar por el EPC
B	Especificaciones Técnicas del Aislador	
B.1	Tipo	Antiniebla
B.2	Material	Vidrio templado
B.3	Tipo de Acoplamiento	Bola y Rótula
B.4	Terminal Externo Torre	Rótula
B.5	Terminal Externo Conductor	Bola
B.6	Tipo de chavetas	Split pin
B.7	Dimensión de acoplamiento	16A (Susp) y 16A (Ancl)

B.8	Diámetro Nominal	225 mm
B.9	Espaciamiento	146 mm
B.10	Distancia de fuga	445 mm
B.11	Resistencia Electromecánica	120 kN (Susp) y 120 kN (Ancl)
B.12	Protección Contra Corrosión	Golilla de Zinc en el vástago
B.13	Nº aisladores por cadena	17 (Susp) y 17 (Ancl)
	Requisitos de Fabricación	
B.14	Rango de temperatura de materiales	-5 a 75 °C
B.15	Peso Zinc del galvanizado en caliente	≥ 500 g/m ²
B.16	Partes metálicas	Libres de rebabas, reparaciones, cavidades o bordes irregulares
B.17	Partes cubiertas con zinc	Libres de puntos no cubiertos, cubiertas limpias, libres de daños, manchas, rugosidades, escamas de zinc, sobrantes y defectos de manufactura
B.18	Dureza del acero de las patas de la chaveta	Rockwell B88 a C30 o Vickers HV 220 a HV 290
B.19	Alargamiento del acero de las patas de la chaveta	Mínimo de 20% en muestras de 5 cm entre marcas
C	Normas & Pruebas	
C.1	Normas	IEC 372, 120, 60797, 60383 y 60815, ANSI C29,1 , ASTM A153
C.2	Listado de Pruebas	Requerido
C.3	Pruebas de control de calidad de composición química del aluminio.	Requerido
C.4	Pruebas de aceptación en los alambres de aleación de aluminio: resistencia al doblado, verificación de superficie de alambres, tracción, medidas de diámetro de los alambres, determinación de resistividad eléctrica.	Requerido
C.5	Pruebas de aceptación en el conductor terminado: medición de dimensiones físicas, verificación de la dirección del cableado, resistencia a la rotura, resistencia al doblado, resistencia eléctrica.	Requerido
D	Documentación requerida	
D.1	Hoja de Datos	Adjúntese
D.2	Prueba de cumplimiento de las normas mencionadas arriba	Aportar certificado de instituto de ensayos equivalente

Tabla 31: Características Aisladores Línea AT

4.9.6 Cable de Guardia

El cable OPGW deberá funcionar satisfactoriamente como un transmisor óptico y como un cable de guarda durante la vida técnica de la línea de transmisión.

4.9.6.1 CONSTITUCIÓN BÁSICA DEL CABLE OPGW

El cable OPGW es compuesto por fibras ópticas para telecomunicaciones, contenidas en una o varias unidades ópticas dieléctricas, protegidas por un revestimiento metálico que, por su vez, es envuelto por hilos metálicos cableados en capas concéntricas.

El cable debe estar diseñado para funcionar en líneas de tensión 230kV y debe poseer características eléctricas y mecánicas adecuadas al diseño de la línea de transmisión, garantizando total protección a las fibras ópticas. El cable debe ser longitudinalmente sellado contra agua.

Deberán ser suministrados dos tipos de cables OPGW, de acuerdo a la capacidad mecánica y capacidad térmica. Las características obligatorias del cable, deberán ser las siguientes.

CARACTERÍSTICA	OPGW
Diámetro Máximo (mm)	14,0
Peso Unitario Máximo (daN/m)	0,700
Capacidad Térmica Mínima ($kA^2.s$)	Por Definir
Carga de Rotura Mínima (daN)	12.000
Número de Fibras Ópticas Rec.G.652.D	24

La longitud de los carretes de cable OPGW, debe ser de 3.000 metros como mínimo, a menos que se solicite expresamente una longitud diferente. Además, no se aceptarán uniones intermedias.

4.9.6.2 Fibras Ópticas

La fibra óptica debe cumplir con todos los requerimientos especificados en la recomendación ITU-T Rec.G.652.D y con las siguientes características:

- Cantidad: 24 Fibras Ópticas

Las fibras y los alojamientos de fibras deben tener un código de colores para su fácil identificación y localización en cualquiera de los dos extremos del cable. El código de colores del alojamiento y de cada fibra debe cumplir con la norma EIA/TIA-598

4.9.6.3 Unidad Óptica

La unidad óptica deberá ser diseñada

- Función: Protección mecánica y contra humedad.
- Material: Totalmente dieléctrico
- Configuración: tipo "loose".
- Alojamiento de fibras: Uno o más tubos termoplásticos rellenos con jalea.
- Elementos tensores: De material no metálico, utilizados para limitar los esfuerzos de tracción en las fibras ópticas alojadas en el interior de la unidad óptica.
- Relleno de los intersticios de la unidad óptica: Compuesto propio para inhibir la penetración de humedad externa o aún cualquier migración de agua a lo largo de la unidad óptica. Compatible con todos los componentes con que estará en contacto y deberá, aún, absorber y/o inhibir la producción de hidrógeno en el interior del cable, ser químicamente estable en el rango de temperatura especificada, no tóxico y dermatológicamente seguro

4.9.6.4 Conjunto de Núcleo Óptico e Hilos Metálicos

El Conjunto de Núcleo Óptico e Hilos Metálicos núcleo óptico deberá constituirse de la unidad óptica, una

- Función del en conjunto de núcleo e hilos: Protección de las fibras ópticas contra la degradación en sus características mecánicas y ópticas provocadas por factores externos (vibración, viento, grandes variaciones de temperatura, corrientes de corto-circuito, descargas atmosféricas)
- Dimensionamiento eléctrico del conjunto: Permitir la circulación de la corriente de corto-circuito sin alteraciones en las características de las fibras ópticas
- Dimensionamiento mecánico del conjunto: Soporte de esfuerzos mecánicos inherentes al proceso de instalación y operación de la línea de transmisión, así como al doblado del cable hasta el radio mínimo garantizado, sin aumentar la atenuación de las fibras.
- Tipo de Núcleo: Cinta de protección y un tubo de aluminio, con terminación industrial limpia, exento de porosidades o protuberancias en su superficie, uniforme en su sección transversal y a lo largo de su longitud. Tubo producido por medio de un proceso de extrusión, no se permitiendo puntos de soldaduras.
- Tipo de hilos: Adecuado para soportar las condiciones mecánicas del cable de guardia convencional, aumentando la resistencia mínima necesaria para no causar deformación en las fibras ópticas. Material: Acero galvanizado con diámetro mínimo de 2,5mm. La superficie de los hilos metálicos deberá ser perfectamente cilíndrica y libre de imperfecciones, grasa y partículas metálicas. No serán permitidas empalmes de cualquier especie en los hilos terminados. Conformidad con la clase B de la norma ASTM-B-498. El sentido del encordado de los hilos de la corona externa debe ser a la

izquierda. El largo del paso de la corona externa no debe ser menor que 10 ó mayor que 16 veces el diámetro externo del cable.

4.9.6.5 Accesorios para el Cable OPGW

Los accesorios necesarios para la instalación del cable OPGW son:

- Grapas de retención: Tipo “alza preformada / armadura preformada” o “cuña / armadura preformada”. Los conectores y cables para puesta a tierra del cable OPGW en el tope de las estructuras deberán ser considerados como parte integrante de las grapas de retención. Las grapas de retención deberán ser diseñadas para soportar, sin deslizamiento del cable o rotura de cualquier componente, como mínimo 95% (noventa y cinco por ciento) de la carga mínima de rotura del cable OPGW.
- Grapas de suspensión: Tipo armadura preformada. Los conectores y cables para puesta a tierra del cable OPGW en el tope de las estructuras deberán ser considerados como parte integrante de las grapas de suspensión. Las grapas de suspensión deberán presentar una carga de deslizamiento no inferior a 25% (veinte y cinco por ciento) de la carga mínima de rotura del cable OPGW. La carga mínima de ruptura vertical de las grapas deberá ser como mínimo 60% (sesenta por ciento) de la carga mínima de ruptura del cable OPGW.
- Grapas de bajada: Las grapas de bajada se hacen necesarias para fijar el OPGW en la estructura hasta la caja de empalme. Las grapas deben acomodar los dos cables que bajan en las estructuras de empalme. La grapa debe ser resistente a corrosión y compatible con el tipo de cable OPGW. Deberá ser instalada con espaciamiento máximo de 1,5m, de modo que no haga esfuerzos laterales en el cable. La estructura no puede sufrir perforaciones para la instalación de estas grapas.
- Cajas de empalme: Adecuadas para instalación en torres de línea de transmisión eléctrica y pórticos de subestaciones. La fijación sin la necesidad de perforación de las estructuras metálicas. La caja deberá posibilitar la entrada de tres cables, adecuadamente identificados, localizados en la parte inferior de la caja. Las entradas no utilizadas deberán estar debidamente selladas. La caja deberá ser protegida contra corrosión y sellada para no permitir la penetración de humedad. Deberá posibilitar la perfecta acomodación de los empalmes ópticos, efectuadas por medio de fusión y protegidas por medio de tubos termoplásticos, y del exceso de fibras ópticas utilizadas en el proceso, que deben ser colocadas dentro de una caja de empalme de modo que no queden sujetas a ningún esfuerzo mecánico. Deberá existir soldado al cuerpo interno de la caja de empalme, un soporte para trabar el elemento de tracción del cable OPGW. Deberá ser seguida de manera rigurosa las instrucciones de bloqueo de humedad, bien como la utilización de los materiales recomendados.
- Amortiguadores de vibración; Los amortiguadores deberán ser adecuados para el amortiguamiento efectivo de vibraciones eólicas en la franja de frecuencia de 5 a 100Hz. Deberán tener área suficiente para que, en contacto con los cables, no causen ninguna

deformación de los hilos componentes del mismo y no deberán deslizar longitudinalmente, girar o de cualquier forma, pueda causar desgaste en los cables por causa de vibraciones eólicas.

- Los accesorios para el cable OPGW deben permitir el apriete en el cable de forma circunferencial con el objetivo de minimizar la concentración de esfuerzos y no afectar su núcleo óptico. Deberán evitar variaciones abruptas de radios de curvatura para asegurar que el radio mínimo de curvatura del cable OPGW sea respetado.
- Todos los componentes de material hierro deberán ser galvanizados y cumplir con los requisitos de las normas ASTM-A-123, A-143 y A-153. Los tornillos y tuercas galvanizados deberán obedecer la norma ASTM-A-394.

4.10 Obras Civiles y Eléctromecánicas

4.10.1 Generalidades

El diseño de las obras civiles y estructurales, los documentos a suministrar por el Contratista, la ejecución y las Obras de acabado deberán cumplir con las normas pertinentes y las normas, leyes y reglamentos y otras normas especificadas en los requisitos generales de las construcciones civiles.

Las Obras Civiles comprenderán el diseño detallado, la fabricación, las pruebas, la entrega al sitio, la instalación, la construcción, el montaje y la puesta en marcha de la Planta de Energía Solar y de los edificios y estructuras civiles relacionadas que sean necesarias. Estas incluyen todas las obras estructurales, arquitectónicas, de abastecimiento de agua, sanitarias, de alcantarillado y drenaje, de iluminación, anti-incendio, en sistemas de alta tensión, de excavación, de construcción de carreteras y pavimentación funciona, de irrigación y paisajismo, así como obras auxiliares.

A continuación se describe la base para que el Oferente pueda optimizar su propuesta con respecto a las condiciones locales y condiciones técnicas que prevalecen. La información dada se aplica de forma general a todas las obras civiles, de forma adicional a las Especificaciones Técnicas y a menos que se especifique en mayor detalle en otra parte, deberá ser seguido, junto con todas las especificaciones detalladas correspondientes en el resto de las disciplinas previstas en este proyecto.

Los supuestos de carga dados indican el mínimo para ser considerado en el diseño. En caso de conflicto entre requisitos de cargas especificadas o condiciones de diseño, y los códigos locales e internacionales aplicables, los requisitos más estrictos prevalecerán.

4.10.2 Requisitos Generales de Diseño

4.10.2.1 Movimientos de Tierra

4.10.2.1.1 Obras de Excavación

A menos que se indique lo contrario en esta Especificación, los movimientos de tierra deben estar en conformidad con la norma BS EN 1997-1 (Eurocódigo 7, parte 1). El Contratista deberá determinar la ubicación y naturaleza de los servicios enterrados servicios/estructuras existentes, y adoptar todas las precauciones necesarias requeridas para no dañar o interferir con ellos durante la excavación y ejecución de las obras.

El diseño de la cimentación se realizará de acuerdo con los estudios y las investigaciones del suelo. Cuando se encuentre al realizar las excavaciones que el material en el fondo es inestable o inadecuado, el Contratista deberá sobre excavar la sub-base hasta llegar a la adecuada y llenar la sobre excavación con grava o material adecuado.

El material que sea apto para su reutilización como relleno o para otros propósitos requeridos en el Contrato no podrá ser eliminado hasta que no se requiera para su reutilización. El material excavado, que no es apropiada para su reutilización se retirará del sitio completamente y transportará a las áreas de depósito autorizadas de acuerdo con las normas aceptadas nacionales, así como a las regulaciones ambientales locales.

El material de relleno se obtendrá de lugares adecuados para la adquisición de dicho material. El Contratista deberá informar y realizar un seguimiento de la fuente de la que él propone obtener material de relleno. Además, el Contratista deberá llevar a cabo pruebas estándar de muestras de material, ya que puede ser necesario para asegurar que el material cumpla con estas especificaciones.

El relleno en todas las fundaciones y losas deberá ser compactado mecánicamente a un contenido de humedad adecuado. El relleno se extenderá en capas y se compactará con rodillo u otros métodos de compactación adecuados para dar una densidad seca máxima adecuada de acuerdo con lo especificado en el Eurocódigo 7 o una norma similar.

4.10.2.2 Hormigón

4.10.2.2.1 Requisitos Generales

Las obras de hormigón deberán estar diseñados, construidas y ensayadas de conformidad con los requisitos de la norma BS EN 1992-1-1 (Eurocódigo 2: Diseño de estructuras de hormigón). Otras normas internacionalmente reconocidas también pueden ser utilizadas para obras de hormigón.

4.10.2.2.2 Calidades de Hormigón

Las calidades de hormigón a utilizar en diversas partes de las obras se harán constar en los Planos. La calidad del hormigón y la cubierta de refuerzo deben ser apropiadas para las condiciones ambientales a las que estará expuesto el hormigón.

4.10.2.2.3 Suministro de Hormigón

El Contratista se encargará de que el cemento importado para ser usados en la obras se entregue en el Sitio sin demora y que se almacene en condiciones adecuadas durante el tránsito. Todo cemento mantenido en el Sitio se almacenará en cobertizos cubiertos, estancos y bien ventilados sobre plataformas elevadas del suelo.

4.10.2.2.4 Proceso de mezcla de hormigón

El agregado (fino y grueso) para todos los tipos de hormigón deberá cumplir a todos los efectos con la norma BS EN 12620 "Áridos para hormigón". La fuente de agregados deberá ser certificada.

El Contratista llevará a cabo pruebas de control de rutina. Los áridos que no cumplan con esta especificación, o que se estén contaminados, sean defectuosos o de otra manera poco satisfactorios, deberán ser retirados del Sitio.

Los aditivos sólo pueden utilizarse en zonas y bajo condiciones en las que su uso no represente un riesgo para la estructura de hormigón. El uso de aditivos, en caso necesario, se realizará de conformidad con las disposiciones de la norma BS EN 1992-1-1 (o su equivalente EN 1990 Eurocódigo 2: Proyecto de estructuras de hormigón).

Todos los aditivos para hormigones deberán cumplir con la norma BS EN 934-2 " Aditivos para hormigones, morteros y pastas" o una norma equivalente.

4.10.2.2.5 Colocación del Hormigón

El hormigón se colocará en capas uniformes tan pronto como sea posible después de la mezcla y antes de que el conjunto inicial haya tenido lugar. Los vibradores no se utilizarán para difundir el hormigón en capas, pero se utilizan para compactar una vez que el hormigón este en capas. Una vez que el fraguado inicial haya tenido lugar, el hormigón no será posteriormente perturbado.

Todo el concreto se compactará a fondo por los vibradores durante la operación de colocación para asegurar la homogeneidad. El método para llevar a cabo este trabajo y el número de vibradores que serán empleados en cualquier sección de la obra deberá cumplir con los estándares reconocidos.

4.10.2.2.6 Juntas de Construcción

Las juntas de construcción se realizarán según los Planos del contratista. Se realizarán juntas de construcción adicionales sólo bajo circunstancias especiales, que deberán ser admitidas por el contratista.

Dónde se calcule que las juntas de movimiento son necesarias en un marco de hormigón armado estructural, éstas deberán ser continuas a través de la sección transversal completa de la armadura. Es decir, siempre que el plano de la junta intersecte con una parte de la armadura, se creará un espacio para el movimiento.

Donde sea posible, la armadura a cada lado de la junta se apoyará sobre cimientos separados. Si esta disposición produce una situación en la que las columnas gemelas tienen un espacio entre ellos, los miembros horizontales de la estructura serán voladizos.

4.10.2.2.7 Armaduras

Todo refuerzo deberá cumplir con la norma BS 4449 A2 y BS EN 10080 o normas equivalentes.

Todo el material de las armaduras deberá ser de origen certificado. El Contratista deberá proporcionar certificados de ensayos para cada remesa de armaduras entregada en el sitio, de acuerdo con BS EN ISO 15630: 2010 o una normativa equivalente.

El refuerzo deberá curvarse de conformidad con la norma BS 8666 "Preparación, dimensionamiento, curvado y corte de armaduras de acero para hormigón". Las barras deberán ser dobladas en frío, de tal manera que el material no se dañe en modo alguno.

Las armaduras de hormigón deberá realizarse de acuerdo con la norma BS EN 1994-1-1 Eurocódigo 4 "Diseño de estructuras mixtas de acero y hormigón". La soldadura de la armadura se hará sólo bajo circunstancias especiales. Toda armadura deberá estar exenta de aceite, grasa, óxido, calamina y restos de hormigón u otros materiales, y deberá limpiarse mediante cepillado a presión o inmersión ácido, si es necesario. En particular, el Contratista se asegurará de que la armadura este protegida contra los depósitos químicos en todas las etapas de la obra hasta que se vierta el hormigón.

4.10.2.2.8 Hormigón Prefabricado

Los bordillos, ladrillos, bloques, marcos y dinteles prefabricados deberán cumplir con la norma BS EN 13224 "Productos prefabricados de hormigón. Elementos para forjados nervados." Las unidades serán suministradas por un proveedor certificado, que deberá presentar información detallada del diseño y la producción.

Los compuestos, la clase, los aditivos, la resistencia, la calidad en general, los ensayos, la mezcla, la colocación y el curado del hormigón deberán realizarse generalmente como se describe en estas Especificaciones Técnicas. La superficie de las unidades terminadas será suave, densa y firme con forma bien definida (salvo que se indique lo contrario), y debe estar libre de grietas, rajaduras, decoloración, agujeros, laminas, marcas de agua, polvo, etc.

Las unidades serán fabricadas y curadas en una tienda o patio de fundición debidamente equipado. En el caso de las unidades construidas en una fábrica o en el patio alejado del sitio,

el Contratista deberá pedir detalles del compuesto del hormigón, tipo de mezcla, y los resultados de los ensayos de compresión.

4.10.2.3 Albañilería y Mampostería

La mampostería se construirá preferiblemente de unidades de ladrillo o bloques de fabricación local, que deberán cumplir los requisitos con la norma local, BS EN 771 "Especificación para piezas de fábrica de albañilería" o una norma equivalente.

Refuerzo de las obras de albañilería deberá cumplir con la norma BS EN 1993-1-1 Eurocódigo 3 "Diseño de estructuras de acero", BS EN 10080 BS EN 845-3 + A1: 2008 o BS 405, según corresponda.

4.10.2.4 Cimentaciones

Las cimentaciones y estructuras de apoyo se proporcionarán para edificios, transformadores, interruptores y otros equipos especificados para el proyecto, según corresponda.

Todas las bases se diseñarán de acuerdo con el Eurocódigo 7 "Diseño geotécnico - Reglas generales (EN 1997-1)" o norma equivalente. Las cimentaciones deberán estar diseñadas en base a los resultados de tensiones obtenidos del análisis de la peor combinación de cargas y de acuerdo con los requisitos de servicio de la planta y los edificios. La profundidad de los cimientos se determinará en base a las recomendaciones de los estudios geotécnicos realizados por el Contratista.

Las cimentaciones de los equipos eléctricos y electromecánicos, tales como paneles solares, cabinas eléctricas, transformadores e interruptores de control, entre otros, deberán estar diseñadas y construidas de acuerdo con los requisitos de los fabricantes, teniendo en cuenta las especificaciones de carga particulares y requisitos de protección. Además, el diseño de la cimentación y el nivel permitirán lloviendo drenaje de agua sin afectar el equipo de apoyo, teniendo en cuenta las exigencias del fabricante.

Se debe tener cuidado para evitar asentamientos diferenciales dentro de los edificios y entre las instalaciones o equipos relacionados. Se tomarán todas las precauciones para limitar y aislar las vibraciones. Las vibraciones no deberán tener efectos nocivos sobre los procesos o estructuras adyacentes. Para todas las cimentaciones de equipos expuestas a vibraciones, la base será fabricada en un solo vertido continuo sin juntas frías. El Contratista deberá considerar métodos de curado para esas cimentaciones.

Cuando el suelo sea excavado, por cualquier razón, por debajo de la parte inferior de la cimentación propuesta el hueco se rellenará con hormigón.

4.10.3 Instalaciones Temporales en el Sitio

Todas las instalaciones provisionales de obra se encuentran dentro del sitio y organizadas por el Contratista bajo su propia responsabilidad. Las instalaciones temporales deben incluir instalaciones para la mano de obra, que comprenden entre otras:

- Oficinas con aire acondicionado y amobladas de forma adecuada (conexión a Internet, dispositivos TI como p.ej. impresoras, sala de reuniones separada y cuarto de almacenamiento), incluyendo dos oficinas para la Supervisión y Fiscalización de Guaracachi.
- Instalaciones sanitarias: depósito de residuos, letrinas, papeleras, aseos, etc.;
- Almacenamiento de materiales: instalaciones de almacenamiento adecuadas para los materiales y equipos de la planta
- Equipo de seguridad y equipos de primeros auxilios
- Infraestructura adicional, como zona de aparcamiento, talleres y zonas de acopio.

Al término de la fase de construcción, todas las instalaciones temporales deberán ser eliminadas y desmovilizadas, dejando el lugar ocupado limpio y libre de residuos o contaminación.

Se pretende que la valla de seguridad (descrita en la sección correspondiente) que rodeará la planta solar durante su vida útil será levantada antes de la fase de construcción de la planta solar, garantizando así el sitio es seguro durante esta fase. Sin embargo, si esto no es posible, el sitio deberá tener una patrulla de vigilancia las 24 horas con el fin de cumplir con las regulaciones de salud y seguridad, así como prevenir robos u otras situaciones criminales. El Contratista deberá proporcionar un plan de preparación del sitio incluyendo medidas de seguridad, lugares de almacenamiento, instalaciones de bienestar para los trabajadores y oficinas de obra.

Durante la construcción de la planta se deberá llevar una documentación clara y detallada (diario de la obra), en la cual se registrarán todas las operaciones diarias de trabajo, el personal empleado y el material empleado. Adicionalmente se contará con un Libro de Órdenes, para las comunicaciones escritas entre la Supervisión y el Contratista.

4.10.4 Preparación del Terreno

La preparación del terreno para la construcción de la instalación fotovoltaica consiste básicamente en los siguientes pasos:

1. Despeje del terreno: El primer paso se refiere al despeje del terreno de toda vegetación que tenga cierta altura (normalmente hierba y pequeños arbustos muy por debajo de 20 cm no son críticos) y de todas las piedras de mayor tamaño, con un diámetro de aprox. 10 cm. En el caso de la Planta, se prevén sólo trabajos mínimos debido a la escasa vegetación en el sitio seleccionado.
2. Obras de nivelación: El segundo paso se refiere a los trabajos de nivelación mínimos necesarios con el fin de construir una planta de trabajo. A gran escala, las plantas

fotovoltaicas por lo general pueden ser construidas sin grandes trabajos de nivelación puesto que el generador solar, es decir, las estructuras de soporte y los módulos, siguen el relieve del suelo, incluso en zonas montañosas (ver las figuras más abajo). Únicamente para la subestación y otros edificios, podrían ser necesarias obras de nivelación en caso de un terreno desnivelado, lo que supone una pequeña fracción de la superficie total de la planta. En el caso de la Planta, no se prevé la necesidad de obras de nivelación mínimas debido a que el suelo es plano y nivelado en el sitio.

4.10.5 Valla Perimetral de Seguridad

A fin de evitar el acceso no autorizado y el vandalismo, debe instalarse alrededor de la planta fotovoltaica una valla perimetral con dos puertas de acceso.

La valla y puertas serán diseñadas e instaladas de tal manera que se evite el sombreado en los módulos solares en cualquier momento.

Para este Proyecto, se han considerado las siguientes características:

- Altura de la valla incluyendo guardia alta superior: 2,8 metros
- Altura del portón de acceso: 2,5 metros
- Ancho del portón de acceso: 4 metros
- Distancia entre postes: 3 metros
- Material de la guardia superior: alambre de espino
- Material del portón y la valla: malla olímpica

Protección contra polvo de la carretera: La valla a lo largo de la carretera deberá proteger contra el viento y el polvo, cumpliendo las siguientes características:

- Altura de la valla incluyendo guardia alta superior: 2,8 metros
- Altura del portón de acceso: 2,5 metros
- Material de la guardia superior: alambre de espino
- Material del portón y la valla: chapas perforadas u otras

Antes de iniciar cualquier trabajo de construcción, el Contratista deberá realizar una inspección completa y exhaustiva de la obra de construcción y alrededores para verificar su estado y la adecuación del diseño, para luego presentarlo a la Supervisión para su respectiva aprobación.

4.10.6 Vías de Acceso e Internas

Las vías de acceso y carreteras internas son fundamentales no solamente en la fase de construcción, ya que permiten transportar los componentes de la planta hasta su ubicación final, sino también en la fase de operación y mantenimiento.

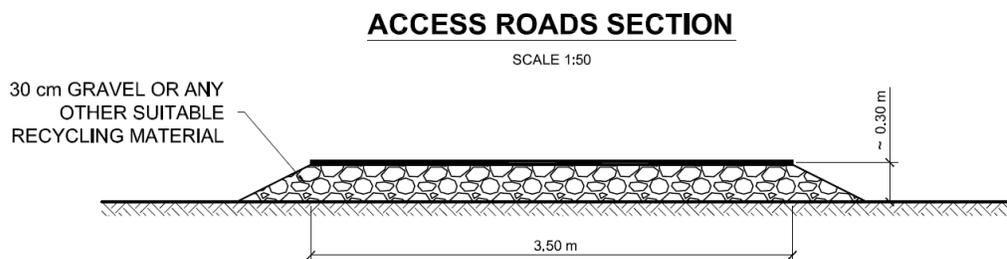


Figura 15: Sección de las carreteras de acceso

Las características principales consideradas en el diseño de las vías de acceso son las siguientes:

- Los accesos deben estar diseñados para la vida útil de la instalación fotovoltaica
- Distribución en planta: Deben permitir el acceso a la subestación y/o edificios de la planta, y permitir la instalación y mantenimiento de la planta y el equipo.
- Drenaje: Todos los accesos y zonas de estacionamiento deberán tener peralte suficiente para la rápida dispersión de agua al sistema de drenaje de aguas superficiales en virtud de las condiciones de precipitación de diseño;
- Anchura: Las vías de acceso se han diseñado con una anchura de 5 metros.
- Materiales: carretera de grava, incluyendo sub-base para la resistencia de carga en función de las cargas de la planta y los componentes, la circulación, las condiciones de carga asociados a las actividades de montaje y mantenimiento y el cumplimiento con los resultados del estudio geotécnico del suelo.

4.10.7 Instalación de la Estructura de Soporte

4.10.7.1.1 Cimentaciones

Las cimentaciones de las estructuras de soporte son una parte importante de las mismas y deberán ser diseñados de acuerdo con el tipo de estructura elegido. El sistema total de las estructuras de soporte y las cimentaciones serán estáticamente capaces de soportar las condiciones ambientales locales, tales como la carga de la presión del viento, cargas de arena, condiciones sísmicas y humedad, de acuerdo con las normas nacionales y el Eurocódigo, así como en el cumplimiento de las regulaciones nacionales sobre terremotos.

El tipo considerado de cimentaciones para estructuras de soporte de plantas fotovoltaicas son los pilotes de acero hincados. Este tipo de solución es una alternativa para el Proyecto. Sin embargo, si es necesario para la estabilidad del sistema, el contratista deberá incluir un refuerzo de los perfiles con hormigón o utilizar otros sistemas de cimentación, como tornillos de tierra o de zapatas corridas.

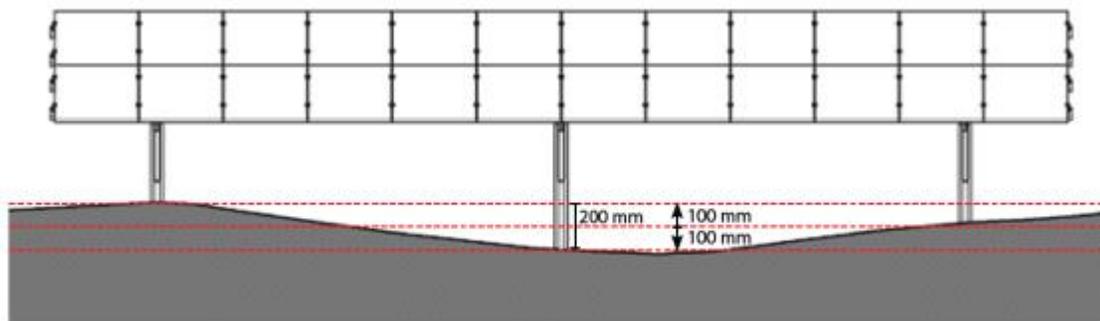
En cualquier caso, se deben elaborar cálculos estructurales detallados para determinar el número y las secciones de perfil requeridas, así como un estudio geotécnico y ensayos en sitio

para establecer el tipo de anclaje, que deben ser homologados por el fabricante de las estructuras y aprobadas por la Supervisión.

4.10.7.1.2 Hincado

Los trabajos de hincado deben ser efectuados por empresas especialistas. Se realizan planos de hincado especiales, basándose en un plan del terreno con indicaciones de curvas de nivel. Estos deberán estar listos, como muy tarde, una semana antes de comenzar el hincado. En estos planos se representará la posición de los pilotes con las medidas correspondientes. Además, se señalará en el terreno el primero y último pilote de cada fila con una estaca de madera. En filas con longitudes superiores a 50 m, es necesario utilizar señalización (estaca de madera) también dentro de las filas.

Dentro de una estructura, las instalaciones no siguen el trazado del terreno. Diferencias de altura en el terreno dentro de una estructura pueden ser igualadas mediante los pilotes hincados. Por eso, se deben alinear con un cordel los pilotes hincados durante la hinca. La tolerancia de la profundidad de anclaje es en este caso de ± 100 mm (véase imagen).



Hincados anormales deben estar claramente señalizados y fijados en un plano de hincado.

Irregularidades durante el hincado, pudiendo afectar el asentamiento del pilote, (p.ej. inclinación, aflojamiento seguido por repentino aumento de la velocidad de avance, gran velocidad de avance del pilote durante el hincado e irregularidades similares), deben ser anotadas. Todas las medidas que no correspondan a las especificaciones del hincado de los pilotes deberán ser acordadas con el fabricante de las estructuras de soporte

En caso de que las obras sean bloqueadas por posibles obstáculos inesperados durante el hincado (bloques, subsuelo rocoso), se procederá como sigue:

1. Pretaladrar hasta la profundidad prevista del hincado.
2. A ser posible, aspire el agujero de perforación. En caso contrario, se deberán compactar los restos del material restante en el agujero de perforación.
3. El agujero deberá llenarse por capas y compactarse con hormigón apisonado del tipo C16/20.
4. A continuación, hincar de inmediato el poste.

4.10.7.1.3 **Protección**

Hay indicios de que la tierra es parcialmente salina. En base a un análisis de suelo que será llevado a cabo por el Contratista EPC, se incluirán en el diseño medidas adecuadas de protección contra la corrosión. Las opciones son las siguientes, categorizadas con el aumento de la salinidad del suelo:

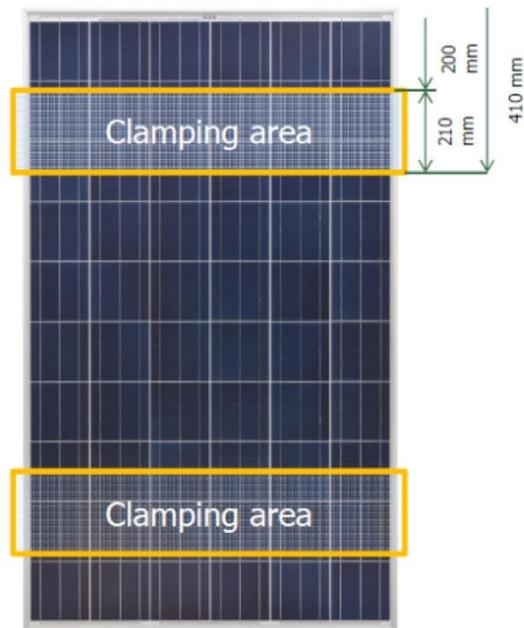
1. Uso de la protección adecuada contra corrosión (C4 o C5)
2. Lacado especial de piezas en contacto con de la tierra o cerca de ella
3. Uso de hormigón especial para proteger los perfiles

Después de terminar los trabajos de hincado, hace falta aplicar recubrimiento de polvo en cinc en el extremo superior de los perfiles, tanto en el interior cómo en el exterior (aprox. 30 mm). Sólo una pintura especial (recubrimiento de polvo en cinc) aporta la protección necesaria y está admitida según las normas. Aerosoles de pintura de cinc no protegen a largo plazo.

4.10.8 Instalación de los Módulos

El módulo solar se instalará y almacenará de conformidad con las normas internacionales y los requisitos del fabricante. Para la fijación de los módulos solares, el instalador deberá presentar una declaración del fabricante de que el sistema de sujeción de los módulos considerado cumple con sus requisitos y no tiene ningún impacto en las garantías de los módulos.

Se debe asegurar el emplear los puntos de sujeción recomendados, ya que es dónde se garantiza la máxima capacidad de carga del módulo. Adicionalmente, cuando se sujete en el lado corto del módulo, la distancia de soporte del carril de montaje utilizado no debe exceder 1 m. En los trabajos de limpieza y mantenimiento, se debe asegurar que la conexión a tierra no está interrumpida o dañada.



4.10.9 Plataformas y bases para los Contenedores de Equipo Eléctrico

Las cimentaciones de los equipos eléctricos y electromecánicos, tales como los inversores, transformadores de potencia, celdas de media tensión, contadores y demás aparataje asociada, deberán integrarse en una misma caseta o contenedor.

Además, el diseño y la elevación de las cimentaciones para dicho contenedor deberán permitir el drenaje del agua de lluvia sin afectar el equipo de soporte, teniendo en cuenta las exigencias del fabricante.

Se debe tener cuidado para evitar asentamientos diferenciales tanto en los edificios como en las instalaciones o equipos relacionados.

Para este Proyecto se ha elegido una solución integral en un contenedor metálico.

Las cimentaciones deberán elevar todos los equipos electrónicos (excepto los cables subterráneos) a una altura mínima 1 m sobre el nivel del suelo. El fabricante de los contenedores recomienda diferentes variaciones de las cimentaciones, basadas en pilotes, zapatas aisladas y zapatas corridas. Para el diseño actual se asume una cimentación con zapata corridas, siendo la opción más estable. El diseño puede ser reducido por el contratista EPC a la prueba estática de su solución. A continuación figura muestra una base adecuada para los recipientes elegidos.

4.10.10 Obras de Cimentación S/E

Las cimentaciones deberán ser diseñadas en detalle de acuerdo con el equipo ofrecido para la subestación. Deberán diseñarse de tal manera que todo el equipo eléctrico y las conexiones (excepto los cables subterráneos) se encuentren al menos un metro por encima del suelo. Las cimentaciones corridas se consideran adecuadas para las condiciones en el sitio.

4.10.10.1 Fundaciones para las Torres Línea AT

Las fundaciones de las torres serán de hormigón armado, siendo utilizados en las primeras "stubs" unidos a las patas de las torres para transferir las cargas a la fundación y de esta, al terreno. Los "stubs" forman parte del suministro de las torres.

Las fundaciones serán diseñadas y dimensionadas con las mismas cargas e hipótesis de distribución que los utilizados en el diseño de la torre.

Los "stubs" tendrán aletas ("cleats") unidas con pernos, para aumentar la adherencia con el hormigón y la resistencia a las cargas verticales. El angular del stub debe ser igual ó superior al del montante donde se conecte. El "stub" será completamente galvanizado.

4.10.11 Edificios

4.10.11.1 Distribución para el Proyecto

Un diseño detallado de los edificios dentro de la instalación fotovoltaica será responsabilidad del Contratista. Los requisitos correspondientes deberán determinarse según la disposición de los edificios, los transformadores y los equipos. Las cimentaciones de edificios y equipamiento deberán estar diseñadas para soportar las cargas a las que serán sometidas, teniendo en cuenta las investigaciones del suelo y las consideraciones sísmicas locales.

4.10.11.2 Supuestos Generales de Diseño

Edificios deberán estar diseñados con el fin de soportar todas las cargas posibles y la combinación de las mismas, incluyendo las siguientes cargas:

- Cargas Vivas: Las cargas vivas deberán incluir todas las fuerzas que son variables dentro del ciclo normal de funcionamiento del objeto, por ejemplo, cargas vivas producidas durante el mantenimiento de los trabajadores, equipos y materiales; y durante la vida de la estructura por objetos móviles tales como plantas, o personas.
- Cargas muertas: Las cargas muertas deberán incluir el peso de todos los componentes estructurales, el peso en vacío de recipientes de proceso (incluyendo internos y

aislamiento), equipos, recipientes de almacenamiento, grúas, mantenimiento e instalaciones de reparación, así como el peso de las tuberías, conductos de aire, cables, aislamiento y otras cargas permanentes.

- Cargas de viento: Todas las estructuras o partes de estructuras expuestas deberán ser diseñados para resistir la carga de viento en cualquier dirección. Se aplicará la Norma BS EN 1991-1-4 + A1: 2010 u otra norma equivalente.
- Carga Sísmica: La carga sísmica se considerará de acuerdo con las exigencias del Código de Construcción Nacional aplicable y, respectivamente, el Eurocódigo 8 "Diseño Sísmico de Estructuras" o norma equivalente.
- Cargas térmicas: Las influencia térmica y las temperaturas se considerará si resulta en cargas mayores o tensiones elevadas. Los cambios de temperatura típicos de la región deberán ser considerados en el diseño, allí donde los elementos estructurales estén expuestos a las influencias meteorológicas directas. Este criterio será considerado para las juntas de dilatación y contracción. Se considerarán todas las fuerzas térmicas causadas por la expansión o contracción de estructuras, tuberías y equipos. Durante la construcción, se considerará la influencia del sol en los elementos estructurales.

Las estructuras y cimentaciones deberán estar diseñadas para soportar combinaciones de las cargas anteriormente mencionadas. El máximo de las siguientes combinaciones regirán el diseño, es decir, la carga muerta, la carga de funcionamiento, la carga viva, y la carga de viento o la carga sísmica, la que resulte en una combinación de carga mayor.

La tensión admisible para los materiales utilizados bajo diferentes condiciones de carga será de acuerdo con los códigos y normas aplicables mencionadas anteriormente.

4.10.11.3 Plataformas y Escaleras

Los suelos de plataforma de acero deberán ser rejillas galvanizadas. Sólo podrán utilizarse rejillas metálicas antideslizantes. Cuando se puedan producir derrames peligrosos, se utilizará suelo de chapa metálica antideslizante. Tanto las rejillas como las chapas metálicas deberán ser galvanizadas y muy resistentes.

4.10.11.4 Tejados

Los techos se construirán con caídas y desagües adecuados para el agua superficial de escorrentía considerada en el diseño.

4.10.11.5 Pintura

Esta cláusula se refiere a toda la pintura que no sea la pintura de acero estructural. Pintura se llevará a cabo, en general, de acuerdo con BS EN 1062 " Pinturas y barnices. Materiales de recubrimiento y sistemas de recubrimiento para albañilería exterior y hormigón" o BS 6150

"Pintura de edificios. Código de buenas prácticas", y BS EN ISO 12944-1 "Pinturas y barnices. Protección de estructuras de acero frente a la corrosión mediante sistemas de pintura protectores".

Todas las superficies deben limpiarse de toda suciedad, grasa, aceite u otros materiales perjudiciales. El Contratista deberá proteger todos los demás trabajos completados o en curso, así como las estructuras, maquinaria, tuberías, aislamientos, y otras herramientas y equipos, que puedan ser dañados por los trabajos de pintura, y dicha protección deberá mantenerse hasta que los trabajos de pintura hayan finalizado en dichas áreas.

Toda la pintura deberá aplicarse de acuerdo con las instrucciones del fabricante y normas pertinentes. La pintura se puede aplicar con brocha, rodillo o equipo rociador sin aire, siempre que se obtenga el espesor recomendado del sistema de revestimiento y se tengan en cuenta las instrucciones del fabricante.

4.10.11.6 Centros de Transformación de Planta FV

Las casetas de los centros de transformación serán de hormigón prefabricado o contenedores metálicos. Serán suministrados al sitio de construcción como piezas pre-ensambladas. Su diseño se describe en la sección correspondiente en "Componentes Principales de la Planta FV".

Todos los trabajos de montaje y conexión se realizarán de conformidad con las instrucciones del fabricante de los componentes. Los trabajos de instalación, pruebas y puesta en servicio deberán ser realizados por el fabricante o una empresa autorizada por el mismo.

4.10.11.7 Edificio de Subestación de Conexión

El edificio subestación de media tensión, como parte de la subestación de conexión, incluye los siguientes componentes:

- Celdas de media tensión
- Control, supervisión y protección del equipo
- Cargador de batería de la CC y la batería
- Todos los sistemas auxiliares necesarios

Los siguientes requisitos de diseño se aplican al complejo de edificios:

- Será de hormigón prefabricado, hormigón o de albañilería
- Cumplirá con los requisitos de calefacción y ventilación de acuerdo a las normas locales
- Se dimensionaran las cimentaciones de acuerdo a las condiciones del sitio

4.10.12 Cableado y trabajos de conexionado

4.10.12.1 DC General

Todos los cables de CC deben ser instalados de forma que se minimice el uso de conectores y enchufes, cuando no sea necesario. Todos los enchufes y conectores se colocarán debajo de los módulos con el fin de evitar agua dentro o alrededor de las clavijas. Se evitará, en la medida de lo posible, un cruce de cables de CC entre los módulos. Por otro lado, todos los cables de CC tendidos bajo tierra, deberán instalarse en tuberías vacías para permitir un fácil reemplazo. Todas las normas pertinentes en términos de puesta a tierra tendrán que ser tenidas en cuenta.

Los trabajos de cableado serán según IEC 60364-5-52: 2009 "Instalaciones eléctricas en edificios. Parte 5: Elección e instalación de los materiales eléctricos" e IEC 64/1736 / CD: 2010 "Requirements for special installations or locations - Photovoltaic (PV) power systems"

4.10.12.2 Cableado modular

La fijación de los cables solares se realizará de conformidad con las normas internacionales y los requisitos de fabricación. Dentro de una unidad eléctrica (inversor solar), sólo se utilizará el mismo tipo de conector CC, montado previamente en los módulos solares. No se aceptará el corte de los conectores CC originales de los módulos solares y el uso de un tipo diferente de conector.

El instalador tiene que prestar atención a los requisitos establecidos en la norma DIN VDE 0298-3 respecto a la instalación del cable. En particular, deberá tener en cuenta la información de radio mínimo de curvatura, las normas sobre la unión de cables y sobre cómo instalarlos. Además, se debe prestar atención a la polaridad de las cuerdas al conectar los cables. Las dos cadenas (+ y -) deben colocarse lo más cerca posible a fin de evitar la formación de bucles en los conductores.

4.10.13 Zanjas de Cableado

Los paneles se conectarán entre sí para formar las filas correspondientes para su conexión con el inversor. Cuando los cables no puedan llevarse por la propia estructura, es decir, desde el final de la fila hasta las estaciones de media tensión (inversor y transformador) y luego hasta la subestación del parque solar fotovoltaica, se llevarán a través de dos tipos de canalizaciones subterráneas:

- Zanjas de baja tensión (BT): Aproximadamente 0,8 m de profundidad por 0,6 – 1,2 m de ancho. La tensión de los cables no supera los 1000 V. El diseño de la zanja será el siguiente (de abajo a arriba):
 - La primera capa de 10 cm es arena
 - Cableado, con las distancias mínimas definido abajo
 - Capa de 10 cm de arena

- Lo demás se recubre con la misma tierra del terreno.
- Zanjas de Media Tensión (MT): 1 m de profundidad por 0,6 m - 1,2 m de ancho. El diseño de la zanja será el siguiente (de abajo a arriba):
 - Primera capa de 10 cm de arena de río
 - Cableado
 - Capa de 10 cm de arena
 - Capa 50 cm puede ser con la misma tierra del terreno
 - Protección de media tensión y elementos plásticos de advertencia
 - Última capa con la misma tierra del terreno

Los requisitos de colocación de todos los cables instalados y la configuración de las respectivas zanjas de cableado se basarán en las normas internacionales. Las normas y reglas que se utilizan para calcular las especificaciones de los cables de CC y CA, así como las zanjas de cableado deberán ser del mismo régimen para todo tipo de cables. Se evitará una combinación de diferentes estándares y normas.

La siguiente distancia mínima de los cables de diferente necesidad de tensión a considerar:

- Cables de baja tensión (< 1000 V): Distancia mínima de 70 mm
- Cables de media tensión: Distancia mínima de 100 mm

Los grandes bucles de conductores deben ser evitados a fin de evitar daños por sobretensión en caso de caída de rayos.

La arena utilizada para las zanjas de cableado será arena fina sin piedras o rocas.

4.10.14 Zanjas de Cableado S/E

Las zanjas de cableado internas de la subestación deberán cumplir los mismos requisitos que las zanjas de cableado dentro de la planta solar, como se define en la sección correspondiente. Se trata de una distancia corta entre la subestación de media tensión y el transformador de potencia dentro de la zona técnica de la subestación de alta tensión.

4.10.15 Sistema de Drenaje

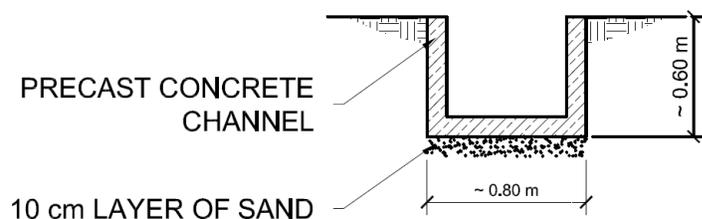
Con el fin de proteger las infraestructuras de la planta contra erosión e inundaciones repentinas, el Contratista deberá diseñar y construir un sistema de drenaje basado en los datos climáticos (especialmente los registros de precipitación durante la estación de lluvias), la topografía del terreno, los resultados del estudio geotécnico, así como la configuración de la planta. El contratista evaluará y determinará la necesidad de tales obras.

En el caso de haber obras de drenaje, éstas deberán encontrarse dentro del área asegurada para el Proyecto. Los requisitos mínimos que deben cumplir son los siguientes:

- Todos los caminos, carreteras y áreas abiertas para la instalación de equipo técnico deben quedar a resguardo de inundaciones, mediante canales superficiales de desagüe adecuados;
- Todas las cimentaciones deberán estar elevadas para prevenir la acumulación de agua;
- Deberá construirse un canal de drenaje superficial en los límites del sitio para evitar erosión fuera del recinto del Proyecto;
- El agua de drenaje debe recolectarse en sumideros apropiados dentro del sitio.

DRAINAGE CHANNEL SECTION

SCALE 1:50



4.10.16 Sistema de Agua Dulce

Se considera la perforación de un pozo profundo para la obtención de agua y se instalará un sistema de tuberías para el abastecimiento de agua en las instalaciones:

- Limpieza en el área técnica, lavadero
- Suministrar agua para la limpieza de los módulos fotovoltaicos

El diseño se ajustará a los objetivos:

- Una toma central situado cerca del pozo o tanque de agua
- Ninguna tubería de agua será enterrada junto con los cables eléctricos (1 m de distancia mínima para zanjas de cables)

Para la obtención del agua, se suministrará e instalará un tanque de almacenamiento de agua subterráneo con una capacidad mínima de 10 m³, que incluirá bombas, sistemas de filtros y todas las instalaciones auxiliares requeridas que permitan una operación segura.

4.10.17 Tratamiento de drenaje sanitario

Como concepto básico, todo el drenaje sanitario deberá ser tratado mediante un sistema de tratamiento de aguas residuales eficiente y con bajos requisitos de mantenimiento.

Las especificaciones del sistema de tratamiento de aguas residuales, el tamaño, la capacidad, el volumen, así como los requisitos de limpieza periódicos deberán ser descritos e incluidos en los dibujos.

El método propuesto para el sistema de tratamiento de aguas residuales deberá cumplir con las normas internacionales reconocidas. El sistema deberá ser diseñado de acuerdo con las leyes nacionales y las disposiciones de las autoridades locales. Se evitará causar daños al medio ambiente. El dimensionamiento del sistema deberá realizarse de acuerdo con el tamaño de la planta de energía y las condiciones de funcionamiento previstas.

Los manuales de operación y mantenimiento del sistema de tratamiento de aguas residuales deberán ser entregados por el Contratista después de la finalización de las obras.

4.11 Cronograma de Ejecución

El proponente deberá presentar un cronograma detallado, que contenga como mínimo los siguientes puntos, además de un cronograma de pagos estimado:

- 1) Elaboración de la Ingeniería de Detalle de la Planta Fotovoltaica y de la Interconexión con la Subestación Uyuni.
- 2) Suministro de equipos y materiales
 - a. Módulos Fotovoltaicos
 - b. Inversores, Transformadores y sistema de MT
 - c. Cables y cuadros de protección
 - d. Estructuras para soportes de módulos
 - e. Equipamiento para el Control y SCADA
 - f. Componentes de la Subestación y Línea de Conexión
- 3) Obras civiles
 - a. Preparación del Terreno y Accesos
 - b. Valla Perimetral
 - c. Cimentaciones y edificios
 - d. Sistema de drenaje, Zanjias, etc.
- 4) Montaje mecánico
 - a. Módulos
 - b. Centro de Transformación, incl. Inversores, Transformadores y Celdas de MT
- 5) Obras Eléctricas
 - a. Cableado de Baja Tensión
 - b. Cajas de Conexión
 - c. Cableado de Media Tensión
 - d. Verificaciones Eléctricas y Hojas de Control

- e. Instalación del Sistema de Monitorización y SCADA
 - f. Instalación del Sistema de Seguridad
 - g. Pruebas Mecánicas y de Funcionalidad
- 6) Trabajos de Conexión a la Red
- a. Obras Civiles
 - b. Instalaciones Eléctricas, subestaciones y línea
 - c. Pruebas Mecánicas y de Funcionalidad
- 7) Pruebas y puesta en marcha
- a. Pruebas de Funcionamiento
 - b. Puesta en Servicio
 - c. Periodo de Comprobación del Rendimiento
- 8) Cierre del Proyecto
- a. Lista de Defectos
 - b. Desmovilización y Limpieza

4.12 Pruebas de Calidad de Equipos

Habrán dos tipos de pruebas de recepción:

- Pruebas en fábrica (factory acceptance test)
- Pruebas de recepción final en terreno (site acceptance test)

Por lo menos un mes antes de la recepción en fábrica, el Contratista deberá someter a la consideración de la Supervisión el detalle de las pruebas en fábrica que se efectuarán, con los respectivos procedimientos de prueba. La Supervisión podrá solicitar pruebas adicionales para aclarar situaciones especiales.

Las pruebas de recepción en fábrica deberán estructurarse de la siguiente manera:

- **Inspección de rutina:** Destinada a comprobar que los equipos han sido fabricados sin defectos aparentes, dentro de reglas estéticas aceptables y con dimensiones u otros atributos externos acordados.
- **Pruebas tipo:** Destinadas a verificar que los equipos han sido fabricados de acuerdo con las normas y las características técnicas garantizadas por el fabricante.
- **Pruebas especiales:** Destinadas a verificar que los equipos han sido fabricados de acuerdo con las características particulares exigidas en estas especificaciones. En el control local, las pruebas especiales deberán incluir, entre otras, pruebas de ruido, temperatura y sobretensión.
- **Pruebas, funcionales o de simulación:** Destinadas a verificar, en la fábrica misma y en sitio que el sistema de control cumple con las funciones para las cuales fue diseñado.

El Contratista deberá realizar las pruebas y controles durante el montaje, alambrado y puesta en servicio de los subsistemas, en cuanto aplicable.

Para su recepción en terreno estos subsistemas deberán encontrarse instalados en su ubicación definitiva en Bolivia, y el Contratista deberá haber entregado aquella parte de la documentación que hubiera quedado pendiente durante la recepción en fábrica.

Previo al inicio de esta actividad el Contratista deberá someter a la revisión y aprobación del Contratante el programa detallado de las pruebas de puesta en servicio y energización, con el detalle de los procedimientos y duración de cada prueba. La organización y realización de las pruebas será responsabilidad del Contratista. Sin embargo, el Contratante podrá solicitar pruebas adicionales si lo estima conveniente, las que serán de costo del Contratista. Estas pruebas adicionales serán informadas al Contratista en la revisión del programa detallado que deberá entregar al Contratante.

Las pruebas serán válidas sólo si se han realizado en presencia de Supervisión a menos que se autorice por escrito otra cosa.

Las disposiciones de esta Sección deberán ser aplicadas por el Contratista al efectuar las pruebas, ajustes y recepción final en terreno para la totalidad de los equipos e instalaciones que forman parte de este Contrato.

El Contratista deberá especificar, programar y coordinar las actividades del proceso de pruebas y la puesta en servicio en terreno del sistema, subsistema o equipo y de cualquier otra instalación que comprenda lo especificado en este documento.

El Contratista deberá disponer de todos los elementos, materiales, instrumentos y equipos de prueba necesarios para efectuar las pruebas, los ajustes a los diferentes equipos y la puesta en servicio de las instalaciones.

Por cada prueba que se realice el Contratista en terreno, deberá emitir un informe o protocolo conteniendo al menos la siguiente información:

- Tipo de prueba
- Identificación del equipo bajo prueba
- Resultados obtenidos, incluyendo descripciones de las fallas ocurridas
- Descripción de las intervenciones, correcciones, modificaciones y reparaciones efectuadas en los equipos
- Una declaración de que el equipo bajo prueba cumplió los requerimientos solicitados

4.13 Puesta en Servicio

A continuación se describen las pruebas de recepción que se llevarán a cabo y se pasa antes de la transferencia de propiedad. Estas pruebas se realizarán en la siguiente secuencia:

- a. Pruebas de Finalización Mecánica
- b. Pruebas de Aprobación Provisoria
 - Pruebas de Funcionalidad
 - Prueba de Rendimiento
- c. Pruebas de Aprobación Final

4.13.1 Pruebas de Finalización Mecánica

El objetivo de la prueba de terminación mecánica es comprobar y verificar que la planta ha sido construida de acuerdo con el diseño de construcción. Tras la finalización de dicha prueba, la planta debe estar libre de cualquier defecto y se emitirá el certificado de terminación mecánica.

Esta parte de la prueba se lleva a cabo en presencia y previa programación acordada con la Supervisión y el representante del Contratista.

4.13.2 Pruebas de Aprobación Provisoria

Las siguientes condiciones deben cumplirse de forma acumulativa con el fin de finalizar la Aceptación Provisional del Proyecto:

- a. Realización previa de la aprobación provisional de la finalización de la construcción - prueba de terminación mecánica
- b. Finalización con éxito de las Pruebas de Funcionamiento
- c. Puesta en servicio
- d. Finalización con éxito del test de rendimiento

Los tipos de ensayos que se realizarán durante la prueba de aceptación provisional, se clasifican generalmente en dos tipos de pruebas:

- a. Pruebas de Funcionamiento
- b. Pruebas de Rendimiento de la Planta

Las Pruebas de Funcionamiento incluyen las diferentes pruebas funcionales y de seguridad que la planta deberá pasar con éxito a fin de garantizar el funcionamiento seguro y adecuado en el futuro. Estas pruebas se realizan principalmente antes de la puesta en marcha real de la planta, y en parte durante el periodo de prueba de rendimiento.

La prueba de rendimiento de la planta evalúa el desempeño operativo de la planta. Esta prueba se inicia con la puesta en marcha de la planta y se llevará a cabo al menos durante dos semanas; el período de prueba será de 30 días. Durante el período de medición, la producción de energía eléctrica de la planta, la irradiación solar, incluyendo otros parámetros eléctricos y meteorológicos operacionales serán registrados y se evaluará el rendimiento de la planta. La planta deberá estar 100% disponible durante el período de pruebas y se evaluará el rendimiento de la planta calculando el coeficiente de rendimiento (PR) mensual o el rendimiento energético (kWh) y comparando el resultado con el PR garantizado del Contratista.

4.13.2.1 Pruebas de Funcionamiento

Las siguientes pruebas se llevarán a cabo para la prueba de puesta en servicio:

- Parte 1 - Inspección Visual
- Parte 2 - Medición de la resistencia efectiva de la puesta a tierra
- Parte 3 - Prueba de continuidad
- Parte 4 - Ensayo de polaridad
- Parte 5 - Medición de la curva I-V del string
- Parte 6 - Verificación de los inversores antes y después de la conexión
- Parte 7 - Prueba en el cableado de baja tensión
- Parte 8 - Prueba en el cableado de media tensión
- Parte 9 - Termografía de infrarrojos
- Parte 10 - Verificación de los sistemas de control y seguimiento de Planta FV
- Parte 11 - Ensayos en los transformadores
- Parte 12- Ensayos en la subestación

4.13.2.1.1 Parte 1 – Inspección Visual

La inspección deber realizarse para todos los componentes de la planta. Se centrará en las siguientes categorías principales:

- Módulos fotovoltaicos
- Estructura de soporte
- Cableado
- Equipos eléctricos aparte de los módulos fotovoltaicos
- Estaciones meteorológicas, equipos de seguridad y vigilancia

El objetivo de la inspección visual del equipo anteriormente mencionado, es identificar y corregir los fallos observados durante la fase de instalación (por ejemplo, mala colocación, identificación/etiquetado de erróneo de los cables, conexiones erróneas, solidez de la estructura de montaje).

4.13.2.1.2 Parte 2 – Medición de la resistencia efectiva de la puesta a tierra

La medición de la resistencia de la tierra se realiza para asegurar que no haya una corriente de fuga a tierra desde la planta. Ésta puede ser determinada a través de la medición de la Resistencia entre la tierra y el componente eléctrico con un multímetro de alta precisión o un equipo similar. Los criterios detallados del procedimiento de medición y de aceptación del ensayo deben ser descritos por parte del Contratista.

4.13.2.1.3 Parte 3 – Pruebas de Continuidad

La continuidad de los conductores de protección o de unión donde sea instalado será comprobada en la parte de corriente continua. Se realizará una prueba de continuidad eléctrica en la unión de la estructura, de todos los conductores y de la conexión del punto de puesta a tierra.

4.13.2.1.4 **Parte 4 – Pruebas de Polaridad**

La polaridad de los cables de Corriente Continua se verificará utilizando un aparato de ensayo adecuado. Una vez confirmada la polaridad, los cables se comprobarán una vez más para asegurar su etiquetado identificativo correcto y su correcta conexión en los diferentes dispositivos del sistema tales como el dispositivo de protección, cajas de conexiones o inversor.

4.13.2.1.5 **Parte 5 – Medición de la curva I-V del string**

El comportamiento operativo de un string puede describirse usando las características de la curva I-V. Cualquier desviación de las características ideales (según la ficha técnica del fabricante del módulo) representa una estimación aproximada de las pérdidas. Un instrumento apropiado de medida equivalente a un PVPM1000C se empleará para medir la curva I-V del string.

Con el fin de medir la curva I-V la manera más precisa posible, el plano de irradiación deberá ser mayor que 500 W / m^2 . Durante la medición del string se encontrará únicamente conectado al dispositivo de medición de la curva I-V. Los siguientes parámetros de cadena se medirán; Pmp, Vmp, Imp, Voc, Isc, TMOD, Plano irradiación, Rs y Rp. Estos parámetros, Voc, Isc, Imo, Vmp y Pmp principalmente, se traducirán a las STC y el resultado se comparará con los datos técnicos del fabricante del módulo.

Esta medición se utilizará también para comparar el voltaje y la corriente de los strings que están conectados a la misma caja de conexión. La medición de dicha tensión de string y la comparación actual se realiza en condiciones de irradiación estable. Para aquellos sistemas con múltiples strings idénticos y donde las condiciones de irradiación no sean estables, se compararán las tensiones y corrientes entre strings. Estos valores deberán ser los mismos; típicamente dentro de un margen del 5% para condiciones de irradiación estables.

Adicionalmente, se realizaran pruebas y ensayos a cargo del Contratista, de al menos 29 módulos fotovoltaicos tomados de la Planta Solar, en un laboratorio de reconocida experiencia, para verificar las características técnicas garantizadas por el fabricante y el desempeño en el tiempo.

4.13.2.1.6 **Parte 6 - Verificación de los inversores antes y después de la conexión**

El inversor deberá ser comprobado de acuerdo con las especificaciones del fabricante y su protocolo de prueba. La medición incluye, principalmente, la instalación y la conexión de los dispositivos de protección, la funcionalidad de los componentes, equipos anti-isla, la medición de la resistencia de aislamiento, medidas en CC y CA de tensión e intensidad, etc. Todas las pruebas y mediciones deberán cumplir los requisitos definidos en el protocolo de pruebas del fabricante o en las especificaciones de los inversores.

4.13.2.1.7 **Parte 7 – Pruebas en el cableado de baja tensión (Megger Test)**

La comprobación de los cables de baja tensión se hace con un probador Megger. La unidad de prueba se utiliza para las pruebas de equipos de todo el bajo voltaje de 1 o 3 fases. La operación se efectuará de acuerdo con la norma IEC 61557 "Seguridad eléctrica en redes de

distribución de baja tensión de hasta 1000 V en c.a. y 1500 V en c.c.: Equipos para ensayo, medida o vigilancia de las medidas de protección”

El principal requisito previo para esta prueba es el aislamiento de todos los equipos eléctricos incluyendo el inversor. Antes de la prueba de Megger, se comprobará la continuidad de cada conductor. Cada conductor deberá comprobarse para el aislamiento. Se aplicará en función de la tensión del sistema - Una tensión de CC de cierta amplitud (típicamente entre 250 - 1000V). Durante la medición, se calculará o medirá la resistencia del conductor de aislamiento y se comparará con lo requerido. Para los circuitos de corriente alterna, se llevará a cabo la medición de la resistencia de bucle entre la tierra y la fase, la fase y el neutro, y entre fases. Los criterios de aceptación y la metodología detallada de medición deberán ser descritas por el Contratista en el protocolo de pruebas.

4.13.2.1.8 Parte 8 – Pruebas en el cableado de media tensión

Las pruebas de los cables de media tensión se llevarán a cabo por personal especializado con el equipo adecuado. El principal objetivo de esta prueba es asegurar la operación segura de la planta. Los tipos de ensayo para la prueba de media tensión varían dependiendo del grado de exigencia (especialmente si hay cierto requisito por parte del Operador de la Red). Sin embargo, se debe realizar al menos la siguiente prueba: Escudo de prueba usando tensión de CC apropiado de acuerdo con IEC 60502-2 y la prueba dieléctrica con el uso de alto voltaje de frecuencia muy baja. La descripción detallada de la metodología y los criterios para la prueba de aceptación, deberán ser definidos por el Contratista en el protocolo correspondiente antes de la prueba de aceptación provisional.

4.13.2.1.9 Parte 9 – Termografía con Infrarrojos

La termografía con Infrarrojos comprende la inspección de los módulos fotovoltaicos con el fin de identificar los posibles puntos de aumento de la temperatura que podría dar lugar a un defecto en el módulo para su funcionamiento a largo plazo. La prueba debe realizarse durante el día, cuando la irradiación sobre el plano del módulo es superior a 500 W/m². También es una práctica habitual para la prueba de aceptación provisional, que la termografía con infrarrojos se lleve a cabo sólo en aquellos casos en los que las mediciones IV indiquen una desviación respecto de la curva esperada IV.

4.13.2.1.10 Parte 10 - Verificación de los sistemas de control y seguimiento de Planta FV

Las plantas fotovoltaicas en general constan de un sistema de monitorización que a través de los equipos de medición y los registros de software y los parámetros técnicos de funcionamiento de la planta y evalúa el rendimiento de la planta. Además, el sistema sirve de conexión con el sistema de seguridad, tales como el sistema de vigilancia con alarmas y cámaras.

Durante la prueba se llevará a cabo la verificación de la adecuada interconexión, vigilancia y registro de todas las señales físicas. Si está disponible, se comprobará la funcionalidad de la

conexión con el sistema de monitorización vía Ethernet o conexión remota de Internet. Se comprobarán todos los parámetros de configuración de alarmas, notificación de estados y eventos de operación de la planta. Adicionalmente, deberá revisarse y verificarse la conexión y el funcionamiento correcto del sistema de seguridad como cámaras o alarmas.

4.13.2.1.11 Parte 11 – Pruebas del Transformador

Las pruebas rutinarias del transformador eléctrico generalmente se llevan a cabo antes de la entrega. Estas pruebas son realizadas por el fabricante de acuerdo con la test aplicable para el modelo de transformador específico según se define en IEC60076. El Contratista deberá presentar un documento con los resultados de dicha prueba de cara a la prueba de aceptación provisional. Sin embargo, la inspección visual del transformador y la conexión deberán ser comprobadas y verificadas durante la prueba.

4.13.2.1.12 Parte 12 – Pruebas de la Subestación

La prueba de la señal de alarma, la inspección visual y la verificación de su correcta instalación se llevará a cabo durante esta prueba

- Organización de los equipos de trabajo (nómina de personas y lugares)
- Verificación de los componentes y circuitos de poder
- Verificación de los esquemas de protecciones y control, telecomunicaciones
- Desconexión de equipos e instalaciones auxiliares que pudiese haber desarrollado el Contratista para mantener el servicio en el sistema de transmisión durante las obras.
- Secuencia de energización de líneas y equipos.

4.13.2.2 Puesta en Servicio

El Contratista deberá proporcionar procedimientos para la puesta en servicio y personal/equipos para los trabajos, y garantizar que los servicios se llevarán a cabo por personal cualificado y autorizado, para controlar todos los aspectos de la energización de la red, de acuerdo con el programa requerido que implica una puesta en servicio por etapas de la instalación fotovoltaica.

4.13.2.3 Verificación del Rendimiento de la Planta

El propósito de esta medición es comprobar si es la planta está produciendo la cantidad energía adecuada, según lo definido por el Contratista. Los valores técnicos de garantía del contratista pueden ser el coeficiente de rendimiento (PR) o el rendimiento energético de la Planta. Antes del proceso de medición, la planta debe estar técnicamente 100% disponible. El período de medición será de 30 días.

El Contratista deberá acordar con la Supervisión un protocolo de pruebas detalladas de acuerdo con el contrato y con las normas aplicables antes de la fecha prevista de la prueba. Todas las partes involucradas deben estar de acuerdo con este protocolo antes de que comience la prueba. Para que la prueba pueda comenzar, la planta debe cumplir con éxito los requisitos

explicados en las pruebas de arranque. Tras la finalización de la medición, se proporcionarán al Contratante todos los datos, cálculos y evaluaciones relevantes de resultados.

Se necesitan los siguientes parámetros técnicos para la prueba de rendimiento:

- Salida de energía CA en el punto de entrega de energía [kWh]
- Irradiación solar global en el plano del generador [kWh/m²]
- Módulo de temperatura [°C]
- Salida de energía de cada inversor [kWh]
- Temperatura ambiental [°C]
- Velocidad del viento a una altura 10 m [m/s]

Los parámetros antes mencionados deben ser registrados en un sistema de monitoreo de datos con un intervalo de almacenamiento de 5 - 15 minutos.

Se requieren los siguientes instrumentos para medir el rendimiento solar del parque;

- Medidor de energía en el punto de entrega
- Celda de referencia calibrado para determinar la irradiación en el plano del generador
- 1 piranómetro calibrado para medir la irradiación solar global horizontal
- Sensores térmicos para medir la temperatura del módulo con una incertidumbre de medida de hasta ± 1 °C
- Termopar blindado ventilado para medir la temperatura ambiente, con una exactitud de medición de ± 1 °C
- Anemómetro montado en un mástil de 10 m para medir la velocidad del viento

El Contratista proporcionará el procedimiento de cálculo detallado y valores garantizados antes del comienzo de la prueba a la Supervisión. Tras la finalización exitosa de la prueba, y a conformidad de la Supervisión se expedirá el certificado de aceptación provisional.

4.13.3 Prueba de Aceptación Final

La Prueba de Aceptación Final se llevará a cabo después de la finalización del Período de Garantía de dos (2) años. El Contratista debe garantizar el Coeficiente de Rendimiento (PR) o Rendimiento Energético para la operación durante este período.

La prueba de aceptación final será emitida una vez que se cumplan las siguientes condiciones:

- a. No se identifican problemas (mecánicos, electrotécnicos, control y Scada) durante la visita de inspección final.
- b. La lista de inspección sólo contiene problemas menores que deben ser resueltos con un plazo de tiempo definido.
- c. La planta ha superado con éxito la evaluación del rendimiento para el año 1 y el año 2.
- d. Todas las cuestiones comerciales y reclamaciones relacionadas con el período de construcción o de garantía se han resuelto.

Las siguientes pruebas mínimas se realizarán durante la Prueba de Aceptación Final,

- a. Parte 1 - Inspección visual

- b. Parte 2 - Termografía con infrarrojos
- c. Parte 3 - Verificación del rendimiento anual de la planta

4.14 Garantías

El Contratista dará las siguientes garantías mínimas para los componentes de la planta fotovoltaica, cada una de las garantías ofertadas debe ser descrita de forma detallada, indicando el alcance, condiciones, limitaciones y forma de respaldo real:

Garantías mínimas del Proyecto		
	Equipo	Garantía mínima
1	Garantía general del Proyecto	2 años
2	*Garantía de módulos fotovoltaicos y PID	10 años
3	*Módulos fotovoltaicos, garantía de potencia	Degradación lineal terminando a 80% de la capacidad nominal después de 25 años
4	Planta Fotovoltaica - Componentes CC	5 años
5	Planta Fotovoltaica - Componentes CA	5 años
6	*Inversores, Transformadores de potencia, Celdas MT	5 años
7	*Estructuras de soporte de módulos	15 años
8	*Sistema de Monitorización	5 años
9	*Componentes de la línea de Conexión AT	10 años

*Las garantías extendidas de los equipos principales deberán ser emitidas de forma directa, del fabricante a Guaracachi.

4.15 EXPERIENCIA DE LOS PROPONENTES

La experiencia de las empresas, informada en la propuesta, será evaluada bajo los siguientes criterios, que serán verificados durante el proceso:

- Experiencia General en Proyectos de Infraestructura Eléctrica, de al menos 10 años. Haber ejecutado al menos un proyecto cuyo monto de Contrato (un contrato), sea mayor o igual a 60 Millones de Dólares de Norte América.
- Experiencia Específica en Generación Eléctrica en base a Plantas de Generación Fotovoltaica, haber construido una Planta igual o superior a los 30 MWp, conectada a una red.

4.16 LISTA DE PROFESIONALES PROPUESTOS

Los proponentes, adjuntarán a su propuesta una lista de los profesionales considerados claves y comprometidos en la ejecución de este Proyecto, adjuntando un resumen de hoja de vida de cada uno de ellos.

Se deberá contar con un Superintendente del Proyecto o Gerente del Proyecto, con base en Uyuni; Ingenieros especialistas en las diferentes áreas necesarias para la ejecución del Proyecto; Profesionales Responsables de la Administración y Logística, Técnicos especialistas en montaje, Capataces, etc. (Ingenieros Eléctricos, Ingenieros de Control, Ingenieros Electrónicos, Ing. Industriales, Mecánicos, Civiles, etc.).

PERSONAL TÉCNICO CLAVE REQUERIDO				
N°	FORMACIÓN	CARGO A DESEMPEÑAR	CARGO SIMILAR (*)	
			N°	CARGO
1	Ingeniero Eléctrico/ Ingeniero Mecánico/ Ingeniero Electrónico/otra	Gerente o Superintendente del Proyecto	1	Gerente de Proyectos Infraestructura Eléctrica
			2	Gerente de Ingeniería y Diseño de Proyectos
			3	Superintendente de Obras Generación Eléctrica
			4	Superintendente de Obras Generación Fotovoltaica
2	Ingeniero Eléctrico o Electromecánico/otra	Jefe de Obras	1	Jefe de Obras Proyectos Electroenergéticos
			2	Supervisor de Obras de generación eléctrica
			3	Jefe de Ejecución de Proyectos Energías Renovables
3	Ingeniero de Control/ Electrónico	Responsable Sistema de Control e Integración	1	Ingeniero de Control, Protección y Scada en Proyectos de Generación Eléctrica
			2	Especialista en Control, Protecciones en Sistemas de Generación Híbrida
			3	Ingeniero de Proyectos de Automatización y Control
4	Ingeniero Civil	Responsable estudios y diseño de Obras Civiles	1	Ingeniero de Obras Civiles Plantas de Generación Eléctrica
			2	Jefe de Obras Civiles Plantas de generación o subestaciones de potencia
5	Administrador/ Contador	Responsable de la logística del Proyecto	1	Responsable de la Administración y Logística de Proyectos de Generación Eléctrica
			2	Encargado de la Administración y/o

				Logística de Proyectos de Infraestructura eléctrica
6	Ingeniero Eléctrico/Electromecánico/otra	Responsable de la Interconexión e Integración de la Planta al SIN parte de Potencia	1	Experiencia en Transmisión de Potencia
			2	Analista estabilidad sistemas eléctricos de potencia, con generación renovable
			3	Protecciones, Sistemas Scada
7	Ingeniero Medio Ambiental/otra	Responsable de SSMA del Proyecto	1	Gestión de proyectos energéticos
			2	Desarrollo de proyectos de generación con Energías renovables

4.17 EQUIPOS Y HERRAMIENTAS

Las propuestas deben considerar y adjuntar una lista de Equipos y Herramientas necesarios que serán imprescindibles y de uso especializado en las diferentes etapas de la ejecución del Proyecto: En la elaboración de la ingeniería de detalle, equipos especiales para montaje mecánico de las estructuras (hincado), montaje mecánico y eléctrico de equipos, ajustes de protecciones, pruebas y puesta en marcha.

FORMULARIO A-4

PROYECTOS SIMILARES

a. Centrales de Generación Eléctrica en base a energías renovables, conectadas a una Red. Se consideran similares los siguientes proyectos:

- Ingeniería, diseño, suministro, montaje, pruebas y puesta en marcha de Centrales de Generación eléctrica en base a energías renovables (Fotovoltaica, solar térmica, eólica), que trabajan conectadas a una Red, de potencia igual o mayor a 30 MWp.

ANEXO 4

FORMULARIOS DE DECLARACIONES JURADAS PARA LA PRESENTACIÓN DE PROPUESTAS

Documentos Legales y Administrativos

Formulario A-1	Presentación de Propuesta
Formulario A-2a	Identificación del Proponente para Empresas
Formulario A-2b	Identificación del Proponente para Asociaciones Accidentales
Formulario A-2c	identificación del proponente para integrantes de la Asociación Accidental
Formulario A-3	Formulario de Experiencia General de la empresa
Formulario A-4	Formulario de Experiencia Específica de la empresa
Formulario A-5	Formulario de Currículum Vitae del Gerente, Superintendente o Residente del proyecto
Formulario A-6	Formulario de Currículum Vitae del(os) Especialista(s) Asignado(s), experiencia general y específica
Formulario A-7	Formulario de Cronograma de ejecución del Proyecto
Formulario A-8	Resumen de garantías: Global de la Planta y por Equipos Importantes

Certificado de Inspección Previa del Sitio de instalación del Proyecto.

Documentos de la Propuesta Económica

Formulario B-1	Propuesta económica del Proyecto
Formulario B-2	Cronograma de Desembolsos

Documento de la Propuesta Técnica

Formulario C-1	Alcance Mínimo
Formulario C-2	Condiciones Adicionales.
Formulario C-3	Especificaciones Técnicas de Suministro de Bienes

FORMULARIO A-1
PRESENTACIÓN DE PROPUESTA
(Para Empresas o Asociaciones Accidentales)

1. DATOS DEL OBJETO DE LA CONTRATACIÓN			
GUARA- CACHI/IP/03/2016	:	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> - <input type="text"/> <input type="text"/>	<input type="text"/> <input type="text"/> - <input type="text"/> - <input type="text"/> <input type="text"/>
SEÑALAR EL OBJETO DE LA CONTRATACIÓN:			
<input style="width: 100%;" type="text"/>			
2. MONTO Y PLAZO DE VALIDEZ DE LA PROPUESTA (EN DÍAS CALENDARIO)			
(El proponente debe registrar el monto total que ofrece por la provisión del Proyecto)			
DESCRIPCIÓN	MONTO NUMERAL (Bs.)	MONTO LITERAL	VALIDEZ

I. De las Condiciones del Proceso

- a) Declaro cumplir estrictamente la normativa de Administración y Control de Guaracachi S.A., y el presente DBC.
- b) Declaro no tener conflicto de intereses para el presente proceso de contratación.
- c) Declaro, que como proponente, no me encuentro en las causales de impedimento, para participar en el proceso de contratación.
- d) Declaro y garantizo haber examinado el DBC, y sus enmiendas, si existieran, así como los Formularios para la presentación de la propuesta, aceptando sin reservas todas las estipulaciones en dichos documentos y la adhesión al texto del contrato.
- e) Declaro respetar el desempeño de los profesionales asignados, por la entidad convocante, al proceso de contratación y no incurrir en relacionamiento que no sea a través de medio escrito, salvo en los actos de carácter público y exceptuando las consultas efectuadas al encargado de atender consultas, de manera previa a la presentación de propuestas.
- f) Declaro la veracidad de toda la información proporcionada y autorizo mediante la presente, para que en caso de ser adjudicado, cualquier persona natural o jurídica, suministre a los representantes autorizados de la entidad convocante, toda la información que requieran para verificar la documentación que presento. En caso de comprobarse falsedad en la misma, la entidad convocante tiene el derecho a descalificar la presente propuesta y ejecutar la Garantía de Seriedad de Propuesta sin perjuicio de lo dispuesto en normativa específica.
- g) Declaro la autenticidad de las garantías presentadas en el proceso de contratación, autorizando su verificación en las instancias correspondientes.
- h) Declaro haber realizado la Inspección Previa.
- i) Me comprometo a denunciar por escrito, ante la entidad convocante, cualquier tipo de presión o intento de extorsión de parte de los servidores de la entidad convocante o de otras personas, para que se asuman las acciones legales y administrativas correspondientes.
- j) Acepto a sola firma de este documento que todos los Formularios presentados se tienen por suscritos, excepto el Formulario A-5 y Formulario A-6, los cuales deben estar firmados por los profesionales propuestos.
- k) Declaro que el personal clave propuesto en el Formulario A-5 y Formulario A-6 se encuentra inscrito en los Registros que prevé la normativa vigente y que éste no está considerado como personal clave en otras propuestas.

II. De la Presentación de Documentos

En caso de ser adjudicado, para la suscripción de contrato, me comprometo a presentar la siguiente documentación, en original o fotocopia legalizada, aceptando que el incumplimiento es causal de descalificación de la propuesta. En caso de Asociaciones Accidentales, la documentación conjunta a presentar es la señalada en los incisos a), d), h), i), j), k).

- a) Documento de constitución de la empresa, excepto aquellas empresas que se encuentran inscritas en el Registro de Comercio.

- b) Matrícula de Comercio actualizada, excepto para proponentes cuya normativa legal inherente a su constitución así lo prevea.
- c) Poder General amplio y suficiente del Representante Legal del proponente con facultades para presentar propuestas y suscribir contratos, inscrito en el Registro de Comercio, ésta inscripción podrá exceptuarse para otros proponentes cuya normativa legal inherente a su constitución así lo prevea. Aquellas Empresas Unipersonales que no acrediten a un Representante Legal, no deberán presentar este Poder.
- d) Certificado de Inscripción en el Padrón Nacional de Contribuyentes (NIT).
- e) Declaración Jurada del Pago de Impuestos a las Utilidades de las Empresas, con el sello del Banco, excepto las empresas de reciente creación.
- f) Certificado de No Adeudo por Contribuciones al Seguro Social Obligatorio de Largo Plazo y al Sistema Integral de Pensiones. (O documento equivalente)
- g) Garantía de Cumplimiento de Contrato equivalente al siete por ciento (7%) del monto del contrato. En el caso de Asociaciones Accidentales esta garantía podrá ser presentada por una o más empresas que conforman la Asociación, siempre y cuando cumpla con las características de renovable, irrevocable y de ejecución inmediata; emitida a nombre de la Entidad.
- h) Garantía Adicional a la Garantía de Cumplimiento de Contrato.
- i) Documento que respalde la aplicación del margen de preferencia (cuando el proponente hubiese solicitado la aplicación del margen de preferencia).
- j) Certificados/Documentos que acrediten la Experiencia General y Específica de la Empresa.
- k) Certificados/Documentos que acrediten la Experiencia General y Específica del Personal Clave.
- l) Testimonio de Contrato de Asociación Accidental.
- m) Documentación requerida en las especificaciones técnicas y/o condiciones técnicas.

(Firma del proponente)
(Nombre completo del proponente)

FORMULARIO A-2a
IDENTIFICACIÓN DEL PROPONENTE
(Para Empresas)

1. DATOS GENERALES DEL PROPONENTE

Nombre del proponente o Razón Social:

Tipo de Proponente: Empresa Nacional Empresa Extranjera Otro: (Señalar)

Domicilio Principal: País Ciudad Dirección

Teléfonos:

Número de Identificación Tributaria: *NIT*
(Valido y Activo)

Matricula de Comercio: *Número de Matricula* *Fecha de inscripción*
(Actualizada) (Día) Mes Año

2. DATOS COMPLEMENTARIOS DEL PROPONENTE

Nombre del Representante Legal : Apellido Paterno Apellido Materno Nombre(s)

Cédula de Identidad del Representante Legal : Número

Poder del Representante Legal : Número de Testimonio Lugar de emisión (Día) Mes Año

Declaro en calidad de Representante Legal contar con un poder general amplio y suficiente con facultades para presentar propuestas y suscribir Contrato.
 Declaro que el Poder del Representante Legal se encuentra inscrito en el Registro de Comercio.

3. MARGEN DE PREFERENCIA

Solicito la aplicación del siguiente margen de preferencia Empresa constructora con socios bolivianos cuya participación de acciones es igual o mayor al cincuenta y uno por ciento (51%)

El no marcado de la casilla se entenderá como la no solicitud del margen de preferencia.

4. INFORMACIÓN SOBRE NOTIFICACIONES

Solicito que las notificaciones me sean remitidas vía: Fax:
 Correo Electrónico:

FORMULARIO A-2b
IDENTIFICACIÓN DEL PROPONENTE
(Para Asociaciones Accidentales)

1. DATOS GENERALES DE LA ASOCIACIÓN ACCIDENTAL

Denominación de la Asociación Accidental :

Asociados	#	Nombre del Asociado	% de Participación
	<input type="text" value="1"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
	<input type="text" value="2"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

Testimonio de contrato : **Número de Testimonio** **Lugar** **Fecha de Expedición** (Día mes Año)

Nombre de la Empresa Líder :

2. DATOS DE CONTACTO DE LA EMPRESA LÍDER

País : **Ciudad :**

Dirección Principal :

Teléfonos : **Fax :**

Correo electrónico :

3. DOMICILIO DEL PROPONENTE A EFECTOS DE NOTIFICACIÓN

Domicilio de notificación : a) Vía correo electrónico
 b) Vía fax al número

4. INFORMACIÓN DEL REPRESENTANTE LEGAL DE LA ASOCIACIÓN ACCIDENTAL

Nombre del Representante Legal : *Paterno* *Materno* *Nombre(s)*

Cédula de Identidad del Representante Legal : *Número*

Poder del representante legal : *Número de Testimonio* *Lugar* *Fecha de Expedición* (Día mes Año)

Dirección del Representante Legal :

Teléfonos : **Fax :**

Correo electrónico :

Declaro en calidad de Representante Legal contar con un poder general amplio y suficiente con facultades para presentar propuestas y suscribir Contrato

5. MARGEN DE PREFERENCIA

Solicito la aplicación del siguiente margen de preferencia Asociación accidental de empresas constructoras cuyos asociados bolivianos tengan una participación igual o mayor al cincuenta y uno por ciento (51%)

El no marcado de la casilla se entenderá como la no solicitud del margen de preferencia.

6. EMPRESAS INTEGRANTES DE LA ASOCIACIÓN

Cada integrante de la Asociación Accidental deberá llenar el Formato para identificación de integrantes de Asociaciones Accidentales que se encuentra a continuación (Formulario A-2c)

FORMULARIO A-2c

IDENTIFICACIÓN DEL PROPONENTE PARA INTEGRANTES DE LA ASOCIACIÓN ACCIDENTAL

1. DATOS GENERALES DEL PROPONENTE

Nombre del proponente o Razón Social:

Número de Identificación Tributaria:
(Valido y Activo)

NIT

Matricula de Comercio:
(Actualizado)

Número de Matricula

Fecha de expedición

(Día

Mes

Año)

2. DATOS COMPLEMENTARIOS DEL PROPONENTE

Nombre del Representante Legal :

Apellido Paterno

Apellido Materno

Nombre(s)

Cédula de Identidad del Representante Legal :

Número

Poder del Representante Legal :

Número de Testimonio

Lugar de emisión

Fecha de Expedición

(Día

Mes

Año)

FORMULARIO A-3

EXPERIENCIA GENERAL DE LA EMPRESA

[NOMBRE DE LA EMPRESA]									
N°	Nombre del Contratante / Persona y Dirección de Contacto	Objeto del Contrato (Proyectos en General)	Ubicación	Monto final del contrato en Bs. (*)	Período de ejecución (Fecha de inicio y finalización)	Monto en \$u\$ (Llenado de uso alternativo)	% participación en Asociación (**)	Nombre del Socio(s) (***)	Profesional Responsable (****)
1									
2									
3									
4									
5									
...									
N									
TOTAL FACTURADO EN DÓLARES AMERICANOS (Llenado de uso alternativo)									
TOTAL FACTURADO EN BOLIVIANOS (*****)									
*	Monto a la fecha de Recepción Final del Proyecto.								
**	Cuando la empresa cuente con experiencia asociada, solo se debe consignar el monto correspondiente a su participación.								
***	Si el contrato lo ejecutó asociado, indicar en esta casilla el nombre del o los socios.								
****	Indicar el nombre del Profesional Responsable, que desempeñó el cargo de Superintendente/ Residente o Director de Obras o su equivalente. Se puede nombrar a más de un profesional, si así correspondiese.								
*****	El monto en bolivianos no necesariamente debe coincidir con el monto en Dólares Americanos.								
NOTA.- Toda la información contenida en este formulario es una declaración jurada. En caso de adjudicación el proponente se compromete a presentar el certificado o acta de recepción definitiva de cada una de las obras detalladas, en original o fotocopia legalizada emitida por la entidad contratante.									

FORMULARIO A-4
EXPERIENCIA ESPECÍFICA DE LA EMPRESA

[NOMBRE DE LA EMPRESA]									
N°	Nombre del Contratante / Persona y Dirección de Contacto	Objeto del Contrato (Proyecto similar)	Ubicación	Monto final del contrato en Bs. (*)	Período de ejecución (Fecha de inicio y finalización)	Monto en \$u\$ (Llenado de uso alternativo)	% participación en Asociación (**)	Nombre del Socio(s) (***)	Profesional Responsable (****)
1									
2									
3									
4									
5									
...									
N									
TOTAL FACTURADO EN DÓLARES AMERICANOS (Llenado de uso alternativo)									
TOTAL FACTURADO EN BOLIVIANOS (*****)									
*	Monto a la fecha de Recepción Final del Proyecto.								
**	Cuando la empresa cuente con experiencia asociada, solo se debe consignar el monto correspondiente a su participación.								
***	Si el contrato lo ejecutó asociado, indicar en esta casilla el nombre del o los socios.								
****	Indicar el nombre del Profesional Responsable, que desempeñó el cargo de Superintendente/ Residente o Director de Proyecto o su equivalente. Se puede nombrar a más de un profesional, si así correspondiese.								
*****	El monto en bolivianos no necesariamente debe coincidir con el monto en Dólares Americanos.								
NOTA.- Toda la información contenida en este formulario es una declaración jurada. En caso de adjudicación el proponente se compromete a presentar el certificado o acta de recepción definitiva de cada uno de los Proyectos y Trabajos detallados, en original o fotocopia legalizada emitida por la entidad contratante.									

FORMULARIO A-5

CURRICULUM VITAE, EXPERIENCIA GENERAL Y ESPECÍFICA DEL SUPERINTENDENTE/GERENTE DEL PROYECTO

DATOS GENERALES			
Nombre Completo :	<i>Paterno</i>	<i>Materno</i>	<i>Nombre(s)</i>
	<input style="width: 100%;" type="text"/>	<input style="width: 100%;" type="text"/>	<input style="width: 100%;" type="text"/>
Cédula de Identidad :	<i>Número</i>	<i>Lugar de Expedición</i>	
	<input style="width: 100%;" type="text"/>	<input style="width: 100%;" type="text"/>	
Edad :	<input style="width: 100%;" type="text"/>		
Nacionalidad :	<input style="width: 100%;" type="text"/>		
Profesión :	<input style="width: 100%;" type="text"/>		
Número de Registro Profesional :	<input style="width: 100%;" type="text"/>		

EXPERIENCIA GENERAL						
Nº	EMPRESA / ENTIDAD	OBJETO DEL PROYECTO	MONTO DEL PROYECTO (Bs.)	CARGO	FECHA (Mes / Año)	
					DESDE	HASTA
1						
2						
3						
4						
...						
N						

EXPERIENCIA ESPECÍFICA						
Nº	EMPRESA / ENTIDAD	OBJETO DEL PROYECTO (Criterio de Obra Similar)	MONTO DEL PROYECTO (Bs.)	CARGO	FECHA (Mes / Año)	
					DESDE	HASTA
1						
2						
3						
4						
...						
N						

DECLARACIÓN JURADA
<p>Yo, [Nombre completo de la Persona] con C.I. N° [Número de documento de identificación], de nacionalidad [Nacionalidad] me comprometo a prestar mis servicios profesionales para desempeñar la función de [Cargo en el Proyecto], únicamente con la empresa [Nombre de la empresa], en caso que dicha empresa suscriba el contrato para la construcción de [Objeto de la Contratación] con la entidad [Nombre de la Entidad]. Asimismo, confirmo que tengo pleno dominio hablado y escrito del idioma español.</p> <p>El Representante Legal de la empresa proponente, ha verificado que el profesional propuesto sólo se presenta con esta propuesta. De encontrarse propuesto sus servicios en otra propuesta para la misma contratación, asumo la descalificación y rechazo de la presente propuesta.</p> <p style="text-align: center;">a. Lugar y fecha: [Indicar el lugar y la fecha]</p>
<p>NOTA.- Toda la información contenida en este formulario es una declaración jurada. En caso de adjudicación el proponente se compromete a presentar el certificado o acta de recepción definitiva de cada uno de los Proyectos y Trabajos detallados, en original o fotocopia legalizada emitida por la entidad contratante.</p>

(Firma del Profesional Propuesto)
(Nombre completo del Profesional Propuesto)

FORMULARIO A-6

CURRICULUM VITAE Y EXPERIENCIA DEL ESPECIALISTA ASIGNADO AL PROYECTO

(Llenar un formulario por cada especialista propuesto)

DATOS GENERALES						
Nombre Completo :	<i>Paterno</i>	<i>Materno</i>	<i>Nombre(s)</i>			
	<input style="width: 100%;" type="text"/>	<input style="width: 100%;" type="text"/>	<input style="width: 100%;" type="text"/>			
Cédula de Identidad :	<i>Número</i>	<i>Lugar de Expedición</i>				
	<input style="width: 100%;" type="text"/>	<input style="width: 100%;" type="text"/>				
Edad :	<input style="width: 100%;" type="text"/>					
Nacionalidad :	<input style="width: 100%;" type="text"/>					
Profesión :	<input style="width: 100%;" type="text"/>					
Número de Registro Profesional :	<input style="width: 100%;" type="text"/>					
FORMACIÓN ACADÉMICA						
UNIVERSIDAD / INSTITUCIÓN			GRADO ACADÉMICO			
EXPERIENCIA						
Nº	EMPRESA / ENTIDAD	OBJETO DEL PROYECTO (Obra Similar)	MONTO DEL PROYECTO (Bs.)	CARGO	FECHA (Mes/Año)	
					DESDE	HASTA
1						
2						
3						
4						
...						
N						
DECLARACIÓN JURADA						
<p>Yo, [Nombre completo de la Persona] con C.I. N° [Número de documento de identificación], de nacionalidad [Nacionalidad] me comprometo a prestar mis servicios profesionales para desempeñar la función de [Cargo en el Proyecto], únicamente con la empresa [Nombre de la empresa], en caso que dicha empresa suscriba el contrato para la construcción de [Objeto de la Contratación] con la entidad [Nombre de la Entidad]. Asimismo, confirmo que tengo pleno dominio hablado y escrito del idioma español.</p> <p>El Representante Legal de la empresa proponente, ha verificado que el profesional propuesto sólo se presenta con esta propuesta. De encontrarse propuesto sus servicios en otra propuesta para la misma contratación, asumo la descalificación y rechazo de la presente propuesta.</p> <p style="text-align: center;">b. Lugar y fecha: [Indicar el lugar y la fecha]</p>						
<p>NOTA.- Toda la información contenida en este formulario es una declaración jurada. En caso de adjudicación el proponente se compromete a presentar el certificado o acta de recepción definitiva de cada uno de los Proyectos y Trabajos detallados, en original o fotocopia legalizada emitida por la entidad contratante.</p>						

(Firma del Profesional Propuesto)
(Nombre completo del Profesional Propuesto)

FORMULARIO A-7

CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN DEL PROYECTO

El proponente deberá presentar un cronograma de barras Gantt o similar.

Nº	NOMBRE DE LA ACTIVIDAD	DURACIÓN (DÍAS) (*)	DIAGRAMA DE BARRAS (DÍAS, SEMANAS O MESES) (**)
1	Señalar Actividad 1	n_1	
2	Señalar Actividad 2	n_2	
3	Señalar Actividad 3	n_3	
..			
k	Señalar Actividad k	n_k	
PLAZO TOTAL DE EJECUCIÓN:		$n = n_1 + n_2 + \dots + n_k$	

El cronograma debe ser elaborado utilizando MS Project o similar y debe señalar de manera clara la Ruta Crítica de la ejecución del Proyecto.

(*) Se deberá tomar en cuenta el plazo de ejecución de cada actividad a fin de establecer multas por incumplimiento al plazo señalado de acuerdo a la cláusula trigésima segunda del modelo de contrato.

(**) La entidad convocante podrá establecer la escala temporal o en su defecto el proponente adoptará la más conveniente.

FORMULARIO A-8
RESUMEN DE GARANTIAS
(Global del Proyecto y por Equipos Importantes)

	Descripción	Garantía mínima	Ofertada
1	Garantía general del Proyecto	2 años	
2	Garantía de módulos fotovoltaicos en zonas activas incluyendo materiales y mano de obra y PID	10 años	
3	Módulos Fotovoltaicos, garantía de potencia	Degradación lineal terminando a 80% de la capacidad nominal después de 25 años	
4	Planta Fotovoltaica - Componentes CC	5 años	
5	Planta Fotovoltaica - Componentes CA	5 años	
6	Inversores, Transformadores de potencia, Celdas MT	5 años	
7	Estructuras de soporte de módulos	15 años	
8	Sistema de Monitorización	5 años	
9	Componentes de la línea de Conexión AT	10 años	

Nota: Describir el alcance de las garantías y considerar que las Garantías extendidas de los equipos principales, deben ser emitidas de forma directa, del fabricante a Guaracachi S.A.

Formulario B-1

Propuesta Económica del Proyecto
(Lista de Precios en Dólares de Norte América - USD)

	Descripción	TOTAL USD
A	Suministro: Módulos	
1	Módulos Fotovoltaicos	
	TOTAL	
B	Suministro: Estaciones de Transformación	
2	Estaciones de Inversor, transformadores, Celdas MT	
	TOTAL	
C	Suministro: Equipos BOS (Balance of System)	
3	Cajas de Conexión, Cableado CC y CA, Puesta en Tierra, Protecciones	
4	Sistema de Monitorización y SCADA	
5	Estructuras de soporte y perfiles hincados	
6	Valla de perimetral y Equipos de Vigilancia	
	TOTAL	
D	Suministro: Equipos de Conexión	
7	Línea de Conexión a la Red: Torres, Cableado, Aisladores	
8	Subestación de Conexión en la Planta: Transformador, Equipos AT, Celdas MT, Control	
9	Subestación de Conexión	
	TOTAL	
E	Obras Civiles, Mecánicas y Eléctricas	
10	Preparación del Terreno, Bases, cimientos, Zanjas de Cables, Drenaje, Vías de Acceso, etc.	
11	Obras Civiles y de Montaje	
12	Obras Eléctricas	
13	Construcción de la Línea de Conexión al SIN	
14	Construcción de la Subestación de Conexión en la Planta	
15	Ampliación de la Subestación de Conexión (Subestación Uyuni)	
	TOTAL	
F	Otros	
16	Ingeniería de Detalle	
17	Mantenimiento del Sitio de Construcción	
18	Transporte y Logística	
19	Repuestos para 2 (dos) años	
	TOTAL	
	TOTAL BIENES A+B+C+D [USD]	
	TOTAL OBRAS y OTROS E+F [USD]	
	TOTAL A+B+C+D+E+F [USD]	
	TOTAL Especifico [USD/kWp]	

FORMULARIO B-2

CRONOGRAMA ESTIMADO DE DESEMBOLSOS

No.	Metas/ Hitos	Condiciones	%	Mes	Total (\$us)
	Suministro de Bienes				
No. 1	Anticipo	Anticipo del monto total del suministro de Bienes contra entrega de una boleta de garantía bancaria de Buena Inversión de Anticipo por el 100% del monto otorgado.	30%		
No. 2	Suministro: Ingeniería de Detalle y Equipos BOS	Entrega de Ingeniería de Detalle; Suministro de Bienes, contra entrega de todos los bienes, en la modalidad DAP, en el sitio de montaje, incluyendo seguros, descarga y manipulación, lista de Empaque.	15%		
No. 3	Suministro: Módulos Fotovoltaicos		30%		
No. 4	Suministro: Estaciones de Transformación de la Planta FV		15%		
No. 5	Suministro: Equipos de Conexión		10%		
	Obras Mecánicas y Eléctricas				
No. 6	Conclusión de la Obras Electromecánicas, subestaciones, línea de interconexión y conexión a subestación Uyuni	Emisión del certificado de conclusión de montaje	50%		
No. 7	Puesta en Servicio	Cumplimiento de las pruebas y puesta en servicio, es decir en operación comercial, y emisión del certificado de recepción provisional.	50%		

FORMULARIO C-1
PROPUESTA TÉCNICA

Deberá contener mínimamente:

- a) Ingeniería a nivel de detalle para ejecución, que contenga todos planos aprobados para construcción, hojas de cálculo, estudios específicos de ingeniería, consideraciones técnicas, análisis, planilla de equipos y materiales, planos para construcción de la solución planteada para la Planta Solar Fotovoltaica, la conexión e integración a la red y los sistemas auxiliares.
- b) Descripción de las técnicas constructivas a utilizar para la ejecución del Proyecto, para la Planta Fotovoltaica, subestación de potencia y la conexión a la red.
- c) Describir el método y tareas para la instalación de la Planta Solar, Subestación en la Planta Solar, Línea de Interconexión, Conexión a Subestación Uyuni; como así también del sistema de protección y control integrado al SIN.
- d) Organigrama considerando al personal para la ejecución del proyecto, el cual no solamente incluirá al personal clave.
- e) Personal necesario, número de frentes de trabajo a utilizar, describiendo la forma de encarar la ejecución, el montaje electromecánico, instalación de equipos, pruebas y puesta en marcha.
- f) Cronograma de ejecución del Proyecto, detallando las tareas a ejecutar; cronograma de tareas importantes y la asignación de recursos humanos, equipos y herramientas.
- g) Descripción y listado de equipos y herramientas.
- h) Otros que considere importantes el Proponente.

FORMULARIO C-2
DECLARACIÓN JURADA DE CONDICIONES ADICIONALES

Para ser llenado por la Entidad convocante (llenar de manera previa a la publicación del DBC)		Para ser llenado por el proponente al momento de presentar la propuesta	
#	Condiciones Adicionales Solicitadas (*)	Puntaje asignado (definir puntaje)	Condiciones Adicionales Propuestas (***)
1	Garantías superiores a las planteadas, Punto 4.14	5	
2	Experiencia específica en Plantas de Generación Fotovoltaica construidas iguales o mayores a 60 MWp	10	
4	Opción de entregas parciales provisionales del Proyecto	10	
5	Mejor plazo de entrega del proyecto	10	
TOTAL PUNTAJE		35 PUNTOS (**)	

FORMULARIO C-3

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE SUMINISTRO BIENES MODELO DE FORMULARIO-ELABORAR PARA LOS EQUIPOS PRINCIPALES

"Características de los equipos principales"				
Código	Descripción			
1	Generador fotovoltaico			
1	1,1	Módulos fotovoltaicos		
1	1,1	1,1,1	Suministro y montaje de módulos	
1	1,1	1,1,1	Módulo fotovoltaico	
			Fabricante	
			Marca	
			Modelo	
			Procedencia	
			Parámetro en condiciones estándar STC*	
		Pmax	Potencia Unitaria	W
		ΔPmax	Tolerancia	W
		ηm	Eficiencia del módulo	%
		Vmpp	Tensión a Pmax	V
		Impp	Intensidad a Pmax	A
		Voc	Tensión a circuito abierto	V
		Isc	Intensidad de corto circuito	A
		Imax	Intensidad máxima admisible	A
		* STC: 1000W/m2, 25°C en las células, Spectro AM 1.5g acorde a EN 60904-3		
			Caracterización térmica	
			Coeficiente de temperatura de Pmax	γ% / ° C
			Coeficiente de temperatura a Voc	βVoc% / ° C
			Coeficiente de temperatura a Isc	αIsc% / ° C
			Coeficiente de temperatura de Vmpp	βVmpp% / ° C
			Características físicas	
			Dimensiones (L/W/H)	mm
			Tensión máxima de operación	V
			Rango de temperatura de trabajo	°C
			Carga estática máxima (viento)	Pa
			Resistencia a los impactos	(Dmm Vm/s)
			Cumplimiento	
			Marcado CE, según la Directiva 2006/95/CE	Material eléctrico
				Si No

			Norma UNE-EN 61730, armonizada para la Directiva 2006/95/CE	Cualificación de la seguridad		
			Norma UNE-EN 50380	sobre informaciones de las hojas de datos y de las placas de característica		
			UNE-EN 61215	Cualificación del diseño y homologación.		
			Directiva 89/106/CEE	Productos de construcción		
			Grado de protección IP65			
			Diodos de derivación para evitar las posibles averías	Efectos de sombreado parcial		
			Marcos laterales serán de aluminio o acero inoxidable	Construcción		
			Tensión máxima de operación	1000 VDC		

"Características de los equipos principales"						
Código		Descripción				
1		Generador fotovoltaico				
1	1,1	Módulos e inversores				
1	1,2	1,2,1	Inversores			
1	1,2	1,2,1	.	Inversores		
			Fabricante			
			Marca			
			Modelo			
			Procedencia			
			Parámetros característicos			
			Entrada DC			
			Rango de tensiones (MPPT) ($\cos\phi=1$)		V	
			Máxima tensión de entrada		V	
			Máxima corriente de entrada		A	
			Entradas DC (opcional)			
			Salida AC			
			Tensión de salida		V	
			Rango de tensiones AC		V	
			Frecuencia		hz	
			Rango de operaciones de frecuencia		hz	
			Potencia nominal AC		KW	
			Máxima corriente de salida		A	
			Distorsión Harmónica Total (THD)		%	
			Factor de potencia a potencia nominal		Rango $\cos\phi$	
			Eficiencia			
			Máxima eficiencia europea (a 25o C y $\cos\phi=1$)		%	

				Consumo propio nocturno		W			
				Consumo propio en funcionamiento		W			
				Condiciones ambientales					
				Temperatura de trabajo		Rango °C			
				Temperatura de trabajo (sin derating)		Rango °C			
				Temperatura de transporte y almacenamiento		Rango °C			
				Máxima humedad relativa		%			
				Máximo consumo de aire fresco (modelo Indoor/Outdoor)		m3/h			
				Máxima altura sobre el nivel del mar		msnm			
				Características mecánicas					
				Dimensiones (A / L / P) modelo Indoor		mm/mm/mm			
				Dimensiones (A / L / P) modelo Outdoor 2200 x		mm/mm/mm			
				Peso (modelos Indoor/Outdoor)		kg			
				Grado de protección (modelos Indoor/Outdoor)		IP			
				Cumplimiento			Si	No	
				Marcado CE, según la Directiva 2006/95/CE	Material eléctrico				
				Norma • UNE-EN 62093	Cualificación del diseño y ensayos ambientales				
				Norma UNE-EN 50380	sobre informaciones de las hojas de datos y de las placas de característica				
				UNE-EN 61683	Procedimiento para la medida del rendimiento.				
				IEC 62116	Testing procedure of islanding prevention measures				
				UNE-EN 6168	Cálculo del rendimiento				

"Características de los equipos principales"							
Código		Descripción					
1		Generador fotovoltaico					
1	1,5	Estructuras de soporte para los módulos					
1	1,5	1,5,1	Suministro y montaje de estructuras				
1	1,5	1,5,1	.	Estructuras de soporte para los módulos			
Fabricante							
				Marca			
				Serie			
				Procedencia			

Parámetros característicos:			
		Diseño	
		Altura mínima de los paneles	
		Profundidad de hicado	
Parámetros característicos:			
		Perfiles para hincado	
		Material	
		Dimensiones (L/W/H)	mm
		Espesor	mm
		Peso	kg/m
		Recubrimiento (Protección contra la corrosión)	
		Perfiles de soporte (transversales e inclinados a 20°)	
		Material	
		Dimensiones (L/W/H)	mm
		Espesor	mm
		Peso	kg/m
		Recubrimiento (Protección contra la corrosión)	
		Tipo	
		Espesor	µm
		Perfiles de soporte para los módulos (longitudinales)	
		Material	
		Dimensiones (L/W/H)	mm
		Espesor	mm
		Peso	kg/m
		Recubrimiento (Protección contra la corrosión)	
		Tipo	
		Espesor	µm
		Tornillería y elementos de sujeción	
		Material	
		Dimensiones (L/W/H)	mm

"Características de los equipos principales"			
Código	Descripción		
2	Línea de Evacuación		
2	2,1	Línea de Evacuación	
2	2,1	2,1,1	Entronque
2	2,1	2,1,1	Celdas de MT
		Fabricante	
		Marca	
		Serie	

			Procedencia		
Parámetros característicos: Seccionadores / Interruptores Automáticos					
			Intensidad nominal		
			Embarrado general		A
			Derivaciones		A
			De corte de cortocircuito		kA
			De corta duración (1/3s)		kA
			Resistencia a arcos internos (1s)		kA
			Capacidad de cierre de corto circuito		kV
			Onda de Choque		
			Entre fases y tierra		kV
			Distancia de seccionamiento (tipo rayo)		kV
			Frecuencia industrial 1 min		
			Entre fases y tierra		kV
			Distancia de seccionamiento (tipo rayo)		kV
			Grado de protección		IP
Parámetros característicos: Interruptores Automáticos					
			Transformador de intensidad		
			Transformadores de tensión		
			Mando motor		
			Detector de tensión		

"Características de los equipos principales"					
Código		Descripción			
3		Obras civiles			
3	3,1	3,1 Acondicionamiento del predio			
3	3,1	3,1,1 Vallado del terreno			
Descripción de los materiales principales					
3	3,1	3,1,2 Estructuras			
Descripción de los materiales principales					
3	3,1	3,1,3 Cerramientos (muros)			
Descripción de los materiales principales					
3	3,1	3,1,4 Acabados			
Descripción de los materiales principales					

