

DOCUMENTO BASE DE CONTRATACIÓN

**INGENIERÍA DE DETALLE, SUMINISTRO, CONSTRUCCIÓN,
MONTAJE, PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO DE LAS PLANTAS
SOLARES FOTOVOLTAICAS:**

ÍTEM 1: UYUNI-POTOSÍ

ÍTEM 2: YUNCHARA-TARIJA



**Invitación Pública 06/2016
Modalidad "Llave en mano"**

**EMPRESA ELÉCTRICA
ENDE GUARACACHI S.A.**

Santa Cruz de la Sierra, mayo 2016

Lista de Contenidos

1.	INTRODUCCIÓN	1
1.1.	OBJETO	1
1.2.	PROPONENTES ELEGIBLES.....	1
1.3.	MODALIDAD	1
1.4.	FORMA DE ADJUDICACIÓN	1
1.5.	NORMATIVA APLICABLE AL PROCESO DE CONTRATACIÓN.....	1
1.6.	EVALUACIÓN DE PROPUESTAS	2
1.7.	PLAZO DE ENTREGA DE PROPUESTAS	2
1.8.	DOMICILIO/LUGAR DE ENTREGA DE PROPUESTAS.....	2
1.9.	CONTACTO OFICIAL PARA CONSULTAS	2
1.10.	MONEDA DEL PROCESO DE CONTRATACIÓN	3
1.11.	COSTOS DE PARTICIPACIÓN EN EL PROCESO DE CONTRATACIÓN	3
1.12.	IDIOMA.....	3
1.13.	VALIDEZ DE LA PROPUESTA	3
2.	PARTE I: INFORMACIÓN E INSTRUCCIONES	4
2.1.	ENTREGA DE DBC Y PUBLICACIÓN.....	4
2.2.	CRONOGRAMA GENERAL DE PLAZOS DEL PROCESO DE CONTRATACIÓN	4
2.3.	ACTIVIDADES ADMINISTRATIVAS PREVIAS A LA PRESENTACIÓN DE PROPUESTAS.....	5
	<i>Inspección Previa al Sitio del Proyecto</i>	5
	<i>Consultas Escritas Sobre el DBC</i>	5
	<i>Reunión de Aclaración</i>	5
2.4.	GARANTÍAS.....	6
	<i>Tipo de Garantías Requeridas</i>	6

	<i>Ejecución de la Garantía de Seriedad de Propuesta</i>	7
	<i>Devolución de la Garantía de Seriedad de Propuesta</i>	7
	<i>Proceso de Devolución para Otras Garantías</i>	8
2.5.	ENMIENDAS Y APROBACIÓN DEL DOCUMENTO BASE DE CONTRATACIÓN (DBC)	8
2.6.	AMPLIACIÓN DE PLAZO PARA LA PRESENTACIÓN DE PROPUESTAS.....	8
	<i>Presentación de Propuestas</i>	8
	<i>Ampliación de Plazo de Presentación de Propuestas</i>	8
2.7.	CRITERIOS DE SUBSANABILIDAD Y ERRORES NO SUBSANABLES	8
2.8.	RECHAZO Y DESCALIFICACIÓN DE PROPUESTAS	9
	<i>Rechazo de Propuestas</i>	9
	<i>Descalificación de Propuestas</i>	9
2.9.	DECLARACIÓN DESIERTA	10
2.10.	CANCELACIÓN, SUSPENSIÓN Y ANULACIÓN DEL PROCESO DE CONTRATACIÓN	10
2.11.	PREPARACIÓN Y PRESENTACIÓN DE PROPUESTAS	10
	<i>SOBRE A: DOCUMENTOS LEGALES Y PROPUESTA TÉCNICA</i>	11
	<i>SOBRE B: Propuesta Económica</i>	12
	<i>Documentación para Asociaciones Accidentales</i>	13
2.11.1.	Cronograma	14
2.12.	MODIFICACIONES Y RETIRO DE PROPUESTAS	14
2.13.	APERTURA DE PROPUESTAS	14
	<i>Proceso de Apertura</i>	14
2.14.	MÉTODO DE SELECCIÓN Y ADJUDICACIÓN CALIDAD, PROPUESTA TÉCNICA, PLAZO Y COSTO	15
	Evaluación Preliminar	16
	Evaluación de la Propuesta Técnica.....	16

Evaluación de la Propuesta Económica	16
b) Margen de Preferencia	17
Precio Ajustado.....	17
Contenido del Informe de Evaluación y Recomendación	18
2.15. ADJUDICACIÓN O DECLARATORIA DESIERTA	19
<i>Plazos y Condiciones</i>	19
<i>Información Mínima</i>	19
<i>Notificación</i>	19
2.16. CONCERTACIÓN DE MEJORES CONDICIONES.....	19
2.17. SUSCRIPCIÓN DE CONTRATO	20
<i>Documentos Requeridos</i>	20
<i>Plazos de Entrega de documentos para suscripción de contrato</i>	20
<i>Condiciones</i>	20
<i>Condiciones de Anticipo</i>	20
2.18. ENTREGA DEL PROYECTO	21
2.19. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS.....	21
2.20. CONDICIONES PARTICULARES DE CONTRATACIÓN.....	21
<i>Soporte Técnico</i>	21
<i>Capacitación y Entrenamiento del Personal de Operación y Mantenimiento</i>	22
<i>Ensayos de Desempeño de la Planta FV</i>	22
<i>Seguros</i>	22
<i>Forma de Pago</i>	23
<i>Transporte de Equipos y Componentes de la Planta FV</i>	24
<i>Normas Técnicas y de Tecnología Internacionales de Referencia</i>	24

<i>Plazo de Entrega</i>	24
<i>Régimen de Multas por Retrasos</i>	24
<i>Supervisión y Fiscalización</i>	26
3. PARTE II: MODELO DE CONTRATO	27
4. PARTE III:	63
ITEM 1.- INGENIERÍA DE LA PLANTA SOLAR UYUNI - POTOSÍ	63
4.1. CONCEPTO GENERAL	63
4.2. DESCRIPCIÓN DEL SITIO	63
<i>Infraestructura y Accesos</i>	64
<i>Condiciones Ambientales en el Sitio</i>	66
4.3. CONCEPTO DE LA PLANTA	66
4.4. CONEXIÓN A LA RED	70
5. PARTE IV:	71
REQUERIMIENTOS BÁSICOS Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PLANTA SOLAR UYUNI – POTOSÍ	71
5.1. FINALIDAD	71
5.2. DESVIACIONES	71
5.3. ESPECIFICACIONES BÁSICAS	71
<i>Condiciones del Sitio</i>	71
<i>Normas Aplicables</i>	72
<i>Simbología</i>	73
<i>Unidades de Medida</i>	73
5.4. REQUISITOS GENERALES AL DISEÑO	74
<i>Parámetros del Sistema Eléctrico</i>	74
<i>Principios Generales</i>	75
<i>Condiciones de Seguridad</i>	76

<i>Cargas Mecánicas</i>	76
<i>Distancias eléctricas</i>	77
Distancias mínimas	77
Distancias de seguridad	77
Resumen de distancias eléctricas	77
<i>Concepto de Puesta a Tierra</i>	77
<i>Sistema de Letreros para Identificación</i>	78
<i>Cableado</i>	79
Cables de Poder Desnudos ACAR.....	79
Cables de Poder Aislados	79
Cables Control y Alimentación (Baja Tensión)	80
Fibra Óptica	81
<i>Tableros y Cajas</i>	82
Tableros	82
Cajas de Conexión.....	82
Grados De Protección	83
Posibilidad de Ampliación.....	83
<i>Diseño General de Instalaciones de Control y Monitorización</i>	83
<i>Canalizaciones Eléctricas</i>	85
Diseño General de Canalizaciones	85
Canalizaciones en Canaletas	85
Canalización en Ductos	86
Cámaras	87
Cajas de Derivación, Cajas de Aparatos y Accesorios	87
Sellado de Pasadas de Cables	88

Sistema de bandejas y escalerillas	88
<i>Iluminación</i>	88
Sistema de Alumbrado.....	88
Luminarias exteriores	89
Luminarias Interiores.....	90
Concepto y Niveles Lumínicos de la S/E.....	90
Iluminación de emergencia	92
Circuitos	93
<i>Sistemas de Seguridad</i>	93
Seguridad Industrial.....	93
Prevención Contra Incendios.....	93
5.5. ESTUDIOS DE DISEÑO	94
<i>Planta FV</i>	94
<i>Conexión a la Red</i>	95
5.6. LOGÍSTICA Y TRANSPORTE	97
5.7. PLANTA FV – PRINCIPALES COMPONENTES	98
<i>Generalidades</i>	98
<i>Estructuras de Soporte</i>	98
<i>Módulos Fotovoltaicos</i>	101
<i>Inversores</i>	103
<i>Transformadores Media Tensión</i>	107
<i>Celdas de Media Tensión</i>	110
<i>Casetas de Equipo Eléctrico</i>	111
<i>Cableado Interno de Baja y Media Tensión</i>	113
Cableado CC String.....	114

Cableado CC Principal	115
Cajas de Conexión CC.....	117
Cableado Media Tensión	119
Cableado de Comunicación	120
<i>Sistemas de Protección</i>	<i>121</i>
Protección contra Sobrecorrientes.....	121
Protección contra Sobretensiones.....	122
<i>Sistema de Control y Monitorización</i>	<i>124</i>
Sistema de Monitorización	124
Estaciones meteorológicas	126
<i>Sistema de Seguridad y Vigilancia</i>	<i>128</i>
5.8. SUBESTACIÓN DE POTENCIA.....	130
<i>Concepto General</i>	<i>130</i>
<i>Transformador de Alta Tensión</i>	<i>131</i>
<i>Equipos de Alta Tensión.....</i>	<i>135</i>
Interruptores de Potencia.....	137
Desconectores de Alta Tensión.....	141
Transformadores de Medida de Alta Tensión	143
Pararrayos de Alta Tensión	144
<i>Celdas de Media Tensión S/E de Conexión</i>	<i>145</i>
<i>Contadores para Facturación</i>	<i>147</i>
<i>Alambrados Control y Fuerza</i>	<i>148</i>
Generalidades.....	148
Cables de Control Multiconductores	148
Alambrado Internos.....	148

Alambrados Remotos o Externos.....	149
Blindaje	149
<i>Sistema de Control.....</i>	<i>149</i>
Niveles y Jerarquía.....	150
Componentes de Sistema de Control	151
Funciones del Sistema de Control.....	151
Equipos para el Sistema de Control local de Nivel 1	153
Equipos Sistema de Control Centralizado de Nivel 2	154
<i>Sistema de Protecciones</i>	<i>155</i>
Protección Bahía de Líneas 230 kV	156
Protección Paño de Transformador 230/24,9 KV	157
<i>Malla de Puesta a Tierra de la S/E.....</i>	<i>158</i>
Malla De Puesta A Tierra Subterránea.....	158
Consideraciones para la Malla de Puesta a Tierra	158
Medición de la Resistencia Eléctrica de la Malla	159
Normas Aplicables	159
Malla De Puesta A Tierra Aérea	160
<i>Instalaciones eléctricas Auxiliares de Baja Tensión</i>	<i>160</i>
Tensiones Normales	161
Configuración de Circuitos.....	162
Transformador de Instalaciones SS/AA.....	162
Diseño de instalaciones de SS/AA C.A.	162
Sistemas de corriente continua.	163
5.9. LÍNEA DE CONEXIÓN DE ALTA TENSIÓN	163
5.10. OBRAS CIVILES Y ELÉCTROMECAÑICAS.....	164

<i>Generalidades</i>	164
<i>5.10.1. Requisitos Generales de Diseño</i>	164
5.10.1.1. Movimientos de Tierra	164
Hormigón.....	165
Albañilería y Mampostería.....	167
Cimentaciones	167
<i>Instalaciones Temporales en el Sitio</i>	167
<i>Preparación del Terreno</i>	168
<i>Valla Perimetral de Seguridad</i>	168
<i>Vías de Acceso e Internas</i>	169
<i>Instalación de la Estructura de Soporte</i>	170
<i>Instalación de los Módulos</i>	171
<i>Plataformas y bases para los Contenedores de Equipo Eléctrico</i>	172
<i>Obras de Cimentación S/E</i>	173
Fundaciones para las Torres Línea AT.....	173
<i>Edificios</i>	173
Distribución para el Proyecto	173
Supuestos Generales de Diseño	173
Plataformas y Escaleras	174
Tejados	174
Pintura	174
Centros de Transformación de Planta FV	174
Edificio de Subestación de Conexión	175
<i>Cableado y trabajos de conexionado</i>	175
DC General.....	175

Cableado modular	175
<i>Zanjas de Cableado</i>	175
<i>Zanjas de Cableado S/E</i>	176
<i>Sistema de Drenaje</i>	176
<i>Sistema de Agua Dulce</i>	177
<i>Tratamiento de drenaje sanitario</i>	177
5.11. CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN DEL PROYECTO	178
5.12. PRUEBAS DE CALIDAD DE EQUIPOS	179
5.13. PUESTA EN SERVICIO	180
<i>Pruebas de Finalización Mecánica</i>	180
<i>Pruebas de Aprobación Provisoria</i>	180
Pruebas de Funcionamiento	181
Puesta en Servicio.....	184
Verificación del Rendimiento de la Planta	184
<i>Prueba de Aceptación de la Planta</i>	185
5.14. GARANTÍAS DE LOS COMPONENTES DE LA PLANTA	185
5.15. EXPERIENCIA DE LOS PROPONENTES	186
Generalidad	186
Asociación Accidental	187
Experiencia General y Específica de los proponentes.....	187
<i>Experiencia General y Específica del Gerente del Proyecto Item 1</i>	187
<i>Experiencia del Especialista o Personal Clave</i>	187
5.16. LISTA DE PROFESIONALES PROPUESTOS	188
5.17. EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	190

FORMULARIO A-1	193
FORMULARIO A-2A.....	196
FORMULARIO A-2B.....	198
FORMULARIO A-2C.....	201
FORMULARIO A-3	202
FORMULARIO A-4	204
FORMULARIO A-5	206
FORMULARIO A-6.....	208
FORMULARIO A-7	210
FORMULARIO A-8	211
FORMULARIO B-2	215
FORMULARIO C-1	217
FORMULARIO C-2	218
FORMULARIO C-3	219
6. PARTE V:	230
REQUERIMIENTOS BÁSICOS Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PLANTA SOLAR YUNCHARÁ – TARIJA	230
6.1. FINALIDAD	230
6.2. REQUERIMIENTOS BÁSICOS Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	230
6.11. GARANTÍAS DE LOS COMPONENTES DE LA PLANTA	302
<i>Garantía de producción mínima</i>	<i>302</i>
6.14. EXPERIENCIA DE LOS PROPONENTES	305
<i>Experiencia Mínima General y Específica de la Empresa o Asociación Accidental</i>	<i>305</i>
Generalidad	305
Asociación Accidental	305
Experiencia General y Específica de los proponentes.....	305
<i>Experiencia General y Específica del Gerente del Proyecto Item 2</i>	<i>305</i>
<i>Experiencia del Especialista o Personal Clave.....</i>	<i>306</i>

6.15.	LISTA DE PROFESIONALES PROPUESTOS	306
6.16.	EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	307
6.17.	FORMULARIOS DE DECLARACIONES JURADAS PARA LA PRESENTACIÓN DE PROPUESTAS ITEM 2	310
	FORMULARIO A-5	311
	FORMULARIO A-6	314
	FORMULARIO A-7	317
	FORMULARIO A-8	318
	FORMULARIO B-2	320
	FORMULARIO C-1	322
	FORMULARIO C-3	323

Lista de Abreviaturas

AT	Alta Tensión
AEP	Producción Energética Anual (en inglés: Annual Energy Production)
CAPEX	Inversiones en Bienes de Capitales (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

Como antecedente es necesario mencionar que el Estudio del Proyecto determinó su ubicación en las proximidades de Uyuni por lo que la denominación cambió de Proyecto Uyuni Colcha K a Uyuni Potosí.

La Empresa Eléctrica ENDE Guaracachi S.A., denominada en adelante como ENTIDAD CONVOCANTE, en los puntos a continuación, establece las condiciones y requisitos mínimos que deben ser considerados para la presentación de propuestas.

1.1. Objeto

El Objeto de la presente **Invitación Pública** se detalla a continuación:

ITEM	CANTIDAD	UNIDAD	DETALLE
1	1	GLOBAL	INGENIERIA DE DETALLE, SUMINISTRO, CONSTRUCCIÓN, MONTAJE, PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO DE LA PLANTA SOLAR UYUNI – POTOSÍ (60 MW)
2	1	GLOBAL	INGENIERIA DE DETALLE, SUMINISTRO, CONSTRUCCIÓN, MONTAJE, PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO DE LA PLANTA SOLAR YUNCHARÁ – TARIJA (5 MW)

1.2. 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.

Nota: Las empresas extranjeras deberán someterse a la legislación boliviana.

1.3. Modalidad

La modalidad del presente proceso es:

- **Contratación Mayor por Invitación Pública - Llave en Mano** (EPC por sus siglas en inglés).

1.4. Forma de Adjudicación

- **La adjudicación es por la totalidad del objeto** detallado en el presente DBC (ÍTEM 1 e ÍTEM 2). La presentación parcial de ofertas será motivo de descalificación.

1.5. Normativa Aplicable al Proceso de Contratación

- **Reglamento de Contratación de Bienes, Obras o Servicios** vigente en la Empresa Eléctrica ENDE Guaracachi S.A., aprobado por el Directorio según Acta N° 05/2012, Resolución 05.02.

1.6. Evaluación de Propuestas

La entidad convocante, para la evaluación de propuestas aplicará el siguiente método de selección y adjudicación:

- **Calidad, Propuesta Técnica, Plazo y Costo** (REGLAMENTO VIGENTE DE CONTRATACIÓN DE BIENES, OBRAS O SERVICIOS – ENDE Guaracachi S.A.).

1.7. Plazo de Entrega de Propuestas

Las propuestas deberán ser presentadas hasta el **24/06/2016** en el domicilio establecido en el presente DBC.

Se considerará que el proponente ha realizado la entrega de la propuesta dentro del plazo establecido hasta la fecha y hora límite establecida en el Cronograma General de Plazos.

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.

1.8. Domicilio/Lugar de Entrega de Propuestas

El domicilio fijado para el presente proceso de contratación:

- Nombre de la Entidad Convocante: Empresa Eléctrica ENDE Guaracachi S.A.
Ciudad/País: Santa Cruz/Bolivia
Dirección: Av. Brasil esquina 3er Anillo S/N
Teléfono: (591) 3 -3464632
Fax: (591) 3 -3465888

El registro de recepción de propuestas deberá ser realizado por un funcionario de la entidad Convocante.

1.9. Contacto Oficial para Consultas

El funcionario encargado de atender consultas se lo detalla a continuación:

- Nombre: Cindy Soto Moreno
- Cargo: Responsable de Compras
- Correo Electrónico: consultasuyuniyunchara@egsa.com.bo
- Ciudad/País: Santa Cruz/Bolivia
- Dirección: Av. Brasil 3er Anillo S/N

Nota: El único canal de consultas es a través del contacto oficial definido para el presente proceso de licitación. Las consultas por parte del proponente deberán ser realizadas por escrito debiendo suscribir la misma y detallar en forma clara y concreta sus consultas.

1.10. Moneda del Proceso de Contratación

Todo el proceso de contratación, incluyendo los pagos detallados en el modelo de contrato, serán realizados en dólares americanos. La presentación de la oferta económica o de cualquiera de sus ítems integrantes en una moneda distinta a la establecida en el presente DBC será motivo de descalificación.

1.11. Costos de Participación en el Proceso de Contratación

Los costos de la elaboración y presentación de propuestas y 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.

1.12. 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 se adjunten documentos de la propuesta que hayan sido emitidos en otro idioma distinto al español, el proponente deberá adjuntar obligatoriamente la traducción de los mismos al idioma español, documentos que serán válidos para las partes.

En el caso de manuales de funcionamiento de equipos, maquinarias u otros tal cual lo menciona el punto 2.21 Soporte Técnico estos deberán ser en el idioma español o inglés.

1.13. Validez de la Propuesta

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

En circunstancias excepcionales por causas de fuerza mayor o caso fortuito, antes de la fecha límite de presentación de propuestas, 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 la garantía de seriedad de propuesta que cubra el nuevo plazo de validez de su propuesta.

2. PARTE I: INFORMACIÓN E INSTRUCCIONES

2.1. Entrega de DBC y Publicación

La convocatoria y todos los actos de la presente convocatoria podrán ser recabados en la página web: www.guaracachi.com.bo a partir del **16 de mayo de 2016**, previo registro del interesado en la misma página web, también se enviarán invitaciones a la base de datos de Proveedores.

2.2. Cronograma General de Plazos del Proceso de Contratación

El presente proceso de contratación se sujetará al siguiente Cronograma de Plazos:

N°	Actividad	Fechas dd/mm/aaaa	Observaciones
1	Publicación del Proceso de Licitación	15/05/2016	Periódico de Circulación Nacional y página web www.guaracachi.com.bo
2.1	Inspección Previa Proyecto Planta Solar Uyuni – Potosí	27/05/2016	Hora: 9:00 Lugar: Uyuni – Potosí (Plaza Principal Aniceto Arce de Uyuni)
2.2	Inspección Previa Proyecto Planta Solar Yunchará – Tarija	30/05/2016	Hora: 08:00 Lugar: Yunchará – Tarija (Hotel Los Ceibos, Av. Panamericana 612 Esquina Madrid, ciudad de Tarija)
3	Consultas Escritas	01/06/2016	Hora límite: 16:00 al correo consultasuyuniyunchara@egsa.com.bo Consultas fuera de plazo no serán tomadas

			en cuenta.
4	Reunión de Aclaración	03/06/2016	Oficinas Guaracachi, Hora:10:00
5	Aprobación del DBC con las enmiendas si hubiera	09/06/2016	Fecha Límite
6	Notificación de aprobación del DBC	10/06/2016	Fecha Límite en página web www.guaracachi.com.bo
7	Presentación de propuestas, apertura de SOBRE A, emisión de acta y evaluación preliminar de documentos (presento/no presentó)	24/06/2016	09:00 en el lugar de entrega de propuestas establecido en el presente DBC
8	Apertura de Sobre B	07/07/2016	Fecha Límite
9	Notificación de la adjudicación o declaratoria desierta	11/07/2016	Fecha Límite en página web www.guaracachi.com.bo
10	Presentación de documentos para suscripción de contrato	21/07/2016	Fecha Límite
11	Suscripción de Contrato	22/07/2016	Fecha Límite

2.3. Actividades Administrativas previas a la Presentación de Propuestas

Inspección Previa al Sitio del Proyecto

El proponente está obligado a conocer el sitio y en ningún momento del proceso de contratación ni de ejecución podrá alegar desconocimiento del lugar del proyecto.

Consultas Escritas Sobre el DBC

Cualquier potencial proponente podrá formular consultas escritas dirigidas al contacto oficial definido en el presente DBC, hasta la fecha límite establecida en el presente DBC.

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, serán analizadas por la Entidad Convocante y respondidas a través de la página WEB de ENDE Guaracachi para todos los proponentes que se hayan registrado.

2.4. Garantías

Tipo de Garantías Requeridas

Para la etapa de presentación de propuestas, la Empresa Eléctrica ENDE Guaracachi S.A. requiere la garantía a primer requerimiento detallada a continuación:

- **Garantía de Seriedad de Propuesta** por \$us. 1.000.000.- (un millón 00/100 dólares americanos). La garantía será emitida para ambos ítems (ítem 1 e ítem 2). que exceda en treinta (30) días calendario al plazo de validez de la propuesta. En el caso de PROPONENTES con naturaleza de Asociaciones Accidentales, se podrá presentar más de una garantía de seriedad de propuesta cuya suma sea igual o mayor a la solicitada.

En la etapa de adjudicación, y en el marco del borrador de contrato adjunto al presente DBC, el proponente seleccionado deberá presentar las garantías a primer requerimiento detalladas a continuación:

- **Garantía de Cumplimiento de Contrato**, por el 7% del monto total del Contrato. La Garantía de Cumplimiento de Contrato deberá estar vigente desde la fecha de suscripción del CONTRATO hasta la Recepción Definitiva del PROYECTO, que comprende el plazo de ejecución pactado en el presente CONTRATO y el periodo de corrección de defectos desde la Recepción Provisional hasta la Recepción Definitiva. Asimismo, se imputara a las insuficiencias de diseño, errores y/o daños de fabricación.
- **Garantía de Correcta Inversión de Anticipo** por el 100% del anticipo solicitado, hasta un 30% del monto total del contrato, en caso de que el proponente seleccionado lo solicite.
- **Garantía de Buen Funcionamiento del Proyecto** por el 5% del monto total del contrato, por el lapso de dos (2) años computables a partir de la Recepción Provisional del Proyecto.

Los proponentes locales y extranjeros que participen en este proceso de contratación, deberán presentar las Garantías a Primer Requerimiento con las siguientes características:

- **Emitidas por una entidad financiera bancaria de primer nivel establecida en Bolivia, reguladas y autorizadas por la Autoridad de Supervisión del Sistema Financiero (ASFI)**, pudiendo ser contra garantizada si el originador de la misma es un Banco en el extranjero, aspecto que no modifica la condición de ser emitida por entidad financiera bancaria de primer nivel establecida en Bolivia, regulada y autorizada por la Autoridad de Supervisión del Sistema Financiero (ASFI).
- Deberán establecer claramente en la garantía su carácter de **renovable, irrevocable y de ejecución inmediata**.
- Las garantías deberán ser emitidas de acuerdo a norma ASFI SB/288/99 (04/99) Art. 2.
- La garantía debe especificar lo siguiente: Número de Boleta, Nombre a cuya orden esta emitida, Fecha de Vencimiento, Objeto de la Garantía (Tipo de Garantía, Número y Nombre del Proceso de Contratación), condiciones y naturaleza, vigencia.

El Objeto de la garantía debe decir: **“Seriedad de Propuesta para el proceso de contratación Invitación Pública N°06/2016: INGENIERIA DE DETALLE, SUMINISTRO, CONSTRUCCIÓN, MONTAJE, PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO DE LA PLANTA SOLAR UYUNI – POTOSÍ (60 MW); INGENIERIA DE DETALLE, SUMINISTRO, CONSTRUCCIÓN, MONTAJE, PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO DE LA PLANTA SOLAR YUNCHARÁ – TARIJA (5 MW)”**

- Las garantías establecidas en el presente DBC deberán ser expresadas en Dólares Americanos.

Nulidad del proceso por fraude o corrupción

Si después de adjudicado el presente proceso se comprobare que algún funcionario del PROPONENTE o de la Entidad Convocante, tuviese participaciones o beneficios emergentes de la adjudicación del mismo, el Contrato quedará desde ese momento nulo de pleno derecho y sin efecto alguno para lo sucesivo, sin perjuicio de iniciarse proceso legal correspondiente contra el PROPONENTE y los funcionarios involucrados. Tales participaciones o beneficios serán nulos de pleno derecho y no serán exigibles judicial ni extrajudicialmente en tiempo alguno.

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 Convocante.
- 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 Convocante.
- El proponente incumpla con los medios autorizados de comunicación con el proponente

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.

Proceso de Devolución para Otras Garantías

El tratamiento de ejecución y devolución de las Garantías, se establece en el modelo de Contrato detallado en el presente DBC.

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

2.6. Ampliación de Plazo Para la Presentación de Propuestas

Presentación de Propuestas

El Convocante podrá ampliar el plazo de presentación de propuestas mediante nota expresa a ser publicada en la página web www.guaracachi.com.bo, por las siguientes causas debidamente justificadas:

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

Ampliación de Plazo de Presentación de Propuestas

La ampliación de plazo de presentación de propuestas deberá ser realizada de manera previa a la fecha y hora establecidas para la presentación de propuestas. 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 el Documento de Aprobación del DBC.

2.7. Criterios de Subsanabilidad y Errores No Subsanables

Se deberán considerar como **Error Subsanable** los siguientes:

Es aquel defecto en el que incurre un proponente sobre aspectos no sustanciales, sean estos accidentales, accesorios o de forma o al no presentar un documento accesorio o formal dentro del plazo establecido por ENDE Guaracachi S.A., que son susceptibles de subsanar a partir de su **constatación o presentación dentro del plazo que otorgue ENDE Guaracachi S.A., sin afectar la legalidad solvencia ni precio de la propuesta.**

Se consideraran documentos accesorios o formales aquellos que puedan probar su existencia mediante su inscripción en un registro, archivo o instrumento. Adicionalmente a ello a fin de que el documento tenga validez, será necesario que el mismo se haya inscrito, registrado o autorizado en los referidos instrumentos con fecha anterior a la presentación de las propuestas.

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.

Se deberán considerar como **Errores No Subsanables** los siguientes:

- La falta de la propuesta técnica o parte de ella.
- La falta de la propuesta económica o parte de ella.
- Cuando se presenten más de una opción económica o técnica.
- La falta de presentación de la Garantía de Seriedad de Propuesta.
- Cuando la Garantía de Seriedad de Propuesta fuese emitida en forma errónea, según lo establecido en el numeral 2.4.
- 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.
- Falta de acreditación de poder y o personería para presentar propuestas.

2.8. Rechazo y Descalificación de Propuestas

Rechazo de Propuestas

Procederá el rechazo de la propuesta cuando:

- La propuesta fuese presentada fuera del plazo (fecha y hora); y/o
- Presentación de propuesta en lugar diferente al establecido en el presente DBC.

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 del presente DBC.
 - Cuando el proponente no presente la 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.
 - Cuando se verifiquen la existencia de errores u omisiones No Subsanales.
 - Cuando el proponente presente más de una propuesta.
 - Falta de acreditación de poder y o personería para presentar propuestas

2.9. Declaración Desierta

ENDE Guaracachi S.A. 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 siendo el único calificado incumpla la presentación de documentos o desista de formalizar la contratación y no existan otras propuestas calificadas.
- Cuando la empresa lo considere conveniente a sus intereses.

2.10. 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 Informe de Recomendación expreso.

La decisión tomada no generará responsabilidad al Convocante en cualquier etapa del proceso.

2.11. Preparación y Presentación de Propuestas

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

La propuesta deberá ser presentada en dos sobres cerrados:

- **SOBRE A: DOCUMENTOS LEGALES Y PROPUESTA TÉCNICA**
- **SOBRE B: PROPUESTA ECONÓMICA**

Ambos sobres deben ser cerrados, dirigido a la Empresa Eléctrica ENDE Guaracachi S.A., citando el Número de Licitación, y el objeto de la Convocatoria.

Las propuestas deben ser presentadas en un ejemplar original y dos copias, identificando claramente el original. Además deberá presentar un CD con la propuesta en formato digital editable en ambos sobres.

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

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

SOBRE A: DOCUMENTOS LEGALES Y PROPUESTA TÉCNICA

Los documentos Legales y la Propuesta Técnica deben ser presentadas en un sobre rotulado como **SOBRE A** (detallando los datos del proponente y del proceso de licitación) incluyendo con carácter obligatorio lo siguiente, para cada uno de los ítems:

Contenido mínimo de la Propuesta Técnica

- Presentación de un análisis de producción de cada una de las Plantas y PR garantizado.
- Las propuestas deben considerar el desarrollo de la Ingeniería de Detalle de cada uno de los Items.
La Propuesta Técnica, debe incluir una descripción de la Ingeniería de Detalle a desarrollar por el Contratista, para el ítem 1 e ítem 2, considerando mínimamente:
 - a) Estudios de estabilidad en el área del SIN; tomando en cuenta las Normas Operativas 11 (Condiciones Técnicas para la Incorporación de nuevas Instalaciones al SIN) y 30 (Requisitos técnicos mínimos para proyectos de generación y transmisión) del CNDC.
 - b) Topografía y Estudio de suelos, para determinar el tipo de estructura.
 - c) Construcción de las Plantas Fotovoltaicas.
 - d) Construcción Centros de Transformación de Media Tensión en las Plantas Fotovoltaicas.
 - e) Estudios de protecciones y ajustes; antes del inicio de las pruebas.
- Descripción de las técnicas constructivas a utilizar para la ejecución de cada uno de los ítems, subestaciones de potencia y la integración al SIN.
- Describir el método y tareas a ejecutar para la instalación de cada una de las Plantas Solares: Subestaciones, Integración al SIN; y sistema de protección y control integrado al SIN.
- Organigrama detallado referencial del personal para la ejecución del ítem 1 e ítem 2, 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, para cada uno de los ítems.

- Cronograma de ejecución del ítem 1 e ítem 2, detallando las tareas a ejecutar; ruta crítica, hitos y la asignación de recursos humanos, equipos y herramientas.
- Descripción y listado de equipos y herramientas.
- Otros documentos que el proponente considere importantes.

Los formularios de la parte Legal y Técnica que deben presentar los proponentes con carácter obligatorio, 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 Proyectos (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).
- Formulario con Información Financiera del Proponente o Proponentes (Formulario A-9).
- Garantía de Seriedad de Propuesta, en original, que exceda en treinta (30) días calendario el plazo de validez de la propuesta; y que cumpla con las características de ser: A Primer Requerimiento, renovable, irrevocable y de ejecución inmediata, emitida a nombre de la entidad convocante.
- Formulario C-1 Documentos de la Propuesta Técnica.
- Formulario C-2 Condiciones adicionales.
- Formulario C-3 Especificaciones Técnicas del Suministro de Bienes.

Los formularios desde el A1 al A4, A-9, C2 y garantía de seriedad de propuesta deberán ser presentados en un ejemplar para ambos ítems.

Los formularios restantes deberán ser presentados para cada ítem.

SOBRE B: PROPUESTA ECONÓMICA

El proponente deberá presentar los siguientes documentos que corresponden a la Propuesta Económica en un sobre rotulado como **SOBRE B** (Presentar un Formulario **para cada ítem**, objeto del presente documento detallando los datos del proponente y del proceso de licitación) considerando de manera obligatoria lo siguiente:

Formulario B1:

- 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.
- Para el suministro de bienes, mano de obra y otros servicios contratados localmente, se deben considerar impuestos de Ley.
- El monto de la factura local deberá ser la diferencia del monto del contrato menos el monto de las facturas de origen.

Formulario B2:

El Formulario B2: Cronograma estimado de desembolsos (Presentar un Formulario para cada ítem, objeto del presente documento).

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 Especialistas 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).
- Formulario con Información Financiera del Proponente o Proponentes (Formulario A-9).
- Garantía de Seriedad de Propuesta, 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 una o más empresas que conforman la Asociación, siempre y cuando cumpla con las características de: A Primer Reuqerimiento, renovable, irrevocable y de ejecución inmediata, emitida a nombre de la entidad convocante.
- Formulario C-1 Documentos de la Propuesta Técnica.
- Formulario C-2 Condiciones adicionales.
- Formulario C-3 Especificaciones Técnicas de Suministro de Bienes.

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).
- Formulario con Información Financiera del Proponente o Proponentes (Formulario A-9).

Los formularios desde el A1 al A4, A-9, C2 y garantía de seriedad de propuesta deberán ser presentados en un ejemplar para ambos ítems.

Los formularios restantes deberán ser presentados para cada ítem.

2.11.1. Cronograma

Deberá presentarse un cronograma de ejecución para cada ítem en un Diagrama de Gantt, que permita apreciar la ruta crítica de la ejecución y el tiempo requerido para la ejecución de cada una de las actividades de cada ítem por separado. El cronograma debe incluir obligatoriamente metas mensuales e hitos verificables.

El cronograma a ser incluido deberá considerar obligatoriamente la ejecución de los dos ítems objeto del presente DBC, en un plazo máximo de 400 días calendario a partir de la notificación de la orden de proceder.

2.12. Modificaciones y Retiro de Propuestas

Las propuestas presentadas con anticipación, podrán ser retiradas hasta la fecha y hora límites de cierre de presentación de propuestas estipuladas en el presente DBC, con una carta de solicitud específica.

2.13. Apertura de Propuestas

Proceso de Apertura

La apertura de los Sobres "A" 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. Las observaciones a las propuestas presentadas podrán ser realizadas únicamente por representantes acreditados de los proponentes.

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.

El Acto de Apertura del **Sobre A** 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.
- En primera instancia, apertura y registro en el acta correspondiente de los **Sobres A** de todas las propuestas recibidas dentro del plazo, dando a conocer públicamente el nombre de los proponentes en el orden de presentación de las propuestas.
- 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.
- Elaboración del Acta de Apertura, que deberá ser suscrita por todos los integrantes de la Comisión de Calificación, podrán hacerlo los representantes de los proponentes que deseen suscribirla.
- Elaboración de Informe de la Comisión bajo la metodología “cumple/no cumple” en función a lo requerido en el DBC.
- Los proponentes que tengan observaciones deberán hacer constar las mismas en el Acta.

Los sobres B de las propuestas serán colocados en un sobre sellado y rubricado por todos los miembros de la comisión para ser abierto solo en el acta de apertura del sobre B.

El Acto de Apertura del **Sobre B** comprenderá:

- En Acto Público y posteriormente a la evaluación legal y evaluación técnica, previa comunicación de la fecha de apertura en la página web del convocante, se procederá a la apertura del **Sobre B** de los proponentes que hayan superado la evaluación legal y la evaluación técnica. En esta etapa se procederá a la apertura y registro en el acta correspondiente de los **Sobres B**, dando lectura de las propuestas económicas y del cronograma de desembolsos.
- Cuando existan diferencias entre el monto literal y numeral de la propuesta económica, prevalecerá el monto literal sobre el monto numeral.

2.14. Método de Selección y Adjudicación Calidad, Propuesta Técnica, Plazo y Costo

La evaluación de propuestas se realizará en tres (3) etapas con los siguientes puntajes:

- PRIMERA ETAPA: Evaluación Preliminar donde se verifica que los documentos presentados cumplen con lo requerido en el presente DBC.

N°	Requisito	Evaluación
----	-----------	------------

1	Presentación de la totalidad de Documentos detallados en el presente DBC.	Presentó / No presentó
---	---	-------------------------------

La Comisión de Calificación, en sesión reservada evaluará la propuesta del Proponente que haya cumplido con lo requerido en el presente DBC. Para el efecto, la Comisión emitirá el informe correspondiente indicando detalladamente que proponentes cumplieron con lo establecido en el presente Pliego y que proponentes no cumplieron y fueron descalificados. Luego de pasar esta primera instancia de evaluación documental, se procederá con la emisión del informe correspondiente para continuar con la evaluación técnica en función a los parámetros establecidos en el presente DBC.

- SEGUNDA ETAPA: Propuesta Técnica (PT): 70 puntos

La evaluación técnica determinará cuales ofertas cumplen con los requerimientos y parámetros establecidos por la Empresa Eléctrica ENDE Guaracachi S.A. Solo las ofertas que cumplan con lo requerido técnicamente, pasarán a la apertura y evaluación del **Sobre B**.

- TERCERA ETAPA: Propuesta Económica (PE): 30 puntos

Evaluación Preliminar

Concluido el acto de apertura de Sobres A, en sesión reservada, la Comisión de Calificación determinará mediante informe si las propuestas cumplen lo requerido y definirá si continúan con las siguientes etapas de evaluación, verificando para esta tarea, el cumplimiento sustancial y la validez de los Formularios de la Propuesta y la Garantía de Seriedad de Propuesta.

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 asignará treinta y cinco (35) puntos.

Posteriormente, se evaluarán 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.

Evaluación de la Propuesta Económica

- a) Errores Aritméticos

Se verificará 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.

b) 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

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

c) Determinación del Puntaje de la Propuesta Económica

Una vez efectuada la corrección de los errores aritméticos; y cuando corresponda aplicados los márgenes de preferencia 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 Evaluada

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

$$PTP_i = PT_i + PE_i$$

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*).

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
- Criterios de Subsanción
- Causales para la descalificación de propuestas, cuando corresponda
- Recomendación de Adjudicación o Declaratoria Desierta

2.15. Adjudicación o Declaratoria Desierta

Plazos y Condiciones

El Gerente General de la Empresa Eléctrica ENDE Guaracachi S.A., recibido el Informe de Evaluación y Recomendación de Adjudicación o Declaratoria Desierta y dentro del plazo fijado en el cronograma de plazos, podrá aprobar o rechazar el Informe de la Comisión para posteriormente preparar informe y convocar a Reunión de Directorio. Una vez emitida la resolución de aprobación del Directorio de Ende Guaracachi S.A., se procederá a la comunicación de Adjudicación.

Información Mínima

Se aprueba la Recomendación de Adjudicación o Declaratoria Desierta en función a 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

Notificación

La Adjudicación o Declaratoria Desierta será notificada a los proponentes.

2.16. Concertación de Mejores Condiciones

El Gerente General de ENDE Guaracachi, la Gerencia de Administración y Finanzas y el proponente adjudicado, podrán acordar –previa justificación de la Unidad Solicitante- mejores condiciones de contratación que las inicialmente previstas, cuando la magnitud, complejidad o circunstancia así lo amerite.

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

2.17. Suscripción de Contrato

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.

Plazos de Entrega de documentos para suscripción de contrato

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.

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 convocante, 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 convocante, 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.

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.

2.18. 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 Convocante.

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

- Pruebas: “Puesta en Servicio”
- Documentación: “Soporte Técnico”

2.19. Especificaciones Técnicas

Las especificaciones técnicas para los ítems 1 y 2 se encuentran establecidas en el punto “Requerimientos Básicos y Especificaciones Técnicas” del presente DBC.

2.20. Condiciones Particulares de Contratación

Las condiciones particulares de contratación requeridas, son:

Soporte Técnico

El proponente que resulte adjudicado, está obligado a proveer:

- Manuales en idioma español y en caso extremo en inglés:
 - De Operación, 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 Fotovoltaica y de la Subestación.
- Software de base y de aplicación, llave física, códigos con sus respectivas licencias que permitan a ENDE 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 el apoyo con personal técnico especializado, para dirigir la Operación y Mantenimiento por el lapso de duración de la Garantía de la Planta. Mínimo dos (2) años.
- Incluir en su Propuesta la provisión de repuestos para la operación de la Planta Solar para el lapso de dos (2) años, adjuntando una lista detallada con precios unitarios.
- Considerar equipos o herramientas especiales para el mantenimiento de la Planta, como por ejemplo sistema mecanizado para la limpieza de los módulos fotovoltaicos.

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 de acuerdo a lo siguiente, sin ser limitativo:

- 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 ENDE 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, debidamente aprobada por ENDE Guaracachi.

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

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 la red y los que sean requeridos por la Supervisión o ENDE Guaracachi.

Seguros

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

Seguro de transporte y manipulación de equipos y materiales: El proponente deberá considerar en su propuesta una Póliza de seguro de Transporte por el ciento diez por ciento (110%) del monto total de los bienes a ser transportados hasta el Sitio de los Proyectos (Item 1 e Item 2) según corresponda, incluyendo el descargue en las bases del sitio, almacenaje, de montaje y cualquier otro traslado emergente de la misma.

Seguro del PROYECTO contra “Todo Riesgo, Construcción y Montaje”: Durante la fase de construcción, montajes y puesta en marcha del PROYECTO el proponente deberá considerar en su propuesta, mantener por su cuenta y cargo una Póliza de Seguro para el PROYECTO (Item 1 e Item 2), asegurando contra todo riesgo, todos los BIENES, equipos y materiales provistos, las obras en ejecución, materiales, instalaciones vinculadas al PROYECTO, hasta un monto equivalente al total del Contrato, cuya vigencia será hasta la Recepción Definitiva estimada.

Seguro contra accidentes personales: El proponente debe considerar en su propuesta asegurar a sus empleados y trabajadores y de sus eventuales SUBCONTRATISTAS en la ejecución del PROYECTO, cuyo seguro deberá cubrir los accidentes personales, con coberturas de muerte accidental, invalidez total y/o parcial permanente y gastos médicos por accidente, montos exigidos en la Ley Boliviana por accidentes de trabajo, durante la vigencia del contrato.

Seguro de responsabilidad civil: El proponente deberá considerar en su propuesta asegurar a su propio costo, un seguro con coberturas de daños a terceros. El costo de dicho seguro no deberá ser inferior al uno por ciento (1%) del monto total del Contrato, durante la vigencia del contrato.

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 (En caso de ser solicitado)	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	Ingeniería de Detalle	Entrega y Aprobación de la Ingeniería de Detalle	5%
No.3	Equipos BOS	Suministro de Bienes, contra entrega de todos los bienes, en la modalidad DAP, en el sitio de montaje, incluyendo seguros, descarga y manipulación.	10%
No. 4	Suministro: Módulos Fotovoltaicos		30%
No. 5	Suministro: Estaciones de Transformación de la Planta FV		15%
No. 6	Suministro de Equipos de Conexión		10%
	Obras Civiles, Mecánicas y Eléctricas		
No. 7	Conclusión de la Obras Civiles, Electromecánicas, Montaje de Subestaciones, Línea de interconexión y conexión al SIN	Emisión del certificado de conclusión de montaje.	50%
No. 8	Pruebas y Puesta en Servicio	Cumplimiento de las pruebas y puesta en servicio, es decir en operación comercial, y emisión del certificado de recepción provisional.	50%

Transporte de Equipos y Componentes de la Planta FV

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.

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 las Plantas Solares fotovoltaicas y su integración al SIN, asimismo se debe poner en conocimiento sobre normas de referencia en la preservación del medio ambiente, salud laboral y seguridad industrial.

Plazo de Entrega

Los proponentes presentarán un plazo firme en días calendario para la entrega de las Plantas Solares Fotovoltaicas (Item 1 e Item 2) contabilizado a partir de la notificación de la orden de proceder.

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

Régimen de Multas por Retrasos

El régimen de multas aplicables por retraso en los hitos verificables de cada ítem, será calculado por ítem propuesto, respecto al retraso en la entrega de los hitos verificables que presente oficialmente el proponente en su cronograma de ejecución. En el caso de registrar retrasos en Hito de Entrega de Montaje, el proponente se hará pasible al cobro de una penalidad equivalente al 0.5% por siete días calendario continuos o discontinuos respecto del monto total ofertado por ítem (Ítem 1 o 2 según corresponda). Las multas sumadas de ambos ítems, por concepto de retraso, no podrá exceder en ningún momento el 10% del monto total del contrato.

En la ejecución de los ítems detallados en el Objeto del presente documento, de establecer el SUPERVISOR y con la aprobación del ENDE Guaracachi, incumplimiento por parte del CONTRATISTA también se aplicarán las siguientes multas:

a) Multa por cambio o ausencia injustificada de personal clave

El CONTRATISTA se hará pasible a la multa de \$us. 30.000,00 (treinta mil 00/100 dólares americanos) toda vez que solicite a ENDE Guaracachi, a través del SUPERVISOR, autorización para sustituir a cualquier personal técnico clave, que habiendo sido evaluado en la calificación técnica de su propuesta, no ingrese a prestar

servicios o que prestando servicios, sea sustituido por cualquier causa, sin justificación aprobada por la Supervisión.

b) Multa por llamada de atención

El CONTRATISTA se hará pasible a la multa de \$us. 20.000,00 (veinte mil 00/100 dolares americanos), toda vez que ENDE Guaracachi, haga conocer su tercera llamada de atención mediante el SUPERVISOR o la unidad que administra el Contrato.

El SUPERVISOR con aprobación del ENDE Guaracachi podrá emitir llamada de atención al CONTRATISTA por incumplimiento:

- En la incorporación de personal propuesto, en el plazo previsto.
- En la cantidad y plazo de movilización del equipo y maquinaria comprometido en su propuesta, para cada ítem.
- En las instrucciones impartidas por el SUPERVISOR.
- De las obligaciones de este CONTRATO de forma repetitiva.

Las multas constituyen una penalidad por retraso en el cumplimiento de las obligaciones del CONTRATISTA; y su cobro será independiente de la ejecución de la Garantía de Cumplimiento de Contrato en caso de que el CONTRATISTA incumpla en plazo o forma sus obligaciones adquiridas a través del mismo.

c) Multa por incumplimiento del valor de rendimiento PR garantizado de la Planta

ITEM 1: PLANTA SOLAR UYUNI - POTOSI

Multa anual equivalente a \$us. 1.000.000,00 (un millón 00/100 dólares americanos) por cada punto porcentual (1%) de insuficiencia en el rendimiento PR de las instalaciones a razón de daños y perjuicios. Hasta la solución de las causas y certificación del valor garantizado del PR propuesto.

ITEM 2: PLANTA SOLAR YUNCHARA – TARIJA

Multa anual equivalente de \$us. 100.000 (cien mil 00/100 dólares americanos) por cada punto porcentual (1%) de insuficiencia en el rendimiento PR de las instalaciones a razón de daños y perjuicios. Hasta la solución de las causas y certificación del valor garantizado del PR propuesto.

Supervisión y Fiscalización

ENDE Guaracachi, designará y comunicará oportunamente al Contratista sobre los responsables de la Supervisión de cada una de las Plantas (Item 1 e Item 2). Esta Supervisión tendrá como objetivo principal hacer cumplir las Especificaciones Técnicas en base a los documentos contractuales que rigen la construcción y puesta en marcha de los Proyectos; 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 de los Proyectos; verificar y aprobar las órdenes de compra de los equipos principales de los Proyectos; 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 se cumpla contractualmente.

Para garantizar la correcta ejecución y conclusión del **PROYECTO** hasta la conclusión del contrato, el **CONTRATISTA** se obliga a ejecutar los estudios de ingeniería en detalle, obras civiles, suministrar los bienes y equipos, mano de obra, materiales, paneles solares, estaciones de transformación, equipos de conexión, línea de transmisión, montaje de equipos, pruebas, puesta en servicio, etc; así como todo lo necesario de acuerdo con los DBC, la Propuesta Presentada por el **CONTRATISTA**, las mejoras técnicas acordadas entre las partes y las mejores prácticas de ingeniería.

CUARTA.- (OBLIGACIONES DEL CONTRATISTA)

A efectos del cumplimiento del objeto del contrato, el **CONTRATISTA** se compromete y obliga a:

- Ejecutar el **PROYECTO** de conformidad al DBC, Propuesta, acta de Mejores Condiciones Técnicas, Cronograma Definitivo y el presente **CONTRATO**.
- Elaborar la Ingeniería de Detalle necesaria para la ejecución del **PROYECTO**.
- Suministrar los materiales y equipos bajo la modalidad DAP - Sitio de Montaje (Incoterms 2010), en adelante denominados BIENES. Por tanto, el suministro de BIENES será realizado de acuerdo con la definición de las cláusulas comerciales INCOTERMS 2010 de la Cámara de Comercio Internacional (CCI) en el sitio de montaje; es decir, el **CONTRATISTA** entregará los BIENES en el lugar de la Obra; el **CONTRATISTA** realizará los trámites aduaneros, asumiendo los costos exigibles y riesgos que resultaren de la tramitación, almacenaje, transporte, seguros, carguío y descarguío de BIENES en sitio, almacenaje en sitio y su respectiva custodia, por lo que **GUARACACHI** asumirá únicamente los costos emergentes de los aranceles aduaneros e impuestos de importación.
- Obtener los permisos y autorizaciones correspondientes de las entidades del Estado Plurinacional de Bolivia para el transporte de los BIENES dentro del territorio nacional hasta el sitio donde se emplazará el proyecto.
- Los riesgos que resultaren en el suministro, almacenaje, transporte, seguros y descarguíos de los **BIENES**, hasta el sitio del Proyecto.

-
- El Montaje, la construcción de obras civiles, faenas, fabricación y equipamiento, del PROYECTO bajo la modalidad “Llave en Mano” que incluye todas las acciones, provisiones y trabajos necesarios asociados y vinculados, hasta las pruebas y puesta en marcha del PROYECTO, así como la puesta en servicio total y definitivo del PROYECTO y su integración total y plena al Sistema Interconectado Nacional (SIN), de acuerdo a las Especificaciones Técnicas y a la Normativa específica en cada caso y a las indicaciones del **SUPERVISOR**.

 - Contratar a su costo y responsabilidad los seguros y todas aquellas garantías estipuladas en el DBC y del presente CONTRATO y aquellas que sean necesarias para garantizar la ejecución plena del PROYECTO a satisfacción y conformidad de GUARACACHI, y que permitan liberar de cualquier daño y responsabilidad a GUARACACHI en la ejecución del PROYECTO.

 - Entregar las Garantías a favor de GUARACACHI establecidas en este CONTRATO.

 - Cumplir con todas las condiciones estipuladas en este CONTRATO.

QUINTA.- (OBLIGACIONES DE GUARACACHI)

A efectos del cumplimiento del objeto del contrato, **GUARACACHI** se compromete y obliga a:

- Hacer entrega física del sitio donde se emplazará el PROYECTO, permitiendo el acceso irrestricto al mismo para el cumplimiento del objeto del presente contrato por parte del CONTRATISTA.

- Otorgar el anticipo hasta el monto establecido en el DBC y el presente CONTRATO previo requerimiento del CONTRATISTA y contra entrega de la garantía de correcta inversión de anticipo.

- Realizar los pagos establecidos en el DBC y el presente CONTRATO, previo cumplimiento y verificación de las obligaciones del CONTRATISTA y la respectiva emisión de las facturas correspondientes y conformidad del SUPERVISOR.

- Atender los requerimientos del CONTRATISTA relativos a la ejecución del PROYECTO de conformidad a lo establecido en el presente CONTRATO.

SEXTA.- (PLAZO DE EJECUCIÓN)

El **CONTRATISTA** ejecutará y entregará el **PROYECTO** satisfactoriamente concluido, bajo la modalidad “Llave en Mano”, en estricto acuerdo con el DBC, la propuesta y los ítems adjudicados, los planos del diseño final aprobados, las especificaciones técnicas, el acta de concertación de mejores condiciones y el cronograma de trabajos en el plazo de xxxxxx (xxxxxx) días calendario para el ítem 1 y xxxx(xxx) días calendario para el ítem 2, computados a partir de la recepción de la Orden de Proceder emitida por **GUARACACHI**.

La emisión de la Orden de Proceder no está sujeta al pago del Anticipo.

El plazo de ejecución del **PROYECTO**, considerando que es un proyecto “Llave en Mano”, podrá ser ampliado únicamente en los siguientes casos:

- a) Cuando **GUARACACHI** así lo determine de acuerdo con el procedimiento establecido en el presente contrato, dando lugar a una modificación del Contrato mediante un Contrato Modificatorio que establezca la ampliación de plazo, conforme lo establecido en el presente contrato.
- b) Por demora atribuible a **GUARACACHI** en los pagos aprobados por Avance de Proyecto.
- c) Por otras de las causales previstas en este Contrato y documentos que forman parte del mismo

El **CONTRATISTA** deberá efectuar el trámite de reclamo en su favor, cumpliendo el procedimiento pertinente, el que será analizado por el **SUPERVISOR** para luego emitir informe y recomendación respectiva a **GUARACACHI**.

SEPTIMA.- (MONTO DEL CONTRATO)

El monto total propuesto y aceptado por ambas partes para la ejecución del **PROYECTO**, objeto del presente Contrato es de XXXXXX para el ÍTEM 1 y de XXXX para el ÍTEM 2.

El precio o valor final del **PROYECTO** será el resultante de la propuesta adjudicada, que se han establecido en el Formulario de Propuesta Económica.

Queda establecido que los precios consignados en la propuesta adjudicada incluyen todos los trabajos necesarios para la ejecución del Proyecto Planta Solar Fotovoltaica Uyuni de 60 MW y Proyecto Planta Solar Yunchara de 5 MW que comprende la “INGENIERIA DE DETALLE, SUMINISTRO, CONSTRUCCIÓN, MONTAJE, PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO Y SU INTEGRACION AL SIN” bajo la modalidad “Llave en Mano”, hasta su acabado completo, con estricta y absoluta sujeción a las condiciones, precio sin alternativa alguna de revisión del ofertado, dimensiones, regulaciones, obligaciones, especificaciones, tiempo de ejecución estipulado y características técnicas establecidas en el presente contrato y en los documentos que forman parte del presente instrumento legal

Este precio también comprende todos los costos de referidos a salarios, leyes sociales, impuestos, autorizaciones, daños a terceros, reparaciones por trabajos defectuosos, gastos de seguro de los BIENES, equipos, maquinaria y de accidentes personales, gastos de transporte, cargío, descargío y viáticos y todo otro costo directo o indirecto incluyendo utilidades que pueda tener incidencia en el precio total del **PROYECTO**, hasta su acabado satisfactorio y posterior entrega definitiva. No existiendo posibilidad alguna de modificar el presente monto del contrato, sino por las causales previstas únicamente en este **CONTRATO**.

Al tratarse de una modalidad de importación de los BIENES, en modalidad DAP, los costos de importación, aranceles y otros relacionados serán cubiertos por GUARACACHI.

El termino de comercio internacional utilizado en el presente contrato es el INCOTERMS – 2010 DAP (Delivered At Place), incluyendo seguros y gastos de transporte, carguío y descarguío.

Es de exclusiva responsabilidad del **CONTRATISTA**, efectuar los trabajos contratados dentro del MONTO (PRECIO) establecido del **PROYECTO** en este **CONTRATO**, ya que no se reconocerán ni procederán pagos por trabajos que hiciesen exceder dicho importe en ningún caso, considerando la naturaleza de este **CONTRATO** bajo la modalidad Llave en Mano.

OCTAVA.- (ANTICIPO).

GUARACACHI, podrá otorgar un anticipo al **CONTRATISTA**, hasta un treinta por ciento (30%) del monto del total del Suministro de BIENES detallado en la oferta del **CONTRATISTA**, contra entrega de una Boleta Banca-

ria de Garantía de Correcta Inversión de Anticipo por el cien por ciento (100%) del monto entregado y la presentación del plan de inversión del Anticipo. El importe del anticipo será descontado de cada pago, hasta cubrir el monto total del anticipo. Las características de la garantía deberán ser a primer requerimiento, irrevocable y renovable.

El importe de la garantía podrá ser cobrado por GUARACACHI en caso de que el **CONTRATISTA** no haya iniciado la gestión de compra de los BIENES dentro de los quince (15) días calendario después de haber sido aprobada la ingeniería.

Esta garantía original, podrá ser sustituida periódicamente por otra garantía, cuyo valor deberá ser la diferencia entre el monto otorgado y el monto ejecutado. Las garantías substitutivas deberán mantener su vigencia en forma continua y hasta la amortización total del anticipo.

El **SUPERVISOR** llevará el control directo de la vigencia y validez de esta garantía, en cuanto al monto y plazo, a efectos de requerir su ampliación al **CONTRATISTA**, o solicitar a GUARACACHI su ejecución.

El **CONTRATISTA** deberá solicitar el Anticipo adjuntando en su solicitud la correspondiente Garantía de Correcta Inversión de Anticipo y el plan de inversión del Anticipo, en el plazo determinado por GUARACACHI, caso contrario se entenderá por Anticipo no solicitado.

La boleta de correcta inversión de Anticipo también podrá ser ejecutada por GUARACACHI cuando se evidencie un severo incumplimiento a las obligaciones del contratista o del cronograma del **PROYECTO**, en cuyo caso, la misma se imputará contra la liquidación final del contrato.

NOVENA.- (GARANTÍAS)

9.1. GARANTÍA DE CUMPLIMIENTO DE CONTRATO

El **CONTRATISTA** garantiza la correcta y fiel ejecución del presente **CONTRATO** en todas y cada una de sus partes, con la presentación de la garantía renovable, irrevocable y de ejecución inmediata a primer requerimiento N° _____ emitida por _____ (**Registrar el nombre de GUARACACHI emisora de la garantía**) el _____ de _____ de 20____, con vigencia hasta el _____ de _____ de 20____, a la orden de _____ (**Registrar el nombre o razón social de GUARACACHI a la que fue girada la**

garantía), por _____ (*registrar el monto de la garantía en forma numeral y literal*) equivalente al siete por ciento (7%) del monto total del Contrato.

La Garantía de Cumplimiento de Contrato deberá estar vigente desde la fecha de suscripción del **CONTRATO** hasta la **Recepción Definitiva del PROYECTO**, que comprende el plazo de ejecución pactado en el presente **CONTRATO** y el periodo de corrección de defectos desde la Recepción Provisional hasta la Recepción Definitiva.

Asimismo se imputara a las insuficiencias de diseño, errores y/o daños de fabricación del **PROYECTO**.

A solo requerimiento por GUARACACHI y sin procedimiento judicial ni extrajudicial alguno, el importe de las garantías citadas en esta cláusula serán ejecutadas en caso de incumplimiento contractual, total o parcial, incurrido por el **CONTRATISTA**, sin necesidad de realizar trámite o acción judicial o extrajudicial alguna.

EL **CONTRATISTA**, tiene la obligación de mantener actualizada la Garantía de Cumplimiento de Contrato, y de Correcta Inversión de Anticipo, cuantas veces lo requiera el **SUPERVISOR**, quien llevará el control directo de vigencia de la misma bajo su responsabilidad. El **SUPERVISOR** llevará el control directo de la vigencia de la garantía en cuanto al monto y plazo, a efectos de requerir su ampliación al **CONTRATISTA**, o solicitar a GUARACACHI su ejecución.

La garantía de Cumplimiento de Contrato, y de Correcta Inversión de Anticipo, estarán bajo custodia de la Unidad Administrativa de GUARACACHI, lo cual no exime la responsabilidad del **SUPERVISOR**.

La no renovación oportuna de la Boleta de Garantía de Cumplimiento de Contrato o de la boleta de Correcta inversión de anticipo, en un plazo no menor a cuarenta y ocho (48) horas antes de la fecha de vencimiento, otorga a GUARACACHI la potestad de ejecutarla a su favor, sin necesidad de ningún trámite o acción judicial o extrajudicial.

El importe de dichas garantías en caso de cualquier incumplimiento contractual incurrido por el **CONTRATISTA**, o deficiente suministro, obra o montaje no mejorado o corregido en los plazos contractuales, será ejecutado en su totalidad a favor de GUARACACHI y se CONSOLIDARÁ en su favor, sin necesidad de ningún trámite o acción judicial, a su solo requerimiento.

Si se procediera a la Recepción Definitiva del **PROYECTO** dentro del plazo contractual y en forma satisfactoria, hecho que se hará constar mediante el Acta correspondiente, suscrita por ambas partes **CONTRATANTES**, dichas garantías (ambas) serán devueltas después de la Liquidación del Contrato, juntamente con el Certificado de Cumplimiento de Contrato.

En caso de quiebra de las entidades de intermediación financieras otorgantes de las Boletas de Garantía Bancaria, el **CONTRATISTA** deberá reemplazarlas con Boletas de otra entidad de intermediación financiera de la misma calificación, sin ningún costo para GUARACACHI. En caso de que el **CONTRATISTA** no renueve las Boletas de Garantía a través de una nueva entidad, **GUARACACHI** presentará las Boletas de Garantía en cobranza como acreedor preferido.

9.2. GARANTÍA DE CORRECTA INVERSIÓN DEL ANTICIPO

El **CONTRATISTA** garantiza la correcta inversión de anticipo del presente **CONTRATO** en todas y cada una de sus partes, con la presentación de las garantías renovables, irrevocables y de ejecución inmediata a primer requerimiento N° _____ emitida por _____ (*Registrar el nombre de GUARACACHI emisora de la garantía*) el _____ de _____ de 20____, con vigencia hasta el _____ de _____ de 20 ____ y N° _____ emitida por _____ (*Registrar el nombre de GUARACACHI emisora de la garantía*) el _____ de _____ de 20____, con vigencia hasta el _____ de _____ de 20 ____,, a la orden de _____ (*Registrar el nombre o razón social de GUARACACHI a la que fue girada la garantía*), por _____ (*registrar el monto de la garantía en forma numeral y literal*) equivalentes al cien por ciento (100%) de los montos otorgados.

9.3 GARANTIA DE BUEN FUNCIONAMIENTO DEL PROYECTO

El **CONTRATISTA** garantiza el buen funcionamiento de cada **PROYECTO**, con la presentación de dos garantías bancarias equivalentes cada una al 5% del monto total de cada ítem objeto del presente contrato, mismas que tendrá una vigencia de dos (2) años computables a partir de la Recepción Provisional del **PROYECTO**.

DECIMA.- (REAJUSTE DE MONTO DE CONTRATO)

El contrato no reconoce ningún tipo de reajustes de precio, puesto que se trata de un contrato a suma alzada, (precio y plazo fijo), bajo la modalidad “LLAVE EN MANO – (DAP) - Sitio del Proyecto (Incoterms 2010)”, en sujeción a la documentación prevista en este Contrato.

DECIMA PRIMERA.- (FORMA DE PAGO)

11.1. SUMINISTRO DE BIENES.- El Suministro de Bienes, para el ítem 1 y 2 según la Propuesta Económica presentada por el CONTRATISTA, asciende a xxxxxxxxxxxxxxxxxxxx.- , que se desglosan de la siguiente manera:

ITEM 1:

a) Anticipo para el Suministro de Bienes equivalente al 30% del monto del Suministro de Bienes que asciende a xxxxxxxx, previa presentación, revisión y entrega a GUARACACHI de la Boleta de Correcta Inversión de Anticipo equivalente al 100% del monto otorgado.

b) Suministro Ingeniería de Detalle y equipos BOS equivalente al 15% del monto del Suministro de Bienes que asciende a xxxxxxxxxxxxxxxxxxxx en este ítem se aclara que la Ingeniería de Detalle es un producto entregado localmente para el cual será emitida la factura correspondiente. Este pago será realizado contra entrega y aprobación por parte de la SUPERVISIÓN de la Ingeniería de Detalle y entrega a satisfacción de la SUPERVISIÓN de los equipos BOS en la modalidad DAP en el sitio de montaje.

c) Suministro Módulos Fotovoltaicos equivalente al 30% del monto del Suministro de Bienes que asciende a xxxxxxxxxxxxxxxxxxxx). Este pago será realizado contra entrega y aprobación de la SUPERVISION de los módulos fotovoltaicos en la modalidad DAP en el sitio de montaje.

d) Suministro Estaciones de transformación de la planta Fotovoltaica, equivalente al 15% del monto de Suministro de Bienes que asciende a xxxxxxxxxxxxxxxxxxxx. Este pago será realizado contra entrega y aprobación de la SUPERVISION de las instalaciones de transformación de la planta Fotovoltaica en la modalidad DAP en el sitio de montaje.

e) Suministro Equipos de Conexión, equivalente al 10% del monto de Suministro de Bienes que asciende a xxxxxxxxxxxxxxxxxxxx Este pago será realizado contra entrega y aprobación de la SUPERVISION de los equipos de conexión en la modalidad DAP en el sitio de montaje.

ITEM 2:

a) Anticipo para el Suministro de Bienes equivalente al 30% del monto del Suministro de Bienes que asciende a xxxxxxxx, previa presentación, revisión y entrega a GUARACACHI de la Boleta de Correcta Inversión de Anticipo equivalente al 100% del monto otorgado.

b) Suministro Ingeniería de Detalle y equipos BOS equivalente al 15% del monto del Suministro de Bienes que asciende a xxxxxxxxxxxxxxxxxxxx en este ítem se aclara que la Ingeniería de Detalle es un producto entregado localmente para el cual será emitida la factura correspondiente. Este pago será realizado contra entrega y aprobación por parte de la SUPERVISION de la Ingeniería de Detalle y entrega a satisfacción de la SUPERVISION de los equipos BOS en la modalidad DAP en el sitio de montaje.

c) Suministro Módulos Fotovoltaicos equivalente al 30% del monto del Suministro de Bienes que asciende a xxxxxxxxxxxxxxxxxxxx). Este pago será realizado contra entrega y aprobación de la SUPERVISION de los módulos fotovoltaicos en la modalidad DAP en el sitio de montaje.

d) Suministro Estaciones de transformación de la planta Fotovoltaica, equivalente al 15% del monto de Suministro de Bienes que asciende a xxxxxxxxxxxxxxxxxxxx. Este pago será realizado contra entrega y aprobación de la SUPERVISION de las instalaciones de transformación de la planta Fotovoltaica en la modalidad DAP en el sitio de montaje.

e) Suministro Equipos de Conexión, equivalente al 10% del monto de Suministro de Bienes que asciende a xxxxxxxxxxxxxxxxxxxx Este pago será realizado contra entrega y aprobación de la SUPERVISION de los equipos de conexión en la modalidad DAP en el sitio de montaje.

11.2. OBRAS CIVILES, MECANICAS Y ELECTRICAS.- Las obras civiles, mecánicas y eléctricas, según la Propuesta Técnica presentada por el CONTRATISTA, asciende a xxxxxxxxxxxxxxxxxxxx, que se desglosan de la siguiente manera:

a) Obras Electromecánicas, Subestaciones, Línea de Interconexión y Conexión a Subestación Uyuni, equivalente al 50% del monto de Obras Civiles, Mecánicas y Eléctricas que asciende xxxxxxxxxxxxxxxxxxxx. Este pago será realizado contra la emisión del Certificado de Conclusión de Montaje emitido por la SUPERVISION.

b) Puesta en Servicio, equivalente a 50% del monto de Obras Civiles, Mecánicas y Eléctricas que asciende a xxxxxxxxxxxxxxxxxxxx. Este pago será realizado contra el cumplimiento de las pruebas y puesta en servicio, es decir en operación comercial y emisión del Certificado de Recepción Provisional.

La suma de los montos detallados en la presente Cláusula asciende al Monto Total del Contrato contenido en la Cláusula XX del presente CONTRATO.

DECIMA SEGUNDA.- (LEGISLACIÓN APLICABLE AL CONTRATO)

El presente Contrato al ser de naturaleza civil - comercial, se celebra exclusivamente al amparo de las siguientes disposiciones:

- a) Código de Comercio y sus modificaciones
- b) Código Civil y sus modificaciones.
- c) Ley Arbitraje y Conciliación vigente del Estado Plurinacional de Bolivia.
- d) Ley No. 1333 y sus reglamentos.
- e) Reglamento de Contrataciones de GUARACACHI.
- f) Otras leyes, decretos supremos y disposiciones legales relacionadas directamente con las normas anteriormente mencionadas y aquellas aplicables al objeto del CONTRATO y la ejecución del PROYECTO.

Asimismo, el Contrato se rige e interpretará de conformidad con las leyes del Estado Plurinacional de Bolivia.

El **CONTRATISTA** se halla sometido a la Constitución Política del Estado, Leyes Sociales, Comerciales, Penales, Laborales, Ambientales, Regulatorias, Administrativas y toda otra normativa exclusiva del Estado Plurinacional de Bolivia, vigente con efecto en el presente Contrato.

DECIMA TERCERA.- (TRANSPORTE)

El **CONTRATISTA** será responsable del transporte de todos los **BIENES** a ser suministrados, así como de cubrir el traslado de los **BIENES**, materiales y equipos a ser provistos hasta el Sitio del Proyecto y/o sitio de montaje, incluyendo el descarguío y almacenaje o cualquier otro traslado emergente del mismo. De igual forma deberá contratar pólizas expresas para los **BIENES** como se establece en la Cláusula **XXXXX** del contrato y de daños propios a los automotores utilizados durante los trabajos, incluyendo responsabilidad civil frente a terceros así como seguros obligatorios para vehículos que se hallen vigentes en el país, liberando a GUARACACHI de todo daño y responsabilidad emergente del transporte de los BIENES.

DECIMA CUARTA.- (ESTIPULACIONES SOBRE IMPUESTOS)

Los impuestos y aranceles correspondientes a la importación de los **BIENES** al Estado Plurinacional de Bolivia serán cubiertos por **GUARACACHI** por tratarse de un suministro **DAP - Sitio del Proyecto (Incoterms 2010)**, sin embargo el **CONTRATISTA** será responsable del transporte, seguros, carguío, descarguío y almacenaje de los **BIENES**, hasta concretar la entrega en el Sitio del Proyecto.

Correrá por cuenta del **CONTRATISTA** el pago de todos los impuestos vigentes en el país a la fecha de suscripción del contrato, que sean resultantes de su actividad y de la ejecución de este Contrato.

En caso de que posteriormente, el Gobierno del Estado Plurinacional de Bolivia implantara impuestos adicionales, o disminuyera o incrementara los existentes mediante disposición legal expresa, el **CONTRATISTA** deberá acogerse a su cumplimiento desde la fecha de vigencia de dicha normativa, estas modificaciones no afectarán el precio del contrato en ningún caso por no ser atribuibles a **GUARACACHI** ni al **CONTRATISTA**.

DECIMO QUINTA.- (DOMICILIO A EFECTOS DE NOTIFICACIÓN)

Cualquier aviso o notificación que tengan que darse a las partes bajo este Contrato será enviada:

AL CONTRATISTA:

XXXXXXXXXXXXXXXXXX

A GUARACACHI:

Empresa Eléctrica ENDE GUARACACHI S.A.

Tercer anillo interno y Av. Brasil

Casilla 336

Teléfonos: (591-3) 3464632

Fax: (591 –3) 3465888

Correo electrónico: central@egsa.com.bo

Santa Cruz – Bolivia

DECIMA SEXTA.- (VIGENCIA DEL CONTRATO)

El presente Contrato entrará en vigencia a partir su suscripción.

La vigencia del Contrato se extiende hasta la emisión por parte de GUARACACHI del Certificado de Recepción Definitiva y el vencimiento del plazo de las Garantías Extendidas de los equipos principales, que al ser un contrato bajo la modalidad "Llave en Mano" implica la conclusión definitiva y final del **PROYECTO** a satisfacción de GUARACACHI, salvo aquellas cláusulas que se mantienen vigentes por su propia naturaleza a las obligaciones de las partes establecidas en el **CONTRATO**.

DÉCIMA SEPTIMA.- (DOCUMENTOS DEL CONTRATO)

Forman parte integrante e indisoluble del presente **CONTRATO**, la siguiente documentación las mismas que constituyen parte esencial de la Documentación del presente Contrato y tienen por finalidad complementarse mutuamente, teniendo el siguiente orden de jerarquía:

- a) Documento Base de Contratación - DBC.
- b) Enmiendas.
- c) Acta de concertación de mejores condiciones técnicas.
- d) Propuesta Adjudicada.
- e) Cronogramas actualizados del PROYECTO aprobados por GUARACACHI y/o el **SUPERVISOR**.
- f) Acta de Recepción Provisional
- g) Acta de Recepción Definitiva
- h) Documentos completos de la propuesta del **CONTRATISTA**, entre los que se incluye todos los Formularios de la Propuesta técnica, detalle de personal y equipo asignado a la ejecución del PROYECTO, Programa y Método de Ejecución y toda otra documentación solicitada, así como la Propuesta Económica; las copias de manuales de fabricación de equipos y de ejecución del PROYECTO.
- i) Anexos al contrato.

Originales o copias legalizadas de:

- NIT
- Poder del Representante Legal del **CONTRATISTA**
- Certificado de Actualización de Matrícula de Registro de Comercio de cada empresa asociada al **CONTRATISTA**
- Certificado de Adeudos Tributarios Ejecutoriados, emitido por el Servicio de Impuestos Nacionales o su equivalente en el país de origen
- Resolución de Autorización de Contratación
- Boleta de Garantía de Cumplimiento de Contrato
- Boleta de Garantía de Correcta Inversión de Anticipo
- Boleta de Garantía de Buen Funcionamiento del Proyecto

DÉCIMA OCTAVA.- (IDIOMA)

En el presente Contrato, toda la documentación aplicable al mismo y la que emerja en la ejecución del **PROYECTO**, debe ser elaborada en el idioma oficial de Estado Plurinacional de Bolivia (Castellano). Los manuales de uso de los **BIENES** deberán estar traducidos al idioma castellano, salvo autorización expresa de GUARACACHI para aceptar algunos manuales en idioma inglés, no se aceptarán manuales en otros idiomas. En el caso de folletos informativos, deberán estar preferentemente en idioma castellano.

DÉCIMA NOVENA.- (DERECHOS DEL CONTRATISTA)

El **CONTRATISTA**, tiene el derecho de plantear los reclamos que considere correctos, por cualquier acción y/o omisión de GUARACACHI, por falta de pago de los trabajos ejecutados o por cualquier otro aspecto de incumplimiento consignado en el presente Contrato.

Tales reclamos deberán ser planteados por escrito y de forma documentada, al **SUPERVISOR**, hasta quince (15) días hábiles posteriores al suceso, origen del reclamo.

El **SUPERVISOR**, dentro del lapso impostergable de diez (10) días hábiles, tomará conocimiento y analizará el reclamo, debiendo emitir su informe - recomendación a GUARACACHI para que en el plazo de diez (10) días hábiles tome conocimiento y analice la recomendación a objeto de aceptar la misma, o en su caso pedir aclaración, ampliación del informe o rechazar la recomendación, lo que realizará por escrito, a los fines de dar respuesta al **CONTRATISTA**. En caso que GUARACACHI solicite al **SUPERVISOR** la aclaración o complementación de su informe – recomendación, el cómputo de plazos para dar respuesta será reiniciado.

En los casos que así corresponda por la complejidad del reclamo GUARACACHI, podrá solicitar el análisis del reclamo y del informe - recomendación a las dependencias técnica, financiera o legal, según corresponda, para lo cual dispondrá de cinco (5) días hábiles adicionales a objeto de procesar la respuesta al **SUPERVISOR** y de ésta al **CONTRATISTA**.

El **SUPERVISOR**, y GUARACACHI, no atenderán reclamos presentados fuera del plazo establecido en esta cláusula.

Todo proceso de respuesta a reclamos, no deberá exceder los veinticinco (25) días hábiles, computables desde la recepción del reclamo documentado por el **SUPERVISOR**.

Se consideran días y horas hábiles los establecidos de lunes a viernes, sin contar los días sábado, domingo y feriados, y horas hábiles de 8:30 a 12:30 y 14:30 a 18:30, horario de atención de GUARACACHI.

Eventos compensables de plazo

Los siguientes eventos, serán Eventos Compensables solamente en plazo cuando:

- a) **ENDE Guaracachi S.A.** no permita el acceso a alguna parte de la Zona donde se ejecutará el **PROYECTO** en la Fecha de ejecutar la Orden de Proceder.
- b) El **SUPERVISOR** del **PROYECTO** niegue sin razón la aprobación para efectuar una subcontratación, prevista en la propuesta.
- c) El **SUPERVISOR** del **PROYECTO** imparta instrucciones para resolver una situación imprevista causada por **GUARACACHI** o por otros trabajos adicionales necesarios por razones de seguridad u otros motivos.
- d) Autoridades públicas, empresas de servicios públicos o **GUARACACHI** no trabajan entre las fechas y otras restricciones estipuladas en el Contrato y ocasionen demoras o costos adicionales al **CONTRATISTA**.
- e) El Anticipo sea pagado con retraso.
- f) El **SUPERVISOR** del **PROYECTO** demore más allá de lo razonable en la emisión del Certificado de Recepción Final.
- g) El **SUPERVISOR** del **PROYECTO** determine que Otros Eventos sean aplicables.
- h) Otros Eventos Compensables que constan en el Contrato o que el **SUPERVISOR** del Proyecto determina que son aplicables.

Si un Evento Compensable impide que los trabajos se concluyan en la Fecha Prevista de Terminación, se prolongará la fecha prevista de conclusión (entrega provisional), según la evaluación y determinación del **SUPERVISOR**.

Tan pronto como el **CONTRATISTA** proporcione información sobre los efectos de cada Evento Compensable en el plazo previsto, el **SUPERVISOR** del **PROYECTO** evaluará el requerimiento y si corresponde solicitará la ampliación del plazo del Contrato correspondiente.

El **CONTRATISTA** no tendrá derecho a compensación en tiempo si este no hubiera dado aviso dentro de los cinco (5) días hábiles al **SUPERVISOR** de haberse suscitado un Evento Compensable a su favor.

VIGESIMA.- (CUMPLIMIENTO DE LEYES LABORALES)

El **CONTRATISTA** deberá dar estricto cumplimiento a la legislación laboral y social vigente en el Estado Plurinacional de Bolivia y será también responsable de dicho cumplimiento por parte de los Subcontratistas que pudiera contratar, deslindando responsabilidad de dichas contrataciones a GUARACACHI.

El **CONTRATISTA** deberá proveer todos los equipos e insumos de protección y seguridad industrial a su personal como a aquel que visite el PROYECTO y exigir a sus subcontratistas el cumplimiento de la presente cláusula.

El **CONTRATISTA** será responsable y deberá mantener a GUARACACHI exonerado e indemne contra cualquier multa o penalidad de cualquier tipo o naturaleza que fuera impuesta por causa de incumplimiento o infracción de dicha legislación laboral o social. El cumplimiento de estas Leyes incluye el acatamiento de las normas relativas a la Seguridad e Higiene Industrial aplicable a este tipo de Proyecto.

El **CONTRATISTA** será responsable por el cumplimiento de la legislación laboral emitida por el Estado Plurinacional durante la vigencia del presente contrato, liberando a GUARACACHI de cualquier tipo de obligación emergente de esta normativa.

VIGÉSIMA PRIMERA.- (CUMPLIMIENTO DE NORMAS MEDIOAMBIENTALES)

El **CONTRATISTA** deberá dar estricto cumplimiento a la legislación Medio Ambiental vigentes de los estándares internacionales y del Estado Plurinacional de Bolivia y a las disposiciones Ambientales del **PROYECTO** y será también responsable de dicho cumplimiento por parte de los Subcontratistas que pudiera contratar durante la ejecución del Contrato. El **CONTRATISTA** será responsable y deberá mantener a GUARACACHI exonerado contra cualquier multa o penalidad de cualquier tipo o naturaleza que fuera impuesta por causa de incumplimiento o infracción de dicha legislación.

En caso de identificarse contingentes ambientales ocasionados por el **CONTRATISTA** este debe cubrir los costos que implicarán las labores de saneamiento de los posibles daños ambientales ocasionados.

VIGÉSIMA SEGUNDA.- (SUBCONTRATOS)

Cuando esta previsión de subcontrato estuviese contemplada en la propuesta, siempre que el **SUPERVISOR** autoriza la subcontratación para la ejecución de alguna fase del **PROYECTO**, el **CONTRATISTA** podrá efectuar subcontrataciones, siendo el **CONTRATISTA** directo y exclusivo responsable por los trabajos, su calidad y la perfección de ellos, así como también por los actos y omisiones de los subcontratistas y de todas las personas empleadas en el **PROYECTO**.

Los subcontratos que pretenda suscribir el **CONTRATISTA**, deberán ser previamente autorizados por el **SUPERVISOR** o GUARACACHI, en ningún caso el **CONTRATISTA** podrá pretender autorización para subcontratos que no hubiesen sido expresamente previstos en su Propuesta.

Ningún subcontrato o intervención de terceras personas relevará al **CONTRATISTA** del cumplimiento de todas sus obligaciones y responsabilidades emergentes del presente Contrato.

Las subcontrataciones que se realicen de ninguna manera incidirán en el precio ofertado y aceptado por ambas partes en el presente contrato.

VIGÉSIMA TERCERA.- (INTRANSFERIBILIDAD DEL CONTRATO)

El **CONTRATISTA** bajo ningún título o concepto podrá ceder, transferir, subrogar, total o parcialmente el presente Contrato.

En caso excepcional, emergente de causa de fuerza mayor, caso fortuito, procederá la cesión o subrogación del contrato total o parcialmente previa la aprobación de la **SUPERVISION Y GUARACACHI**, bajo los mismos términos y condiciones del presente contrato y todas aquellas condiciones adicionales que establezca GUARACACHI para garantizar la ejecución del **CONTRATO**.

VIGÉSIMA CUARTA.- (SEGUROS)

El **CONTRATISTA** deberá contratar a su propio costo pólizas de seguro, para los siguientes eventos:

- 24.1 Seguro de transporte y manipulación de equipos y materiales:** El **CONTRATISTA** deberá contratar a su costo una Póliza de seguro de Transporte por el ciento diez por ciento (110%) del monto total de los **BIENES** a ser transportado hasta el Sitio del Proyecto, incluyendo el descargue en las bases del sitio de montaje y cualquier otro traslado emergente de la misma. En casos de ocurrir daño por accidentes de transporte y descarguío el **CONTRATISTA** es responsable de la reposición de todo equipo dañado en dichas circunstancias.
- 24.2 Seguro del PROYECTO contra “Todo Riesgo, Construcción y Montaje”:** Durante la fase de construcción, montajes y puesta en marcha del **PROYECTO** el **CONTRATISTA** deberá mantener por su cuenta y cargo una Póliza de Seguro para el **PROYECTO**, asegurando contra todo riesgos, todos los BIENES, equipos y materiales provistos, las obras en ejecución, materiales, instalaciones vinculadas al **PROYECTO**, hasta un monto equivalente al total del Contrato, cuya vigencia será hasta la Recepción Definitiva. Dicha póliza deberá estar a nombre de GUARACACHI y del **CONTRATISTA**.
- 24.3 Seguro contra accidentes personales:** Es Responsabilidad del **CONTRATISTA** de asegurar a sus empleados y trabajadores del **CONTRATISTA** y de los **SUBCONTRATISTAS** en la ejecución del **PROYECTO**, cuyo seguro deberá cubrir los accidentes personales, con coberturas de muerte accidental, invalidez total y/o parcial permanente y gastos médicos por accidente, montos exigidos en la Ley Boliviana por accidentes de trabajo, durante la vigencia del contrato.

24.4 Seguro de responsabilidad civil: El **CONTRATISTA**, es responsable de asegurar a su propio costo, un seguro con coberturas de daños a terceros. El costo de dicho seguro no deberá ser inferior al uno por ciento (1%) del monto total del Contrato, durante la vigencia del contrato.

Si el **CONTRATISTA** no proporciona las pólizas y los certificados exigidos en el presente contrato, **GUARACACHI** tendrá el derecho de contratar los seguros que debería haber realizado el **CONTRATISTA** y tendrá el derecho de recuperar el costo de las primas pagadas por **GUARACACHI**, de los pagos que se adeuden al **CONTRATISTA**, o si no se le adeuda ningún pago, el **CONTRATISTA** está obligado a asumir como una deuda a **GUARACACHI** autorizando el cobro a través de la ejecución de Boleta de Garantía de Cumplimiento de Contrato.

En ningún caso las pólizas podrán modificarse sin la aprobación escrita por parte de **GUARACACHI**.

VIGÉSIMA QUINTA.- (CAUSAS DE FUERZA MAYOR Y/O CASO FORTUITO). Con el fin de exceptuar al **CONTRATISTA** de determinadas responsabilidades por mora durante la vigencia del presente contrato, el **SUPERVISOR** tendrá la facultad de calificar las causas de fuerza mayor y/o caso fortuito, que pudieran tener efectiva consecuencia sobre la ejecución del **CONTRATO**.

Se entiende por fuerza mayor al obstáculo externo, imprevisto o inevitable que origina una fuerza extraña al hombre y con tal medida impide el cumplimiento de la obligación (ejemplo: incendios, inundaciones y/o desastres naturales).

Se entiende caso fortuito al obstáculo interno atribuible al hombre, imprevisto o inevitable, proveniente de las condiciones mismas en que la obligación debía ser cumplida (ejemplo: conmociones civiles, huelgas, bloqueos, revoluciones, etc.) estos casos deberán afectar directamente a la ejecución del **CONTRATO** siendo responsabilidad del **CONTRATISTA** demostrar esta afectación directa.

Para que cualquiera de estos hechos puedan constituir justificación de impedimento en el proceso de ejecución del **PROYECTO** o de retraso en el cumplimiento de lo previsto en el Cronograma de trabajos en el **PROYECTO**, dando lugar a demoras en el avance y/o entrega de ella, de modo inexcusable e imprescindible en cada caso, el **CONTRATISTA** deberá recabar del **SUPERVISOR** un certificado de constancia de la existencia del impedimento, dentro de los diez (10) días hábiles de ocurrido el hecho, sin el cual, de ninguna manera y por ningún motivo podrá solicitar luego al **SUPERVISOR** por escrito dentro del plazo previsto para los reclamos, la ampliación del plazo del Contrato o la exención del pago de penalidades.

En caso de que la ampliación sea procedente, el plazo será extendido mediante un Contrato Modificatorio procesado conforme se ha estipulado en el presente contrato.

En ningún caso y bajo ninguna circunstancia, se considerará como causa de Fuerza Mayor el mal tiempo que no sea notablemente fuera de lo común en el área de ejecución del **PROYECTO** aspecto que debe ser probado con documentación y certificados y valorado por el **SUPERVISOR**, por cuanto el **CONTRATISTA** ha tenido

que prever este hecho al proponer su cronograma ajustado, en el período de movilización considerando que el CONTRATISTA previamente conoció el lugar.

Asimismo, tampoco se considerarán como fuerza mayor o caso fortuito, las demoras en la entrega en el **PROYECTO** de los materiales, equipos e implementos necesarios, por ser obligación del **CONTRATISTA** tomar y adoptar todas las previsiones necesarias para evitar demoras por dichas contingencias.

VIGÉSIMA SEXTA.- (SEGURIDAD EN EL ÁREA DEL PROYECTO)

El **CONTRATISTA** es responsable de ejercer la seguridad en el área del **PROYECTO**, mediante el control riguroso de su personal, del personal de **SUPERVISIÓN** y de toda persona que ingrese al área del Proyecto asignadas al **CONTRATISTA**.

Asimismo el **CONTRATISTA** es responsable por la seguridad industrial de las instalaciones y de las personas que se encuentren en el área asignada, estando obligado el contratista de tomar medidas preventivas de seguridad, implementando vigilancia y medios físicos de protección principalmente contra incendios

VIGÉSIMA SEPTIMA.- (TERMINACIÓN DEL CONTRATO)

El presente contrato concluirá bajo una de las siguientes modalidades:

27.1 Por Cumplimiento de Contrato:

De forma normal, con la Aceptación Definitiva del **PROYECTO**, tanto GUARACACHI como el **CONTRATISTA**, darán por terminado el presente Contrato, una vez que ambas partes hayan dado cumplimiento a todas las condiciones y estipulaciones contenidas en este, con la emisión de la Certificación de Aceptación Definitiva del **PROYECTO**.

27.2 Por Resolución del Contrato:

Si es que se diera el caso y como una forma excepcional de terminar el Contrato a los efectos legales correspondientes, GUARACACHI y el **CONTRATISTA**, voluntariamente acuerdan proceder dentro del marco legal vigente en el Estado Plurinacional de Bolivia y bajo el siguiente procedimiento para la resolución del presente Contrato:

27.2.1 Resolución a requerimiento de GUARACACHI, por causales atribuibles al CONTRATISTA.

GUARACACHI, tendrá el derecho de proceder al trámite de resolución del Contrato, en los siguientes

casos:

- a) Por incumplimiento en la gestión de Compra para el suministro de BIENES por más de treinta (30) días calendario de efectuado el pago.
- b) Por disolución del **CONTRATISTA**.
- c) Por quiebra o insolvencia del **CONTRATISTA** que podrá ser probada con resoluciones, sentencias o documentos judiciales o extrajudiciales emitidos en el exterior o en el País de ejecución del **PROYECTO**.
- d) Por suspensión de los trabajos sin justificación, por quince (15) días calendario continuos, sin autorización escrita del **SUPERVISOR** y/o GUARACACHI.
- e) Por incumplimiento injustificado en el avance del **PROYECTO**.
- f) Por incumplimiento injustificado del Cronograma del **PROYECTO** sin que el **CONTRATISTA** adopte medidas necesarias y oportunas para recuperar su demora y asegurar la entrega de los suministros y/o conclusión del **PROYECTO**.
- g) Por incumplimiento reiterado de las recomendaciones y legislación medio ambientales.
- h) Por incumplimiento reiterado (3 veces) en las obligaciones emergentes de este Contrato
- i) Cuando el monto de las multas por mora por no conclusión del **PROYECTO** dentro del plazo previsto y/o por incumplimientos parciales, alcance el diez por ciento (10%) del monto total del Contrato (decisión optativa), o el veinte por ciento (20%) de forma obligatoria.
- j) Por falta de vigencia de las GARANTÍAS.
- k) Por falta de vigencia de las Pólizas de Seguro.

27.2.2 Resolución a requerimiento del **CONTRATISTA** por causas atribuibles a **GUARACACHI**.

El **CONTRATISTA**, podrá proceder a la resolución del Contrato, en los siguientes casos:

- a) Por instrucciones injustificadas emanadas de GUARACACHI o emanadas del **SUPERVISOR** con conocimiento de GUARACACHI, para la suspensión de la ejecución del **PROYECTO** y/o provisión por más de treinta (30) días calendario.
- b) Por incumplimiento injustificado en alguno de los certificados de pago de Proyecto aprobado por el **SUPERVISOR**, por más de sesenta (60) días hábiles computados a partir de la fecha correspondiente de remisión del certificado de Avance de Proyecto y Certificado de Pago a **GUARACACHI**.

27.3 Reglas aplicables a la Resolución

Para procesar la Resolución del Contrato por cualquiera de las causales señaladas, las garantías deben estar plenamente vigentes, sin perjuicio de tomar las acciones pertinentes en caso contrario a efectos de la Resolución, GUARACACHI o el **CONTRATISTA** darán aviso por escrito mediante carta notariada, a la otra parte, de su intención de resolver el **CONTRATO**, estableciendo claramente la causal que se aduce.

- a) Si dentro de los quince (15) días hábiles siguientes de la fecha de notificación, se enmendarán las fallas, se normalizará el desarrollo de los trabajos y se tomarán las medidas necesarias para continuar normalmente con las estipulaciones del Contrato y el requirente de la resolución mediante nota expresa comunicará su conformidad a la solución, y el aviso de intención de resolución será retirado.
- b) En caso contrario, si al vencimiento del término de los quince (15) días hábiles no existe ninguna respuesta, el proceso de resolución continuará a cuyo fin GUARACACHI o el **CONTRATISTA**, según quién haya requerido la resolución del Contrato, notificará mediante carta notariada a la otra parte, que la **RESOLUCIÓN** del contrato se ha hecho efectiva de pleno derecho y sin necesidad de intervención judicial o extrajudicial alguna.
- c) Esta carta dará lugar a que: cuando la resolución sea por causales imputables al **CONTRATISTA** se CONSOLIDE a favor de **GUARACACHI** la totalidad de la Garantía de Cumplimiento de Contrato, asimismo se ejecute la Garantía de Correcta Inversión del Anticipo a objeto de efectuar la conciliación de saldos y cuentas. Caso contrario si la vigencia está a finalizar, será ejecutada con cargo al Estado Final de Cuentas, sin derecho a reclamo alguno por parte del **CONTRATISTA** por esta ejecución.
- d) El **SUPERVISOR** a solicitud de GUARACACHI o la propia GUARACACHI en caso de no existir un **SUPERVISOR** procederá a establecer y certificar los montos reembolsables al **CONTRATISTA** por concepto de trabajos satisfactoriamente ejecutados y de los materiales, equipamiento e instalaciones temporales aptos para su utilización en la prosecución de los trabajos si corresponde
- e) Los costos de las instalaciones temporales aptas para su utilización en la prosecución del **PROYECTO** serán evaluados por el **SUPERVISOR** y presentados GUARACACHI para su respectivo análisis.
- f) Sí la resolución es por causales imputables al **CONTRATISTA**, en este caso no se reconocerá al **CONTRATISTA** gastos de desmovilización de ninguna naturaleza.
- g) Sobre la base del certificado de cómputo final de cantidades de provisión y de volúmenes de obra, materiales, equipamiento, e instalaciones temporales, emitida por el **SUPERVISOR**, **GUARACACHI** procederá de acuerdo al procedimiento al efecto, el **CONTRATISTA** preparará el Certificado Final de Cuentas, estableciendo saldos en favor o en contra para su respectivo pago o cobro de la garantía de correcta inversión de anticipo (si corresponde) o los saldos por pagar al **CONTRATISTA**.
- h) Solo en caso que la resolución no sea originada por negligencia del **CONTRATISTA** éste tendrá derecho a una evaluación de los gastos proporcionales que demande el levantamiento de la instalación de faenas para la ejecución del **PROYECTO** y los compromisos adquiridos por el **CONTRATISTA** para su equipamiento contra la presentación de documentos probatorios y certificados.
- i) GUARACACHI tendrá el derecho de continuar el **PROYECTO** y operarlo por sí o a través de terceros, sin

necesidad de ningún trámite judicial o extra judicial. Los costos adicionales incurridos por GUARACACHI serán realizados con cargo al **CONTRATISTA** la continuación y/o operación del **PROYECTO** por parte de GUARACACHI no deslinda de responsabilidad al **CONTRATISTA** sobre la ejecución del **PROYECTO**

27.4 Resolución por Causas de Fuerza Mayor o Caso Fortuito que afecten a:

Si en cualquier momento antes de la terminación del Contrato, GUARACACHI se encontrase con situaciones de causa de fuerza mayor o caso fortuito que imposibiliten la ejecución o conclusión del **PROYECTO**, GUARACACHI en cualquier momento, mediante carta notariada dirigida al **CONTRATISTA**, suspenderá los trabajos y resolverá el Contrato total o parcialmente. A la entrega de dicha comunicación oficial de resolución, el **CONTRATISTA** suspenderá el trabajo de acuerdo a las instrucciones que al efecto emita en el Libro de Órdenes el **SUPERVISOR**.

El **CONTRATISTA** conjuntamente con el **SUPERVISOR**, procederán con la cuantificación de los **BIENES** provistos y con la medición del trabajo ejecutado hasta la fecha de suspensión, siguiendo el procedimiento correspondiente y las Reglas Aplicables a la Resolución, el avalúo de los materiales en obra que pudieran ser empleados posteriormente, la evaluación de los compromisos que el **CONTRATISTA** tuviera pendiente por compra y otros debidamente documentados. No procederá en este caso el pago de daños y perjuicios a favor del **CONTRATISTA** considerando que esta resolución no es ocasionado por causas atribuibles a GUARACACHI.

Asimismo el **SUPERVISOR** liquidará los costos proporcionales que demandasen el levantamiento de las instalaciones, desmovilización de maquinaria/equipo y algunos otros gastos que a juicio del **SUPERVISOR** fueran considerados sujetos a reembolso.

Con estos datos el **SUPERVISOR** elaborará Certificado Final de Cuentas para el correspondiente pago, en caso que corresponda.

VIGÉSIMA OCTAVA.- (SOLUCIÓN DE CONTROVERSIAS)

GUARACACHI y el **CONTRATISTA**, acuerdan que en caso de surgir controversias, discrepancia, cuestión o reclamación emergente de la ejecución o interpretación del presente contrato, o de los documentos que forman parte del contrato, serán sometidas al ámbito del Arbitraje, administrado por el Centro de Conciliación y Arbitraje de la Cámara Nacional de Comercio de Bolivia.

Cualquiera de las partes podrá iniciar el Arbitraje conforme a las estipulaciones de este contrato y de los documentos que forman partes del mismo, en cualquiera de sus etapas con excepción de las materias excluidas de conciliación y arbitraje, establecidas en el Artículo 4 y Artículo 5 de la Ley Nº 708.

GUARACACHI y el **CONTRATISTA** acuerdan aplicar el siguiente procedimiento:

a) La normativa aplicable al proceso arbitral, serán las establecidas en la Ley N° 708 de Conciliación y Arbitraje y en el Reglamento del centro administrador del Arbitraje.

b) Se efectuará el Arbitraje en derecho, basado en reclamos de derecho y obligaciones establecidas contractualmente, aplicando estrictamente el contrato, Términos de Referencia, oferta, correspondencia y demás documentos generados durante la ejecución del contrato.

c) El proceso arbitral será administrado por el Centro de Conciliación y Arbitraje de la Cámara de Industria y Comercio de Santa Cruz, adhiriendo a sus reglamentos y procedimientos.

d) El lugar donde será conformado el Tribunal Arbitral, de acuerdo a lo antes señalado, será la ciudad de Santa Cruz.

e) La conformación del Tribunal Arbitral se realizara según lo establecido en la Ley N° 708 de Conciliación y Arbitraje.

f) Se designa como Autoridad nominadora al Centro de Conciliación y Arbitraje de la Cámara de Industria y Comercio de Santa Cruz, con la facultad de designar o sustituir árbitros o resolver recusaciones, en caso de que **GUARACACHI** y el **CONTRATISTA** no lleguen a un acuerdo para la conformación del Tribunal Arbitral, en los plazos establecidos en el artículo 64 de la ley citada anteladamente.

g) El arbitraje se efectuará en derecho, basado en reclamos de derecho y obligaciones establecidas contractualmente, aplicando estrictamente el contrato, correspondencia y demás documentos generados durante la ejecución del contrato. El proceso arbitral será administrado por el Centro de Conciliación y Arbitraje de la Cámara de Industria y Comercio de Santa Cruz, adhiriéndose las partes a sus reglamentos y procedimientos.

VIGÉSIMA NOVENA.- (MODIFICACIONES AL CONTRATO)

Los términos y condiciones contenidas en este Contrato no podrán ser modificados unilateralmente, y solo se realizará en los casos y mediante los instrumentos previstos de forma expresa en el presente Contrato.

Al tratarse de la ejecución de un **PROYECTO** bajo la modalidad “Llave en Mano” no procede ningún tipo de modificación en plazo ni precio del establecido en este **CONTRATO**, salvo y exclusivamente aquellas modificaciones al cronograma según lo establecido en este **CONTRATO**

TRIGESIMA.- (REPRESENTANTE DEL CONTRATISTA EN EL SITIO DEL PROYECTO)

EL **CONTRATISTA** designa como su representante en el **PROYECTO**, al **GERENTE DEL PROYECTO**, profesional presentado en la propuesta del **CONTRATISTA**, titulado, con suficiente experiencia en la dirección de Obras similares, que lo califican para llevar a cabo de forma satisfactoria la ejecución del **PROYECTO**, el mismo que será presentado oficialmente antes del inicio de los trabajos, mediante comunicación escrita dirigida a GUARACACHI, para que ésta comunique y presente al **GERENTE DE PROYECTO** al **SUPERVISOR**.

EL **GERENTE DE PROYECTO** tendrá residencia en el lugar en que se ejecuta el **PROYECTO**, prestará servicios a tiempo completo y está facultado para:

- a) Dirigir la realización del **PROYECTO**.
- b) Representar al **CONTRATISTA** en la ejecución del **PROYECTO** durante toda su vigencia.
- c) Mantener permanentemente informada al **SUPERVISOR** sobre todos los aspectos relacionados con el **PROYECTO**.
- d) Mantener coordinación permanente y efectiva con la Oficina Central del **CONTRATISTA**.
- e) Entregar el Organigrama completo del personal del **CONTRATISTA**, asignado al Proyecto.
- f) Es el responsable del control de asistencia, así como de la conducta y ética profesional de todo el personal bajo su dependencia, con autoridad para asumir medidas correctivas en caso necesario.

En caso de que el **CONTRATISTA**, solicite el cambio del **GERENTE DE PROYECTO**, deberá presentar una terna de profesionales de igual o superior calificación que el sustituido, para aprobación de GUARACACHI, y deberá pagar una multa de US\$ 50.000,00 (Cincuenta Mil 00/100 Dólares de los Estados Unidos de América) por concepto de sustitución del **GERENTE DE PROYECTO** del **PROYECTO**.

Una vez que GUARACACHI acepte por escrito al nuevo **GERENTE DE PROYECTO**, éste recién entrará en ejercicio de la función, cualquier acto anterior es nulo.

GUARACACHI se reserva el derecho de rechazar al candidato presentado por el **CONTRATISTA**, por falta de experiencia, calificación técnica o por cualquier razón justificada debidamente, así como solicitar su reemplazo en caso de conducta inapropiada en el **PROYECTO**, por no acatar en forma reiterada las solicitudes realizadas por el **SUPERVISOR**.

TRIGÉSIMA PRIMERA.- (LIBRO DE ÓRDENES DE TRABAJO)

En los Sitios del **PROYECTO**, el **CONTRATISTA** gestionará y llevará a su cargo y exclusiva responsabilidad un Libro de Órdenes de Trabajo con páginas foliadas y tres copias por cada frente de trabajo, el mismo que deberá ser abierto con participación de Notario de Fe Pública en la fecha en que se inicie el **PROYECTO**.

TRIGÉSIMA SEGUNDA.- (SUPERVISIÓN DEL PROYECTO)

GUARACACHI tiene el derecho de disponer de personal para la **SUPERVISIÓN** del **PROYECTO**, asimismo **GUARACACHI** tendrá el derecho de la **FISCALIZACIÓN** del Proyecto en el Sitio del Proyecto, para el cual el **CONTRATISTA** bajo previa coordinación está obligado a permitir el ingreso de Supervisores e Inspectores del Estado Plurinacional de Bolivia, dentro los cánones de seguridad establecido en la Cláusula Vigésima Quinta.

TRIGÉSIMA TERCERA.- (FALTA DE SUPERVISIÓN POR PARTE DE GUARACACHI)

Si por cualquier motivo GUARACACHI omitiera la inspección o supervisión de equipos, materiales, instalaciones, obras, o no efectuara el control en estricto cumplimiento de las estipulaciones del contrato, dicha omisión no liberará al **CONTRATISTA** de sus obligaciones y responsabilidades establecidas en el presente contrato.

TRIGÉSIMA CUARTA.- (FACTURACIÓN) El **CONTRATISTA** emitirá las facturas que correspondan a favor de GUARACACHI una vez que cada certificado de pago haya sido aprobado por el **SUPERVISOR**.

Al ser el **CONTRATISTA** una Asociación Accidental, cada una de las partes deberá emitir la respectiva factura por el monto que le corresponda. En caso de que una de las empresas asociadas este constituida en el extranjero, deberá constituir una sucursal en Bolivia previamente a recibir cualquier pago a efectos de emitir la respectiva factura.

TRIGÉSIMA QUINTA.- (MULTAS Y SUS PENALIDADES)

Queda convenido entre las partes **CONTRATANTES**, que una vez suscrito el presente contrato, el Cronograma de ejecución del **PROYECTO** propuesto, incluyendo Hitos verificables, será ajustado en función de la fecha de emisión de la Orden de Proceder, dentro de los diez (10) días calendario subsiguientes a la emisión de la Orden de Proceder y será presentado para su aprobación al **SUPERVISOR**. En caso que el **CONTRATISTA** no cumpla con la presentación en el plazo determinado, el **SUPERVISOR** en un plazo de cinco (5) días hábiles actualizará el Cronograma de Ejecución del **PROYECTO** en base a la propuesta adjudicada. En ningún caso el Cronograma de Ejecución del **PROYECTO** podrá superar el plazo de ejecución del **PROYECTO** previsto en la Cláusula XXX del presente Contrato.

Una vez actualizado y aprobado el Cronograma de Ejecución del **PROYECTO** por el **SUPERVISOR** y aceptada por GUARACACHI, constituye un documento fundamental del presente Contrato a los fines del control mensual del **AVANCE DEL PROYECTO**, así como de control del plazo total y cuando corresponda la aplicación de multas.

A los efectos de aplicarse morosidad en la ejecución del **PROYECTO**, el **CONTRATISTA** y el **SUPERVISOR** deberán tener muy en cuenta el plazo estipulado en el Cronograma de Ejecución del **PROYECTO** para cada actividad, por cuanto si el plazo previsto para la ejecución de algún hito verificable feneciere sin que se haya concluido el mismo en su integridad y en forma satisfactoria, el **CONTRATISTA** se constituirá en mora sin necesidad de ningún previo requerimiento de GUARACACHI obligándose a ésta última el pago de una multa del 0.5% del monto total del ítem propuesto por cada semana calendario de retraso.

De establecer el **SUPERVISOR** que la multa por el Hito verificable incumplido o la multa acumulada por mora es del 10% del monto total del Contrato, comunicará oficialmente esta situación a GUARACACHI a efectos del procesamiento de la resolución del Contrato, si corresponde, conforme a lo estipulado en este mismo documento.

Las multas serán cobradas mediante descuentos establecidos expresamente por el **SUPERVISOR**, de los Certificados o Planillas de pago mensuales o del Certificado de liquidación final.

De establecer el **SUPERVISOR** incumplimiento por parte del **CONTRATISTA** también se aplicaran las siguientes multas:

a) **Multa por cambio de personal**

El **CONTRATISTA** se hará pasible a la multa de US\$ 30.000,00 (Treinta Mil 00/100 Dólares de los Estados Unidos de América) toda vez que solicite a ENDE Guaracachi, a través del **SUPERVISOR**, autorización para sustituir a cualquier personal técnico clave, que habiendo sido evaluado en la calificación técnica de su propuesta, no ingrese a prestar servicios o que prestando servicios, sea sustituido por cualquier causa.

b) Multa por llamada de atención

El **CONTRATISTA** se hará pasible a la multa de US\$ 20.000,00_ (Veinte mil 00/100 Dólares de los Estados Unidos de América), toda vez que ENDE Guaracachi, haga conocer su tercera llamada de Atención mediante el **SUPERVISOR** o la unidad que administra el Contrato.

El **SUPERVISOR** podrá emitir llamada de atención al **CONTRATISTA** por incumplimiento en:

- Incorporación de personal propuesto, en el plazo previsto.
- Incumplimiento en la cantidad y plazo de movilización del equipo comprometido en su propuesta.
- Incumplimiento a las instrucciones impartidas por el **SUPERVISOR**.
- Incumplimiento reiterado a las obligaciones de este **CONTRATO**.

Las multas constituyen una penalidad por retraso en el cumplimiento de las obligaciones del **CONTRATISTA**, y su cobro será independiente de la ejecución de la garantía de cumplimiento de contrato en caso de que el **CONTRATISTA** incumpla en plazo o forma sus obligaciones adquiridas a través del mismo.

c) Multa por incumplimiento del valor ofertado de Rendimiento garantizado PR

XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX Multa anual equivalente a US\$ 1.000.000.-_ (Un millon mil 00/100 Dólares de los Estados Unidos de América) por incumplimiento de la oferta de eficiencia adjunta en el anexo xxxxxxxxxxxxxxxxxxxx

TRIGÉSIMA SEXTA.- (PREVISIÓN) El Contrato sólo podrá modificarse en términos de plazo, por casos de Fuerza Mayor o Caso Fortuito u otras causales previstas en el presente Contrato, previa aprobación de **GUARACACHI**. Las causas modificatorias deberán ser sustentadas por informes técnicos y legales, emitidos por el **SUPERVISOR**, y por **GUARACACHI**, que establezcan la viabilidad técnica de la ampliación de plazo.

En ningún caso procederá modificación del monto/precio del **CONTRATO** ofertado por el **CONTRATISTA** por tratarse de un **CONTRATO** bajo la modalidad Llave en Mano.

TRIGÉSIMA SEPTIMA.- (SUSPENSIÓN DE LOS TRABAJOS) GUARACACHI está facultado para suspender temporalmente los trabajos en cualquier momento por motivos de Fuerza Mayor, Caso Fortuito y/o convenientes a los intereses del Estado, para lo cual notificará al **CONTRATISTA** por escrito, por intermedio del **SUPERVISOR**, con una anticipación de cinco (5) días hábiles, excepto en los casos de urgencia por alguna emergencia imponderable. Esta suspensión puede ser parcial o total. Esta suspensión en ningún caso podrá ser mayor a diez (10) días hábiles y por la cual **GUARACACHI** reconocerá una ampliación de plazo de similar número de días si la suspensión es total.

Si los trabajos se suspenden parcial o totalmente por negligencia del **CONTRATISTA** en observar y cumplir correctamente condiciones de seguridad para el personal o para terceros o por incumplimiento de las órdenes impartidas por el **SUPERVISOR** o por inobservancia de las prescripciones del Contrato, el tiempo que los trabajos permanezcan suspendidos, no merecerá ninguna ampliación de plazo para la entrega del PROYECTO, ni corresponderá pago alguno por el mantenimiento de la misma.

TRIGÉSIMA OCTAVA.- (NORMAS DE CALIDAD APLICABLES)

La INGENIERIA DE DETALLE, SUMINISTRO DE BIENES y OBRAS MECANICAS Y ELECTRICA provistos de conformidad con el presente Contrato se ajustarán a las normas de calidad mencionadas en las especificaciones técnicas y, cuando en ellas no se mencionen normas de calidad aplicables, a las normas de calidad existentes en Bolivia o a las normas internacionales aplicables a los BIENES.

TRIGÉSIMA NOVENA.- (PROTOCOLIZACIÓN DEL CONTRATO)

La presente minuta y sus modificaciones deberán ser protocolizadas por **GUARACACHI** ante la Notaría de Fe Pública de Santa Cruz; el importe de la protocolización será pagado por el **CONTRATISTA**.

Esta Protocolización contendrá los siguientes documentos:

- a) Minuta del Contrato (original)
- b) Testimonio de Constitución de la Sociedad Accidental.
- b) Documento legal de representación de **GUARACACHI**, y Poder de Representación Legal del **CONTRATISTA** (fotocopias legalizadas)
- c) Garantías (fotocopia simple)

En caso de que por cualquier circunstancia, el presente Contrato no fuese protocolizado, servirá a los efectos de Ley y de su cumplimiento, como documento suficiente a las partes.

CUADRAGESIMA.- (EMBALAJE)

El embalaje de los bienes y equipos para la transportación, el etiquetado (marcas) y los documentos que se coloquen dentro y fuera de los equipos deberán cumplir estrictamente normas internacionales, los requisitos especiales que se hayan consignado en los términos de referencia o cualquier otro requisito, si lo hubiere, y cualesquier otra instrucción dada por **GUARACACHI**. Todo el material empleado en los embalajes y el contenido de los mismos será propiedad de **GUARACACHI**.

CUADRAGÉSIMA PRIMERA.- (INSPECCIÓN Y PRUEBAS ADICIONALES)

Cuando así lo requiera, **GUARACACHI** tendrá derecho a inspeccionar los **BIENES** y/o someterlos a pruebas adicionales, a fin de verificar su conformidad con las especificaciones técnicas. Efectuada la prueba, si se constata que los **BIENES** están conforme a las especificaciones técnicas, el costo de las pruebas estará a cargo de **GUARACACHI**; caso contrario el costo de las pruebas estará a cargo y costo del **CONTRATISTA**.

GUARACACHI notificará por escrito al **CONTRATISTA**, la identidad de todo representante designado para estos fines.

Las inspecciones y pruebas podrán realizarse en fábrica de los bienes y equipos, instalaciones del **CONTRATISTA** (incluye a las instalaciones de los todos los asociados de la Sociedad Accidental), o su(s) subcontratista(s) o proveedor(es) primario(s), en el lugar de entrega, de acuerdo a lo estipulado en las especificaciones técnicas. Cuando sean realizadas en recintos del **CONTRATISTA** o de su(s) subcontratista(s) o proveedor(es) primario(s), se proporcionará a los inspectores todas las facilidades y asistencia razonables y los datos sobre producción permitidas, sin cargo alguno para **GUARACACHI**.

Si los **BIENES** inspeccionados o probados no se ajustan a las Especificaciones Técnicas, **GUARACACHI** podrá rechazarlos y el **CONTRATISTA** deberá, sin cargo para **GUARACACHI**, reemplazarlos o incorporar en ellos todas las modificaciones necesarias para que cumplan con tales especificaciones técnicas. Los eventuales rechazos por parte de **GUARACACHI**, no modifican el plazo de entrega, que permanecerá invariable.

El plazo máximo para reemplazar los **BIENES** o incorporar las modificaciones necesarias, es de treinta (30) días calendario, después de haber recibido la comunicación de rechazo.

La aceptación definitiva de los **BIENES** se efectuará en base a la verificación de calidad y comprobación de funcionamiento hasta la recepción definitiva de los bienes suministrados que deberán mínimamente cumplir las condiciones contenidas en la propuesta técnica del **CONTRATISTA**.

CUADRAGÉSIMA SEGUNDA.- (DERECHOS DE PROPIEDAD INDUSTRIAL)

El **CONTRATISTA** asume responsabilidad de manera ilimitada y permanente en caso de reclamos de terceros por transgresiones a derechos de propiedad industrial tales como patentes, marcas registradas, o diseño industrial causados por la provisión y utilización de los **BIENES** o parte de ellos en el Estado Plurinacional de Bolivia.

CUADRAGÉSIMA TERCERA.- (MANUALES DE OPERACIÓN, MANTENIMIENTO Y REPARACIÓN Y SOFTWARE DE PROGRAMACIÓN BÁSICO Y DE APLICACIÓN).

Junto con los **BIENES Y EQUIPOS** a proveerse, el **CONTRATISTA** entregará a **GUARACACHI** los correspondientes manuales de operación, mantenimiento y reparación, detallados en las Especificaciones Técnicas, así como todo el software de base y de aplicación con sus respectivas licencias que permitan a **GUARACACHI** efectuar los trabajos de configuración y ajuste necesarios independientemente. Los manuales originales deberán ser escritos en idioma español, y cuando éstos no estuvieron disponibles, el **CONTRATISTA** entregará un ejemplar traducido. A solicitud del **CONTRATISTA** previa aprobación de **GUARACACHI**, el **CONTRATISTA** podrá entregar manuales de servicio en inglés.

El **CONTRATISTA**, de conformidad a su propuesta, asistirá a **GUARACACHI** en la Operación y Mantenimiento del **PROYECTO** durante el periodo de dos (2) años computables a partir de la recepción provisional del **PROYECTO**, el incumplimiento de esta obligación otorga el derecho a **GUARACACHI** de ejecutar la Boleta de Garantía de Buen Funcionamiento del Proyecto establecida en la Cláusula XXXX del presente **CONTRATO**.

CUADRAGÉSIMA CUARTA.- (COMISIÓN DE RECEPCIÓN)

Una Comisión de Recepción, tendrá actuación obligatoria en todos los procesos de recepción del **PROYECTO**, designada de modo específico, en razón de la naturaleza de la contratación y la especialidad técnica requerida por los miembros que la constituyan.

La Comisión de Recepción tiene la responsabilidad de efectuar la recepción provisional y definitiva del **PROYECTO** contratado, en concordancia con lo establecido en EL DBC, la propuesta y el presente contrato, debiendo dar su conformidad luego de verificar también el cumplimiento de las especificaciones, términos y condiciones del Contrato.

El **CONTRATISTA** se encuentra obligado a permitir el ingreso a la zona del proyecto a la Comisión de Recepción designada por **GUARACACHI**, asimismo informar en sitio cualquier requerimiento y/o información relacionado al **PROYECTO**.

CUADRAGÉSIMA QUINTA.- RECEPCIÓN DEL PROYECTO

A la conclusión del **PROYECTO**, el **CONTRATISTA** solicitará al **SUPERVISOR** una inspección conjunta para verificar que todos los trabajos fueron ejecutados y terminados en concordancia con las cláusulas del Contrato, planos y especificaciones técnicas y que, en consecuencia, el **PROYECTO** se encuentra en condiciones adecuadas para iniciar las pruebas de recepción.

El **CONTRATISTA** deberá notificar al **SUPERVISOR**, con una antelación no inferior a quince (15) días calendario, la fecha a partir de la cual estará preparado para realizar la Recepción Provisional del **PROYECTO**.

Si el **PROYECTO**, a juicio técnico del **SUPERVISOR** se halla correctamente ejecutado, conforme a los planos, especificaciones y documentos del **CONTRATO**, hará conocer a **GUARACACHI** su intención de proceder a la Recepción Provisional. **GUARACACHI** mediante nota dirigida al **SUPERVISOR** fijará fecha y hora para el inicio de las pruebas de recepción y de funcionamiento e inicio del Acto de Recepción Provisional, estableciendo el cronograma y metodología para este proceso.

La Recepción del **PROYECTO** será realizada en dos etapas que se detallan a continuación:

45.1 RECEPCIÓN PROVISIONAL

Cuando el **SUPERVISOR** reciba la carta de aceptación de **GUARACACHI** dentro del plazo máximo de tres (3) días hábiles comunicará, al **CONTRATISTA**, la fecha de inicio y cronograma de la Recepción Provisional a ser realizada por la Comisión de Recepción; la Recepción Provisional incluye la ejecución de las pruebas de eficiencia del **PROYECTO** que deberán evidenciar el cumplimiento de los niveles de eficiencia detallados en el Anexo XX de este **CONTRATO** y de la propuesta técnica. La metodología de ejecución de las pruebas de eficiencia es la establecida en el mismo Anexo XX.

Para la Recepción Provisional el **CONTRATISTA** deberá presentar y entregar a **GUARACACHI** la Boleta de Garantía de Buen Funcionamiento de Proyecto en las condiciones previstas en la Cláusula XXX de este **CONTRATO**.

Se elaborarán Actas circunstanciadas sobre la Recepción Provisional, en las que de existir, se harán constar todas las deficiencias, anomalías e imperfecciones que pudieran ser verificadas en esta diligencia, instruyéndose sean subsanadas por el **CONTRATISTA** dentro del periodo de corrección de defectos que no podrá ser superior de veinte (20) días calendario.

Si a juicio del **SUPERVISOR**, las deficiencias y observaciones anotadas no son de magnitud y el tipo de **PROYECTO** lo permite, podrá autorizar que dicho **PROYECTO** sea utilizado. Empero si dichas anomalías fueran mayores, el **SUPERVISOR** y/o **GUARACACHI** tendrán la facultad de rechazar dicha recepción y consiguientemente, correrán las multas y sanciones al **CONTRATISTA** hasta que el **PROYECTO** sea entregado en forma satisfactoria.

Limpieza final del Proyecto: Para la entrega provisional del **PROYECTO**, el **CONTRATISTA** deberá limpiar y eliminar todos los materiales sobrantes, escombros, basuras y obras temporales de cualquier naturaleza, excepto aquellas que necesite utilizar durante el Periodo de Garantía. Esta limpieza estará sujeta a la aprobación del **SUPERVISOR**.

Este trabajo será considerado como indispensable para la Recepción Provisional y el cumplimiento del Contrato. No será sujeto de pago directo, debiendo el **CONTRATISTA** incluir su incidencia.

Una vez que el **SUPERVISOR**, autorice utilizar el **PROYECTO** y después de emitir el correspondiente certificado de la Recepción Provisional, **GUARACACHI**, operará las instalaciones hasta la Recepción Definitiva, considerando el apoyo ofertado por el **CONTRATISTA** en su propuesta Técnica de Operación y Mantenimiento del **PROYECTO** y bajo la supervisión que disponga el **CONTRATISTA**.

Cumplimiento de Recomendaciones Medio Ambientales: Para la entrega Provisional del **PROYECTO**, el **CONTRATISTA** deberá presentar la Certificación de que las obras han sido ejecutadas en cumplimiento a las recomendaciones Medio Ambientales, de preservación del Patrimonio del Estado si corresponden, que se han ejecutado todas las tareas de monitoreo y de reposición y mitigación de daños al medio ambiente. Esta certificación deberá estar refrendada y aprobada por las entidades nacionales competentes y por el **SUPERVISOR**.

Presentación de Planos As Built

De manera previa a la Recepción Provisional, el **CONTRATISTA** deberá presentar al **SUPERVISOR** en versión definitiva con fecha y firma del Superintendente o Gerente del Proyecto, los planos As Built, mismos que serán entregados en formato digital editable, un original impreso y tres copias.

45.2 RECEPCIÓN DEFINITIVA

Se realiza una vez que se cumplan las siguientes condiciones:

- Se ha efectuado la Recepción Provisional del **PROYECTO** y hayan transcurrido dos (2) años desde la emisión de dicho certificado.
- El **CONTRATISTA** ha resuelto todas las observaciones que hubiesen presentado en la Recepción Provisional.
- Que el **CONTRATISTA** haya pagado a **GUARACACHI** las respectivas multas que pudieran surgir en la vigencia de este contrato.
- Que se haya emitido la certificación correspondiente al entrenamiento en sitio al personal de operación y mantenimiento de **GUARACACHI**.
- Que el **PROYECTO** cuente con las respectivas certificaciones de las pruebas indicadas en los DBC, emitidas por el **SUPERVISOR**.
- Que el **CONTRATISTA** haya entregado a **GUARACACHI** todos los manuales de operación y mantenimiento y de partes correspondiente al **PROYECTO** y de todos los equipos instalados.
- Que el **CONTRATISTA** haya entregado a **GUARACACHI** los planos as built de todas las instalaciones y planos o diagramas donde indique los ajustes finales del sistema de control y protección del **PROYECTO**.
- Que el **CONTRATISTA** haya suministrado todos los repuestos requeridos conforme al contrato.
- Que el **CONTRATISTA** haya entregado las llaves, claves, programas computacionales, software y licencias respectivos de los sistemas de control y protección de todos los bienes y equipos.
- Que el **CONTRATISTA** haya entregado todos los reportes técnicos de pruebas y todos los ensayos realizados en Sitio del Proyecto y en fábrica.

El **CONTRATISTA** deberá notificar al **SUPERVISOR**, con una antelación no inferior a quince (15) días calendario, la fecha a partir de la cual estará preparado para realizar la Recepción Definitiva del **PROYECTO**.

GUARACACHI, señalará la fecha y hora para el verificativo de este acto y pondrá en conocimiento del **CONTRATISTA**. La Comisión de Recepción y el **CONTRATISTA** realizará un recorrido e inspección técnica total del **PROYECTO**, efectuará las verificaciones y pruebas que considere pertinentes y si no surgen observaciones, procederá a la redacción y suscripción del Acta de Recepción Definitiva, previa la presentación por parte del **CONTRATISTA** del Certificado de Liquidación Final de Cuentas.

Ningún otro documento que no sea el Acta de Recepción Definitiva podrán considerarse como una admisión de que el Contrato, o alguna parte del mismo, ha sido debidamente ejecutado, por tanto, no se podrá considerar que el Contrato ha sido completamente ejecutado, mientras no sea suscrita el acta de Recepción Definitiva del **PROYECTO**, en la que conste que éste ha sido concluido a entera satisfacción de **GUARACACHI**.

45.2.1 Devolución de la Garantía.- Una vez que el **CONTRATISTA** haya cumplido todas sus obligaciones emergentes del Contrato, **GUARACACHI** procederá a la devolución de la Boleta de Garantía de Buen Funcionamiento de Proyecto y otras que sigan vigentes, si es que se encuentran libres de todo cargo en las Actas de Recepción Provisional, Definitiva y los Certificados de Aceptación Provisional, Definitiva y/o Certificado Final de Pago, después de diez (10) días hábiles siguientes a su vencimiento.

45.3 GARANTIAS ADICIONALES EXTENDIDAS POR LOS FABRICANTES DE LOS EQUIPOS PRINCIPALES.

De conformidad a la Propuesta Técnica, el DBC (numeral 4.14. Garantías), y el Acta de Mejores Condiciones Técnicas el **CONTRATISTA** otorga garantías ampliadas de los bienes y equipamientos, a ser emitidas por los fabricantes de los bienes y equipos de conformidad al Anexo XX del presente CONTRATO.

45.4 DEVOLUCIÓN DE LA GARANTÍA DE BUENA EJECUCIÓN DEL PROYECTO.- Una vez que el **CONTRATISTA** haya cumplido todas sus obligaciones emergentes del Contrato, se haya emitido el certificado de Recepción Definitiva, se hayan entregado a **GUARACACHI** las Garantías Adicionales a la Recepción Definitiva, se procederá a la devolución de la Garantía.

CUADRAGÉSIMA SEXTA.- (PERIODO DE GARANTÍA)

El periodo de Garantía General del Proyecto se inicia a la fecha de emisión de la Recepción Provisional y concluye al transcurrir dos (2) años en los cuales no hayan ocurrido fallas que obligaron el reinicio de la contabilización del periodo de garantía y/o haya observaciones técnicas que no fueron despejadas por el **CONTRATISTA**.

Durante el Periodo de Garantía General del Proyecto, el **CONTRATISTA** está obligado a designar en Bolivia a un representante técnico autorizado para tomar decisiones en el Sitio del Proyecto.

Durante el periodo de Garantía General del Proyecto, **GUARACACHI** notificará al **CONTRATISTA** la eventual aparición de averías o fallas de funcionamiento de las obras y los bienes y equipos del **PROYECTO**, obligándose este a las reparaciones o reemplazos, que sean necesarios para despejar dichas averías o fallas, sin costo alguno para **GUARACACHI**.

Durante el periodo de Garantía General del Proyecto, el **CONTRATISTA** está obligado de investigar las causas de cualquier defecto, o falla que ocurra en las obras y los equipos del **PROYECTO**. Si dicho defecto o falla es por error de operación en las obras y los equipos del **PROYECTO**, el costo de reparación para despejar la falla corre por cuenta de **GUARACACHI**.

Si el **CONTRATISTA** fallara en realizar el trabajo para despejar averías o fallas, solicitado por **GUARACACHI**, este tendrá el derecho a ejecutarlo con su propio personal o por medio de otros contratistas, sin que ello afecte a la obligación del **CONTRATISTA** de garantizar el equipo o componente las obras y los equipos del **PROYECTO** intervenidas. Los gastos emergentes de esta situación serán cubiertos por el **CONTRATISTA** en su integridad caso contrario **GUARACACHI** tendrá el derecho de ejecutar la Boleta de Garantía de Buen Funcionamiento del **PROYECTO**.

Para el mantenimiento de las obras y bienes del **PROYECTO** dentro el periodo de garantía, **GUARACACHI** coordinará con el **CONTRATISTA** el plan de mantenimiento y las fechas de inicio del mismo, a realizarse durante el periodo de Garantía General del Proyecto, cuya ejecución deberá ser supervisada por el **CONTRATISTA**, sin costo adicional, esto con el objeto de mantener la Garantía.

Adicional a las Garantía General del Proyecto, se incluyen las Garantías Adicionales Extendidas por los Fabricantes de los Equipos Principales, emitidas directamente por el fabricante de los bienes y equipamiento a **GUARACACHI** de conformidad a la propuesta técnica, el DBC y el Anexo XXX de este CONTRATO.

El **CONTRATISTA** autoriza a **ENDE** al uso de las garantías de los bienes y equipamientos provistos del **PROYECTO** a su favor, debiendo el **CONTRATISTA** en los contratos de provisión suscritos por este con sus proveedores incluir que el uso de la **GARANTÍA** puede ser realizado o invocado por **GUARACACHI** y este último puede constituirse como beneficiario de la **GARANTÍA** sin requerimiento previo ni autorización alguna del **PROVEEDOR**. Esta previsión es aplicable incluso si el presente **CONTRATO** es resuelto por causas imputables al **CONTRATISTA**.

CUADRAGÉSIMA SEPTIMA.- (ESTADO Y CERTIFICADO FINAL DE CUENTAS)

Tan pronto como el **CONTRATISTA** haya completado todos los trabajos del **PROYECTO**, incluyendo los ordenados por **GUARACACHI** durante el periodo de Garantía General del Proyecto y antes de que el certificado de Recepción Definitiva establecido en el contrato sea emitido, el **CONTRATISTA** preparará y entregará para la aprobación de **GUARACACHI** un estado final de cuentas.

El Estado Final de Cuentas será respaldado por:

- a) Una declaración del contratista donde indique que el **PROYECTO** cubierto por el contrato se encuentran libres de todo reclamo legal, gravamen y privilegios y se declare el deslinde de cualquier responsabilidad de **GUARACACHI** por obligaciones pendientes del **CONTRATISTA** en la ejecución del **PROYECTO**.
- b) Una declaración del **CONTRATISTA** donde indique que no tiene cuentas pendientes con terceros, subcontratistas y otros.

Tan pronto **GUARACACHI** haya recibido del **CONTRATISTA** el estado final de cuentas, y haya determinado que el monto a cancelar de dicho Estado Final de Cuentas se encuentra respaldado y cumple con los términos del contrato, **GUARACACHI** entregará al **CONTRATISTA** un Certificado Final de Cuentas, con el que realizará el pago correspondiente de aquellos saldos que queden pendientes.

CUADRAGÉSIMA OCTAVA.- (NULIDAD POR FRAUDE Y CORRUPCIÓN)

Si después de suscrito el presente Contrato se comprobare que algún funcionario del **CONTRATISTA**, del **SUPERVISOR** o de **GUARACACHI**, tuviese participaciones o beneficios emergentes de la suscripción del mismo, el Contrato quedará desde ese momento nulo de pleno derecho y sin efecto alguno para lo sucesivo, sin perjuicio de iniciarse proceso legal correspondiente contra el **CONTRATISTA** y los funcionarios involucrados. Tales participaciones o beneficios serán nulos de pleno derecho y no serán exigibles judicial ni extrajudicialmente en tiempo alguno.

En caso de ocurrir lo señalado en la presente cláusula **GUARACACHI** podrá ejecutar la Boleta de Cumplimiento de Contrato la misma que quedará consolidada en su totalidad a favor de **GUARACACHI** para cubrir los daños y perjuicios ocasionados por el accionar del **CONTRATISTA**, quedando expedita la vía arbitral en caso de contabilizarse mayores daños a los cubiertos por la boleta ejecutada.

CUADRAGÉSIMA NOVENA.- (NORMAS DE CALIDAD APLICABLES A LOS BIENES). Los BIENES suministrados de conformidad con el presente Contrato se ajustarán a las normas de calidad mencionadas en las especificaciones técnicas y, cuando en ellas no se mencionen normas de calidad aplicables, a las normas de calidad existentes o cuya aplicación sea apropiada en el país de origen de los BIENES.

QUINCUAGÉSIMA.- (CONFORMIDAD) En señal de conformidad y para su fiel y estricto cumplimiento firman el presente CONTRATO en cuatro ejemplares de un mismo tenor y validez el _____ (*registrar el nombre y cargo*), en representación legal de **GUARACACHI**, y el _____ (*registrar el nombre del apoderado legal del CONTRATISTA, habilitado para la firma del Contrato*) en representación legal del **CONTRATISTA**.

Usted Señor Notario se servirá insertar todas las demás cláusulas que fuesen de estilo y seguridad.

(Registrar el nombre y cargo del Funcionario habilitado para la firma del contrato por parte de ENDE)

(Registrar el nombre del CONTRATISTA)

4. PARTE III:

ITEM 1: PLANTA SOLAR UYUNI - POTOSÍ

4.1. Concepto General

Las descripciones técnicas del Item 1 presentadas a continuación tienen el propósito de pautar al Proponente de los requerimientos técnicos mínimos que se deben cumplir para la ejecución del mismo: 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 elaboración de 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, Construcción y la Buena Práctica de la Ingeniería.

4.2. Descripción del Sitio

Item 1: La planta se sitúa en la Provincia Antonio Quijarro, Departamento de Potosí, a 15 km en dirección sureste de la ciudad de Uyuni.

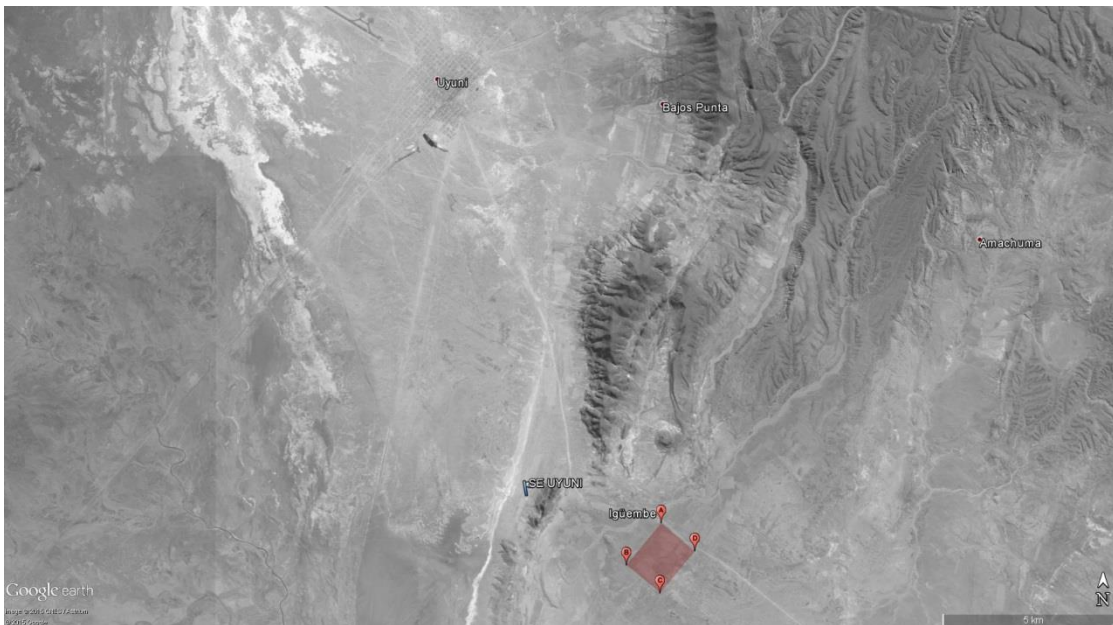


FIGURA 1: UBICACIÓN DE LA PLANTA FOTOVOLTAICA (POLÍGONO MARCADO EN ROJO)

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 Puntutuma – 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.

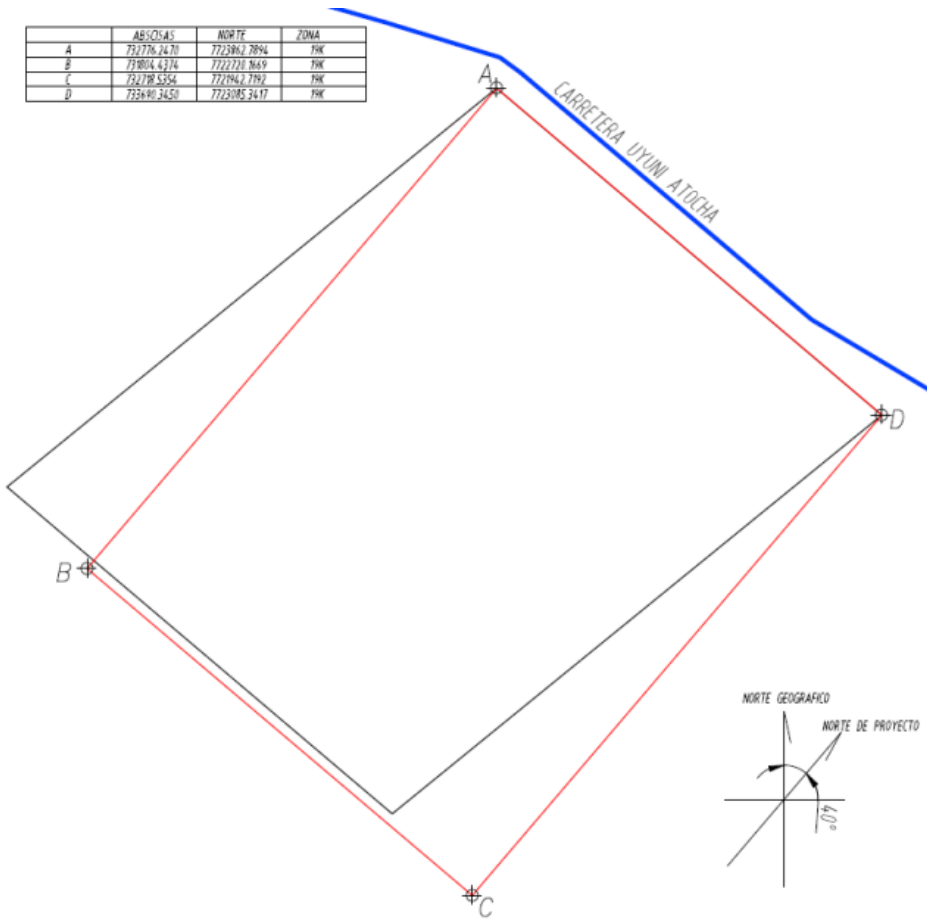


FIGURA 4: ÁREA DISPONIBLE EN EL SITIO

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

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:

- 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

4.3. 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

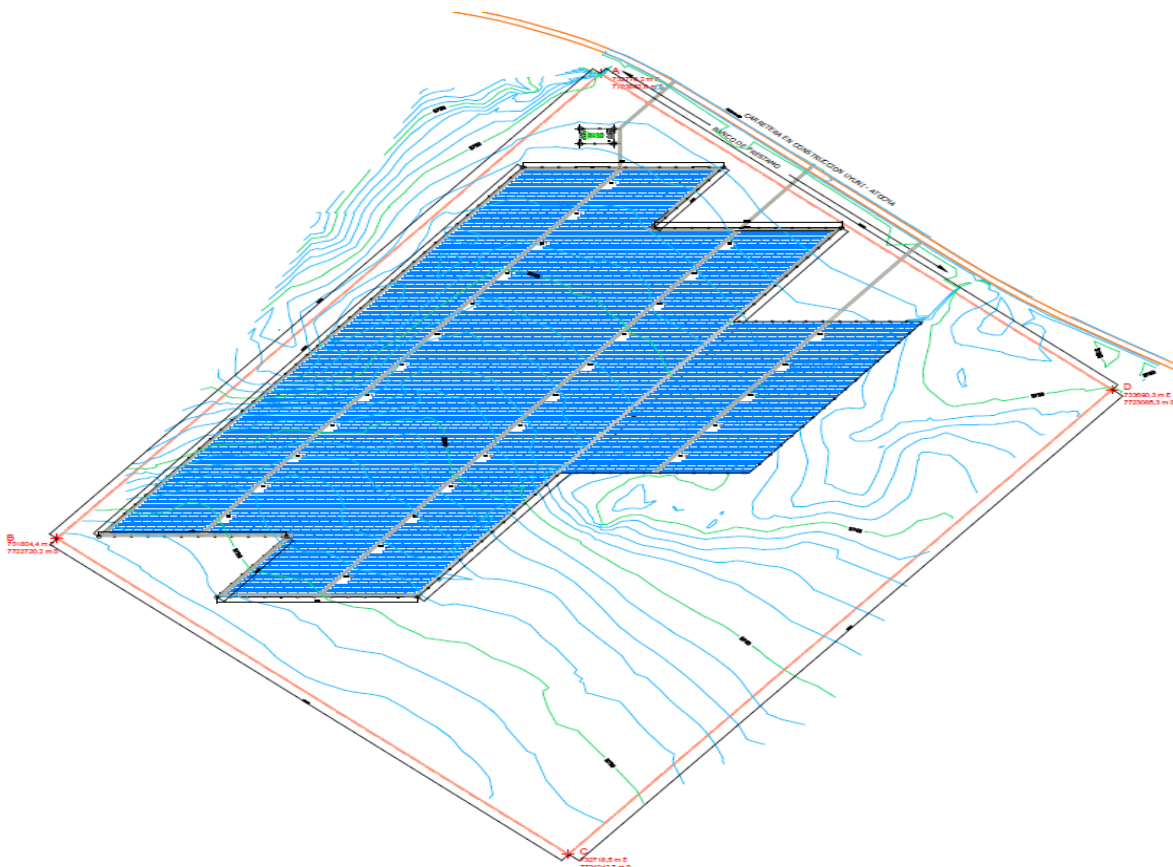


FIGURA 7: EJEMPLO DEL PLANO DE DISPOSICIÓN DE LA PLANTA

- 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.

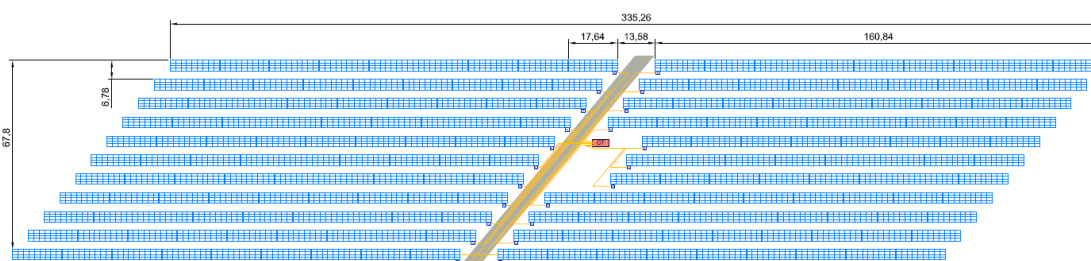


FIGURA 8: EJEMPLO DE PLANO DE DISPOSICIÓN DE UN BLOQUE DE POTENCIA

- 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.

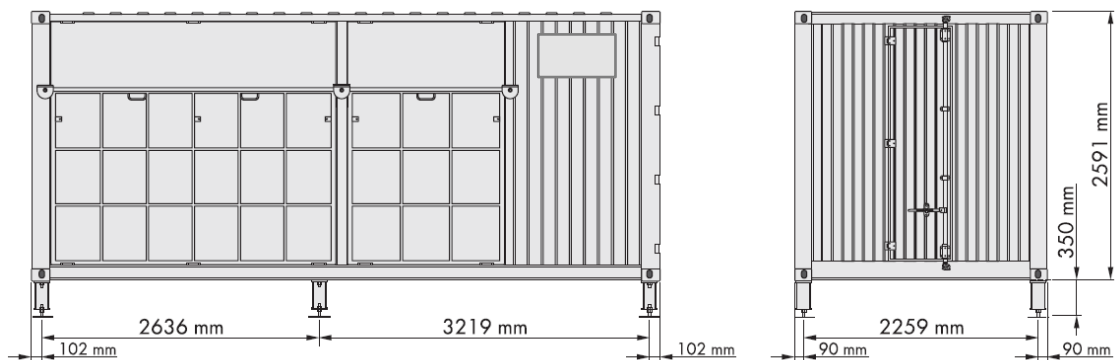


FIGURA 9: EJEMPLO DE UN CONTENEDOR PARA INVERSORES Y TRANSFORMADORES

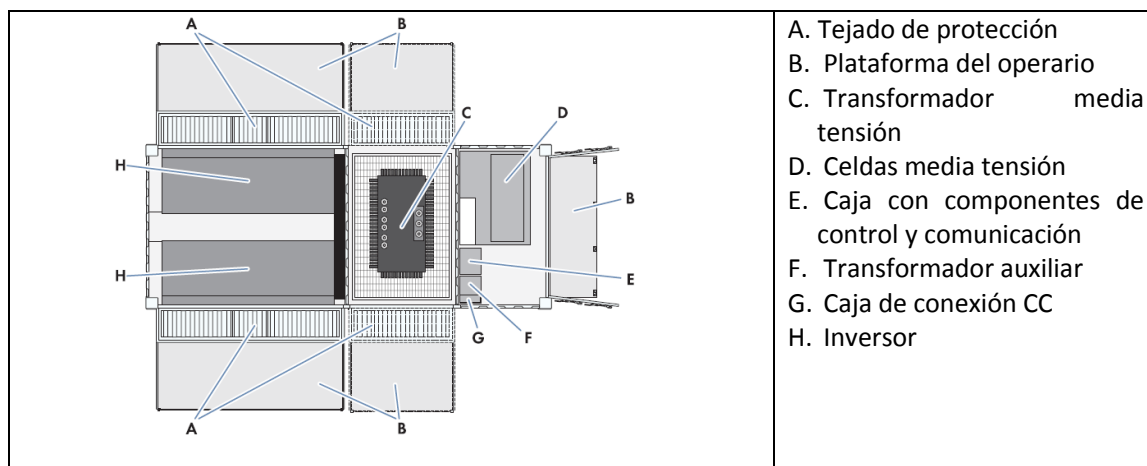


FIGURA 10: EJEMPLO DE COLOCACIÓN DE EQUIPOS DENTRO DEL CONTENEDOR PARA INVERSORES Y TRANSFORMADORES

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

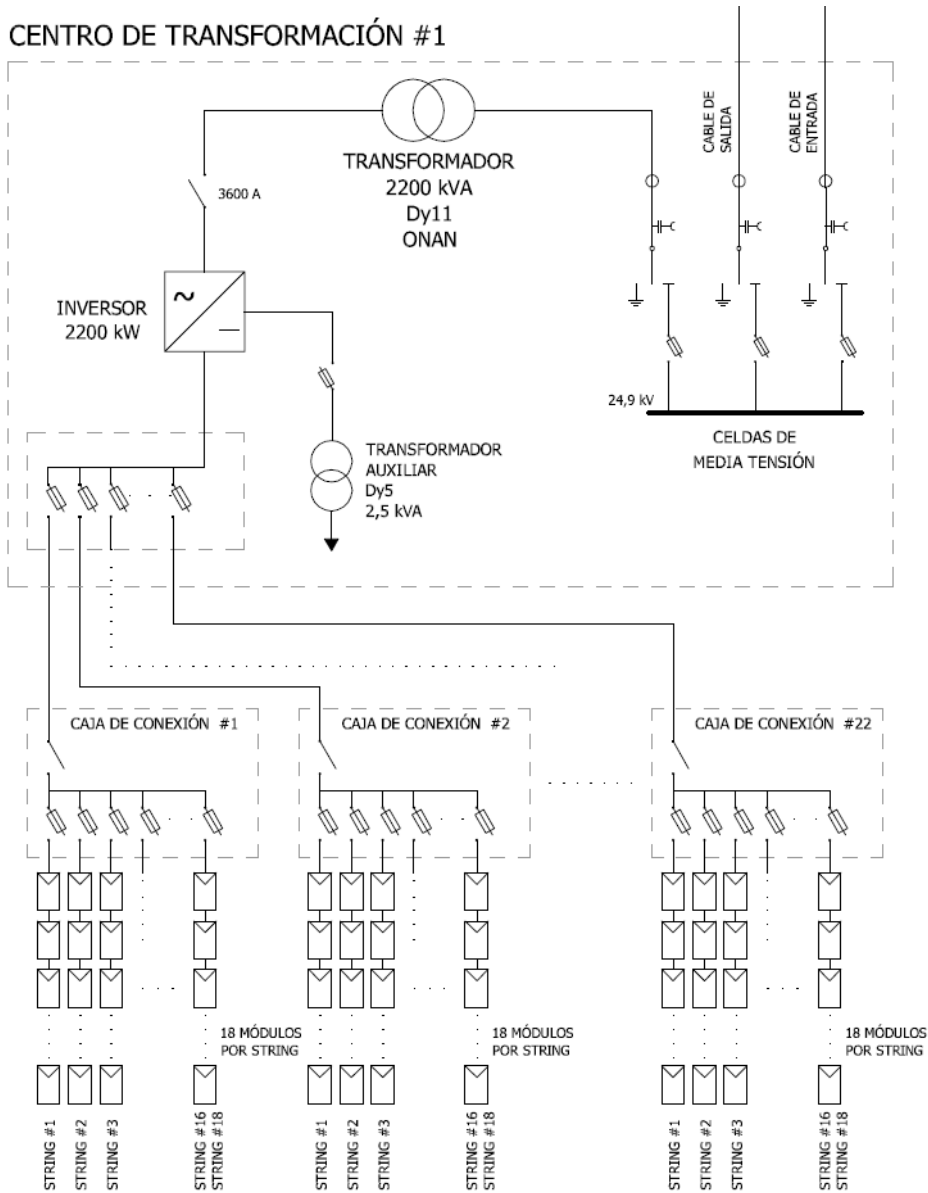


FIGURA 11: EJEMPLO DE DIAGRAMA UNIFILAR DE UN BLOQUE DE POTENCIA

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

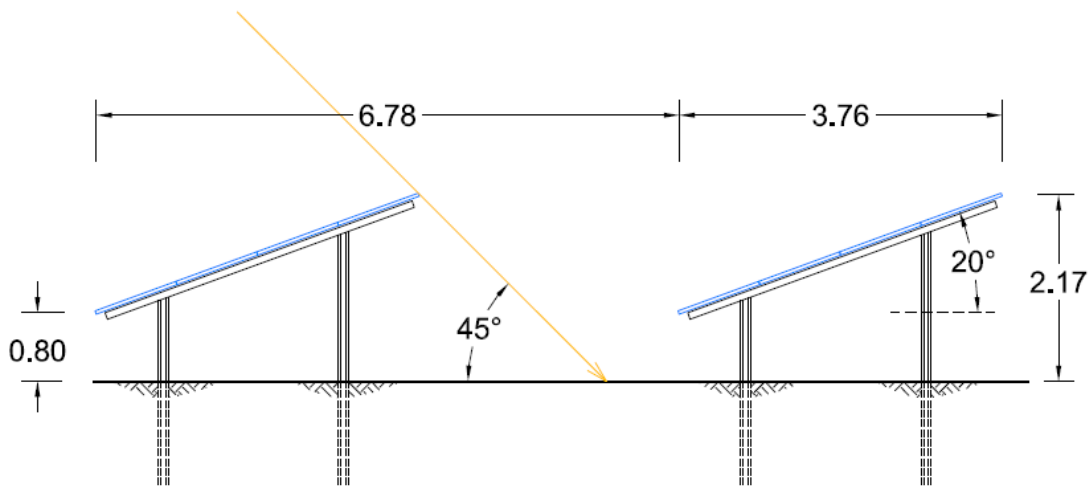


FIGURA 12: EJEMPLO DE VISTA DE PERFIL DE LA ESTRUCTURA DE SOPORTE

4.4. 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:

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

Nota: La *Línea de Conexión y la Ampliación de la Subestación de Uyuni, no están incluidos en el alcance del Item 1; estos trabajos serán ejecutados por ENDE Guaracachi.

Se contempla la construcción de la subestación de la Planta Solar en el Noroeste de la Planta, con los circuitos de media tensión procedentes de la Planta que recogen la energía solar generada, sin embargo, se podrán analizar otras opciones que deben ser justificadas en la ingeniería de detalle.



FIGURA 13: EJEMPLO DE LA CONEXIÓN CON LÍNEA DE AT (A SER CONSTRUIDA POR ENDE GUARACACHI)

**5. PARTE IV:
REQUERIMIENTOS BÁSICOS Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PLANTA SOLAR UYUNI – POTOSÍ**

5.1. 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.

5.2. Desviaciones

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

5.3. Especificaciones Básicas

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

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.

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.

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.

5.4. Requisitos Generales al Diseño

5.4.1. 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

5.4.2. 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 tecnología de última generación, que es están implementado en sitios similares, principalmente condiciones ambientales y de altura. 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.

5.4.3. Condiciones de Seguridad

Todas las Obras realizadas deberán cumplir con la normativa de seguridad vigente. De ésta, se ha 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.
- Los equipos mantenerse en buen estado de conservación, para lo cual deberán ser revisados periódicamente, dejando constancia de los resultados de estas revisiones.

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

Distancias eléctricas

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.

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.

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

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.

Sistema de Letreros para Identificación

Cada uno de los equipos siguientes deberá llevar en su parte superior un letrero o etiqueta que lo identifique, escrito en español, 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

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.

5.4.4. Cableado

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 bimetalicas 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.

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.

Cables Control y Alimentación (Baja Tensión)

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.

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 monoconductores. 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.

5.4.5. 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.

5.4.6. Fibra Óptica

La fibra óptica se utiliza en las siguientes aplicaciones de control y monitoreo en cada Item:

- 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.

Los cables de fibra óptica 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.

5.4.7. Tableros y Cajas

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.

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.

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

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.

5.4.8. 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 de 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.

5.4.9. 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.), debe ser estudiado y elaborado en la etapa de desarrollo de la Ingeniería de Detalle.

Se tienen que incluir 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.

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.

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.

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.

5.4.10. 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.

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 alambrar 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.

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.

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.

5.4.11. Iluminación

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.

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.

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.

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 con-	10



	trol y de maniobra (superficie vertical)	
--	--	--

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.

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.



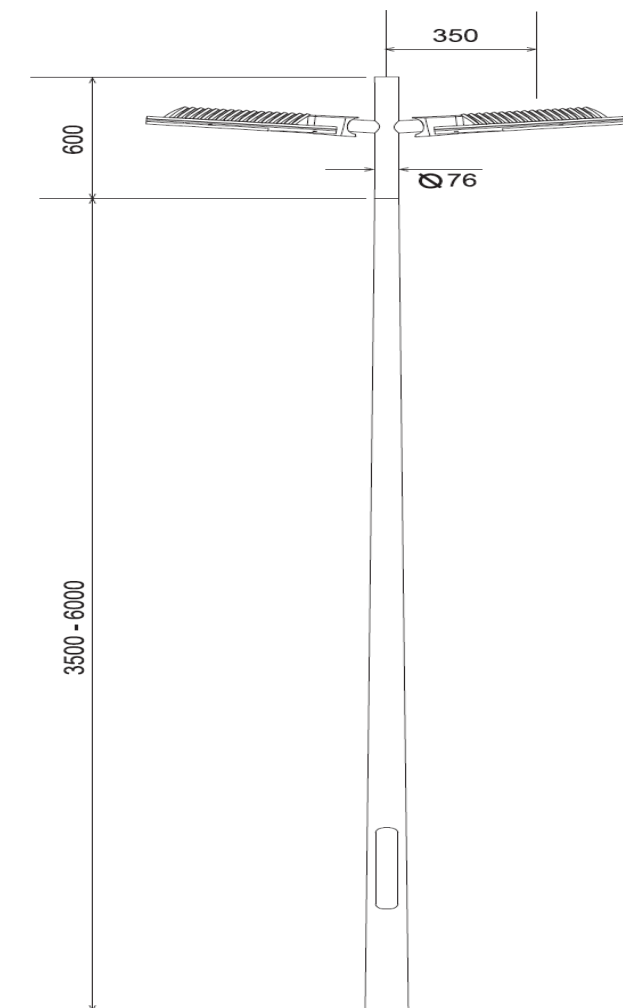


FIGURA 14: EJEMPLO DE ILUMINACIÓN DE LA PLANTA FV

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 Potencia: 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.

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.

5.4.12. Sistemas de Seguridad

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).

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.

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.

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.

5.5. Estudios de Diseño

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 in situ para la definición del tipo de estructura soporte de módulos.

Conexión a la Red

El diseño final para la construcción a elaborar por el Contratista de la subestación de potencia, incluirá de manera básica:

- 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

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 solicitudes 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 solicitudes 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)

5.6. 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 ENDE Guaracachi. 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

5.7. Planta FV – Principales Componentes

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

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 bimetálica) 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 trasversal	Mínimo 4
A.8	Módulos en el eje longitudinal	máximo 18
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

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 modulo	>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

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, aparata 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 y la experiencia de equipos en funcionamiento en condiciones similares 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, considerando principalmente la altura de 3757 msnm	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

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	N° 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 kV
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	N° 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

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 kA

B.9	Corriente nominal de cierre en cortocircuito	50 kA
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 IEC 62271-100	Requerido
C.4	Apararata 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

Casetas de Equipo Eléctrico

Los inversores, transformadores de potencia, celdas de media tensión, contadores y demás apararata asociada serán alojados en casetas adecuadas, que deben ser acordadas en la etapa de desarrollo de la ingeniería de detalle.

- 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 aparamenta 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 prefabricado 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 CASSETAS DE EQUIPO ELÉCTRICO

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.

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

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 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 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,	Describir

	etc.)	
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

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 < Co-	Requerido

	rriente nominal por entrada	
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

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

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 7 Adecuado para tendido subterráneo

Sistemas de Protección

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 SOBRES TENSIONES PLANTA FV

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

Sistema de Control y Monitorización

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 remote	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 del inversor durante la irradiación > 50 Wp / m ² según el piranómetro de referencia	Requerido
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

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

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

5.8. Subestación de Potencia

Concepto General

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

- La Subestación de La Planta Solar Fotovoltaica, se diseñará usando equipos de maniobra de alta tensión (AT) convencionales dispuestos según esquema barra simple, conectados de forma aérea a través de conductores ACAR.
- 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, telemedidas 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. Para los equipos importantes, se debe considerar el servicio técnico postventa local o en la región.

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. Este equipo debe contar con el correspondiente apoyo de servicio técnico del fabricante desde un país de Sudamérica.

- 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 manobra 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 Contratante
A.2	Selección Tipo	A determinar por el Contratante
A.3	País de Origen	A determinar por el Contratante
A.5	Tipo de Transformador	Convencional
A.6	N° 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/ONAF
B.3	Capacidad nominal ONAN	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 ONAN	56 MVA
B.27	Potencia ONAF	75 MVA
B.28	Conexionado	Estrella
B.29	Grupo vectorial	Yn
B.30	Derivaciones con carga	-10%x1.25; +10% x1.25
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 neutron	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 neutron	1050 kV
B.48	TT/CC fase	3-200/1/1
B.49	TT/CC neutron	1-100/1
	Especificaciones técnicas del Secundario	
B.50	Potencia ONAN	56 MVA
B.51	Potencia ONAF	75 MVA
B.52	Conexionado	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 neutron	125 kVp
B.58	Tensión onda recortada	187 kVp
B.59	Tensión aplicada	70 kV
B.60	Tensión inducida	66 kV-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 neutron	NA
C	Normas & Pruebas	
C.1	Diseño de acuerdo con la norma IEC 60076	Exigido
C.2	Capacidad de soportar cortocircuito de > 3 segundos según IEC 60076-5	Exigido
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

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 solicitaciones 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	1150	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	kApeak/kAeff

* 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.

Interruptores de Potencia

El interruptor de potencia es el elemento central de la Subestación Elevadora de la Planta Fotovoltaica. El mismo deberá 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 (kV)	Corriente Nominal (A)	Corriente de Ruptura (kA)
1	1	Interruptor trifásico de SF6, de operación Tripolar y Monopolar, tanque vivo, montaje	245	3150	40

		vertical, con estructura y cajas de maniobra incluida			
--	--	---	--	--	--

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	
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	1.150 kV
B.12	BIL entre contactos abiertos	1.150 kV
B.13	Corriente nominal, permanente (mínimo)	3.150 kA
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

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
1	1	Desconector de puesta a tierra trifásico, sin estructura de montaje	245 kV, 2000 A., 40 kA	Mecanismo de operación motorizado tripolar

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.

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 aislamiento	de Corriente nominal	Corriente de cortocircuito	Núcleos
1	3	inductivo	245 kV	200 -400 / 1-1-1-1-1A	20 kA	1 medida / 4 protección
Transformadores de Potencial						
Ítem	Cant.	Tipo	Clase de aislamiento	de Tensión nominal	Secundarios de medida	Secundarios de protección
1	3	inductivo	245 kV	230/√3 A	1	1

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.

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
1	3	Pararrayos de óxidos metálicos vertical, para instalación al exterior, cada uno con contador de descarga, miliamperímetro y base de montaje.	245 kV	192 kV	153 kV	8 kJ/kV

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 terminals	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.	

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-	Requerido

	106	
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

TABLA 23: CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LAS CELDAS MT EN LA SUBESTACIÓN DE CONEXIÓN

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.

Alambrados Control y Fuerza

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.

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.

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.

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 Nº14 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.

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.

5.9. 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.

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.

Componentes de Sistema de Control

- 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.

- 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.

- Sistema de Monitoreo de la S/E

Se deberá suministrar un sistema de 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.

Funciones del Sistema de Control

- 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.

- **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 desconectadores.
- 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

- **Supervisión**

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

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

Para cumplir con lo anterior, el sistema deberá:

- Adquirir los datos desde el campo y almacenarlos en la base de datos del nuevo sistema, estampando el tiempo de ocurrencia de cada evento.
- Ser capaz de adquirir y procesar aquellas alarmas fugaces o transitorias.
- Validar los datos y marcar aquellos que no estén correctos y aquellos que se encuentren en estado de alarma.
- Marcar todos aquellos puntos que tienen algún tipo de entrada manual.
- Convertir las medidas analógicas en valores digitales.

- Comparar los valores medidos con los límites de operación y marcar aquellos puntos que sobrepasen algún límite.
- La base de datos mencionada deberá tener una estructura que permita su ampliación futura sin que se produzcan desórdenes entre sus funciones.

- **Enclavamientos**

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

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

- **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 conversores 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.

- **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.

- **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 pudieran hacer 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.

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:

- **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.

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.

- **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.

- **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.

5.10. 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 |

Protección Bahía de Líneas 230 kV**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).

- **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 funciona el canal de comunicaciones de la protección diferencial

- **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.

- **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.

- **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.

- **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).

Malla de Puesta a Tierra de la S/E

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.

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 $\pm 0,20$ 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.

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.

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.

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 guardia 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 guardia 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.

5.11. 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 conductors	¾	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 conductors		2/2	n/n
Nivel de cortocircuito máximo			kA
Sistema de puesta a tierra		aislado	

TABLA 26: CARACTERÍSTICAS SERVICIOS AUXILIARES

Tensiones Normales

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

TENSIÓN	VALOR
Tensión principal	230 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 %

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.

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 derrateo 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

Diseño de instalaciones de SS/AA C.A.

Se deberán definir 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.

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.

5.12. Línea de Conexión de Alta Tensión

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.

Nota: La línea de evacuación no es parte del alcance de este ítem. La construcción de ésta línea estará a cargo de ENDE Guaracachi.

5.13. Obras Civiles y Eléctromecánicas

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 en 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 funcional, 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.

5.13.1. Requisitos Generales de Diseño

Movimientos de Tierra

- 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 apropiado 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.

Hormigón

- 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.

- 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.

- Suministro de Hormigón

El Contratista se encargará de que el cemento importado para ser usados en las 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.

- 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.

- 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.

- **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.

- **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.

- **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.

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.

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.

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 ENDE 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.

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.

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.

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.

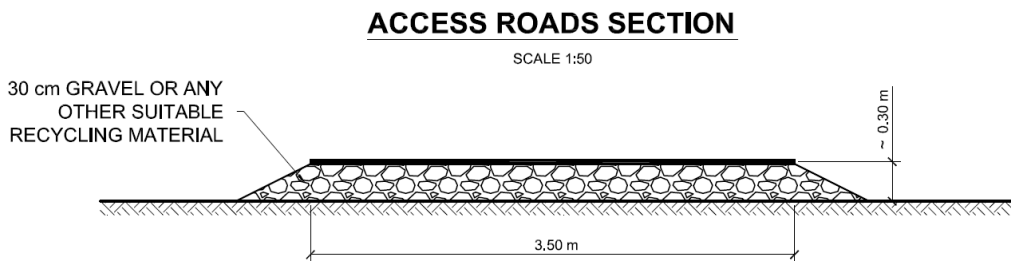


FIGURA 15: SECCIÓN DE LAS CARRETERAS DE ACCESO

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.

Instalación de la Estructura de Soporte

- 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.

- 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).

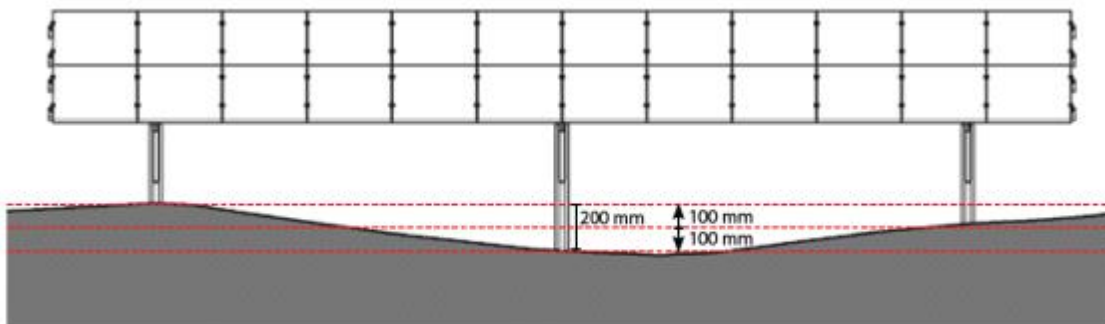


FIGURA 16: PERFIL DE HINCADO

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.

- **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 como 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.

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.

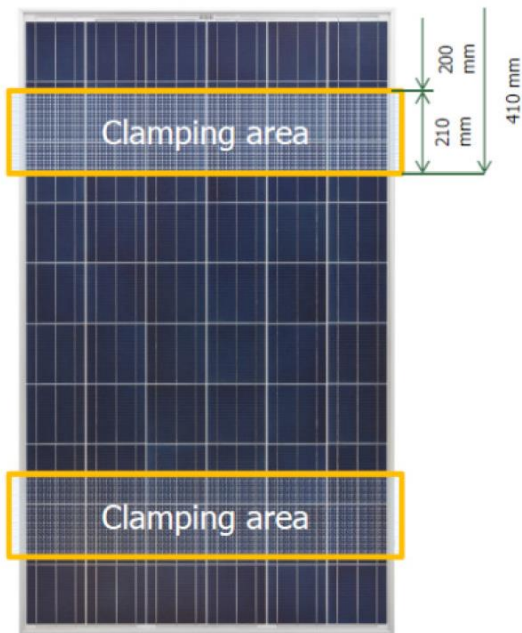


FIGURA 17: INSTALACIÓN DE UN MÓDULO

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 aparata 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, que será validado en la Ingeniería de Detalle.

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.

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.

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.

Edificios

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.

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.

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.

Tejados

Los techos se construirán con caídas y desagües adecuados para el agua superficial de escorrentía considerada en el diseño.

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.

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.

Edificio de Subestación de Potencia

El edificio subestación, 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

Cableado y trabajos de conexionado

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"

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.

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 esta-

ciones 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.

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.

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

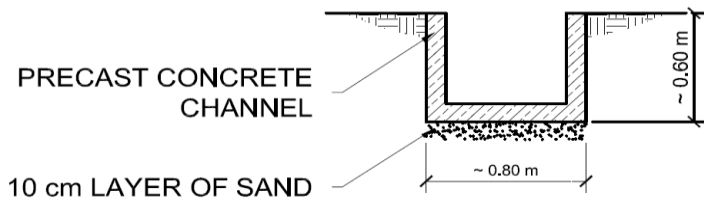


FIGURA 18: SECCIÓN DE DRENAJE

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.

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.

5.14. Cronograma de Ejecución del proyecto

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 Subestación de Potencia.
- 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
- 3) Obras civiles
 - a. Preparación del Terreno y Accesos
 - b. Valla Perimetral
 - c. Cimentaciones y edificios
 - d. Sistema de drenaje, Zanjas, 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 la Subestación de Potencia
 - a. Obras Civiles
 - b. Instalaciones Eléctricas en la subestación
 - 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

5.15. 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 de ENDE Guaracachi 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, ENDE Guaracachi 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 a ENDE Guaracachi.

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

5.16. 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

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.

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.

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

- **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).

- **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.

- **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.

- **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.

- **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 realizarán 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.

- **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.

- **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 acuer-

do 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.

- **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.

- **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.

- **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.

- **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.

- **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.

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.

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 a ENDE Guaracachi 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 calibrada para medir la irradiación solar global horizontal
- Sensores térmicos para medir la temperatura del módulo con una incertidumbre de medida de hasta $\pm 1^\circ \text{C}$
- Termopar blindado ventilado para medir la temperatura ambiente, con una exactitud de medición de $\pm 1^\circ \text{C}$
- 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.

Prueba de Aceptación de la Planta

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, considerando las variaciones de producción por degradación de los módulos fotovoltaicos.

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

5.17. Garantías mínimas solicitadas

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 solicitadas	
	Equipo	Garantía mínima
1	Garantía general del Proyecto y PR mayor o igual a 80%	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 Subestación de Potencia de la Planta FV	10 años

Tabla 28: Tabla de Garantías Mínimas

*Las garantías extendidas de los equipos principales deberán ser emitidas de forma directa, del fabricante a ENDE Guaracachi.

Garantía de producción mínima

El Contratista debe garantizar que:

Dentro de los límites de las garantías ofrecidas por los proveedores y fabricantes de los materiales y equipos principales, el Contratista deberá realizar una estimación de la eficiencia en su propuesta y garantizar a ENDE Guaracachi un Rendimiento igual o superior a 80%, que será verificado durante las pruebas (rendimiento global "Performance Ratio - PR").

Esta garantía de Performance Ratio tendrá validez durante dos (2) años. El cálculo del PR se realizara con carácter anual y ponderado técnicamente por la degradación de los módulos fotovoltaicos.

Esta Garantía de Producción Mínima será exigible al Contratista siempre que el incumplimiento sea imputable al mismo y esté en vigor la garantía de dos (2) años.

5.18. EXPERIENCIA DE LOS PROPONENTES

Generalidad

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

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.

Experiencia General y Específica de los proponentes

La experiencia General de los proponentes, debe ser 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 Norteamérica.

Experiencia Específica en generación eléctrica en base a plantas de generación fotovoltaica, haber construido una planta de potencia igual o superior a los 30 MWp, conectada a una red.

Experiencia General y Específica del Gerente del Proyecto Item 1

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.

La experiencia general del Gerente del Proyecto Item 1, debe ser de 10 años en desarrollo de proyectos de infraestructura eléctrica.

La experiencia específica del Gerente del Proyecto, debe corresponder a la participación en el desarrollo y/o construcción de al menos una planta fotovoltaica con una capacidad igual o mayor a 30 MWp, conectadas a una Red.

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

Experiencia del Especialista o Personal Clave

La experiencia considerada es el conjunto de proyectos de infraestructura eléctrica en las cuales el personal clave ha desarrollado cargos similares y contempla el grado de formación, 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, tomando en cuenta la tabla "Personal Técnico Clave Requerido".

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 claves exigidos en el presente DBC y comprometidos por el proponente.

En caso de adjudicación, la entidad convocante verificará lo señalado en los Formularios respectivos que se constituyen en declaraciones juradas.

5.19. LISTA DE PROFESIONALES PROPUESTOS

Los proponentes, adjuntarán a su propuesta una lista de los profesionales considerados claves y propuestos en la ejecución de este Proyecto, adjuntando un resumen de hoja de vida de cada uno de ellos.

Se deberá contar con un Gerente del Proyecto, con base en Uyuni; Ingenieros y técnicos especialistas en las diferentes áreas técnicas 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, otros a fin).

PERSONAL TÉCNICO CLAVE REQUERIDO					Años de Experiencia General	Experiencia Específica
N°	FORMACIÓN	CARGO DESEMPEÑAR	CARGO SIMILAR (*)			
			N°	CARGO		
1	Ingeniero Eléctrico/ Ingeniero Mecánico/ Ingeniero Electrónico/otra afín	Gerente o Superintendente del Proyecto	1	Gerente de Proyectos Infraestructura Eléctrica	10	Al menos un proyecto solar fotovoltaico de capacidad igual o mayor a 30MWp
			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 afín	Jefe de Obras	1	Jefe de Obras Proyectos Electroenergéticos		Al menos un proyecto solar fotovoltaico de
			2	Supervisor de Obras de generación eléctrica		

			3	Jefe de Ejecución de Proyectos Energías Renovables	3	capacidad igual o mayor a 30MWp
3	Ingeniero de Control/ Electrónico/ otro afín	Responsable Sistema de Control e Integración	1	Ingeniero de Control, Protección y Scada en Proyectos de Generación Eléctrica	3	N/A
			2	Especialista en Control, Protecciones en Sistemas de Generación Híbrida		
			3	Ingeniero de Proyectos de Automatización y Control		
4	Ingeniero Civil/ otro afín	Responsable estudios y diseño de Obras Civiles	1	Ingeniero de Obras Civiles Plantas de Generación Eléctrica	3	N/A
			2	Jefe de Obras Civiles Plantas de generación o subestaciones de potencia		
5	Administrador/ Contador/otro afín	Responsable de la logística del Proyecto	1	Responsable de la Administración y Logística de Proyectos de Generación Eléctrica	3	N/A
			2	Encargado de la Administración y/o Logística de Proyectos de Infraestructura eléctrica		
6	Ingeniero Eléctrico/Electromecánico/otro afín	Responsable de la Interconexión e Integración de la Planta al SIN parte de Potencia	1	Experiencia en Transmisión de Potencia	3	Al menos 1 proyecto de Subestación de potencia de 230kV
			2	Analista estabilidad sistemas eléctricos de potencia, con generación renovable		
			3	Protecciones, Sistemas Scada		
7	Ingeniero Medio Ambiental/otro afín	Responsable de SSMA del Proyecto	1	Gestión de proyectos energéticos	3	N/A
			2	Desarrollo de proyectos de generación con Energías		



			renovables		
--	--	--	-------------------	--	--

Tabla 29: Profesionales ITEM 1

5.20. 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 Item 1: 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.



5.21. ANEXOS: ITEM 1 (VER DOCUMENTOS ADJUNTOS EN PAGINA WEB)

- Estudio De Suelos
- Estudio Topográfico
- Estudios Eléctricos
- Planos

5.22. 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 de 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
Formulario A-9	Información financiera del Proponente (En caso de Asociaciones Accidentales de cada uno de los Asociados)

Documentos de la Propuesta Económica

Formulario B-1	Propuesta económica del Proyecto
Formulario B-2	Cronograma de Desembolsos

Documentos 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										
<p>GUARACA-CHI/IP/03/2016</p>	:									
SEÑALAR EL OBJETO DE LA CONTRATACIÓN:										

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 Pater- no *Apellido Materno* *Nombre(s)*

	<i>Número</i>				
Cédula de Identidad del Representante Legal :					
	<i>Número de Testimonio</i>	<i>Lugar de emisión</i>	<i>Fecha de Expedición</i>		
			<i>(Día</i>	<i>Mes</i>	<i>Año)</i>
Poder del Representante Legal :					

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: <input style="width: 90%; height: 25px;" type="text"/>
Correo Electrónico:	<input style="width: 90%; height: 25px;" type="text"/>

**FORMULARIO A-2b
IDENTIFICACIÓN DEL PROPONENTE
(Para Asociaciones Accidentales)**

1. DATOS GENERALES DE LA ASOCIACIÓN ACCIDENTAL					
Denominación de la Asociación Accidental	: <input style="width: 100%;" type="text"/>				
Asociados	#	Nombre del Asociado	% de Participación		
	1	<input style="width: 90%;" type="text"/>	<input style="width: 100%;" type="text"/>		
	2	<input style="width: 90%;" type="text"/>	<input style="width: 100%;" type="text"/>		
			<i>Fecha de Expedición</i>		
	<i>Número de Testimonio</i>	<i>Lugar</i>	<i>(Día</i>	<i>mes</i>	<i>Año)</i>
Testimonio de contrato	:	<input style="width: 100%;" type="text"/>	<input style="width: 100%;" type="text"/>	<input style="width: 100%;" type="text"/>	<input style="width: 100%;" type="text"/>
Nombre de la Empresa Líder	: <input style="width: 100%;" type="text"/>				
2. DATOS DE CONTACTO DE LA EMPRESA LÍDER					
País	:	<input style="width: 100%;" type="text"/>	Ciudad :	<input style="width: 100%;" type="text"/>	
Dirección Principal	: <input style="width: 100%;" type="text"/>				
Teléfonos	:	<input style="width: 100%;" type="text"/>	Fax :	<input style="width: 100%;" type="text"/>	

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 :

<i>Paterno</i>	<i>Materno</i>	<i>Nombre(s)</i>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

Cédula de Identidad del Representante Legal :

Número

Poder del representante legal :

<i>Número de Testimonio</i>	<i>de Lugar</i>	<i>Fecha de Expedición</i>		
		<i>(Día</i>	<i>mes</i>	<i>Año)</i>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

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: *NIT*
(Valido y Activo)

Matricula de Comercio: *(Actualizado)*

Número de Matricula

de

Fecha de expedición

(Día

Mes

Año)

2. DATOS COMPLEMENTARIOS DEL PROPONENTE

Nombre del Representante Legal :

Apellido Pater-
no

Apellido
Materno

Nombre(s)

Número

Cédula de Identidad del Representante Legal :

Número de Testimonio

Lugar de emisión

Fecha de Expedición

(Día

Mes

Año)

Poder del Representante Legal :

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 \$us. (*)	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 dólares americanos (****)									
*	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 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 \$us. (*)	Período de ejecución (Fecha de inicio y finalización)	Monto en \$us (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 dólares americanos (****)									
*	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 profesio-								

	nal, si así correspondiese.
****	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 GERENTE DEL PROYECTO

DATOS GENERALES			
	<i>Paterno</i>	<i>Materno</i>	<i>Nombre(s)</i>
Nombre Completo	:	<input type="text"/>	<input type="text"/>
	<i>Número</i>	<i>Lugar de Expedición</i>	
Cédula de Identidad	:	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Edad	:	<input type="text"/>	
Nacionalidad	:	<input type="text"/>	
Profesión	:	<input type="text"/>	
Número de Registro Profesional	:	<input type="text"/>	

EXPERIENCIA GENERAL						
N°	EMPRESA / ENTIDAD	OBJETO DEL PROYECTO	MONTO DEL PROYECTO (\$us.)	CARGO	FECHA (Mes / Año)	
					DESDE	HASTA
1						
2						
3						
4						
...						
N						

EXPERIENCIA ESPECÍFICA						
N°	EMPRESA / ENTIDAD	OBJETO DEL PROYECTO (Criterio de Obra Similar)	MONTO DEL PROYECTO (\$us.)	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;">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, mínimamente para el personal clave solicitado en el presente DBC)

DATOS GENERALES			
	<i>Paterno</i>	<i>Materno</i>	<i>Nombre(s)</i>
Nombre Completo	:	<input type="text"/>	<input type="text"/>
	<i>Número</i>	<i>Lugar de Expedición</i>	
Cédula de Identidad	:	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Edad	:	<input type="text"/>	
Nacionalidad	:	<input type="text"/>	
Profesión	:	<input type="text"/>	
Número de Registro Profesional	:	<input type="text"/>	
FORMACIÓN ACADÉMICA			
UNIVERSIDAD / INSTITUCIÓN		GRADO ACADÉMICO	

EXPERIENCIA						
N°	EMPRESA / ENTIDAD	OBJETO DEL PROYECTO (Obra Similar)	MONTO DEL PROYECTO (\$us.)	CARGO	FECHA (Mes/Año)	
					DESDE	HASTA
1						
2						
3						
4						
...						
N						

DECLARACIÓN JURADA

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.

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.

Lugar y fecha: [Indicar el lugar y la fecha]

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.

(Firma del Profesional Propuesto)

(Nombre completo del Profesional Propuesto)

FORMULARIO A-7

CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN DEL PROYECTO ITEM 1

El proponente deberá presentar un cronograma de barras Gantt o similar.

N°	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 $= n_1 + n_2$ $+ \dots n_k$	
<p>El cronograma debe ser elaborado utilizando MS Project o similar y debe señalar de manera clara la Ruta Crítica de la ejecución del Proyecto.</p> <p>(*) 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.</p> <p>(**) La entidad convocante podrá establecer la escala temporal o en su defecto el proponente adoptará la más conveniente.</p>			

FORMULARIO A-8

RESUMEN DE GARANTIAS ITEM 1

(Global del Proyecto y por Equipos Importantes)

	Descripción	Garantía mínima solicitada	Ofertada
1	Garantía general del Proyecto y PR mayor o igual a 80%	2 años	
2	Garantía de módulos fotovoltaicos en zonas activas incluyendo materiales y mano de obra y PID	10 años	
3	Módulos Fovovoltaicos, garantía de potencia	Degradación lineal terminando a 80% de la capacidad nominal después de 25 años	
4	Planta Fovovoltaica - Componentes CC	5 años	
5	Planta Fovovoltaica - 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 Subestación de Potencia de la Planta FV	10 años	

Nota: Describir de forma detallada el alcance de las Garantías Ofertadas y considerar que las Garantías extendidas de los equipos principales, deben ser emitidas de forma directa, del fabricante a ENDE Guaracachi S.A.

FORMULARIO A-9

Información Financiera del Proponentes o Proponentes

Los proponentes y sus partes asociadas deberán proporcionar copias de los balances generales y/o los estados financieros correspondiente a los últimos tres años.

Los estados financieros deberán:

- a) Reflejar la situación financiera del Proponente o socios.
- b) Estar auditadas por un contador certificado.
- c) Estar completos, incluyendo todas las notas a los extractos financieros.
- d) Corresponder a periodos contables ya cerrados y auditados.

(Firma del proponente)

(Nombre completo del proponente)

FORMULARIO B-1

Propuesta Económica

ÍTEM 1: PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA UYUNI

(Precios en dólares de Estados Unidos de Norte América)

	Descripción	TOTAL \$us.
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 a 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 Potencia, Protección y Control	
7	Subestación Planta FV: Transformador, Equipos AT, Celdas MT, Protección, Medición y Control	
	TOTAL	
E	Obras Civiles, Obras Mecánicas y Eléctricas	
8	Instalación de faenas, Preparación del Terreno, Bases, cimientos, Zanjas de Cables, Drenaje, Vías de Acceso, etc.	
9	Obras Civiles y de Montaje	
10	Obras Eléctricas	

11	Construcción de la Subestación de la Planta FV	
	TOTAL	
F	Otros	
12	Ingeniería de Detalle	
13	Mantenimiento del Sitio de Construcción	
14	Transporte y Logística	
15	Suministro de Repuestos para 2 (dos) años	
16	Pruebas y puesta en servicio	
	TOTAL	
	TOTAL BIENES A+B+C+D [\$us.]	
	TOTAL OBRAS y OTROS E+F [\$us.]	
	TOTAL A+B+C+D+E+F [\$us.]	
	TOTAL Especifico [Bs/kWp]	
	TOTAL Especifico [USD/kWp]	

FORMULARIO B-2

CRONOGRAMA ESTIMADO DE DESEMBOLSOS ITEM 1

ÍTEM 1: PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA UYUNI

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	Ingeniería de Detalle	Entrega de Ingeniería de Detalle aprobada por la Supervisión.	5%		
No. 3	Suministro y Equipos BOS	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.	10%		
No. 4	Suministro: Módulos Fotovoltaicos		30%		
No. 5	Suministro: Estaciones de Transformación de la Planta FV		15%		
No. 6	Suministro: Equipos de Subestación Planta FV		10%		
	Obras Mecánicas y Eléctricas				
No. 7	Conclusión de la Obras Electromecánicas y subestacio-	Emisión del certificado de conclusión de montaje electromecánico	50%		

	nes				
No. 8	Puesta en Servicio	Cumplimiento de las pruebas y puesta en servicio, es decir en operación comercial, emisión del certificado de recepción provisional	50%		

FORMULARIO C-1
PROPUESTA TÉCNICA

Deberá contener mínimamente:

- a) Presentación de un análisis de producción de la Planta Solar Fotovoltaica Uyuni y rendimiento PR garantizado.
- b) Las propuestas deben considerar el desarrollo de la Ingeniería de Detalle del Proyecto, tomando en cuenta las siguientes partes importantes:
 - *Estudios de estabilidad en el área del SIN; tomando en cuenta las Normas Operativas 11 (Condiciones Técnicas para la Incorporación de nuevas Instalaciones al SIN) y 30 (Requisitos técnicos mínimos para proyectos de generación y transmisión) del CNDC.*
 - *Topografía y Estudio de suelos, para determinar el tipo de estructura.*
 - *Construcción de la Planta Fotovoltaica,*
 - *Construcción Subestación de Potencia en la Planta Fotovoltaica,*
 - *Estudios de protecciones y ajustes; previos a la puesta en marcha.*
- c) 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.
- d) Describir el método y tareas para la instalación de la Planta Solar, Subestación en la Planta Solar; como así también del sistema de protección y control integrado al SIN.
- e) Organigrama considerando al personal para la ejecución del proyecto, el cual no solamente incluirá al personal clave.
- f) 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.
- g) Cronograma de ejecución del Proyecto, detallando las tareas a ejecutar; cronograma de tareas importantes y la asignación de recursos humanos, equipos y herramientas.
- h) Descripción y listado de equipos y herramientas.
- i) Otros que considere importantes el Proponente.

FORMULARIO C-2

DECLARACIÓN JURADA DE CONDICIONES ADICIONALES

Para ser llenado por la Entidad convocante <i>(llenar de manera previa a la publicación del DBC)</i>			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 5.14	5	
2	Experiencia específica en Plantas de Generación Fotovoltaica construidas iguales o mayores a 60 MWp	10	
3	Opción de entregas parciales provisionales del Proyecto	10	
4	Mejor plazo de entrega del Proyecto	10	
TOTAL PUNTAJE		35 PUNTOS (**)	

NOTA DE EVALUACION:

1. Se asignará 5 puntos a la propuesta que ofrezca 3 años de garantía general del Proyecto y 0 puntos a la que ofrezca 2 años. Se ponderará de manera proporcional las garantías entre 2 y 3 años.
2. Se asignará 10 puntos a la propuesta que presente experiencia de haber construido una Planta mayor o igual a 60 MWp y 0 puntos a la que haya construido una Planta igual a 30 MW. Se ponderará de manera proporcional las experiencias de construcción de Plantas entre 30 y 60 MW.
3. Se asignará 10 puntos a la propuesta que garantice entregas parciales de la Planta en condiciones de inyección de energía al SIN, en un plazo menor a 300 días. De manera proporcional se ponderará la entrega parcial hasta un plazo no mayor a 365 días.
4. Se asignará 10 puntos a la propuesta con el mejor plazo de entrega total del proyecto y se ponderará de manera proporcional los plazos mayores.

FORMULARIO C-3

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE SUMINISTRO BIENES

MODELO DE FORMULARIO PARA LOS EQUIPOS PRINCIPALES

(Elaborar y llenar Formularios para todos los equipos importantes: Módulos fotovoltaicos, Inversores, Estructuras de soporte de módulos, Transformadores de MT, Transformador de Potencia, Interruptores de AT, Seccionadores AT, Pararrayos AT, CTs, PTs, celdas de MT, Cajas de nivel 1, Cables de MT, estación meteorológica, etc.)

"Características de los equipos principales"					
Código	Descripción				
1	Generador fotovoltaico				
1	1,1 Módulos fotovoltaicos				
1	1,1,1 Suministro de módulos				
1,1,1	1	Módulo fotovoltaico			
		Fabricante			
		Marca			
		Modelo			
		Procedencia			
		Parámetro en condiciones estándar STC*			
	Pmax	Potencia Unitaria		W	
	ΔP_{max}	Tolerancia		W	
	η_m	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		$\gamma\% / ^\circ C$	
		Coeficiente de temperatura a Voc		$\beta Voc\% / ^\circ C$	
		Coeficiente de temperatura a Isc		$\alpha Isc\% / ^\circ C$	
		Coeficiente de temperatura de Vmpp		$\beta Vmpp\% / ^\circ C$	
	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			Si	No

		Marcado CE, según la Directiva 2006/95/CE	Material eléctrico		
		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 foto-voltaico			
1	1,2	1,2,1 Inversores		
1	1,2	1 Inversores		
		Fabricante		
		Marca		
		Modelo		
		Procedencia		
		Parámetros característicos		
		Entrada DC		
		Rango de tensiones (MPPT) (cosφ=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		hz

			frecuencia			
			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)		mm/mm/	

			modelo Outdoor 2200 x		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 foto-voltaico			
1		1,5 Estructuras de soporte para los módulos			
1,	5	1,5,1 Suministro de estructuras			
1,	5	1	Estructuras de soporte para los módulos		
Fabricante					
		Marca			
		Serie			
		Procedencia			
Parámetros característicos:					
		Diseño			
		Altura mínima de los paneles			
		Profundidad de hincado			
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		Mm
		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	1	2,1,1 Entronque		
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 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		

Nota: De acuerdo a la propuesta ofertada por el proponente este formulario debe ser ampliado para cada equipo y material propuestos.

6. PARTE V:

ITEM 2: PLANTA SOLAR YUNCHARÁ – TARIJA

REQUERIMIENTOS BÁSICOS Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

6.1. CONCEPTO GENERAL

Las descripciones técnicas del Item 2 presentadas a continuación tienen el propósito de pautar al Proponente de los requerimientos técnicos mínimos que se deben cumplir para la ejecución del mismo: 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 elaboración de 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, Construcción y la Buena Práctica de la Ingeniería.

6.2. REQUERIMIENTOS BÁSICOS Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Las especificaciones técnicas presentadas a continuación tienen el propósito de hacer conocer al Proponente de los requerimientos técnicos mínimos que deben cumplir para la ejecución del Proyecto llamado “Planta Solar Yunchará”: 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 descripción de la ingeniería **planteada en este documento es referencial, y sirve como base para la elaboración de su propia Ingeniería, tanto en la etapa de propuesta como en la ejecución del Contrato.** Es responsabilidad de los proponentes ofrecer las mejores soluciones técnicas y económicas para la ejecución del Contrato.

Los proponentes presentarán 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.

Es importante resaltar que la provisión de los materiales necesarios para la construcción de la Planta Solar es de total responsabilidad del Contratista.

6.2.1. Normativa aplicable

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 Laboratories
IES	Illuminating Engineers Society
ISA	Instrument Society of America
AISC	American Institute for Steel Construction

ACI	American Concrete Institute
EN	Estándares Europeos
CBH	Norma Boliviana de Hormigón Armado
Normas Operativas CNDC - Bolivia	Normas de interconexión al SIN Bolivia
Administradora Boliviana de Carreteras	Manual y Norma para el Diseño Geométrico de carreteras

Tabla 30: Normas aplicables al Proyecto.

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

6.3. Descripción del emplazamiento

6.3.1. Localización del Proyecto

El emplazamiento para la futura Planta Solar Yunchará-Tarija, está ubicada en la provincia de J. M. Aviléz, situado al Este del municipio de Yunchará, específicamente en la comunidad Copacabana e identificado en la siguiente ilustración:



FIGURA 19: LOCALIZACIÓN GENERAL DEL PROYECTO

Como puede verse en la figura siguiente, la zona estimada para el Proyecto limita con la Reserva Biológica de la Cordillera de Sama

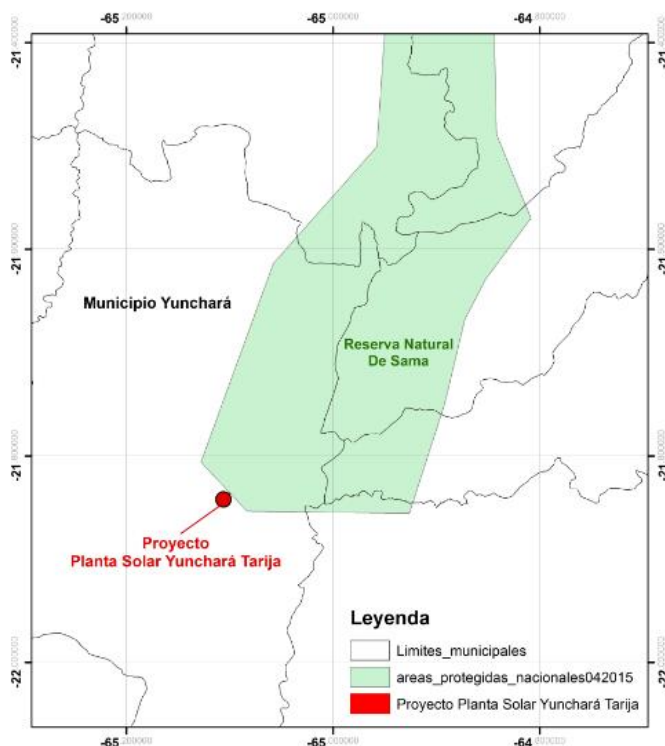


FIGURA 20: EMPLAZAMIENTO DEL PROYECTO. RESERVA DE SAMA

El sitio de emplazamiento previsto se muestra en la siguiente ilustración:

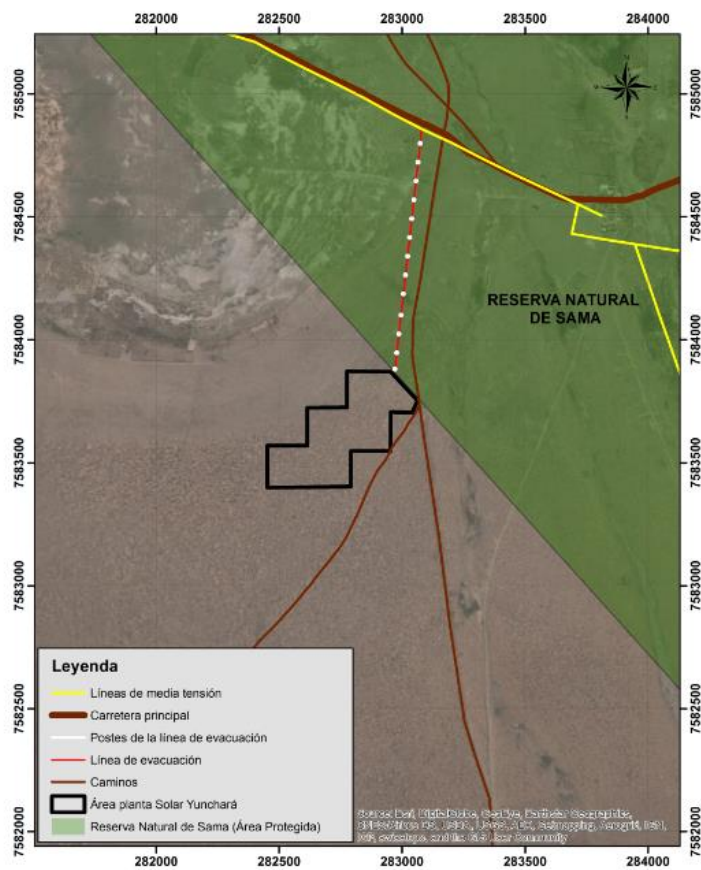


FIGURA 21: EMPLAZAMIENTO DEL PROYECTO

Provincia	J. M. Aviléz
Departamento	Tarija
Municipio	Yunchará
Comunidad	Copacabana
Sup. Total aproximada	15 Has

Las coordenadas representativas del proyecto son las siguientes:

- Latitud: 21°50'17.90"S
- Longitud: 65°6'8.70"O
- Altitud: 3 684 m.s.n.m.

A continuación se describen las coordenadas aproximadas de los puntos que delimitan la Planta Solar Yunchará:

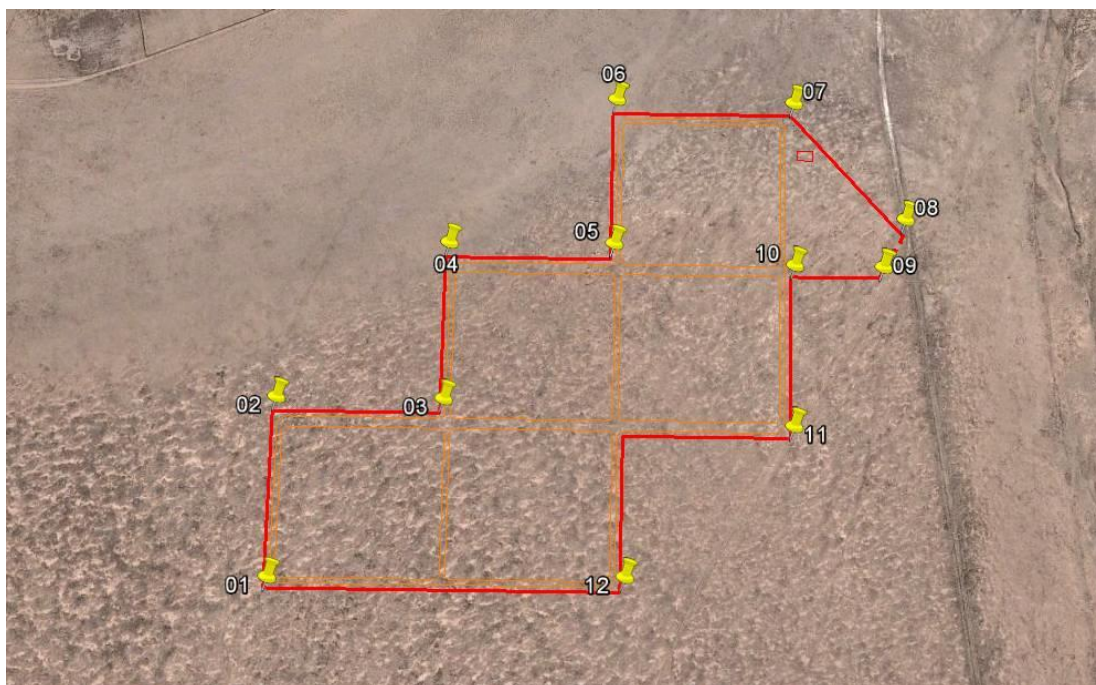


FIGURA 22: EMPLAZAMIENTO DEL PROYECTO

ZONA PROYECTO	
UTM WGS84 20 K	
X (UTM)	Y (UTM)
282452	7583399
282452	7583570

ZONA PROYECTO	
UTM WGS84 20 K	
X (UTM)	Y (UTM)
282614	7583570
282614	7583724
282776	7583725
282776	7583872
282953	7583870
283063	7583753
283041	7583705
282954	7583706
282953	7583548
282792	7583403

Tabla 0-31 Coordenadas aproximadas Planta Solar Yunchará.

6.3.2. Topografía del terreno

A continuación se indica las características topográficas de las zonas consideradas en el estudio:

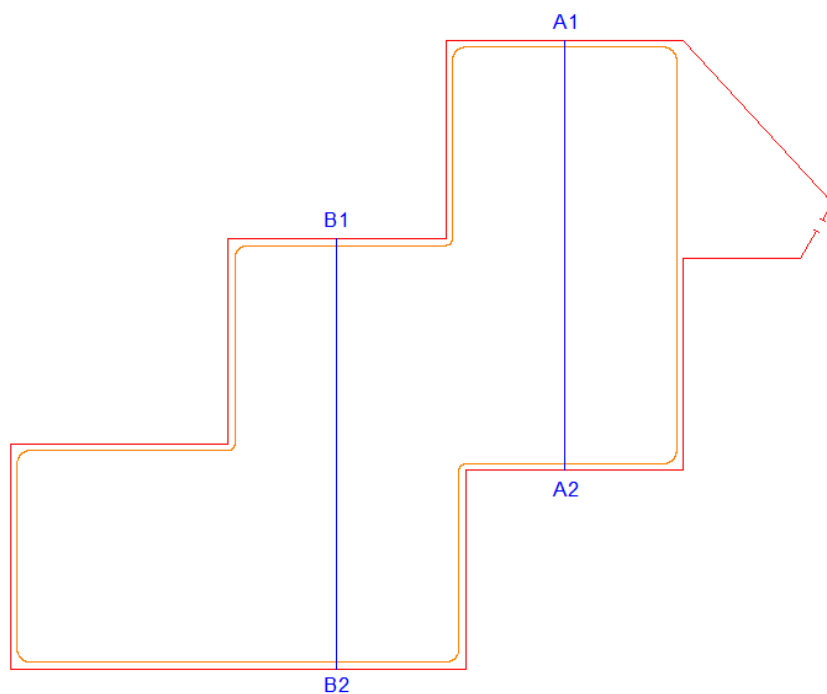


FIGURA 23: INDICACIÓN DESNIVELES N-S EN LA ZONA DE ESTUDIO

PERFIL DE ELEVACIÓN A1-A2

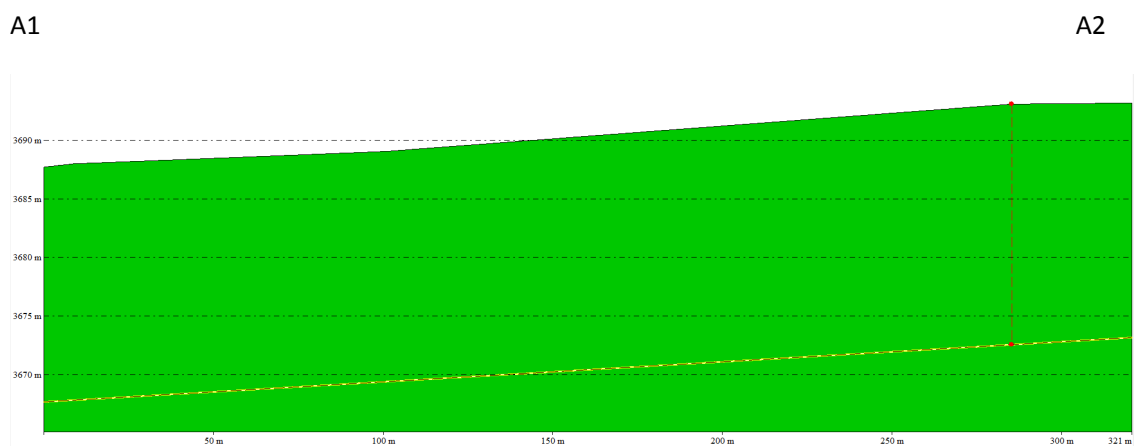


FIGURA 24: PERFIL DE ELEVACIÓN A1-A2

Los parámetros característicos de esta zona son los siguientes:

A1	X=282864.223 , Y=7583870.963
A2	X=282864.223 , Y=7583550.135
Elevación A1	3667.692 m
Elevación A2	3673.152 m
Diferencia elevación A1-A2	5.5 m
Elevación Mín	3687.692 m
Elevación Máx	3693.152 m
Pendiente	0.98°
Pendiente Máx	1.92° [tramo de 0 m]

Tabla 0-32 Parámetros característicos A1-A2. (Fuente: Global Mapper)

PERFIL DE ELEVACIÓN B1-B2

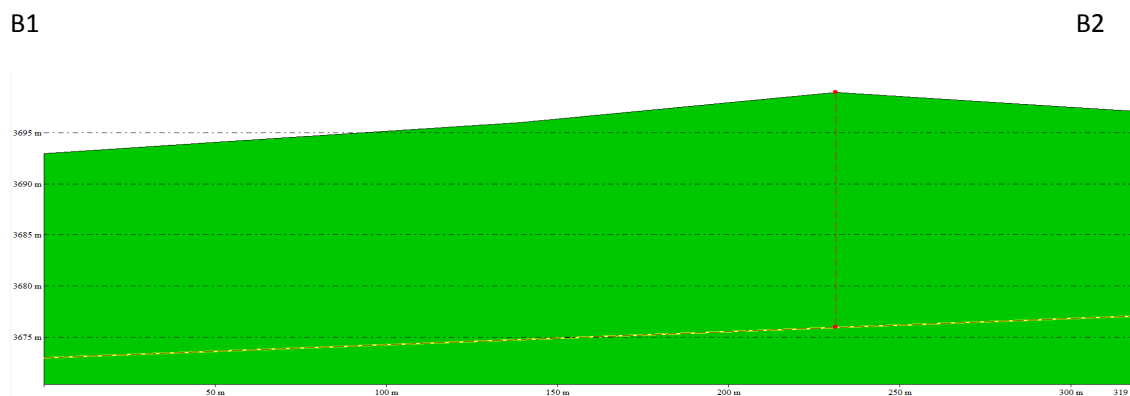


FIGURA 25: PERFIL DE ELEVACIÓN B1-B2

Los parámetros característicos de esta zona son los siguientes:

B1	X= 282694.097 , Y= 7583722.270
B2	X= 282694.767 , Y= 7583402.782

Elevación B1	3672.966 m
Elevación B2	3677.09 m
Diferencia elevación B1-B2	4.1 m
Elevación Mín	3692.966 m
Elevación Máx	3698.951 m
Pendiente	0.74°
Pendiente Máx	1.84° [tramo de 139.44 m]

Tabla 0-33 Parámetros característicos B1-B2. (Fuente: Global Mapper)

6.3.3. Descripción gráfica del emplazamiento

El emplazamiento, como se describe en el apartado anterior, se encuentra limitado al noreste por la Reserva Natural de Sama. En la parte sur se ha respetado un camino existente y al norte hay un desnivel importante que limita la planta solar. Se ha seleccionado aproximadamente 15 Has de terreno para la implantación de la planta fotovoltaica.



FIGURA 26: FOTOGRAFÍA DE LA ZONA DE PROYECTO (I).



FIGURA 27: FOTOGRAFÍA DE LA ZONA DE PROYECTO (II).

La parcela de acuerdo al estudio preliminar de Topografía presenta una buena orografía (pendiente ligeramente ascendente favorable a la disminución de sombras en el eje Norte – Sur y casi horizontal en el eje Este – Oeste), proximidad de red eléctrica para su conexión a red y unos accesos próximos a la zona de proyecto.

Se trata de una zona donde no existen montañas ni edificaciones en el entorno próximo que pudieran producir sombras o dificultar la explotación de la misma.

6.4. Irradiación solar

En Bolivia, las regiones del altiplano y de los valles interandinos reciben una alta tasa de radiación solar; entre 5 y 6 kilovatios hora por metro cuadrado al día ($\text{kWh}/\text{m}^2\text{día}$), dependiendo de la época del año. En la zona de los llanos la tasa de radiación media se sitúa entre 4,5 y 5 $\text{kWh}/\text{m}^2\text{día}$. Esta energía es suficiente para proporcionar diariamente 220 Wh/día de energía eléctrica a través de un panel fotovoltaico de 50 Wp.

Los altos valores de radiación solar en Bolivia se deben a la posición geográfica que tiene su territorio, el cual se encuentra en la zona tropical del Sur, entre los paralelos 11° y 22° . Por ello la tasa de radiación entre la época de invierno y verano no representa diferencias que sobrepasen el 25%, a diferencia de otras regiones que se encuentran en latitudes mayores. Sin embargo, la presencia de la Cordillera de los Andes modifica en alguna medida la radiación solar, beneficiando con una mayor tasa a las zonas altas, como es el caso de Yunchará.

6.4.1. Datos solarimétricos

Los datos de recurso solar son esenciales para el desarrollo de un proyecto fotovoltaico. El recurso solar generalmente se basa en los siguientes parámetros:

- **Radiación Global Horizontal (GHI):** Es la energía solar total recibida en una unidad de área de superficie horizontal. Incluye la energía del sol que se recibe en un rayo directo y desde todas las direcciones del cielo cuando la radiación es dispersada por la atmósfera (radiación difusa). La suma anual del GHI es de especial relevancia para las centrales fotovoltaicas, que son capaces de hacer uso tanto de los componentes difusos y de la radiación solar.
- **Radiación Normal Directa (DNI):** Es la energía solar total recibida en una unidad de área perpendicular a la superficie. El DNI es de particular interés para las instalaciones de energía solar fotovoltaica que hacen un seguimiento del sol.
- **Radiación Difusa Horizontal (DHI):** Es la energía recibida en una unidad de área de superficie horizontal desde todas las direcciones cuando la radiación se dispersa fuera de la atmósfera o el área circundante.

Estos valores pueden obtenerse de diferentes fuentes de recurso solar cuya resolución, exactitud de datos, periodo de tiempo histórico y cobertura geográfica pueden variar considerablemente. Los datos de recurso solar pueden medirse a través de torres meteorológicas en un emplazamiento exacto o bien utilizando datos satelitales.

Con el fin de obtener la irradiancia global, la temperatura ambiente y otros valores que afecten al comportamiento de la instalación Fotovoltaica, se han incluido para el estudio de la Planta Solar Yunchará-Tarija datos de Meteonorm, Nasa SEE, Torres meteorológicas Norte de Chile y Torre de Yuticancha.

- **Nasa SSE**

Nasa SEE dispone de satélites que captan información de irradiación solar dividiendo el espacio en cuadrículas de 1° latitud por 1° longitud cubriendo el Globo durante un periodo de 22 años (1983-2005). Estos datos se consideran razonables para la realización de estudio preliminar de diseño de planta, sin embargo tienen una baja resolución espacial y sólo fueron utilizados en el estudio preliminar para comparaciones de datos generales.

- **Meteonorm V7.1**

En este caso, los datos de irradiación durante el periodo provienen de fuentes satelitales. Meteonorm incluye además datos mensuales de velocidad de viento y temperatura (periodo desde 2000 hasta 2009). A partir de estos datos mensuales se crea la serie horaria mediante PVsyst, consiguiendo unos datos más precisos y lige-

ramente mejorados. Su completitud hace que estos datos sean los más adecuados para el estudio de la Planta Solar Yunchará-Tarija.

- **Torres meteorológicas Norte de Chile**

Se dispone de datos de irradiación solar de diferentes regiones del Norte de Chile con altitudes elevadas y que disponen de torres meteorológicas cercanas. Estos datos se tienen en consideración para verificar la radiación solar de la zona que se ha utilizado en el estudio preliminar de la Planta Solar.

- **Torre meteorológica Yuticancha**

La torre meteorológica existente se instaló en diciembre de 2014 y está ubicada en el municipio de Yunchará, con ubicación geográfica 21° 55' 25.6" Latitud Sur y 65° 0.2' 11.8" Longitud Oeste. Esta torre mide parámetros como dirección y velocidad del viento, temperatura, humedad relativa, presión barométrica y niveles de radiación solar y pluvial con valores de promedio diez minutales. La distancia de la torre Yuticancha y la zona de proyecto es de aproximadamente 15 km. Los datos que se han obtenido hasta el momento son del periodo de tiempo entre diciembre de 2014 y abril de 2015. Por lo tanto en el estudio preliminar tan sólo se utilizó como verificación de los datos.

6.4.2. Evaluación preliminar del recurso solar

Según el mapa de radiación solar de Bolivia, la zona contemplada preliminarmente para el estudio, cuenta con una radiación anual promedio de 6-6.3 kWh/m2/día como puede verse en la siguiente imagen:

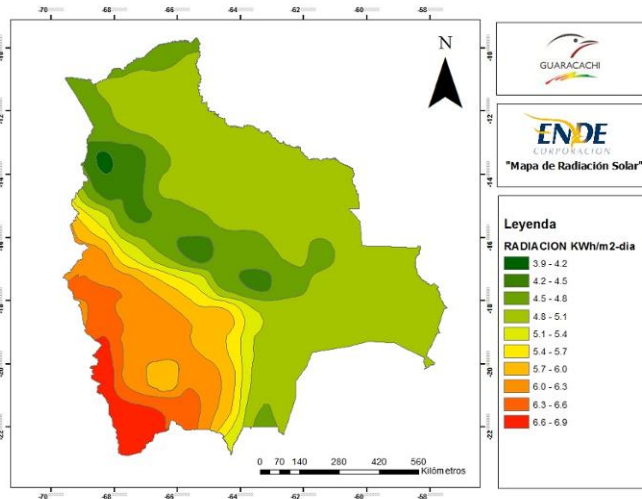


FIGURA 28: MAPA DE RADIACIÓN SOLAR DE BOLIVIA. (FUENTE: ENDE)

La radiación global horizontal (GHI) en función de la fuente de datos considerada se indica en la siguiente tabla:



Fuente de Datos	GHI Anual	GHI Diaria
	[kWh/m ²]	[kWh/m ² /día]
NASA SSE	2 334	6.39
Meteonorm V7.1	2 326	6.37
Torre Yuticancha ¹	-	6.20

¹ El periodo de tiempo utilizado para el cálculo de la GHI Diaria es de 4 meses (diciembre 2014 – abril 2015) y está medido con un piranómetro modelo ADCON LP-02 de clase 2.

Tabla 0-34 GHI Anual en el emplazamiento del Proyecto según la fuente.

Se observa que la radiación global horizontal obtenida por Nasa SEE y Meteonorm es muy similar a la estimada por ENDE en el Mapa de Radiación Solar de Bolivia.

Por otro lado, se verifican estos datos con los disponibles en las siguientes regiones del Norte de Chile (II Región) y que se ubican aproximadamente en la misma latitud que la zona de proyecto:

Localidad	Altitud	GHI Anual	GHI Diaria
	[m.s.n.m]	[kWh/m ²]	[kWh/m ² /día]
Calama	2 320	2 272	6.22
San Pedro de Atacama	2 400	2 250	6.16
Chuquicamata	2 840	2 169	5.94
Parshall-2	-	2 224	6.09

Tabla 0-35 GHI Anual en regiones del Norte de Chile. (Fuente: Ministerio de Energía. Gobierno de Chile).

Como se puede observar en la tabla superior, la radiación global horizontal en estas regiones es ligeramente inferior a la radiación disponible en la zona de proyecto. Los valores medidos en estas zonas sólo difieren un 3% aproximadamente en relación a los datos obtenidos en Yunchará-Tarija con Meteonorm 7.1, lo cual confirma la precisión de los valores utilizados en el diseño preliminar de la Planta Solar.

A continuación se propone una tabla comparativa en la que se estudian las diferentes fuentes de datos solarimétricos con el fin de seleccionar la óptima para realizar el estudio de producción de la Planta Solar Yunchará.

FUENTE DE DATOS		Fuente	Frecuencia datos	Periodo tiempo	Distancia proyecto	Observaciones
NASA SSE		Satelital	Diaria	22 años (1983-2005)	-	Baja resolución (1ºx1º)
Meteonorm V7.1		Satelital	Horaria	19 años (1991-2010)	-	Considera otras variables (Tª, viento, etc.)
Torre Yuticancha		Torre	Diez – minutal	0.5 años (2014-2015)	15 km	Periodo menor a un año
Torres de Chile	Calama	Torre	Desconocido	Desconocido	>350 km	Lejos de zona de proyecto
	San Pedro de Atacama	Torre	Desconocido	Desconocido	>350 km	Lejos de zona de proyecto
	Chuquibambilla	Torre	Desconocido	Desconocido	>350 km	Lejos de zona de proyecto
	Parshall-2	Torre	Desconocido	Desconocido	>350 km	Lejos de zona de proyecto

Tabla 0-36 Comparativa fuentes de datos solarimétricos. (Fuente: Elaboración propia).

Tras el estudio comparativo de las diferentes fuentes de datos solarimétricos disponibles para la estimación de la producción en la zona de proyecto, se ha considerado los datos obtenidos con Meteonorm V7.1 como los más fiables por los siguientes motivos:

- Los datos de Meteonorm horarios son datos sintéticos obtenidos a partir de variables como la velocidad del viento, la temperatura de la zona, la nubosidad, la precipitación, la duración del sol, la altitud, etc., por lo que los valores son considerados bastante reales.
- Meteonorm realiza una interpolación de numerosas fuentes satelitales cercanas y considera las características específicas del emplazamiento.
- El periodo de tiempo de datos de radiación es de 19 años, lo cual consolida los datos obtenidos.

Meteonorm también considera el horizonte de las cordilleras que rodean la zona estimada de proyecto.

Los datos de radiación global horizontal (GHI), temperatura y viento obtenidos con la fuente de datos seleccionada Meteonorm V7.1 en las coordenadas características del Proyecto son los siguientes:

Mes	GHI	Temperatura	Vel. Viento 10 m
	[kWh/m ²]	[°C]	[m/s]
Enero	204.5	16.0	2.1
Febrero	168.9	15.6	2
Marzo	203.1	15.7	1.9
Abril	184.5	14.9	2.1
Mayo	157.2	13.4	2.1
Junio	141.1	12.2	1.9
Julio	167	11.9	2.2
Agosto	187.6	13.9	2.7
Septiembre	212.8	14.6	3.1
Octubre	240.7	16.6	3.1
Noviembre	233.2	16.9	2.9
Diciembre	224.9	16.6	2.6

Mes	GHI	Temperatura	Vel. Viento 10 m
	[kWh/m ²]	[°C]	[m/s]
ANUAL	2325.4	14.9	2.4

Tabla 0-37 Valores Medias Mensuales característicos (METEONORM) en el emplazamiento del Proyecto. (Fuente: Meteonorm 7.1)

6.4.3. Horizonte y trayectoria del sol

Por su situación geográfica, el sol tiene una altura determinada en función de la hora y el día del año en que se encuentre. Por ello, se puede ver en la siguiente imagen la altura del sol a lo largo de las distintas horas del día en las que incide el sol y diferentes fechas a lo largo del año, destacando el 22 de junio y 22 de diciembre como días de menor y mayor radiación solar. Además se indican los obstáculos que hay en el horizonte y que son tenidos en cuenta para la valoración del sombreado lejano o por horizonte.

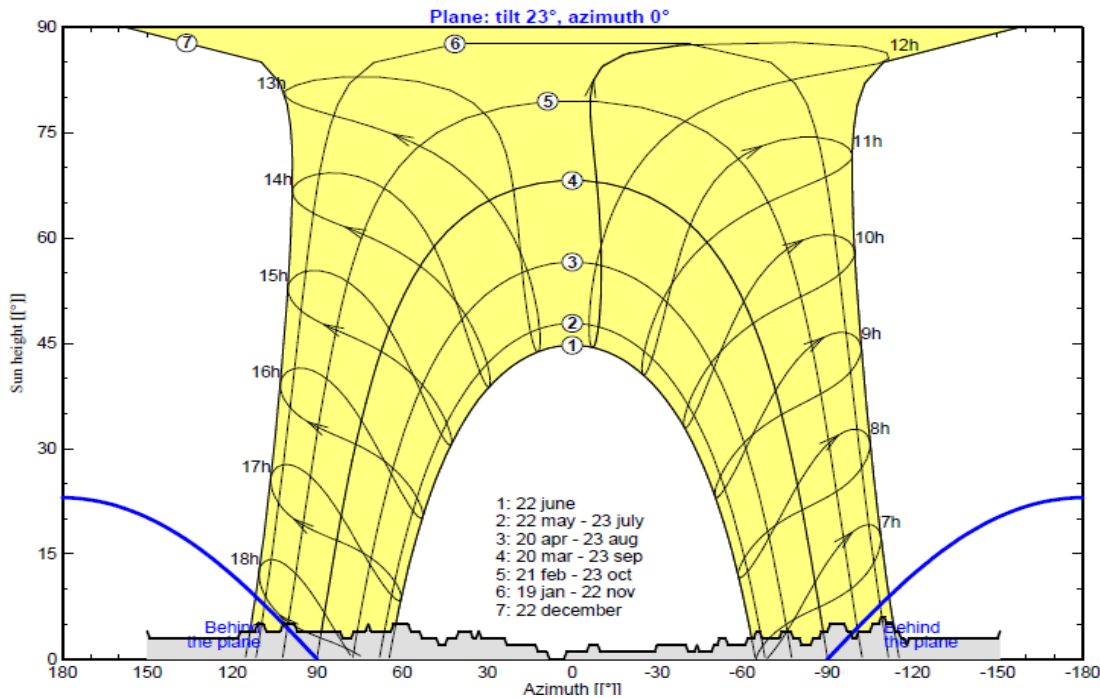


FIGURA 29: HORIZONTE Y DIRECCIÓN DEL SOL CON INCLINACIÓN DEL PLANO 23° EN LA ZONA DE PROYECTO. (FUENTE: PVSYST).

6.5. Diseño Referencial planta solar

Todos los datos presentados a continuación para el Diseño Referencial de la planta forman parte de un Estudio base, los parámetros técnicos descritos pueden ser usados por el Proponente como información base para la elaboración de su Propuesta y mejorados en la Ingeniería de Detalle del Proyecto.

Las características referenciales principales de la planta solar fotovoltaica son las siguientes:

Nombre	Planta Solar Yunchará
Localización (País/Región)	Yunchará, Tarija (Bolivia)
Altitud aproximada del emplazamiento	3 684 m.s.n.m.
Potencia Nominal CA	5 000 kW
Potencia Pico	6 104.7 kWp
Número de módulos	19 380 módulos
Potencia módulo	315 Wp
Número de inversores	5 inversores
Capacidad inversor	1 000 kW
Módulos en serie	19 módulos
Módulos en cadena	1 020 cadenas
Número cadenas/inversor	204 cadenas
Tipo de estructura	Fija

Tabla 0-38 Características principales Planta Solar Yunchará-Tarija.

Resume de la configuración referencial eléctrica de la planta:

Configuración de la planta solar	
Potencia nominal CA	5 MW

Configuración de la planta solar	
Potencia pico instalada	6 104.7 kWp
Total bloques o CT's	5
Nº total de módulos	19 380
Nº total estructuras	1 020
Nº total inversores	5
Nº total de cajas de conexión nivel 1	85
Nº total de cajas de conexión nivel 2	5

Tabla 0-39 Configuración eléctrica referencial de la Planta Yunchará. (Fuente: Estudios).

En la siguiente tabla se resume la configuración eléctrica preliminar de cada bloque o Centro de Transformación:

Configuración de cada bloque o CT	
Nº de módulos FV	3 876
Nº de estructuras	204
Potencia de módulos por bloque	1 221 kWp
Nº y potencia inversores	1 x 1 000 kVA
Nº y potencia transformadores	1 x 1 000 kVA
Nº Módulos por string	19
Nº strings/estructura	1
Strings por inversor	204
Nº cajas de conexión nivel 1/inversor	17
Nº cajas de conexión nivel 2/inversor	1

Configuración de cada bloque o CT	
Nº módulos/caja de conexión nivel 1	228
Nº strings/caja de conexión nivel 1	12
Nº módulos/caja de conexión nivel 2	3 876
Nº strings/caja de conexión nivel 2	204

Tabla 0-40 Configuración eléctrica referencial por bloque o Centro de Transformación. (Fuente: Estudios).

El equipamiento y material para la planta solar fotovoltaica Yunchará de capacidad 5 MW debe incluir –no limitar- los siguientes elementos:

Resumen elementos principales de la planta solar Yunchará
Módulos fotovoltaicos
Estructura soporte de paneles
Inversores
Transformadores
Cajas de nivel
Sistema de Control o SCADA
Equipos auxiliares
Obras civiles
Infraestructura eléctrica
Operación y mantenimiento integral de la planta solar

Tabla 0-41 Resumen elementos principales de la planta solar Yunchará.

Estudios de Diseño Adicional

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 cajas
- 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.

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 No 11 y No 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. Dichos valores no se fijarán aisladamente, sino en coordinación con los criterios adop-

tados en el punto de conexión a la red del Sistema Interconectado Nacional, 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.

6.6. Equipos principales

6.6.1. Módulos fotovoltaicos

El módulo fotovoltaico utilizado en el estudio preliminar corresponde a un módulo de 315 Wp de potencia. La selección del modelo de panel fotovoltaico debe estar basada en la relación existente entre superficie de módulo y su potencia de salida, fiabilidad del fabricante así como sus garantías ofrecidas y el precio de venta.

Se trata de un módulo de referencia para la realización de la evaluación, pudiendo haber en el mercado otros que cumplan con los requisitos requeridos, lo cual deberá ser evaluado en la selección de proveedores del proyecto.

En las siguientes tablas se resumen las principales características referenciales del módulo:

PARÁMETROS MECÁNICOS	
Célula (mm)	Poly 156x156
Peso (kg)	26
Grosor del vidrio (mm)	4
Dimensiones (LxAxH) (mm)	1956x991x45
Sección del cableado interno (mm ²)	4
Número de células y conexiones	72 (6x12)
Protección	IP67, 3 diodos
Conector	Compatible MC4

CONDICIONES DE TRABAJO	
Voltaje máximo del sistema	DC 1000V (IEC)
Rango de temperatura	-40°C a +85°C
Fusible	15 ^a
Carga máxima estática (superior) Viento y nieve	5400 Pa
Carga máxima estática (inferior) Viento	2400 Pa
NOCT	45±2°C
Clase de aplicación	Clase A

PARAMETROS ELECTRICOS	
Potencia (W)	315 W
Voltaje Circuito Abierto (VOC)	45.6 V
Voltaje a P _{MAX} (V _{MPP})	37.28 V
Corriente Corto Circuito (ISC)	8.91 A
Corriente a P _{MAX} (I _{MPP})	8.45 A
Eficiencia módulo	16.25%
Tolerancia	0/+5 W
Coeficiente de temperatura a ISC	-0.58 %/°C
Coeficiente de temperatura a VOC	-0.33 %/°C
Coeficiente de temperatura a P _{MPP}	-0.41 %/°C
STC	1000W/m ² irradiación 25°C temperatura

PARAMETROS ELECTRICOS	
	AM 1.5g espectral

PARAMETROS A TEMPERATURA NOMINAL OPERATIVA DE LA CELULA (NOCT)	
Potencia (W)	228.69 W
Voltaje Circuito Abierto (VOC)	42.63 V
Voltaje a PMAX (VMPP)	34.08 V
Corriente Corto Circuito (ISC)	7.06 A
Corriente a PMAX (IMPP)	6.71 A
Condiciones	800W/m2 irradiación 20°C temperatura AM 1.5g espectral 1.5 m/s velocidad viento

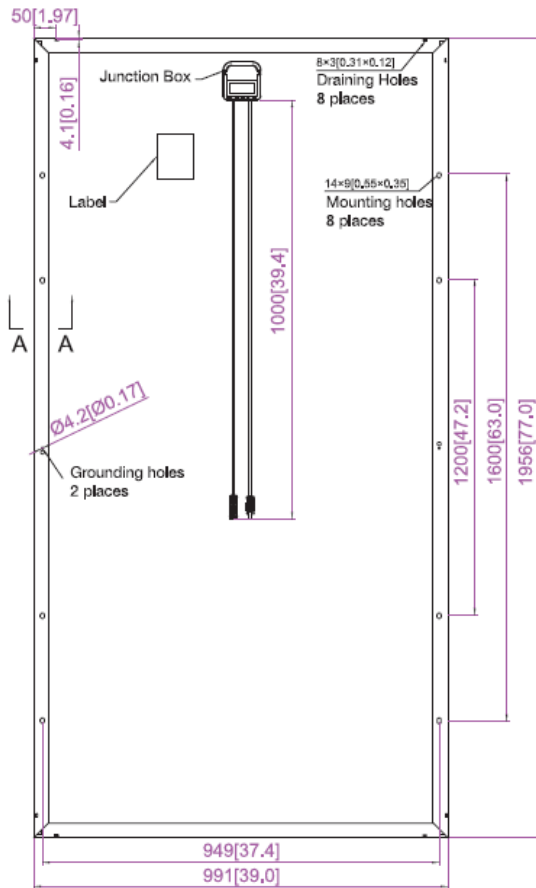


FIGURA 30: CARACTERÍSTICAS REFERENCIALES DEL MÓDULO FOTOVOLTAICO.

Las especificaciones generales referenciales de funcionamiento de los módulos fotovoltaicos son:

- El módulo fotovoltaico de tecnología de silicio multi-cristalino debe tener una eficiencia mayor de 14.5%, un 16% para módulos basados en silicio mono-policristalino y más de 13% para módulos de tecnología thin film.
- El vidrio utilizado para hacer los módulos de silicio cristalino tendrán un espesor mínimo de 4,0 mm para módulos de 72 células y 3,2 mm para el módulo de 60 células.
- La capa externa será de fluoropolímero, la capa intermedia de poliéster (PET) con base y la capa interior de fluoropolímero o polímero resistente a los UV.
- El espesor de lámina posterior debe ser como mínimo de 300 micras y con una tasa de transmisión de vapor de agua aproximada de menos de 3 g / m² / día.

- El EVA usado para los módulos debe ser de resistentes en la naturaleza UV. No deberán tener coloración amarillenta con la exposición prolongada.
- El sellador utilizado para el sellado del borde de los módulos fotovoltaicos será estanco y dispondrá de un buen aislamiento eléctrico.
- Las cajas de conexiones tendrán diodos de derivación de protección para evitar puntos calientes. El material utilizado para la caja de conexiones se hará con material resistente a los rayos UV para evitar la degradación durante la vida del módulo y con grado de protección IP67.
- Los módulos deben tener un diseño para soportar condiciones ambientales duras, destacando la altitud elevada (altitud 3 680 m.s.n.m.).
- Los módulos deben comportarse satisfactoriamente con un rango de temperatura entre -40 y 85 °C.
- La garantía del producto no podrá ser menor a 10 años.
- Se garantizará la capacidad del módulo, no pudiendo ser menor al 90 % del valor inicial al final de los 10 años y menor de 80% del valor inicial al final de los 25 años.

Todos los módulos deberán estar mínimamente certificados, de acuerdo a lo siguiente:

- Estándar Internacional IEC 61215 "Crystalline silicon terrestrial PV modules".
- Estándar Internacional IEC 61730 "Photovoltaic (PV) module safety qualification". Para 1000 VDC.
- Certificado de conformidad CE.
- ISO 9001:2008 Quality Management Systems.
- ISO 14001:2004 Environmental Management Systems.
- BS OHSAS 18001:2007 Occupational Health and safety Management Systems.

6.6.2. Inversores

Para optimizar el grado de aprovechamiento del generador fotovoltaico, el inversor debe buscar el punto de máxima potencia (MPP). Una buena configuración será aquella que consiga que el MPP siempre se encuentre en el rango de búsqueda del inversor.

Para el cálculo y estimación de la instalación en el estudio se ha propuesto 5 inversores con potencia nominal de 1000 kW. Las características referenciales de dicho inversor son las siguientes:

DATOS GENERALES	
Dimensiones (LxAxH) (mm)	2562x956x2272
Peso (kg)	1900
Rango de temperatura de servicio	-25°C a 62°C
Emisiones de ruido	68 dB
Autoconsumo funcionamiento / nocturno	1950W / <100W
Tensión de alimentación auxiliar externa	230V / 400V
Sistema de refrigeración	SI
Tipo de protección (electrónica/aérea)	IP54 / IP43
Humedad relativa	15% a 95%
Altitud de funcionamiento	4000 msnm
Consumo de aire fresco	3000 m3/h

DATOS ELECTRICOS	
ENTRADA (CC)	
Potencia máxima	1 122 kW
Tensión de entrada máx	1 000 V
Rango Voltaje CC (50°C)	596 V – 850 V
Max. Voltaje CC	688 V
Max. Corriente CC	1 635 A
Corriente máxima de cortocircuito	2 500 A
SALIDA (CA)	
Potencia Nominal CA (50°C)	900 kW
Tensión nominal / Rango	405 V / 365 V a 465 V
Frecuencia / Tensión asignada de Red	50Hz / 405 V
Corriente máx. salida / coef. distorsión	1 568 A/0.03
Factor de potencia	1
Fases de inyección/conexión	3/3
Rendimiento máx. / europeo	98.7% / 98.4%

Tabla 0-42 Características referenciales del inversor.

Las especificaciones de funcionamiento referenciales de los inversores son:

- El inversor deberá estar compuesto por un inversor electrónico junto con los dispositivos de control, protección y registro de datos asociados.
- Los inversores cuya potencia nominal en la salida de CA a 50°C sea menor al valor definido en la tabla, no se permitirá.

- Todo inversor debe constar de control asociado, dispositivos de protección y registro de datos y el hardware de monitorización remota y compatible con el software utilizado para el control del nivel de cadena.
- La dimensión y peso del inversor se indicarán por el proponente en la oferta.
- La eficiencia de referencia Europea mínima del inversor será de carga 98% según IEC 61683 estándar para medir la eficiencia. El Proponente deberá especificar la eficiencia de conversión de diferentes cargas, es decir, 25%, 50%, 75% y 100% en su oferta. El Proponente deberá especificar la capacidad de sobrecarga en la oferta.
- El inversor será compatible con las condiciones imperantes en el sitio. Se preverá que el inversor deberá funcionar correctamente a una altitud de 4000 metros sobre el nivel del mar. Se verificará la experiencia de funcionamiento en condiciones similares a Yunchará.
- Los inversores deberán tener protección electrónica mínima IP 54 y de IP 21 en el área de conexión.
- Las tuercas y tornillos y el recinto del inversor tendrá que ser protegida adecuadamente teniendo en cuenta el ambiente y el clima que prevalece en la zona.
- La salida del inversor siempre se ajustará a la red en términos de tensión y frecuencia. Esto se logrará mediante la detección de la tensión de red y la fase, y la alimentación de esta información para el bucle de realimentación del inversor.
- La garantía de los inversores debe ser de al menos 10 años.
- La regulación de potencia debe ser instantánea y acorde con las variaciones de frecuencia.
- Las protecciones CC deben ser descargadores de sobretensión del tipo I.
- Las protecciones deberán tener una protección contra pararrayos tipo III (de acuerdo con IEC 62305-1).
- La clase de sobretensión determinada preliminarmente será de tipo III (según IEC 60664-1).

Todos los inversores deberán estar mínimamente certificados de acuerdo a lo siguiente:

- EN 61000-6-2, EN 61000-6-4.
- Certificado de conformidad CE y CEM.
- Certificado BDEW-MSRL/FGW/TR8.

6.6.3. Centros de Transformadores

Para adecuar el nivel de tensión de salida del inversor de baja tensión (BT) a media tensión (MT), en el estudio se han utilizado 5 transformadores de 1000 kVA cuya relación de transformación es de 24.9 / 0.405 kV. Para el cálculo y estimación de la instalación se ha utilizado transformadores de 36 kV y 1000kVA.

Los transformadores deberán tener pérdidas bajas y estarán diseñados especialmente para plantas fotovoltaicas. Los CTs estarán interconectados entre sí y con la Subestación o Centro de Seccionamiento del parque a través de circuitos de media tensión (24.9 kV).

El espacio para el transformador estará dotado de un vallado perimetral, con la distancia óptima para todos sus lados..

Las características técnicas referenciales de los transformadores son:

DATOS GENERALES	
Potencia asignada (kVA)	Mínimo 1000
Refrigeración	ONAN
Instalación	Exterior
Número de transformadores	5
Dimensiones (LxAxH) (mm)	1866x1186x1112
Peso (kg)	2612
Frecuencia nominal	50 Hz

DATOS ELECTRICOS	
Potencia máxima	1 000 kW
Tensión primaria (kV)	36
Tensión secundaria en vacío (V)	420
Grupo de conexión	Dyn 11
Pérdidas en vacío (W)	1450
Pérdidas en carga (W)	8900
Impedancia de cortocircuito (%) a 75°C	6%
Potencia acústica (dB)	67
Caída de tensión (%)	1.07
Rendimiento (carga 100%) cosf=1	98.98
Rendimiento (carga 100%) cosf=0.8	98.72
Rendimiento (carga 75%) cosf=1	99.15
Rendimiento (carga 75%) cosf=0.8	98.94
Número de fases	3

Tabla 0-43 Características referenciales del transformador.

Las especificaciones de funcionamiento referenciales de los transformadores son:

El rendimiento de carga para la máxima eficiencia deberá indicarse claramente teniendo en cuenta distintos factores de potencia.

El Nivel Básico de Aislamiento se ajustará a los valores de alto voltaje del sistema de 36kV, y será adecuado para las tensiones de frecuencia de la planta solar 50 Hz.

Para asegurar el aislamiento, los arrollamientos serán concéntricos, dispondrá de aislamiento entre capas y se deben utilizar materiales de calidad para proporcionar un aislamiento adecuado.

El transformador será de tipo arrollamientos de cobre, trifásico, con enfriado natural y que funciona con aceite, ya que estará ubicado en el exterior.

El Proponente deberá incluir en el proyecto de tipo llave en mano, el diseño, suministro, montaje, pruebas y puesta en servicio de los transformadores con la salida del inversor de 24.9 kV.

Las conexiones serán de tipo Dyn 11.

Todos los transformadores deben ser adecuados para la instalación al aire libre, en la que el neutro estará conectado a tierra de manera efectiva. Esto será adecuado para limitar las fluctuaciones de la tensión de entrada de entre un 10-15%.

El transformador deberá adecuarse a las condiciones extremas del emplazamiento, de una altitud de más de 3684 msnm.

El transformador deberá estar completamente ensamblado y probado en fábrica. Las pruebas de rutina y aceptación según la especificación se llevarán a cabo y ninguna desviación con respecto a la realización de estas pruebas serán aceptables. No se pagarán los cargos adicionales generados en estas pruebas. Si el comprador elige a enviar un representante, todas las pruebas se llevarán a cabo en su presencia. El certificado de prueba se constituirá antes del inicio de la construcción.

Se cumplirán, de forma referencial, las características definidas en las tablas superiores.

Todos los transformadores deberán estar mínimamente certificados de acuerdo a lo siguiente:

- IEC 60076-1
- IEC 60076-3
- IEC 60296
- EN 50464

6.6.4. Cajas de nivel 1 y protecciones

Las Cajas de Nivel I deberán estar diseñadas para proteger eléctricamente a los módulos fotovoltaicos de posibles sobretensiones y sobre intensidades.

Deberán estar provistas de un Interruptor de Corte en Carga, que permita cortar la línea del grupo de STRINGS y para tareas correctivas o preventivas. Deberá estar dotado de fusibles (1000 Vdc), que protegen los 2 polos (+ y -) de posibles sobre intensidades. Todas las cajas de Nivel I, deben contar con protectores de sobretensión, dado que es frecuente en la zona se produzcan sobretensiones causadas por los rayos.

DATOS GENERALES	
Dimensiones (LxAxH) (mm)	550x260x650 mm
Peso (kg)	24.2
Rango de temperatura de servicio	-25°C a 60°C
Tipo de montaje	Por definir
Tipo de protección (IEC 60529)	IP 54 autoventilado
Clase de protección (IEC 60529)	II
Humedad relativa	0% a 95%
Altitud de funcionamiento	4000 msnm

DATOS ELECTRICOS	
ENTRADA (CC)	
Tensión asignada	1000 V
Derrateo por altura (de la tensión)	1.2 % cada 100 m
Número de entradas de string	Por definir
Corriente asignada	12.5 A
Tipo de fusible	10.3x38 – 1000V CC
Área estanca del racor para cables	5-8 mm
SALIDA (CA)	
Corriente asignada	220 A
Derrateo por temperatura (de la tensión)	> 50°C --- 1% por K
Interruptor de CC	250A / 1000V
Descargador de sobretensión	Tipo 2, 15kA, 40A máx
Salida de CC	Por definir
Número de salidas de CC	1
Sección del conductor	70-400 mm ²
Área estanca del racor para cables	17-38.5 mm

Tabla 0-44 Características referenciales de la caja de nivel 1.

Las especificaciones de funcionamiento referenciales de los transformadores son:

Todas las cajas de nivel, incluyendo la caja de nivel de los string, la caja de conexiones en serie y la caja principal deben estar adecuadamente equipados para funcionar de manera correcta y disponer de medidas de seguridad (incluyendo fusibles, conexión a tierra, contactos, etc.) y protección.

Los terminales se conectarán a conductores de tamaños adecuados. Las cajas de nivel tendrán puntos de entrada de cable equipados con glándulas de cable de tamaño apropiado en la parte entrante y saliente.

Las cajas de nivel estarán protegidas del polvo, bichos, y resistente al agua y estará hecho de materiales termoplásticos / metálicos de acuerdo con la norma IEC 62208. También debe ser resistente a la luz UV, así como resistente al fuego y deben tener una protección mínima IP65 (al aire libre) / IP21 (interior) y la clase de protección II.

Cada caja de nivel dispondrá de diodos de máxima tensión de bloqueo de 1000 V CC conectados correctamente.

Resistencia a la corrosión.

Grado de protección contra impactos

Si se requiere, se proporcionará de fusibles de CC y el aislamiento de disyuntores.

Se debe incluir las especificaciones de la caja de nivel y hojas de datos, junto con la propuesta presentada.

El Proponente deberá proporcionar todos los informes de las pruebas / certificados de ensayo y certificados de cumplimiento antes de la construcción de la planta solar.

Todas las cajas de nivel deberán estar mínimamente certificadas de acuerdo a lo siguiente:

- Certificado CE
- IEC 61439-1
- IEC 61439-2
- Resistencia al calor o fuego UNE EN 60695-2-1/0
- Directiva de compatibilidad electromagnética 89/336 CEE
- Directiva 92/31 CEE
- Protección contra polvo/agua IP UNE 20324
- Protección contra impactos UNE EN 20102
- Clase térmica UNE 21305

6.6.5. Estructura de soporte

La estructura soporte referencial de los paneles es de tipología fija, y posee las siguientes características técnicas:

DATOS TECNICOS	
Sistema tipo	Fija Inclínada
Eje estructura	En función del diseño
Superficie estimada para 1MW	1.5 – 2 Ha
Máxima Potencia Pico	En función del diseño
Longitud (L)	En función del diseño
Anchura (W)	≤ 3.5 m (ampliable a 4 metros)
Altura (H)	≤ 2.5 m
Inclinación	Adaptable al ángulo deseado
Vmax viento (en horizontal)	140 km/h
Estructura	En función del diseño
Tornillería	En función del diseño
Resistencia a la corrosión	En función del diseño
Mantenimiento	En función del diseño

Tabla 0-45 Especificaciones referenciales técnicas estructura fija.

Para el diseño de la estructura soporte de los módulos los proponentes tomarán en cuenta los siguientes aspectos del emplazamiento:

- Inclinación con respecto al suelo y el punto más próximo al mismo.
- Altura sobre el nivel del mar 3 684 m.s.n.m.
- Temperatura media de 14.9°C.

- La velocidad del viento medio en la zona es de 2.4 m/s.
- La carga estimada para el peso propio y material de los elementos de la estructura de soporte.

Las especificaciones técnicas referenciales de las estructuras de soporte de los paneles son:

- El diseño y la construcción de la estructura y el sistema de fijación de módulos, permitirá las necesarias dilataciones térmicas, sin transmitir cargas que puedan afectar a la integridad de los módulos, siguiendo las indicaciones del fabricante.
- Los puntos de sujeción para el módulo fotovoltaico serán suficientes en número, teniendo en cuenta el área de apoyo y posición relativa, de forma que no se produzcan flexiones en los módulos superiores a las permitidas por el fabricante y los métodos homologados para el modelo de módulo.
- El diseño de la estructura se realizará para la orientación y el ángulo de inclinación especificado para el generador fotovoltaico, teniendo en cuenta la facilidad de montaje y desmontaje, y la posible necesidad de sustituciones de elementos.
- La estructura se protegerá superficialmente contra la acción de los agentes ambientales. La realización de taladros en la estructura se llevará a cabo antes de proceder, en su caso, al galvanizado o protección de la estructura.
- La tornillería será realizada en acero inoxidable. En el caso de que la estructura sea galvanizada se admitirán tornillos galvanizados, exceptuando la sujeción de los módulos a la misma, que serán de acero inoxidable.
- Los topes de sujeción de módulos y la propia estructura no arrojarán sombra sobre los módulos.
- La estructura soporte será calculada según la normativa vigente para soportar cargas extremas debidas a factores climatológicos adversos, tales como viento, nieve, etc.
- La totalidad de la estructura de la unidad de generación fotovoltaica se conectará a la tierra de protección.
- Se dispondrán de las estructuras soporte necesarias para montar los módulos y se incluirán todos los accesorios y bancadas y/o anclajes.
- El sistema de instalación a utilizar será definido en la Ingeniería de Detalle.

Para el cálculo de las estructuras se tendrá en cuenta las características del terreno definidas en el estudio geotécnico.

6.6.6. Celdas de seccionamiento y medida

De acuerdo al estudio Base la acometida puede ser subterránea, alimentando al centro mediante una red de Media Tensión. El suministro de energía se efectuará a una tensión de servicio de 24,9 kV y una frecuencia de 50 Hz.

Las celdas irán provistas de un seccionador de puesta a tierra que estará enclavado con el resto del equipo, a fin de que en ningún caso, se pueda acceder a ningún elemento bajo tensión, que eléctricamente se encuentre después de dicho seccionador de puesta a tierra.

Además se dotará de un sistema de puesta a tierra adecuado y un sistema de ventilación.

6.6.6.1. CELDA DE ENTRADA

Las celdas de entrada servirán de unión entre el centro de seccionamiento y el anillo de media tensión, destacando las siguientes características referenciales:

CARACTERISTICAS ELECTRICAS	
Dimensiones (LxAxH)	1100 x 940 x1500 mm
Intensidad asignada en funciones de línea	400 A
Intensidad asignada en interruptor automático	400 A
Intensidad asignada en ruptofusibles	200 A
Intensidad nominal admisible durante un segundo	16 kA eficaz
Valor de cresta de la intensidad nominal admisible	40 kA cresta
Grado de protección de la envolvente	IP 307

Tabla 0-46 Características referenciales eléctricas Celda de entrada.

Se tendrán en cuenta, además, las siguientes especificaciones:

Las celdas seleccionadas cumplirán con la norma IEC 62271-200

Ambas redes trabajarán a una tensión de 24,9 kV y 50 Hz de frecuencia.

Estas celdas presentan un aislamiento en aire y están equipadas de aparellaje fijo que utiliza el hexafluoruro de azufre como elemento de corte y extinción de arco.

El poder de corte de la aparamenta será de 400 A eficaces en las funciones de línea y de 12.5 kA en las funciones de protección (ya se consiga por fusible o por interruptor automático).

El poder de cierre de todos los interruptores será de 40 kA cresta.

Todas las funciones (tanto las de línea como las de protección) incorporarán un seccionador de puesta a tierra de 40 kA cresta de poder de cierre.

Existirá un relé de protección que disparará el interruptor automático según la configuración de dicho relé. Tendrá al menos las funciones siguientes referenciales con su código ANSI asociado:

- 25 chequeo de sincronismo
- 26/63 Termostato/Buchholz
- 27/27S Bajo voltaje
- 27D Bajo voltaje de secuencia positiva
- 27R Bajo voltaje remanente
- 32P Sobrepotencia real direccional
- 32Q/40 Sobrepotencia reactiva direccional
- 38/49T Monitoreo de temperatura
- 46 Desbalance/secuencia negativa
- 47 Sobrevoltaje de secuencia negativa
- 50/51 Sobrecorriente de fase
- 50G/51G Falla sensitiva a tierra
- 59 Sobrevoltaje (L-L o L-N)

6.6.6.2. CELDA DE SALIDA

Las celdas de salida están destinadas para el conexionado de la acometida aéreo subterráneo con el punto de inyección de la compañía eléctrica.

CARACTERISTICAS ELECTRICAS	
Dimensiones (LxAxH)	1186 x 710 x1140 mm
Intensidad asignada en funciones de línea	200 A (400 A en interruptor automático)
Intensidad nominal admisible durante un segundo	16kA eficaz
Valor de cresta de la intensidad nominal admisible	40 kA cresta

Tabla 0-47 Características referenciales eléctricas Celda de salida.

Se tendrán en cuenta, además, las siguientes especificaciones referenciales:

- La conexión de los cables se realizará mediante conectores de tipo roscados en T de 400 A en cada función, asegurando así la estanqueidad del conjunto y, por tanto, la total insensibilidad al entorno en ambientes extraordinariamente polucionados, e incluso soportando una eventual sumersión.
- La celda estará equipada con tres funciones de línea con interruptor-seccionador.
- La carcasa metálica dispondrá de aislamiento integral.

6.6.6.3. CELDA DE REMONTE Y SECCIONAMIENTO

Esta celda permitirá la desconexión general de la línea que proviene de la zona de la compañía antes de llegar a la celda de medida para posibles mantenimientos o reparaciones.

CARACTERISTICAS ELECTRICAS	
Dimensiones (LxAxH)	1100 x 870 x1600 mm
Intensidad asignada en funciones de línea	400 A

CARACTERISTICAS ELECTRICAS	
Intensidad nominal admisible durante un segundo	16kA eficaz
Interruptor automático de corte	SF6
Otros	Juego de barras tripolar de 400 A y 16 kA

Tabla 0-48 Características referenciales eléctricas Celda de remonte y seccionamiento.

Se tendrán en cuenta, además, las siguientes especificaciones:

- El interruptor automático de corte será de tipo SF6 de hexafloruro de azufre.
- La celda de remonte y seccionamiento estará preparada para conexión lateral con cable seco unipolar.
- Esta celda dispondrá de embarrado de puesta a tierra.

6.6.6.4. CELDA DE MEDIDA

La celda de medida tiene como función medir la potencia generada por la planta solar.

CARACTERISTICAS ELECTRICAS	
Dimensiones (LxAxH)	1038 x 750 x1600 mm
Intensidad asignada en funciones de línea	400 A
Intensidad nominal admisible durante un segundo	16kA eficaz
Aislamiento	36 kV

Tabla 0-49 Características referenciales eléctricas Celda de medida.

Se tendrán en cuenta, además, las siguientes especificaciones referenciales:

Esta celda medirá la tensión e intensidad y dispondrá de entrada inferior por cable seco unipolar y salida superior derecha por barras.

6.6.7. Sistema de control o SCADA

El sistema de monitorización y supervisión referencial propuesta compuesta por una aplicación software (SCADA) para recoger, almacenar y procesar localmente la información de todos los dispositivos instalados en la planta solar y de una página web para consultar y explotar remota y dinámicamente datos de producción e incidencias.

Los siguientes componentes serán monitorizados y/o controlados por el SCADA:

Red: Los datos relacionados con los parámetros de generación de electricidad, tales como tensiones, corrientes y potencias.

Generación fotovoltaica: Energía fotovoltaica, radiación solar y la temperatura.

El sistema SCADA a instalar deberá cumplir con las normas internacionales ISO, IEC, IEEE, la UIT- T en los campos aplicables.

Los diferentes equipos que conforman la planta solar (inversores, contadores, estación meteorológica, monitorizadores de strings, etc) emplean diferentes tipos de redes y buses de campo industriales (Modbus, Profibus, DeviceNet, etc) y protocolos de comunicación (RS-232, RS-485, RS-422, etc). Instalando las pasarelas y switches adecuados, se configura una red local en la planta para poder trabajar con un protocolo estándar (Ethernet bajo TCP/IP).

Los buses deben incorporar amplificadores de señal y pasarelas a otros medios (Ethernet por cable o fibra óptica), o incluso wireless (WiMax, Zigbee), para extender la red a mayores distancias.

Cada dispositivo en la red debe tener asignada un IP fija y unívoca dentro del mismo rango, de forma que el PC de monitorización pueda acceder a cualquier equipo en cualquier momento.

El PC de monitorización debe disponer de una conexión permanente a Internet, mediante un router ADSL o satélite, en función de la disponibilidad del servicio en la ubicación de la planta.

Puede incluirse una conexión adicional redundante (por ejemplo, mediante modem 3G o GSM), para garantizar la continuidad de la transferencia de datos en caso de fallo de la conexión principal.

Todos los PLC,s y el puesto local del SCADA, situado en la propia planta, se conectan a una red local de fibra óptica multimodo.

El PC de monitorización actuará como un maestro en la red local y los dispositivos como esclavos. Esto significa que el PC solicita un valor de un registro a un equipo en concreto y éste responde con el dato solicitado.

Sin embargo, si se produce alguna alarma o avería el equipo esclavo enviará inmediatamente un mensaje al PC maestro.

La aplicación SCADA estará preparada para recoger todos los datos de todos los equipos con una frecuencia predeterminada configurable. Los datos se organizarán en un conjunto de ficheros de texto que se almacenan en el disco duro local. Se generará un archivo para cada tipo de dispositivo (inversor, contador, estación meteorológica, monitorizador de strings, etc).

El PC de monitorización periódicamente enviará los datos recopilados a un servidor externo mediante protocolo FTP por Internet.

El servidor comprobará la integridad y la coherencia de los datos e insertará los registros en las tablas de la base de datos.

La base de datos central estará ubicada en el servidor central.

La información podrá consultarse en cualquier momento y en cualquier lugar a través del sitio web, desde cualquier dispositivo (ordenador, portátil, móvil, etc) con conexión a Internet.

El servidor web estará programado para enviar automáticamente un mensaje de texto (vía SMS y e-mail) al operador de planta en caso de incidencia de algún equipo (alarma crítica o fallo de comunicaciones).

El sistema SCADA de la planta fotovoltaica facilitará, como mínimo, la siguiente información:

- Fecha y hora
- Caja de Nivel 1:
- Corriente: DC (de cada String de las cajas de nivel 1, de cada entrada de DC del inversor y de cada inversor de manera individual)
- Voltaje DC (De cada caja de nivel 1 y del valor a la entrada del inversor)
- Inversor
- Señales de los inversores
- Potencia: DC y AC (activa y reactiva, por fase y total, si aplica)
- $\cos \phi$ (por fase y total, si aplica)
- Voltaje DC (del valor a la entrada del inversor)

- Horas de funcionamiento
- Número de versión del software
- Número de inversores en la red
- Número de dispositivo del inversor en la red
- Mensajes de advertencia y error
- Transformador
- Celdas de MT (control y operación para celdas de media tensión mediante operación remota a través del sistema del SCADA.
- Contadores en cada CT
- Voltaje AC (por fase y total si aplica, valor eficaz)
- Corriente AC (por fase y total si aplica, valor eficaz)
- Contadores de anillo y de compañía eléctrica:
- Datos de los contadores totalizadores de cada uno de los anillos de media tensión
- Datos de los contadores de la compañía eléctrica en la subestación
- Estado de las celdas de MT
- Integración de las señales del SCADA del sistema de transmisión.
- Frecuencia
- Energía: DC y AC (activa y reactiva, por fase y total, si se aplica)
- Medidas de intensidad y tensión en CC y AC
- El sistema de monitorización estará disponible las 24 horas al día.

Esta será la interfaz principal para la interacción entre el personal de operación y el control:

- Apariencia. Todas las ventanas tienen que tener un interfaz simple y de fácil manejo (título, barra de menús, botones de comandos, barras de desplazamiento, cuadros de diálogo, etc.). Todos los textos

y los mensajes que aparecen en las pantallas de operación deben ser escritos en idioma español. La ventana debe proporcionar un fácil sistema de ayuda en el que se pueda encontrar toda la información y las instrucciones necesarias para utilizar el SCADA.

- Sistema de permisos. El acceso a la información y el control del sistema híbrido se debe realizar de acuerdo con los privilegios asignados a cada usuario / operador en el momento de su inicio de sesión. Cada usuario debe ser capaz de utilizar alguna forma de autenticación para evitar accesos no autorizados. El operador obtendrá acceso a determinadas pantallas y puede enviar comandos a ciertos elementos de acuerdo con la configuración establecida por el administrador.
- Histórico de Información, Consulta. Además de presentar los valores de medición de forma instantánea, también se requiere la opción de representar gráficamente la variación en una o más magnitudes que aparecen en pantalla. La salida debe permitir la impresión / envío por correo electrónico de los informes o pantallas específicas.

6.6.8. Equipos auxiliares

6.6.8.1. Iluminación perimetral referencial

La iluminación exterior perimetral del vallado deberá ser diseñada en la Ingeniería de detalle de acuerdo a los criterios de operación, mantenimiento y seguridad, entre otros.

6.6.8.2. Sistema de Seguridad y Vigilancia referencial

El sistema de seguridad evitará la intrusión de personas y/o vehículos al recinto que delimitará la planta fotovoltaica, proporcionando un perímetro hermético en el mayor grado posible que permita detectar cualquier intento de intrusión en el perímetro restringido.

El Sistema de Seguridad y Vigilancia debe ser definido en función a la Ingeniería de Detalle y los métodos necesario que garanticen la seguridad de la Planta.

En las siguientes especificaciones, se presentan las características referenciales de un sistema de vigilancia mediante cámaras:

CARACTERISTICAS	
Sensor de Imagen	En función del diseño
Formato de Video	NTSC
Píxeles	976(H) x 494(V), 480K píxeles

Resolución	Color: 700TVL, B/W: 750TVL
Distancia IR	120 m
Mini. Iluminación	Color: 0.001Lux@F1.2, 0.0001Lux@F1.2(Slow shutter, 512x)
B/W: 0.0001Lux@F1.2, 0.00001Lux@F1.2(Slow shutter, 512x)	

Tabla 0-50 Especificaciones referenciales técnicas Sistema de seguridad.

El centro de control del sistema CCTV, se ubicará dentro del edificio de servicios de la instalación fotovoltaica.

Las cámaras estarán conectadas para grabar las 24 horas del día, el cual tendrá la opción de visualizar las imágenes en un monitor que estará ubicado en la sala de control y además se podría monitorear vía Internet.

Las características referenciales se recogen en la siguiente tabla:

CARACTERISTICAS	
Las características del DVR a utilizarse son las siguientes: Cámaras IP	20 channel@D1 / 8 channel@720P / 4 channel@1080P
Entrada Cámara Análogas	20 channel, BNC (1.0Vp-p, 75Ω)
Estándar	NTSC (525Line, 60f/s), PAL (625Line, 50f/s)
Salida	1 HDM (video & audio) I, 1 VGA, 1 TV, 1 Spot, BNC (1.0Vp-p, 75Ω)
Disco Duro	8 SATA ports, 8 HDDs or 6 HDDs + 1 CD/DVD-RW, Up to 24TB
Compresión	H.264 / MPEG4 / G.711
Resolución	1080P(1920×1080) / 720P(1280×720) / D1 (704×576/704×480) / HD1(352×576/352×480) / 2CIF(704×288/704×240) / CIF(352×288/352×240) /

CARACTERISTICAS	
	QCIF(176×144/176×120)

Tabla 0-51 Especificaciones técnicas referenciales de Cámaras

6.6.8.3. Estación meteorológica

La estación meteorológica mínimamente estará compuesta por sensores calibrados de radiación instalados preferiblemente en los módulos.

Debe incluir instrumentación para medir la velocidad y dirección del viento, humedad relativa, precipitación, temperatura ambiente, presión y otros que se consideren convenientes.

La estación meteorológica en combinación con el control, permitirá una comparación continua de los valores nominales y reales de eficiencia del sistema de modo que se detecten las sombras, la suciedad o el bajo rendimiento del generador fotovoltaico para garantizar un rendimiento máximo.

La estación meteorológica de forma referencial deberá incluir lo siguiente:

- 3 piranómetros instalados en plano horizontal y 3 piranómetros instalados en el plano de los módulos. Los piranómetros deberían ser Clase II con certificación de la norma ISO para obtener medidas fiables (precisión ±2%).
- 3 sensores de temperatura de modulo distribuidos en la planta.
- Un datalogger para recoger y almacenar los datos.
- Un ordenador industrial (servidor).
- Un anemómetro, un sensor de lluvia, termómetro y medidor de humedad relativa.

Los datos técnicos referenciales que, como mínimo, deberá cumplir el sistema son:

CARACTERISTICAS	
Comunicación	RS 485
Temperatura ambiente	-25°C a 70°C
Humedad relativa	100%

CARACTERISTICAS	
Tipo de protección (según EN IEN 60529)	IP65
RADIACION	
Radiación global	< 5 W/m ²
Calibración	Eppley Precision Spectral Pyranometer (PSP)
TEMPERATURA	
Precisión	0.5°C (a 25°C)
Rango de trabajo	-20°C a 100°C
HUMEDAD	
Rango	0% a 100% sin condensación
Linealidad	<+/- 1.5% HR
Estabilidad HT/S	<1.5%/año
Estabilidad HT/S/2%	<1%/año
VIENTO	
Inicio de la medición	0.5 m/s
Precisión	+/- 2%
Respuesta lineal	+/- 2%
Recorrido de la dirección	360° continuo

Tabla 0-52 Características referenciales estación meteorológica.

6.6.8.4. Grupo generador de emergencia

El Proponente deberá presentar en su propuesta el Grupo Generador de Emergencia que se adecue a las condiciones y características del Proyecto.

La autonomía del sistema debe permitir el arranque y conexión del grupo de emergencia.

A su vez, el sistema estará respaldado, en caso de fallo del servicio eléctrico principal, por el Sistema Generador de emergencia.

Los servicios alimentados referenciales por el sistema serán:

- Sistemas de control, comunicación y seguridad.
- Inversores y equipos de control.
- Iluminación de emergencia.
- Electricidad
- Se instalarán tomas de corriente para posible conexión de aparatos para el mantenimiento o reparación de averías.

6.6.8.5. Iluminación interior

La iluminación debe alcanzar un nivel óptimo sobre las zonas de trabajo.

En el interior del edificio se instalarán el número de puntos de luz necesarios para proporcionar un nivel de iluminación suficiente para la comprobación y maniobra de los elementos del mismo.

En el área destinada a la ubicación del transformador de potencia, se instalaran luminarias

Se deberá poder efectuar la sustitución de lámparas sin peligro de contacto con otros elementos en tensión.

Se dispondrá también un punto de luz de emergencia de carácter autónomo que señalará los accesos al centro.

6.6.8.6. Instalación agua potable

En el diseño final se debe prever un depósito en superficie de capacidad de acuerdo a las necesidades de la Planta, que se ubicará cercano al acceso de la planta solar y en un lugar que no produzca sombras en los módulos fotovoltaicos.

Instalación de saneamiento

El diseño y las especificaciones serán de acuerdo a las normativas Bolivianas (DINASBA) o internacionales

6.6.8.7. Instalación de pararrayos

El diseño mínimamente debe contener un pararrayos para evitar el impacto directo en la zona de protección para protegerse de los impactos directos de los rayos, asegurar la protección de los receptores de la planta solar y garantizar la producción energética de la misma.

Las especificaciones técnicas referenciales de la instalación de pararrayos son:

- Las salas de equipos contarán con un sistema de pararrayos en la cubierta y toda la infraestructura de protección asociada, salvo mejor solución técnica propuesta por los proponentes.

6.7. Obra civil

6.7.1. 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, calefacción 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.

6.7.2. Preparación del Terreno

La preparación del terreno para la construcción de la instalación fotovoltaica consiste básicamente en los siguientes pasos:

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.

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.

6.7.3. Caminos

Todos los caminos de la planta FV deberán ser diseñados de acuerdo a la normativa aplicable, como mínimo, las siguientes especificaciones:

CARACTERISTICAS	
Carga por eje en el camino	De acuerdo a Norma y en función del diseño
Ancho camino	En función del diseño
Bombeo transversal	En función del diseño
Inclinación en desmonte	En función del diseño

CARACTERISTICAS	
Inclinación en terraplén	En función del diseño

Tabla 0-53 Características referenciales de caminos interiores.

Para la evacuación de aguas pluviales se implementará el Sistema de Drenaje definido en base a la Topografía, Geotécnia e Hidrología.

Los caminos se harán en primer lugar, facilitando así las posteriores fases de ejecución del proyecto, garantizando la traza de caminos con anchuras suficientes y con cunetas para la correcta evacuación de pluviales, para la circulación de maquinaria y transportes necesarios para la construcción y posterior explotación de la planta.

6.7.4. Vallado perimetral

El diseño debe ser ofertado por el Proponente a fin de garantizar la seguridad de la misma.

6.7.5. Drenajes

Debido a concentraciones de lluvia relativamente altas en periodos de tiempo cortos, el terreno se puede deteriorar por la escorrentía del agua, dando lugar a problemas de erosión tanto en los caminos como en las zonas donde se ubican las estructuras y los edificios. Por ello, será necesario construir un Sistema de Drenaje, protegiendo así la superficie de las vías y la erosión hídrica de las zonas aledañas.

La pendiente de estos conductos deberá ser suficiente para permitir el desagüe evitando aterramientos en la entrada y no demasiada para evitar fuerte erosión en la salida.

6.7.6. Zanjas de cableado

Las líneas serán enterradas bajo tubo, siendo la profundidad de la canalización de 0.80 metros.

Siempre que sea posible, el cruce se hará perpendicular al eje del vial.

Siempre que sea posible, se procurará que los cables de alta tensión discurran por debajo de los de baja tensión.

La distancia mínima entre un cable de energía eléctrica de M.T. y otros cables de energía eléctrica será de 0,25 metros.

La distancia del punto de cruce a los empalmes será superior a 1 metro.

La distancia mínima entre los cables de energía eléctrica y canalizaciones de agua será de 0,2 metros.

Se evitará el cruce por la vertical de las juntas de las canalizaciones de agua, o de los empalmes de la canalización eléctrica, situando unas y otros a una distancia superior a 1 metro del cruce.

En el caso de que alguno de los dos servicios que se cruzan o discurren paralelos sea una acometida o conexión de servicio a un edificio, deberá mantenerse entre ambos una distancia mínima de 0,30 metros.

Cuando no pueda respetarse la distancia del punto anterior, la conducción más reciente se dispondrá separada mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten un impacto de energía de 40 J.

La entrada de las acometidas o conexiones de servicio a los edificios, tanto cables de B.T como de A.T. en el caso de acometidas eléctricas, deberá taponarse hasta conseguir su estanqueidad.

Si se opta por el relleno de tierra, se colocará encima de los cables una protección mecánica consistente en una placa de polietileno para protección de cables, y asimismo una cinta de señalización que advierta de la existencia de cables eléctricos por debajo de ella.

Según el tramo en el que nos encontremos, se dispondrá de uno o dos tubos de material termoplástico de 225 mm de diámetro. En cada uno de ellos se instalará un solo circuito.

El interior de los tubos será lo más liso posible para facilitar la instalación o sustitución del cable o circuito averiado.

Antes del tendido se eliminará de su interior la suciedad o tierra garantizándose el paso de los cables mediante mandrilado acorde a la sección interior del tubo o sistema equivalente.

Durante el tendido se deberán embocar correctamente para evitar la entrada de tierra o de hormigón.

Si se opta por cambiar de tubo, se tendrá en cuenta que el diámetro interior de los nuevos tubos no será inferior a 1,5 el diámetro exterior del cable o del diámetro aparente del circuito en el caso de varios cables instalados en el mismo tubo.

Se evitará, en lo posible, los cambios de dirección de las canalizaciones entubadas respetando los cambios de curvatura indicados por el fabricante de los cables.

En los puntos de cambio de dirección, para facilitar la manipulación de los cables podrán disponerse arquetas con tapas registrables o no.

Con objeto de no sobrepasar las tensiones de tiro indicadas en las normas aplicables a cada tipo de cable, en los tramos rectos se instalarán arquetas intermedias, registrables, ciegas o simplemente calas de tiro en aquellos casos que lo requieran.

A la entrada de las arquetas, las canalizaciones entubadas deberán quedar debidamente selladas en sus extremos.

6.7.7. Estructuras de hormigón

Las estructuras de hormigón comprende la fabricación, transporte, colocación, compactación, protección y curado del hormigón simple o armado para las siguientes partes estructurales de una construcción: Zapatas, columnas, vigas, muros, losas, cáscaras y otros elementos.

Todas las estructuras de hormigón simple o armado, ya sea construcciones nuevas, reconstrucción, readaptación, modificación o ampliación deberán ser ejecutadas de acuerdo con las dosificaciones y resistencias establecidas en las Normas aplicables, como la Norma Boliviana del Hormigón Armado CBH-87.

Todos los materiales, herramientas y equipo a emplearse en la preparación y vaciado del hormigón serán proporcionados por el Contratista y utilizados por éste, previa aprobación del Supervisor de Construcción y deberán cumplir mínimamente con los requisitos establecidos en la Norma Boliviana del Hormigón Armado CBH-87 Sección 2-Materiales.

CEMENTO HoAo

Para la elaboración de los hormigones se debe hacer uso sólo de cementos que cumplan las exigencias de las NORMAS BOLIVIANAS referentes a cementos Portland (N.B. 2.1-001 hasta N.B. 2.1 - 014) y lo establecido en la N.B.011.

En ningún caso se debe utilizar cementos desconocidos o que no lleven el sello de calidad otorgado por el organismo competente (IBNORCA).

En los documentos de origen figurarán el tipo, la clase y categoría a que pertenece el cemento, así como la garantía del fabricante de que el cemento cumple las condiciones exigidas por las N. B. 2.1- 001 hasta 2.1 – 014 y lo establecido en la N. B. 011.

El fabricante proporcionará, si se lo solicita, copia de resultados de análisis y ensayos correspondientes a la producción de la jornada a que pertenezca la partida servida." (N.B. CBH - 87 Pág. 13).

Se podrá utilizar cementos de tipo especial siempre que su empleo esté debidamente justificado y cumpla las características y calidad requeridas para el uso al que se destine y se lo emplee de acuerdo a normas internacionales y previamente autorizados y justificados por el Supervisor de Construcción.

El cemento deberá ser almacenado en condiciones que lo mantengan fuera de la intemperie y la humedad. El almacenamiento deberá organizarse en forma sistemática, de manera de evitar que ciertas bolsas se utilicen

con mucho retraso y sufran un envejecimiento excesivo. En general no se deberán almacenar más de 10 bolsas una encima de la otra.

Un cemento que por alguna razón haya fraguado parcialmente o contenga terrones, grumos, costras, etc. será rechazado automáticamente y retirado del lugar de la construcción.

ARIDOS

Los áridos a emplearse en la fabricación de hormigones serán aquellas arenas y gravas obtenidas de yacimientos naturales, rocas trituradas y otros que resulte aconsejable, como consecuencia de estudios realizados en laboratorio.

Los áridos para morteros y hormigones, deben cumplir en todo con las Normas Bolivianas N.B. 596-91, N.B. 597-91, N.B. 598-91, N.B. 608-91, N.B. 609-91, N.B. 610-91, N.B. 611-91, N.B. 612-91 las cuales han sido determinadas por el IBNORCA.

La arena o árido fino será aquél que pase el tamiz de 5 mm. de malla y grava o árido grueso el que resulte retenido por dicho tamiz. El 90% en peso del árido grueso (grava) será de tamaño inferior a la menor de las dimensiones siguientes:

Los cinco sextos de la distancia horizontal libre entre armaduras independientes, si es que dichas aberturas tamizan el vertido del hormigón o de la distancia libre entre una armadura y el paramento más próximo.

La cuarta parte de la anchura, espesor o dimensión mínima de la pieza que se hormigones.

Un tercio de la anchura libre de los nervios de los entrepisos.

Un medio del espesor mínimo de la losa superior en los entrepisos.

Denominación tamaño (mm)

Agregado Grueso

Grava 50.80 a 19.10

Gravilla 19.10 a 4.76

Agregado fino

Arena Gruesa 4.76 a 2.00

Arena Media 2.00 a 0.42

Arena fina 0.42 a 0.074

AGUA

El agua a emplearse para la mezcla, curación u otras aplicaciones, será razonablemente limpia y libre de aceite, sales, ácidos, álcalis, azúcar, materia vegetal o cualquier otra substancia perjudicial para la construcción.

No se permitirá el empleo de aguas estancadas procedentes de pequeñas lagunas o aquéllas que provengan de pantanos o desagües. Toda agua de calidad dudosa deberá ser sometida al análisis respectivo y autorizado por el Supervisor de construcción antes de su empleo.

El agua para hormigones debe satisfacer en todo a lo descrito en las N.B. 587-91 y N. B. 588 - 91.

ARMADURAS

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, según normativa aplicable.

Los procedimientos de preparación, corte, doblado, debe realizarse según la normativa aplicable. 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.

La soldadura de la armadura se hará sólo bajo circunstancias especiales y previa aprobación.

ADITIVOS

Existen en el mercado una variedad de aditivos destinados a conferir al hormigón distintas características en función al destino que se les dé. Entre los principales se encuentran los plastificantes, aceleradores y retardadores de fraguado, incorporadores de aire, expansores e impermeabilizantes.

Se podrán emplear aditivos para modificar ciertas propiedades del hormigón, previa su justificación y aprobación expresa efectuada por el Supervisor de Construcción.

Como el modo de empleo y la dosificación deben ser de estudio adecuado, debiendo asegurarse una repartición uniforme de aditivo, este trabajo deberá ser encomendado a personal calificado y preferentemente bajo las recomendaciones de los fabricantes de los aditivos.

6.7.8. CARACTERISTICAS DEL HORMIGON

CONTENIDO DE CEMENTO

El hormigón contendrá la cantidad de cemento que sea necesaria para obtener mezclas compactas, capaz de asegurar la protección de las armaduras y que garanticen la resistencia especificada.

TAMAÑO MAXIMO AGREGADOS

Para lograr la mayor compacidad del hormigón y el recubrimiento completo de todas las armaduras, el tamaño máximo de los agregados no deberá exceder de la menor de las siguientes medidas:

1/4 de la menor dimensión del elemento estructural que se vacíe.

La mínima separación horizontal o vertical libre entre dos barras, o entre dos grupos de barras paralelas en contacto directo o el mínimo recubrimiento de las barras principales.

En general el tamaño máximo de los agregados no deberá exceder de los 3 cm.

RESISTENCIA MECANICA HORMIGON

La calidad del hormigón estará definida por el valor de su resistencia característica a la compresión a la edad de 28 días.

Los ensayos necesarios para determinar las resistencias de rotura se realizarán sobre probetas cilíndricas normales de 15 cm. de diámetro y 30 cm. de altura, en un laboratorio de reconocida capacidad.

El Contratista de la extracción de muestras de Hormigón para su ensayo en laboratorio.

CONSISTENCIA DEL HORMIGON

La consistencia de la mezcla será determinada mediante el ensayo de asentamiento, empleando el cono de Abrams.

El contratista deberá tener en la construcción el cono estándar para la medida de los asentamientos en cada vaciado y cuando así lo requiera el Supervisor.

Como regla general, se empleará hormigón con el menor asentamiento posible que permita un llenado completo de los encofrados, envolviendo perfectamente las armaduras y asegurando una perfecta adherencia entre las barras y el hormigón.

Se recomienda los siguientes asentamientos:

Casos de secciones corrientes 3 a 7 cm (máximo)

Casos de secciones donde el vaciado sea difícil 10 cm (máximo)

Los asentamientos indicados se regirán en el caso de hormigones que se emplean para la construcción de rampas, bóvedas y otras estructuras inclinadas.

La consistencia del hormigón será la necesaria para que, con los métodos de puesta en construcción y compactación previstos, el hormigón pueda rodear las armaduras en forma continua y rellenar completamente los encofrados sin que se produzcan coqueras.

La determinación de la consistencia del hormigón se realizará utilizando el método de ensayo descrito en la N. B. / UNE 7103.

Como norma general, y salvo justificación especial, no se utilizarán hormigones de consistencia fluida, recomendándose los de consistencia plástica, compactados por vibrado.

En elementos con función resistente, se prohíbe la utilización de hormigones de consistencia líquida. Se exceptúa de lo anterior el caso de hormigones fluidificados por medio de un súper plastificante.

ENSAYOS DE RESISTENCIA

La calidad del hormigón estará definida por el valor de su resistencia característica a la compresión a los 28 días.

Se define como resistencia característica la que corresponde a la probabilidad de que el 95 % de los resultados obtenidos superan dicho valor, considerando que los resultados de los ensayos se distribuyen de acuerdo a una curva estadística normal.

Los ensayos necesarios para determinar las resistencias de rotura, se realizarán sobre probetas cilíndricas normales de 15 cm. de diámetro y 30 cm. de altura, en un laboratorio de reconocida capacidad.

Para determinar las proporciones adecuadas, el contratista, con suficiente anticipación, procederá a la realización de ensayos previos a la ejecución de la construcción.

El juzgamiento de la calidad y uniformidad de cada clase de hormigón colocado en construcción se realizará analizando estadísticamente los resultados.

Las probetas se moldearán en presencia del Supervisor y se conservarán en condiciones normalizadas de laboratorio.

El Supervisor determinará los ensayos que intervienen a fin de calcular la resistencia característica de determinados elementos estructurales, determinados pisos o del conjunto de la construcción.

En caso de que los resultados de los ensayos de resistencia no cumplan los requisitos, no se permitirá cargar la estructura hasta que el contratista realice los siguientes ensayos y sus resultados sean aceptados por el Supervisor.

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.

Concluido el vaciado y una vez fraguado el hormigón se recomienda realizar el curado correspondiente.

6.7.9. Edificaciones

6.7.9.1. CENTRO DE TRANSFORMACION

El Centro de Transformación alberga los transformadores junto con los inversores y las celdas de seccionamiento. En este caso de acuerdo al Estudio, se contempla la instalación de centros de transformación, uno por cada MW instalado.

La distribución referencial planteada es la siguiente:

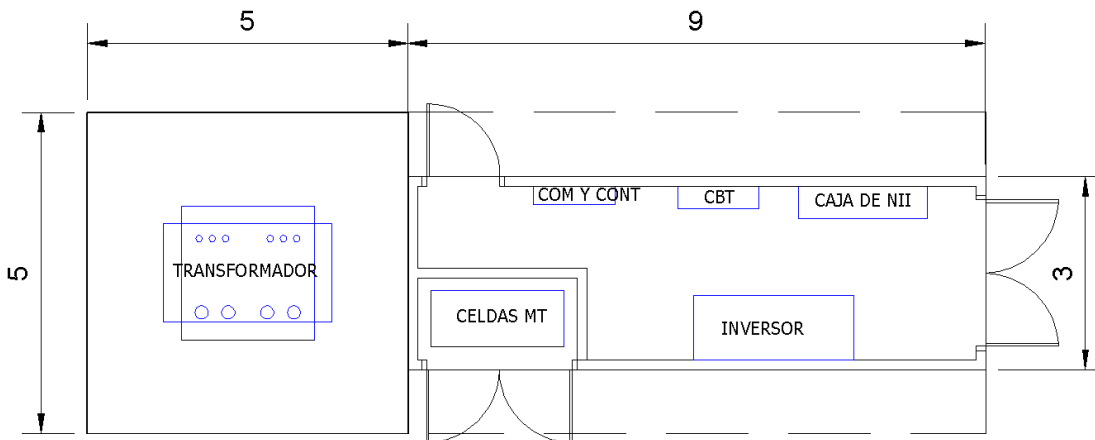


FIGURA 31: DISTRIBUCIÓN REFERENCIAL DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.

El transformador contará con un vallado propio para permitir su extracción del centro o acceso para su mantenimiento.

La caseta donde se ubicará el centro de transformación consta de un sistema de ventilación, de protección contra incendios y de iluminación.

Los centros de transformación estarán ubicados a lo largo de los caminos que discurren por la planta fotovoltaica con el fin de facilitar el acceso a los mismos y evitar posibles sombras a los paneles fotovoltaicos.

6.7.9.2. EDIFICIO DE SERVICIOS

La distribución referencial planteada en el Estudio es la siguiente:

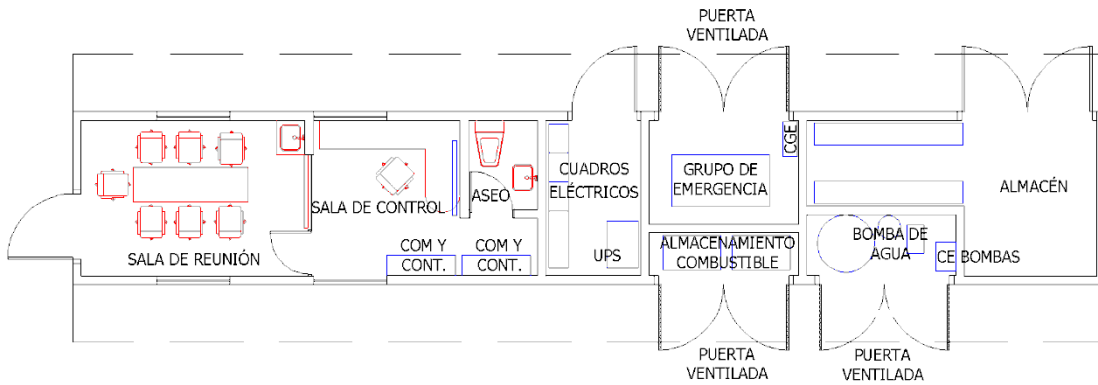


FIGURA 32: DISTRIBUCIÓN REFERENCIAL DEL EDIFICIO DE SERVICIOS.

Dispondrá de acceso directo desde caminos interiores, tanto para el personal, como para la instalación o sustitución de equipos que contenga.

Los viales para el acceso permitirán el transporte de los elementos integrantes, hasta el lugar de ubicación del mismo.

La zona seleccionada permitirá el paso de bomberos, servicios de emergencia, salidas de urgencias o socorro.

El emplazamiento óptimo será aquel que evite la entrada de aguas.

El edificio será en superficie y se encontrará a la misma cota que el vial de acceso.

Dispondrá una acera exterior, preferentemente de al menos de 1 metro de anchura, para protección suplementaria frente a tensiones de contacto.

Para su ejecución, se seguirán las especificaciones definidas según la normativa aplicable.

6.8. Infraestructura eléctrica

6.8.1. Arreglos y conexión eléctrica

Las especificaciones técnicas de los arreglos y conexión eléctrica referencial son:

Las conexiones deberán permitir un montaje rápido, manteniendo la seguridad y la impermeabilidad del sistema.

La interconexión de los módulos fotovoltaicos de la unidad de generación fotovoltaica deberá realizarse mediante conectores que deberán cumplir con los siguientes requisitos:

- Deberán ser a prueba de agua, diseñado para aplicaciones de energía fotovoltaica, que cumpla con los requerimientos técnicos de la instalación, en conformidad a la norma IEC 60998-1.
- Los conectores serán polarizados y de configuración que no permita intercambio con tomacorrientes de otros sistemas eléctricos en el predio.
- Los conectores estarán contruidos e instalados de modo que eviten el contacto accidental de las personas con partes en tensión.
- Los conectores serán del tipo que permita su enclavamiento o bloqueo.
- Los conectores deben ser capaces de interrumpir el paso de la corriente por el circuito sin causar riesgos al operador.
- Los arreglos y conexiones de las unidades de generación fotovoltaicos deberán ser diseñados y ejecutados con el objetivo que no se generen corrientes inversas entre los distintos string. En los arreglos que producto de su configuración, pueden generarse corrientes inversas, estas no deberán ser mayores que la corriente inversa máxima que soportan los módulos o paneles fotovoltaicos, de lo contrario deberán ser limitadas mediante la utilización de diodos de bloqueo y/o protecciones de sobrecorriente (fusibles o interruptores automáticos)

Cada arreglo o string de la unidad de generación fotovoltaico deberá conectarse al inversor fotovoltaico de la siguiente manera:

- Directamente al inversor en forma independiente. Esta configuración será admitida en instalaciones que utilicen los denominados inversores string, en que cada string se conecta directamente al inversor en positivo y negativo, sin ninguna conexión intermedia.
- Mediante una caja de conexiones de string o junction box para instalaciones que utilicen los denominados inversores centrales o para aquellas instalaciones en las que sea necesario agrupar en paralelo dos o más strings.
- Para los arreglos o strings fotovoltaicos que utilicen la tecnología denominada capa fina o Thin Film, se permitirá utilizar un conector tipo Y para agrupar strings, siempre y cuando el inversor utilizado acepte esta configuración.
- Los arreglos fotovoltaicos deberán contar con diodos de bloqueo o una protección equivalente que impidan que circule corriente inversa según corresponda.
- Las conexiones a un módulo o panel de la unidad de generación fotovoltaica deben estar hechas de modo que si se quita un módulo o panel del circuito de la fuente fotovoltaica no se interrumpa la continuidad de ningún conductor puesto a tierra de cualquier otro circuito de fuente fotovoltaica.
- Todos los conductores utilizados en la unidad de generación deberán contar con sus respectivos terminales.

6.8.2. Dimensionado de circuitos y corriente

Corriente de los circuitos fotovoltaicos o corriente de la unidad de generación fotovoltaica: La corriente máxima será la suma de las corrientes de cortocircuito de los módulos fotovoltaicos en paralelo, multiplicada por 1,25 veces.

Corriente de los circuitos de salida fotovoltaica: La corriente máxima será la suma de las corrientes máxima de los circuitos de las fuentes en paralelo multiplicada por 1,25 veces.

Corriente de los circuitos de salida del Inversor: La corriente máxima será la corriente de salida del inversor de régimen continuo.

Corriente de los circuitos de entrada del inversor: La corriente máxima será la corriente de entrada de régimen continuo del inversor cuando el inversor produzca su potencia nominal a la menor tensión de entrada.

Las corrientes de los sistemas fotovoltaicos serán consideradas como de régimen continuo.

6.8.3. Cableado

Los circuitos de los sistemas fotovoltaicos y los circuitos de salida fotovoltaicos no se instalarán en las mismas canalizaciones con otros circuitos de otros sistemas, al menos que los conductores de los otros sistemas estén separados por una barrera.

Los conductores positivos y negativos en el lado de CC deberán ser canalizados en forma ordenada y separada, solo en los casos que se utilice canalización metálica podrá canalizarse en forma conjunta el positivo y negativo.

Los conductores y conexiones eléctricas no deben quedar sometidos a esfuerzos mecánicos permanentes ni accidentales.

Los conductores a utilizar en la unidad de generación fotovoltaica deberán ser conductores tipo fotovoltaicos que cumplan con los requisitos para su uso en sistemas fotovoltaicos en conformidad a la norma aplicable.

Los conductores en el lado de CC, que estén expuestos a daños por roedores deberán contar con una protección contra roedores. Para estos efectos, podrá utilizarse conductores que incorporen dicha protección o deberán canalizarse todos los conductores que formen parte del lado CC, incluyendo las uniones entre módulos.

Los conductores de la unidad de generación deberán tener una sección adecuada para evitar caídas de tensión y calentamientos. Para cualquier condición de trabajo, los conductores deberán tener la sección suficiente para que la caída de tensión sea inferior del 1,5 %.

Los conductores del lado de CC, deberán ser dimensionados para una corriente no inferior a 1,25 veces la máxima intensidad de corriente obtenida del cálculo indicado en el punto 13.8 y/o para soportar la corriente inversa máxima que se pueda generar en la unidad de generación.

Los conductores del lado de CA, deberán ser dimensionados para una corriente no inferior a 1,25 veces la máxima intensidad de corriente del inversor y deberán quedar protegidos por el dispositivo de sobrecorriente.

Los alimentadores o conductores del lado de CA de la unidad de generación deberán tener una sección adecuada para evitar las caídas de tensión y calentamientos, para cualquier condición de trabajo, los conductores deberán tener la sección suficiente para que la caída de tensión entre el punto de conexión a la red y la unidad de generación sea inferior del 3%.

En la determinación de la sección transversal de los conductores de cada arreglo, se deberá considerar la temperatura máxima de operación del arreglo de acuerdo con las condiciones climatológicas del lugar.

Cuando se utilicen cables y cordones flexibles para conectar las partes móviles de los sistemas de orientación de los módulos fotovoltaicos, serán de tipo cordón o cables portátiles de servicio pesado; dichos cables serán

adecuados para usos extra-pesados, listados para uso a la intemperie y resistentes al agua y a la luz del sol. Cuando la temperatura ambiente supere los 30°C, se aplicarán los factores de corrección.

Los conductores para corriente continua se identificarán o marcarán de color rojo para el conductor positivo, negro para el conductor negativo y verde o verde/amarillo para el conductor de tierra de protección.

La tensión del aislamiento del conductor de lado de CC no deberá ser menor a 1,25 veces de la tensión de circuito abierto del generador fotovoltaico en condiciones estándar.

La capacidad total de generación fotovoltaica no debe ser mayor de la capacidad de transporte del alimentador o del conductor utilizado en la unión entre el tablero general y el empalme.

6.8.4. Puesta a tierra

El objetivo de las instalaciones de puesta a tierra es limitar la tensión que, con respecto a tierra, puedan presentar en un momento dado las masas metálicas (tensión de contacto), entre distintos lugares del suelo en las inmediaciones de la puesta a tierra (tensión de paso), asegurar la actuación de las protecciones (resistencia de la puesta a tierra) y eliminar o disminuir el riesgo que supone una avería en el material utilizado.

CARACTERISTICAS	
Material	Cobre
Sección	A definir
Protección	IP54

Tabla 0-54 Características referenciales puesta a tierra.

Deberán conectarse todas las partes metálicas de la instalación a la tierra de protección. Esto incluye las estructuras de soporte y las carcasas de los equipos.

La puesta a tierra de protección de las instalaciones fotovoltaicas interconectadas, se hará siempre de forma que no se alteren las condiciones de puesta a tierra de la red de la empresa distribuidora, asegurando que no se produzcan transferencias de defectos a la red de distribución.

Se realizará una toma de tierra a la que se conectarán directamente las estructuras soporte del generador fotovoltaico, los marcos de los módulos y el borne de puesta a tierra del inversor. Este conductor se unirá al módulo aprovechando la unión atornillada de este con la estructura.

La sección del conductor de protección será, como mínimo como la del conductor de fase correspondiente. En este caso, los conductores que constituyen las líneas de enlace con tierra, las líneas principales de tierra y sus derivaciones, serán de cobre de alto punto de fusión.

6.8.5. Protecciones

Las instalaciones de un sistema fotovoltaico conectado a la red de distribución, estarán equipadas con un sistema de protección que garantice su desconexión en caso de una falla en la red o fallas internas en la instalación del propio generador, de manera que no perturben el correcto funcionamiento de las redes a las que estén conectadas, tanto en la explotación normal como durante el incidente.

Los sistemas fotovoltaicos conectados a la red de distribución deberán tener protección de falla a tierra para reducir el riesgo de incendio.

El dispositivo de protección de falla a tierra deberá ser capaz de detectar una falla, interrumpir el flujo de corriente de falla, y dar una indicación que ocurrió la falla.

Los conductores activos de la fuente en que ocurrió la falla serán desconectados en forma automática.

Las instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red que utilicen sistemas de puesta a tierra TN o TT deberán contar con un monitor de corriente diferencial (RCMU) el que podrá estar incluido en el inversor o ser externo a él. Dicho monitor deberá ser sensible a todo tipo de corriente, capaz de diferenciar entre las corrientes de escape capacitivas condicionadas por el servicio (causadas por las capacidades de los módulos fotovoltaicos a tierra) y las corrientes de falla (causadas por el contacto de un polo del generador FV). El inversor se deberá desconectar inmediatamente de la red en cuanto se supere el valor límite absoluto de (protección contra incendios) o el valor de la corriente de falla del lado de CC.

En los casos que el vigilante no esté incorporado al inversor, deberá satisfacer los requerimientos de la norma IEC 61557-8, y deberá desconectar la instalación ante un fallo de aislamiento $50V/\Omega$ en conformidad a la norma IEC 60364-5-53.

Los dispositivos de sobrecorriente en el lado CC, serán dimensionados para conducir una corriente no inferior a 1,25 veces la máxima corriente del string y no deberá ser superior a la corriente inversa máxima que soportan los módulos que forman parte del string.

Los fusibles utilizados en el lado CC de las instalaciones fotovoltaicas deberán cumplir con la norma IEC 60269-6, los que deberán ser seleccionados para ser capaces de disipar la potencia que se desarrolla en las peores condiciones de funcionamiento.

Los interruptores automáticos y seccionadores utilizados en el lado CC de las instalaciones fotovoltaicas, deberán cumplir los requerimientos establecidos en las normas IEC 60947-2 o IEC 60947-3, y ser adecuados para instalaciones fotovoltaicas, capaces de extinguir arcos eléctricos en CC.

Las instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red deberán contar con protección por aislamiento de las partes activas clase II, en el lado de CC, de acuerdo a la IEC 62109-1.

Las instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red, en el lado de corriente alterna, deberán contar con una protección diferencial e interruptor general magnetotérmico bipolar, para el caso de las instalaciones monofásicas o tetrapolar para el caso de las instalaciones trifásicas, con intensidad de cortocircuito superior a la indicada por la empresa distribuidora en el punto de conexión.

La protección diferencial del lado de corriente alterna que se instale en un sistema fotovoltaico que no presenta como mínimo una separación simple entre los lados de las corrientes continua y alterna, el dispositivo diferencial instalado para garantizar la protección en caso de falla debe ser tipo B conforme con lo especificado en la norma IEC 60755.

Si el inversor no puede, por construcción, inyectar corrientes continuas de falla en la instalación eléctrica, no se requiere un dispositivo diferencial del tipo B conforme con lo especificado en la norma IEC 60755, en estos casos se podrá utilizar un diferencial tipo A.

En unidades de generación de potencia instalada igual o superior a 10kW deberá utilizar una protección diferencial con intensidad diferencial no superior a 300 mA.

El interruptor general magnetotérmico debe ser un interruptor termomagnético que permita la desconexión del generador fotovoltaico de la red y las cargas locales. La calibración del dispositivo de sobrecorriente se determina en función de la potencia máxima de salida del inversor y deberá cubrir las siguientes especificaciones:

- Ser manualmente operable.
- Contar con un indicador visible de la posición "On-Off".
- Contar con la facilidad de ser enclavado mecánicamente en posición abierto por medio de un candado o de un sello de alambre.
- Tener la capacidad interruptiva requerida de acuerdo con la capacidad de cortocircuito de la línea de distribución.
- Debe ser operable sin exponer al operador con partes vivas.

6.8.6. Línea de Interconexión MT

La línea de evacuación de referencia consistirá en una línea eléctrica de media tensión aérea, que unirá el centro de seccionamiento con el punto de inyección de la red de distribución eléctrica para efectuar el vertido a la red de la energía producida por la planta de generación solar fotovoltaica.

Nota: La Línea de Interconexión entre la Planta y la Red de Distribución (SIN) de MT, no está incluida en el alcance del Item 2; estos trabajos serán ejecutados por ENDE Guaracachi.

El alcance del Item 2 llega hasta el enganche del cable de MT hasta el primer poste de la línea, incluyendo un seccionador.

6.9. Pruebas de aceptación de la planta

En este punto se mencionan los pre-requisitos mínimos y comprobaciones previas, así como los ensayos de aceptación necesarios para que el Supervisor de ENDE Guaracachi emita un informe sobre la conveniencia o no de realizar la Aceptación Provisional de las Instalaciones.

Pre-requisitos y comprobaciones previas

Comprobación de suministro e instalación de:

- Módulos Fotovoltaicos.
- Inversores.
- Canalizaciones, tableros y celdas eléctricas, cableado, protecciones, etc.
- Célula calibrada.
- Sistema de monitorización.
- En general, suministro e instalación de lo que consta en las especificaciones técnicas.
- Las conexiones internas y las interconexiones tanto mecánicas como eléctricas, han sido realizadas y se ha comprobado su efectividad.
- Las instalaciones eléctricas cumplen con los requisitos técnicos locales y se han verificado conforme a lo indicado en los reglamentos aplicables.
- Los dispositivos de monitorización y/o control han sido comprobados que operan correctamente.

- Los dispositivos de seguridad han sido comprobados y están listos para la operación.
- Toda el área ocupada por la instalación ha sido limpiada y se han retirado los equipos de construcción e instalaciones temporales que puedan comprometer la operación de la instalación.
- Se han realizado las inspecciones requeridas por las autoridades.

6.9.1. Ensayos de aceptación

Estos se dividen en tres grupos:

1. Ensayos de funcionamiento de la instalación.

- Funcionamiento y puesta en marcha de todos los sistemas.
- Pruebas de arranque y parada en distintas franjas horarias.
- Pruebas de los elementos y medidas de protección, seguridad y alarma, así como su actuación.
- Verificación de la instalación de baja tensión conforme a proyecto.
- Prueba de los equipos de comunicaciones.
- Pruebas de inversores
- Pruebas de funcionamiento
- Disparo de protecciones
- Comprobación de corrientes y tensiones a la entrada de cada inversor, incluidas tensiones en circuito abierto.
- Comprobación de corrientes y tensiones a la salida de cada inversor.

2. Comprobaciones de seguridad y protecciones

- Comprobación de falta de aislamiento en el lado de corriente continua de la instalación.
- Comprobación de falta de aislamiento en el lado de corriente alterna de la instalación.
- Señalizaciones de zonas con riesgo eléctrico y mecánico de acuerdo a la legislación vigente.

3. Ensayos de rendimiento

- Prueba de funcionamiento durante una (1) semana continua, en la que se deberá comprobar que la Instalación es capaz de generar la Producción Mínima en el Certificado de Aceptación Provisional.

6.9.2. Valores Garantizados

Se entenderá por valores garantizados la producción mínima en el Certificado de Aceptación Provisional y la producción mínima en el Certificado de Aceptación Definitiva.

La producción mínima en el Certificado de Aceptación Provisional será la producción garantizada, correspondiente al Performance Ratio mínimo establecido. Para el ensayo se tomará el valor relacionado con el mes en que se produzcan los ensayos.

Las comprobaciones previas y ensayos de aceptación definidos en este anexo, pretenden comprobar las estimaciones de productividad energética de la fase de ingeniería y diseño.

Para ello se medirán simultáneamente:

- Potencia DC a la entrada del inversor
- Potencia AC a la salida del inversor
- Irradiancia incidente sobre el plano del generador

El periodo de las medidas se extenderá por 30 días de operación efectiva, mediante aprobación de la Supervisión de un Protocolo detallado presentado por el Contratista, con una periodicidad de a acordar, una hora como máximo y se verifiquen algunas condiciones, tales como: ausencia de sombras sobre el generador durante las horas de medida y superar la irradiancia de 700 W/m².

6.9.3. Pruebas para la aceptación definitiva

Para la obtención del Certificado de Aceptación Definitiva se procederá de la siguiente forma:

- Evaluación de la energía vertida real cómputo anual.
- Evaluación de la energía vertida teórica considerando la irradiación solar.
- Comparación de energías y comprobar que se cumple el valor mínimo garantizado.
- Revisión de manuales de mantenimiento.
- Comprobación de si algún componente es susceptible de ejecución de la garantía de materiales, diseño o ejecución.

- Revisión del cumplimiento del plan de operación y mantenimiento.

Certificado de aceptación definitiva (CAD)

La Aceptación Definitiva tendrá lugar a los veinticuatro (24) meses desde la última Aceptación Provisional, en su caso, una vez verificados por ENDE Guaracachi y el Contratista, el cumplimiento de los Valores Garantizados para la Instalación.

Superada la Producción Mínima en el CAD y siempre que se hayan efectuado a satisfacción de ENDE Guaracachi las reparaciones o sustituciones pendientes según sea el caso, ENDE Guaracachi, procederá al otorgamiento del CAD. Dicho otorgamiento supondrá la liberación de cualquier responsabilidad del Contratista para con el Contrato salvo su obligación de gestionar la garantía de materiales por los elementos reparados o sustituidos durante el periodo de garantía y las garantías de los componentes por separado otorgados por plazos mayores a los dos años.

6.10. Operación y mantenimiento

El Contratista, dentro del precio y alcance de este contrato, se debe comprometer a realizar los trabajos de operación de las instalaciones de la Planta solar fotovoltaica, por el lapso mínimo de dos (2) años, mientras esté en vigencia la Garantía de Buen Funcionamiento, es decir, la atención cotidiana a las contingencias de las mismas como son los arranques y paradas de sus sistemas y supervisión de las condiciones en que se desarrolla la operación, la adecuada intervención ante disparos y situaciones anómalas para evitar averías, la conducción de los sistemas para, en su caso, llevarlos a situación segura y en general todos aquellos trabajos tendentes a mantener la operación con las mejores prestaciones posibles. El término Instalación Solar Fotovoltaica comprende las instalaciones de producción eléctrica y todas las infraestructuras de transformación y evacuación de la energía hasta el punto frontera de la compañía, así como obra civil ejecutada al efecto y todo aquello comprendido en el interior del área destinada a la producción de energía eléctrica.

El conjunto de labores referenciales necesarias a realizar por el adjudicatario para el presente contrato son las siguientes, las cuales deben ser coordinadas con el personal asignado de ENDE Guaracachi, para las tareas de operación y mantenimiento de la Planta:

- Operación y mantenimiento correctivo.
- Operación y mantenimiento preventivo/predictivo.
- Instalación, supervisión y telecontrol de alarmas remotas de las instalaciones y gestión de incidencias.

- Inspecciones, estudios, asistencia y soporte técnico.
- Gestión y almacenaje de equipos y materiales de repuesto.

6.10.1. LIMPIEZA DE PANELES FOTOVOLTAICOS Y GESTION DE RESIDUOS

En relación con la limpieza de los paneles solares, se deberán garantizar de forma referencial mínima las siguientes labores:

- Equipo de Limpieza de los paneles fotovoltaicos con agua cuando sea conveniente y, especialmente, tras lluvia de barro, nieve, excrementos de aves o similar.
- Recogida de los residuos resultantes de las labores propias de operación y mantenimiento de las Instalaciones Solares Fotovoltaicas, incluida su adecuada gestión.

Gestión y corrección de incidencias.

Cuando se produzca una incidencia, el Contratista se compromete a iniciar las acciones que sean necesarias para repararla sin demora injustificada, llevándose a cabo tales correcciones una vez detectadas, e informando a ENDE Guaracachi de la incidencia y de su corrección.

6.10.2. Inspecciones, estudios, asistencia y soporte técnico.

El Contratista, dentro del alcance del servicio contratado, realizará las inspecciones que sean preceptivas, a su cargo, en relación con las instalaciones y equipos, tanto las periódicas establecidas como las que pudieran por la Administración competente.

El Contratista, durante la vigencia del Contrato, se obliga a proveer servicios de apoyo técnico a ENDE Guaracachi:

Asesoramiento a ENDE Guaracachi, cuando ésta lo solicite, sobre las medidas que debe adoptar para corregir anomalías o fallos de funcionamiento y, cuando fuere necesario, concertará la presencia en la Instalación Solar Fotovoltaica de representantes cualificados del suministrado del equipo en cuestión.

Contestación por escrito, en un plazo no superior a 15 días, a las peticiones de información formuladas por el ENDE Guaracachi sobre la utilización de alguno de los equipos.

6.10.3. Gestión y almacenaje de equipos y materiales de repuesto.

Durante la vigencia del Contrato, el Contratista se compromete a almacenar y mantener completa una reserva de piezas de repuesto normales que constituyen el almacén mínimo de repuestos y materiales.

El Contratista se obliga a usar piezas de repuesto nuevas y originales, los elementos instalados pasarán a ser propiedad de ENDE Guaracachi y los elementos intercambiados pasarán a ser propiedad del Contratista.

Garantías

6.11. Garantías mínimas solicitadas

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 solicitadas	
	Equipo	Garantía mínima
1	Garantía general del Proyecto y PR mayor o igual a 80%	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

*Las garantías extendidas de los equipos principales deberán ser emitidas de forma directa, del fabricante a ENDE Guaracachi.

Garantía de producción mínima

El Contratista debe garantizar que:

Dentro de los límites de las garantías ofrecidas por los proveedores y fabricantes de los materiales y equipos principales de cada una de las instalaciones, el Contratista deberá realizar una estimación de la eficiencia en

su propuesta y garantizar a ENDE Guaracachi un rendimiento igual o superior a 80%, que será verificado durante las pruebas (rendimiento global "Performance Ratio - PR").

Esta garantía de Performance Ratio tendrá validez durante dos (2) años. El cálculo del PR se realizará con carácter anual y ponderado técnicamente por la degradación de los módulos fotovoltaicos.

Esta Garantía de Producción Mínima será exigible al Contratista siempre que el incumplimiento sea imputable al mismo y esté en vigor la garantía de dos (2) años.

6.12. CRONOGRAMA DE EJECUCION

Se estima una ejecución de proyecto aproximada de seis meses o que deben estar dentro del plazo total del proyecto.

Fases de ejecución

En primera instancia, como primera fase, el Contratista elaborará la Ingeniería de Detalle, la cual será aprobada por la Supervisión, para inmediatamente proceder con la provisión de equipos principales.

Las fases constructivas referenciales que componen la obra a realizar se desglosan principalmente en:

- Implantación en obra: suministro eléctrico, instalación de casetas e instalaciones sanitarias o de drenaje.
- Obra civil: instalación en faena, caminos y accesos, descarga y zonas de acopio, vallado perimetral, movimientos de tierras, cruces de canalizaciones eléctricas.
- Cimentaciones
- Montaje de estructura
- Instalación de en Baja Tensión
- Instalación de Media Tensión
- Instalación de Seguridad y Alumbrado
- Implantación SCADA
- Pruebas preconexión
- Puesta en marcha y operación comercial

6.13. Plan y metodología de la obra

Este plan de obra es orientativo, el Contratista deberá presentar un programa de trabajo que será el que rija el desarrollo de cada una de las tareas, que a su vez deberá ser aprobado por el Supervisor.

En la elaboración de esta planificación de trabajos, se ha tenido en cuenta la existencia de actividades críticas las cuales condicionan el comienzo de actividades posteriores.

Esta duración prevista es simplemente orientativa, puesto que solo se han tenido en cuenta las actividades más importantes y de mayor duración pero sin estar desglosadas, de manera que puede sufrir alguna que otra modificación, pero no pudiéndose desviar unos tiempos que excedan demasiado del periodo considerado para la ejecución de las obras.

Se establecen jornadas de ocho horas y meses de 22 días laborables.

Estimación de tiempos

La duración estimada de las distintas unidades de obra debe ser definida por el Proponente para la presentación de la propuesta considerando mínimamente los siguientes ítems:

- Elaboración de Ingeniería de Detalle
- Suministro eléctrico obra: Casetas: Instalaciones sanitarias:
- Instalación en faena:
- Caminos y accesos:
- Vallado perimetral:
- Descarga y zonas de acopio:
- Movimientos de tierras:
- Cimentaciones:
- Montaje estructura:
- Instalación eléctrica de Baja Tensión:
- Otras instalaciones:

6.14. EXPERIENCIA DE LOS PROPONENTES

Experiencia Mínima General y Específica de la Empresa o Asociación Accidental

Generalidad

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

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.

Experiencia General y Específica de los proponentes

La experiencia General de los proponentes, debe ser de al menos 10 años. Haber ejecutado al menos un proyecto, cuyo monto de contrato (un contrato), sea mayor o igual a 8 millones de dólares de Norteamérica.

Experiencia Específica en generación eléctrica en base a plantas de generación fotovoltaica, haber construido una planta de potencia igual o superior a los 5 MWp, conectada a una red.

Experiencia General y Específica del Gerente del Proyecto Item 2

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.

La experiencia general del Gerente del Proyecto Item 2, debe ser de 7 años en desarrollo de proyectos de infraestructura eléctrica.

La experiencia específica debe corresponder a la construcción de plantas fotovoltaicas con una capacidad igual o mayor a 5 MWp, conectadas a una Red.

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.

Experiencia de los Especialistas o Personal Clave

La experiencia considerada es el conjunto de proyectos de infraestructura eléctrica en las cuales el personal clave ha desarrollado cargos similares y contempla el grado de formación, 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, tomando en cuenta la tabla “Personal Técnico Clave Requerido”.

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.

6.15. LISTA DE PROFESIONALES PROPUESTOS

Los proponentes, adjuntarán a su propuesta una lista de los profesionales considerados claves propuestos en la ejecución de este Proyecto, adjuntando un resumen de hoja de vida de cada uno de ellos.

Se deberá contar con un Gerente del Proyecto, obligatoriamente con base en el Sitio de Obra; Ingenieros especialistas en las diferentes áreas necesarias para la ejecución del Proyecto (Ingenieros Eléctricos, Ingenieros de Control, Ingenieros Electrónicos, Ing. Industriales, Mecánicos, Civiles, etc.); Profesionales Responsables de la Administración y Logística, Técnicos especialistas en montaje, Capataces, etc.

PERSONAL TÉCNICO CLAVE REQUERIDO					Años de Experiencia General	Experiencia Específica
N°	FORMACIÓN	CARGO A DESEMPEÑAR	CARGO SIMILAR (*)			
			N°	CARGO		
1	Ingeniero Eléctrico/ Ingeniero Mecánico/ Ingeniero Electrónico/otra afín	Gerente o Superintendente del Proyecto	1	Gerente de Proyectos Infraestructura Eléctrica	7	Al menos un proyecto solar fotovoltaico de capacidad igual o mayor a 5MWp
			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 afín	Jefe de Obras	1	Jefe de Obras Proyectos Electroenergéticos	3	Al menos un proyecto solar fotovoltaico de capacidad igual o mayor a 5MWp
			2	Supervisor de Obras de generación eléctrica		
			3	Jefe de Ejecución de Proyectos Energías Renovables		
3	Ingeniero de Control/ Electrónico/ otro afín	Responsable Sistema de Control e Integración	1	Ingeniero de Control, Protección y Scada en Proyectos de Generación Eléctrica	3	N/A
			2	Especialista en Control, Protecciones en Sistemas de Generación Híbrida		
			3	Ingeniero de Proyectos de Automatización y Control		
4	Ingeniero Civil/ otro afín	Responsable estudios y diseño de Obras Civiles	1	Ingeniero de Obras Civiles Plantas de Generación Eléctrica	3	N/A
			2	Jefe de Obras Civiles Plantas de generación o subestaciones de potencia		
5	Administrador/ Contador/otro afín	Responsable de la logística del Proyecto	1	Responsable de la Administración y Logística de Proyectos de Generación Eléctrica	3	N/A
			2	Encargado de la Administración y/o Logística de Proyectos de Infraestructura eléctrica		
6	Ingeniero Medio Ambiental/otro afín	Responsable de SSMA del Proyecto	1	Gestión de proyectos energéticos	3	N/A
			2	Desarrollo de proyectos de generación con Energías renovables		

6.16. EQUIPOS Y HERRAMIENTAS

Las propuestas deben considerar y adjuntar una lista de Equipos y Herramientas imprescindibles y de uso especializado en las diferentes etapas de ejecución de la Planta Solar Yunchara: En la elaboración de la ingeniería de detalle, equipos especiales para montaje mecánico de las estructuras (hincado), montaje mecánico

y eléctrico de equipos, transporte y manipulación de equipos y materiales, ajustes de protecciones, pruebas y puesta en marcha.

6.17. ANEXOS: ITEM 2 (VER DOCUMENTOS ADJUNTOS PAGINA WEB)

- Estudio De Suelos
- Estudio Topográfico
- Estudios eléctricos
- Planos

6.18. FORMULARIOS DE DECLARACIONES JURADAS PARA LA PRESENTACIÓN DE PROPUESTAS ITEM 2

Documentos Legales y Administrativos

Formulario A-5 Formularios de Currículum Vitae del Gerente, Superintendente o Residente del proyecto

Formulario A-6 Formulario de Currículum Vitae de los Especialistas Asignados, 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

Documentos de la Propuesta Económica

Formulario B-1 Propuesta económica

Formulario B-2 Cronograma de Desembolsos

Documentos 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-5

CURRICULUM VITAE, EXPERIENCIA GENERAL Y ESPECÍFICA DEL GERENTE DEL PROYECTO

DATOS GENERALES			
	<i>Paterno</i>	<i>Materno</i>	<i>Nombre(s)</i>
Nombre Completo	:	<input type="text"/>	<input type="text"/>
	<i>Número</i>	<i>Lugar de Expedición</i>	
Cédula de Identidad	:	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Edad	:	<input type="text"/>	
Nacionalidad	:	<input type="text"/>	
Profesión	:	<input type="text"/>	
Número de Registro Profesional	:	<input type="text"/>	

EXPERIENCIA GENERAL						
N°	EMPRESA / ENTIDAD	OBJETO DEL PROYECTO	MONTO DEL PROYECTO (\$us.)	CARGO	FECHA (Mes / Año)	
					DESDE	HASTA
1						
2						
3						
4						

...						
N						

EXPERIENCIA ESPECÍFICA						
N°	EMPRESA / ENTIDAD	OBJETO DEL PROYECTO (Criterio de Obra Similar)	MONTO DEL PROYECTO (\$us.)	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, mínimamente para el personal clave solicitado en el presente DBC)

DATOS GENERALES			
		<i>Paterno</i>	<i>Materno</i>
			<i>Nombre(s)</i>
Nombre Completo	:	<input type="text"/>	<input type="text"/>
		<i>Número</i>	<i>Lugar de Expedición</i>
Cédula de Identidad	:	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Edad	:	<input type="text"/>	
Nacionalidad	:	<input type="text"/>	
Profesión	:	<input type="text"/>	
Número de Registro Profesional	:	<input type="text"/>	

FORMACIÓN ACADÉMICA	
UNIVERSIDAD / INSTITUCIÓN	GRADO ACADÉMICO
<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>

EXPERIENCIA						
N°	EMPRESA / ENTIDAD	OBJETO DEL PROYECTO (Obra Similar)	MONTO DEL PROYECTO (\$us.)	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>

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.

(Firma del Profesional Propuesto)

(Nombre completo del Profesional Propuesto)

FORMULARIO A-7

CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN DEL PROYECTO ITEM 2

El proponente deberá presentar un cronograma de barras Gantt o similar.

N°	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 $= n_1 + n_2$ $+ \dots n_k$	
<p>El cronograma debe ser elaborado utilizando MS Project o similar y debe señalar de manera clara la Ruta Crítica de la ejecución del Proyecto.</p> <p>(*) 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.</p> <p>(**) La entidad convocante podrá establecer la escala temporal o en su defecto el proponente adoptará la más conveniente.</p>			

FORMULARIO A-8

RESUMEN DE GARANTIAS ITEM 2

(Global del Proyecto y por Equipos Importantes)

	Descripción	Garantía mínima	Ofertada
1	Garantía general del Proyecto y PR mayor o igual a 80%	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	

FORMULARIO B-1

Propuesta Económica

ÍTEM 2: PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA YUNCHARA

(Precios en dólares de Estados Unidos de Norte América)

	Descripción	TOTAL \$us.
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 a 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 Auxiliares	
7	Equipos auxiliares: Grupo generador de emergencia, estación meteorológica, medición.	
	TOTAL	
E	Obras Civiles, Montaje Mecánico y Eléctrico	
8	Instalación de faenas, Preparación del Terreno, Bases, cimientos, Zanjas de Cables, Drenaje, Vías de Acceso, etc.	
9	Obras Civiles y de Montaje	
10	Obras Eléctricas, sistemas de control protección, SCADA y Estación Metereologica.	

11	Instalacion de sistemas auxiliares (UPS, sistema de emergencia, luminarias, sistema de vigilancia, iluminación perimetral, etc)	
	TOTAL	
F	Otros	
12	Ingeniería de Detalle	
13	Mantenimiento del Sitio de Construcción	
14	Transporte y Logística	
15	Suministro de Repuestos para 2 (dos) años	
	TOTAL	
	TOTAL BIENES A+B+C+D [\$us.]	
	TOTAL OBRAS y OTROS E+F [\$us.]	
	TOTAL A+B+C+D+E+F [\$us.]	
	TOTAL Especifico [Bs/kWp]	
	TOTAL Especifico [USD/kWp]	

FORMULARIO B-2

CRONOGRAMA ESTIMADO DE DESEMBOLSOS

ÍTEM 2: PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA YUNCHARA

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	Ingeniería de Detalle	Entrega de Ingeniería de Detalle aprobada por la Supervisión.	5%		
No. 3	Suministro y Equipos BOS	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.	10%		
No. 4	Suministro: Módulos Fotovoltaicos		30%		
No. 5	Suministro: Estaciones de Transformación de la Planta FV		15%		
No. 6	Suministro: Equipos y materiales para sistemas auxiliares		10%		
	Obras Mecánicas y Eléctricas				
No. 7	Conclusión de la Obras Electromecánicas y subestaciones	Emisión del certificado de conclusión de montaje electromecánico	50%		
No. 8	Puesta en Servicio	Cumplimiento de las pruebas y puesta en servicio, es decir en operación comercial, emisión del certificado de recepción provisional	50%		

FORMULARIO C-1

PROPUESTA TÉCNICA: ITEM 2

Deberá contener mínimamente:

- a) Presentación de un análisis de producción de la Planta Solar Fotovoltaica Yunchara y rendimiento PR garantizado.
- b) Las propuestas deben considerar el desarrollo de la Ingeniería de Detalle del Proyecto, tomando en cuenta las siguientes partes importantes:
 - *Estudios de estabilidad en el área del SIN; tomando en cuenta las Normas Operativas 11 (Condiciones Técnicas para la Incorporación de nuevas Instalaciones al SIN) y 30 (Requisitos técnicos mínimos para proyectos de generación y transmisión) del CNDC.*
 - *Topografía y Estudio de suelos, para determinar el tipo de estructura.*
 - *Construcción de la Planta Fotovoltaica, y su interconexión al SIN.*
 - *Sistemas auxiliares*
 - *Estudios de protecciones y ajustes; previos a la puesta en marcha.*
- c) Descripción de las técnicas constructivas a utilizar para la ejecución del Proyecto, para la Planta Fotovoltaica y sus sistemas auxiliares.
- d) Describir el método y tareas para la instalación de la Planta Solar, como así también del sistema de protección y control integrado al SIN.
- e) Organigrama considerando al personal para la ejecución del proyecto, el cual no solamente incluirá al personal clave.
- f) 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.
- g) Cronograma de ejecución del Proyecto, detallando las tareas a ejecutar; cronograma de tareas importantes y la asignación de recursos humanos, equipos y herramientas.
- h) Descripción y listado de equipos y herramientas.
- i) Otros que considere importantes el Proponente.

FORMULARIO C-3

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE SUMINISTRO BIENES

MODELO DE FORMULARIO-ELABORAR PARA LOS EQUIPOS PRINCIPALES

(Módulos fotovoltaicos, Inversores, Estructuras de soporte de módulos, Transformadores de MT, celdas de MT, Cajas de nivel 1, Cable de MT, etc.)

"Características de los equipos principales"						
Código	Descripción					
1	Generador foto-voltaico					
1	1,1 Módulos fotovoltaicos					
1	1,	1,1,1 Suministro y montaje de módulos				
1	1	1	Módulo fotovoltaico			
			Fabricante			
			Marca			
			Modelo			
			Procedencia			
			Parámetro en condiciones estándar STC*			
			Pmax	Pontencia 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		$\gamma\% / ^\circ C$		
				Coeficiente de temperatura a Voc		$\beta Voc\% / ^\circ C$		
				Coeficiente de temperatura a Isc		$\alpha Isc\% / ^\circ C$		
				Coeficiente de temperatura de Vmpp		$\beta Vmpp\% / ^\circ C$		
			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			Si	No
				Marcado CE, según la Directiva 2006/95/CE	Material eléctrico		
				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 sobreamiento 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 foto-voltaico						
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) (cosφ=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 In- door/Outdoor)		kg	
			Grado de protección (mo- delos Indoor/Outdoor)		IP	
			Cumplimiento		Si	No
			Marcado CE, según la Direc- tiva 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 caracterís- tica		
			UNE-EN 61683	Procedimiento para la medida del rendimien- to.		
			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 hincado
			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 20º)			
			Material		
			Dimensiones (L/W/H)		Mm
			Espesor		Mm
			Peso		kg/m
			Recubrimiento (Protección contra la corrosión)		
			Tipo		
			Espesor		Mm
		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		Mm
		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	Acondicionamiento del predio			
3	3,1,1	Vallado del terreno			

1					
		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			