

FORNECIMENTO, INSTALAÇÃO E COMISSIONAMENTO DE UM SISTEMA SOLAR FLUTUANTE PILOTO DE 1 MWP NO RESERVATÓRIO DA ITAIPU BINACIONAL

ADITIVO 6

ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS - ET.

ADITIVO 6

RESUMO

1. ABREVIATURAS.....	12
2. OBJETO.....	16
2.1. INFORMAÇÕES GERAIS.....	16
2.1.1. <i>Localização.....</i>	17
2.1.2. <i>Características do reservatório, barragem e pontos de referência:.....</i>	18
2.1.3. <i>Localização e descrição dos pontos de referência próximos à USF.....</i>	19
2.1.4. <i>Informações meteorológicas e do reservatório.....</i>	21
2.1.4.1. Irradiância.....	22
2.1.4.2. Temperatura.....	23
2.1.4.3. Umidade Relativa	23
2.1.4.4. Precipitação	24
2.1.4.5. Vento	25
2.1.4.6. Qualidade da água.....	25
2.1.4.7. Geologia.....	27
2.1.4.8. Correntes e ondas	27
2.1.4.9. Nível de água do reservatório	28
3. ESCOPO	30
3.1. ESCOPO RESUMIDO	30
3.1.1. <i>Materiais e Equipamentos.....</i>	30
3.1.2. <i>Serviços</i>	32
3.2. LIMITAÇÃO DE RESPONSABILIDADES	34
3.2.1. <i>Responsabilidade da Contratada.....</i>	34
3.3. ITEM 10: ENGENHARIA DE PROJETO	38
3.3.1. <i>Introdução</i>	38
3.3.2. <i>Workstatement.....</i>	39
3.3.3. <i>Definição de marca e modelo de Módulos Fotovoltaicos, Inversores e Estrutura de flutuação.....</i>	44
3.3.4. <i>Metodologia de trabalho.....</i>	44

3.3.5.	<i>Planejamento e programação de atividades</i>	45
3.3.5.1.	Cronograma Geral	45
3.3.5.2.	Cronograma Detalhado	46
3.3.5.3.	Prazos	47
3.3.6.	<i>Controle do Projeto</i>	48
3.3.6.1.	Reuniões e relatórios periódicos de gestão	48
3.3.7.	<i>Logística, armazenamento e manuseio</i>	49
3.4.	ITEM 20: EQUIPAMENTOS ELÉTRICOS	50
3.4.1.	<i>Introdução</i>	50
3.4.2.	<i>Critérios de projeto</i>	51
3.4.2.1.	Códigos, normas e regulamentos.....	51
3.4.2.2.	Queda de tensão	52
3.4.2.3.	Proteção elétrica e controle	52
3.4.2.4.	Eletrocalha, dutos e valas.....	52
3.4.2.5.	Aterramento e Proteção contra Descargas Atmosféricas.....	53
3.4.2.6.	Iluminação e balizamento	53
3.4.2.7.	Cabos	54
3.4.2.8.	Interligação com o Ponto de Conexão (PCC) na Sala de Cubículos de 23 kV	54
3.4.2.9.	Controle e monitoramento	55
3.4.2.10.	Instalações de aterramento e proteção contra descargas atmosféricas	56
3.4.3.	<i>Escopo do sistema elétrico</i>	56
3.4.4.	<i>Normas e certificações</i>	58
3.4.4.1.	Módulos fotovoltaicos	58
3.4.4.2.	Instalação de módulos fotovoltaicos:	59
3.4.4.3.	Caixa de strings.....	62
3.4.4.4.	Inversores	62
3.4.4.5.	Transformadores	63
3.4.4.6.	Sistema elétrico	64
3.4.4.6.1.	Cabo elétrico	65

3.4.4.6.2. Dispositivos elétricos	65
3.4.4.7. Medição de energia.....	66
3.4.4.8. Conectores	66
3.4.4.9. Proteções.....	66
3.4.4.10. Iluminação e Balizamento	67
3.4.5. Módulos fotovoltaicos	67
3.4.5.1. Escopo do fornecimento	68
3.4.5.2. Sobressalentes	68
3.4.5.3. Requisitos Gerais.....	69
3.4.5.4. Requisitos Específicos	71
3.4.5.5. Proteção contra a corrosão.....	74
3.4.5.6. Documentos para entregar	74
3.4.6. Caixa de string (se aplicável)	76
3.4.6.1. Invólucro.....	77
3.4.6.2. Fusíveis na entrada das strings	78
3.4.6.3. Disjuntor automático	78
3.4.6.4. Descarregador de sobretensões	78
3.4.7. Inversores.....	79
3.4.7.1. Escopo do fornecimento	79
3.4.7.2. Características	80
3.4.7.3. Requisitos técnicos.....	83
3.4.8. Transformadores	85
3.4.8.1. Requisitos Técnicos	85
3.4.8.2. Transformadores MT/BT	86
3.4.8.3. Transformador para Serviços Auxiliares (SS.AA).....	90
3.4.9. Equipamento para Sala de Cubículos de 23 kV	91
3.4.9.1. Disjuntores de Média Tensão.....	92
3.4.9.2. Placas de Identificação e Características	93
3.4.9.3. Pintura e tratamento de superfícies	94
3.4.9.4. Carregamento de mola; iluminação e resistência de aquecimento .	95
3.4.10. Cabos e aparelhagem	95

3.4.10.1.	Condutores	95
3.4.10.2.	Amperagem dos cabos	96
3.4.10.3.	Isolamento e construção	96
3.4.10.4.	Eletrocalha e eletrodutos	97
3.4.11.	<i>Proteções</i>	99
3.4.11.1.	Instalação de aterramento	101
3.4.11.1.1.	Malha de Aterramento	101
3.4.11.1.2.	Hastes de aterramento	101
3.4.11.1.3.	Conexões.....	102
3.4.11.1.4.	Aterramento de eletrodutos	102
3.4.11.1.5.	Aterramento das eletrocalhas.....	102
3.4.11.2.	Equipamento de aterramento.....	102
3.4.11.3.	Resistência de aterramento	103
3.4.11.4.	Proteção contra descargas atmosféricas	103
3.4.12.	<i>Iluminação e Balizamento</i>	103
3.4.12.1.	Iluminação de áreas e recintos	103
3.5.	ITEM 30: SISTEMA DE CONTROLE E INSTRUMENTAÇÃO	104
3.5.1.	<i>Introdução</i>	104
3.5.2.	<i>Normas e certificações</i>	104
3.5.2.1.	Instrumentação, controle e comunicações.....	104
3.5.3.	<i>Sistema de Aquisição e Gestão de Dados</i>	105
3.5.3.1.	Descrição Geral	105
3.5.3.2.	Escopo de trabalho.....	107
3.5.3.3.	Escopo do fornecimento	108
3.5.4.	<i>Sistema SCADA.....</i>	108
3.5.4.1.	<i>Descrição do equipamento mínimo</i>	109
3.5.4.2.	<i>Funções SCADA.....</i>	110
3.5.4.3.	<i>Registro de eventos.....</i>	111
3.5.4.4.	<i>Capacidade e reserva</i>	111
3.5.4.5.	<i>Relatórios</i>	111

3.5.5.	<i>Controlador de usina</i>	111
3.5.5.1.	<i>Descrição do equipamento mínimo</i>	112
3.5.6.	<i>Equipamentos de Comunicação</i>	113
3.5.6.1.1.	Protocolos de comunicação do sistema	114
3.5.6.1.2.	Redundância do sistema	115
3.5.7.	<i>Cibersegurança do sistema</i>	115
3.5.8.	<i>Sistema de monitoramento de usina solar flutuante com câmera IP fixa</i>	116
3.5.9.	<i>Conexões de controle</i>	117
3.5.10.	<i>Sistema Anti-Inversão</i>	117
3.5.11.	<i>Estação meteorológica</i>	120
3.5.12.	<i>Conteúdo Multimídia da Sala de Controle e Monitoramento</i>	121
3.6.	ITEM 40: ESTRUTURA MECÂNICA	122
3.6.1.	<i>Introdução</i>	122
3.6.2.	<i>Normas e certificações</i>	124
3.6.2.1.	<i>Flutuadores</i>	124
3.6.2.2.	<i>Sistemas de amarração</i>	125
3.6.3.	<i>Sistema de Flutuação</i>	125
3.6.3.1.	<i>Características dos flutuadores</i>	126
3.6.3.2.	<i>Layout do sistema flutuante</i>	132
3.6.4.	<i>Sistema de amarração</i>	134
3.7.	ITEM 50: OBRAS CIVIS E ESTRUTURAIS	137
3.7.1.	<i>Introdução</i>	137
3.7.2.	<i>Supervisão de obras</i>	137
3.7.3.	<i>Normas e certificações</i>	137
3.7.4.	<i>Critérios de projeto</i>	138
3.7.5.	<i>Materiais</i>	139
3.7.6.	<i>Preparação do local</i>	139
3.7.7.	<i>Obras civis temporárias</i>	139

3.7.7.1.	Área de armazenamento temporário	140
	Telhado e Cobertura	140
	Fechamentos e portas de Tela de Arame	141
	Guarita temporária	141
3.7.7.2.	Espaços de escritórios, armazéns e instalações provisórias	141
3.7.7.3.	Ambulatório	142
3.7.7.4.	Restituição final de superfícies	142
3.7.7.5.	Descarte de Materiais	142
3.7.8.	<i>Obras civis finais</i>	<i>142</i>
3.7.8.1.	Preenchimentos e aterros	145
3.7.8.2.	Sala de Controle e Monitoramento	145
3.7.9.	<i>Sinalização e Balizamento</i>	<i>146</i>
3.7.9.1.	Normas de qualidade	146
3.8.	ITEM 60: CONSTRUÇÃO E MONTAGEM DA USINA FLUTUANTE	147
3.8.1.	<i>Introdução</i>	<i>147</i>
3.8.1.1.	Sinalização	147
3.8.1.2.	Proteção de Equipamentos	148
3.8.1.3.	Limpeza	148
3.8.1.4.	Segurança de pessoal, terceiros e prevenção de acidentes	148
	3.8.1.4.1. Equipamentos de Proteção Individual (EPI) para funcionários .	149
3.8.1.5.	Serviços de construção	150
	3.8.1.5.1. Telefones e outros requisitos de comunicação do local	150
	3.8.1.5.2. Água potável	150
	3.8.1.5.3. Instalações sanitárias.....	150
	3.8.1.5.4. Estradas de acesso e áreas de estacionamento.....	151
	3.8.1.5.5. Proteção contra incêndios	151
	3.8.1.5.6. Especificação de proteção contra incêndio	151
	3.8.1.5.7. Recebimento e manuseio.....	151
3.8.2.	<i>Supervisão de instalação</i>	<i>152</i>
3.8.3.	<i>Montagem do sistema flutuante e de amarração</i>	<i>152</i>
3.8.3.1.	Concretagem in loco	153

3.8.3.1.1. Concreto pré-misturado.....	153
3.8.3.1.2. Testes de controle de campo	153
3.8.3.1.3. Testes de compressão.....	154
3.8.3.1.4. Relatórios de testes	154
3.8.3.1.5. Acessórios	154
3.8.3.1.6. Testes de tração	154
3.8.3.1.7. Soldagem	155
3.8.4. Montagem de equipamentos elétricos e de controle.....	155
3.8.4.1. Equipamentos de 23 kV.....	155
3.8.4.2. Quadro de distribuição CA/CC	156
3.8.4.3. Cabos de alimentação, controle e iluminação	157
3.8.4.3.1. Instalação de eletrodutos	159
3.8.4.4. Sistema de Aterramento	161
3.8.4.5. Quadros de distribuição e cubículos elétricos	162
3.8.4.5.1. Armários	162
3.8.4.5.2. Interior do painel.....	162
3.8.4.5.3. Face de painel	162
3.9. ITEM 70: COMISSIONAMENTO	163
3.9.1. Introdução	163
3.9.2. Observações gerais sobre testes.....	163
3.9.2.1. Documentos antes dos testes	164
3.9.2.2. Certificado dos testes.....	164
3.9.2.3. Custos de testes	165
3.9.3. Testes de qualidade de equipamentos	165
3.9.3.1. Equipamentos e sistemas a serem testados	166
3.9.4. Comissionamento	167
3.9.4.1. Testes de funcionalidade	167
3.9.4.2. Testes de operação contínua	172
3.9.5. Teste de desempenho	173
3.9.5.1. Coeficiente de desempenho	173
3.9.5.2. Saída de potência líquida	174

3.9.5.3.	Verificação do desempenho da usina	174
3.10.	ITEM 80: ASSISTÊNCIA TÉCNICA PARA O&M E ACEITAÇÃO FINAL	175
3.10.1.	<i>Introdução.....</i>	175
3.10.2.	<i>Condições de Assistência Técnica à Operação e Manutenção (O&M)</i>	176
3.10.3.	<i>Manutenção Preventiva.....</i>	177
3.10.4.	<i>Manutenção corretiva.....</i>	181
3.10.5.	<i>Testes de Aceitação Final.....</i>	181
3.10.5.1.	Disponibilidade de usina solar flutuante.....	182
3.10.5.2.	Cálculo do Tempo de Indisponibilidade	183
3.10.6.	<i>Documentos finais do projeto conforme construído ("As-Built")</i>	184
4.	PARTICULARIDADES	186
4.1.	TRANSFERÊNCIA DE CONHECIMENTO	186
4.1.1.	<i>Documentação e gestão do conhecimento</i>	186
4.1.2.	<i>Programa de treinamento e formação.....</i>	187
4.1.3.	<i>Equipe de instrutores.....</i>	187
4.1.4.	<i>Validação de treinamento e formação.....</i>	187
4.1.5.	<i>Pessoal de operação e manutenção</i>	188
4.1.6.	<i>Local, horário e ferramentas do treinamento</i>	188
4.1.7.	<i>Cronograma de transferência de conhecimento.....</i>	189
4.2.	PROGRAMA DE GARANTIA.....	190
4.3.	PROGRAMA DE QUALIDADE E CONTROLE.....	192
5.	ANEXOS.....	193
5.1.	TESTES TÉCNICOS DE PAINÉIS SOLARES.....	193
5.2.	PLANO DE LOCALIZAÇÃO E CARACTERÍSTICAS DO LOCAL	193
5.3.	LAYOUT GERAL.....	193
5.4.	DIAGRAMA UNIFILAR GERAL	193
5.5.	ARQUITETURA DE CONTROLE	193
5.6.	LISTA DE MARCAS DE REFERÊNCIA.....	193

5.7. SISTEMA ELÉTRICO DE DISTRIBUIÇÃO MT ÁREA PRIORITÁRIA MD – DIAGRAMA UNIFILAR	193
5.8. DESENHO DE REFERÊNCIA DE DUTOS SUBTERRÂNEOS EXISTENTES	193
5.9. NÚMERO MÍNIMO DE SINAIS PARA O SISTEMA SCADA	193
5.10. SERVIÇOS DISPONIBILIZADOS PELA SUPERINTENDÊNCIA DE INFORMÁTICA DA IB 193	
5.11. ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS DE REFERÊNCIA DE VIDEO WALL	193

1. ABREVIATURAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ACB	Air Circuit Breaker
ANDE	Administración Nacional de Electricidad (Paraguay)
ANSI	American National Standards Institute
AQL	Nível de qualidade para aceitação
ASTM	American Society for Testing and Materials
BOM	Bill of materials
BS	British Standard
BT	Baixa Tensão
CA	Corrente Alternada
CB	Circuit Breaker
CC	Corrente Contínua
CCTV	Closed circuit television
CDF	Construction Data Form
DNVGL	Det Norske Veritas Germanischer Lloyd
ET	Especificações Técnicas
EIA/TIA	Electronic Industries Alliance/ Telecommunications Industry Association (ANSI)
EN	Norma europeia
EPC	Engineering, procurement and construction
ER.GP	Consultoria em Energia Renovável – MD

FPD	Dossiê Final do Projeto
HDPE	High Density PolyEthylene
IHM	Interface homem-máquina
HSE	Health, Safety y Environment
IAM	Incidence angle modifier
ICEA	Insulated Cables Engineers Association
IEC	International Electrotechnical Commission
IED	Intelligent Electronic Device
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers.
IES	Illuminating Engineering Society
IGBT	Insulated Gate Bipolar Transistor
ILAC	International Laboratory Accreditation Cooperation
IMPP	Intensidade máxima de potência
INTN	Instituto Nacional de Tecnología, Normalización y Metrología
IRENA	International Renewable Energy Agency
ISA	Instrument Society of America
ISC	Intensidade de curto-circuito
ISO	Internacional Organization for Standardization
KVM	Keyboard & Mouse
LED	Light emitting diode
LETID	Degradação induzida pela luz e temperatura elevada
LID	Degradação induzida pela luz

MCCB	Moulded case circuit breaker
MD	Margem Direita
MPPT	Acompanhamento de ponto de potência máxima
MOPC	Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones
MT	Média Tensão
NEC	National Electrical Code (USA)
NEMA	National Electrical Manufacturers Association (USA)
NESC	National Electrical Safety Code (Código Nacional de Segurança Elétrica dos Estados Unidos de América,)
NFPA	National Fire Protection Association
NR	Norma Regulamentadora
O	Oeste
O&M	Operação e Manutenção
OCTC	Off-Circuit Tap Changer
ODF	Optic Distribution Frame
ONAN	Oil Natural and Air Natural
PCC	Ponto de conexão
PD	Posto de Distribuição
PID	Degradação por potencial induzida
PLC	Programmable Logic Controller
PPC	Power Plant Controller
PR	Performance Ratio
PV	Fotovoltaico

PVC	Policloreto de Vinila
QA/QC	Garantia de Qualidade e Controle de Qualidade
S	Sul
SAMA	Scientific Apparatus Makers Association
SEMD	Subestação Margem Direita
SPD	Sistema de proteção contra sobretensões
SR	Sunlight Resistant
STC	Condições de teste padrão
TC	Transformador de Corrente
TCs	Transformadores de intensidade
TP	Transformador de potência ou tensão
TPs	Transformadores de tensão
UL	Underwriters Laboratories
UPS	Uninterruptable Power Supply
UV	Ultravioleta
VMPP	Tensão de máxima potência
VOC	Compostos orgânicos voláteis
VOC	Tensão de circuito aberto
XLPE	Polietileno reticulado

2. OBJETO

Fornecimento, instalação e comissionamento de sistema piloto flutuante de geração de energia solar de 1 MWp no reservatório da ITAIPU Binacional, próximo à Usina Hidrelétrica.

2.1. INFORMAÇÕES GERAIS

O projeto consistirá em uma usina de geração de energia solar fotovoltaica de 1 MWp na superfície do reservatório da ITAIPU Binacional, correspondente ao rio Paraná, no Paraguai. A Usina Solar Flutuante (USF) será conectada por meio de linha de 23 kV a um cubículo localizado na Sala de Cubículos da Usina Hidrelétrica ITAIPU BINACIONAL, e alimentará o consumo interno da Área Prioritária da Margem Direita (MD).

A Contratada deverá fornecer todos os equipamentos e serviços associados à engenharia de projeto (memórias de cálculo, desenhos civis e elétricos, com detalhe de todos os equipamentos a instalar e respectivas características técnicas), de acordo com as especificações técnicas indicadas no presente documento.

A USF de referência foi definida considerando que os módulos fotovoltaicos são posicionados em flutuadores individuais conectados entre si, com sistema de ancoragem elástica ao leito do rio, deixando a configuração elétrica aberta a um inversor de string (string inverter) ou inversor central (central inverter). A derivação da energia chegará ao Posto de Distribuição (PD), próximo à costa, onde serão instalados os dois transformadores de 630 kVA para elevar a tensão para 23 kV.

A instalação deve considerar módulos fotovoltaicos mono ou bifaciais, cabeamento elétrico (CC e CA), caixas de conexão de geradores, inversores e equipamentos de controle, transformadores, sistema flutuante, sistemas de amarração, componentes de equilíbrio da usina, cubículos de baixa e média tensão, circuito de ligação de 23 kV, equipamentos auxiliares, sistema de controle e monitoramento, interfaces, instalações para operação e manutenção, bem como os demais equipamentos associados à USF.

O circuito de ligação de 23 kV terá uma distância aproximada de 500 metros do local do Posto de Distribuição (PD) até a Sala de Cubículos de média tensão (Ver Figura 2). A instalação do circuito de média tensão será realizada através de cabos subterrâneos. O primeiro trecho até o Data Center será de construção nova e daí até a sala de cubículos o lançamento será realizado através de cabos existentes (Ver ANEXO 5.8 “DESENHO REFERENCIAL DE DUTOS SUBTERRÂNEOS EXISTENTES”). É da responsabilidade da Contratada tudo o que diz respeito às tubulações subterrâneas e obras civis associadas a este circuito de média tensão.

A Contratada deverá cumprir em qualquer caso com as últimas edições das Normas Internacionais, Normas Industriais do Paraguai/Brasil, Normas Técnicas do Paraguai/Brasil, Regulamentos de Instalação Elétrica ANDE e ABNT, do Paraguai e do Brasil, respectivamente.

O dimensionamento da USF deve garantir a geração eficaz de energia. Portanto, deve-se considerar a utilização de equipamentos e sistemas com alta disponibilidade e eficiência de parâmetros de projeto e desempenho.

A seleção dos equipamentos e sistemas deve viabilizar e garantir a facilidade das tarefas de operação e manutenção. Assim, será verificado o cumprimento das normas de qualidade e o mesmo será garantido em todas as fases do projeto.

O projeto deve ser concebido para operar satisfatoriamente dentro dos limites permitidos das condições de flutuação de tensão e frequência, a fim de entregar o máximo de energia possível ao sistema.

A energia excedente em nenhum caso será injetada na rede da subestação MD, portanto a Contratada deverá projetar um sistema de controle que limite a injeção à rede prevista. Será instalado um sistema anti-inversão para evitar a injeção de energia a montante da Sala de Cubículos de 23 kV. (Ver ANEXO 5.4 “DIAGRAMA UNIFILAR GERAL”). Isto pode ser feito através do controle inteligente da produção fotovoltaica, levando em consideração o consumo das demandas da rede da área prioritária e a potência fornecida a essa rede pela subestação MD.

Por outro lado, deverá ser prevista uma área que contenha um espaço físico próximo ao PD para instalação de um sistema de monitoramento e controle que deverá ser compatível com a gestão, em outro momento, de um possível banco de baterias, de 5 MWh e 500kW de potência, para armazenar excedentes e cobrir parte do consumo nos diferentes horários que não são cobertos pela geração da USF.

O projeto poderá ser sujeito à revisão por terceiro (órgão de controle autorizado) independente e previamente aprovado pela Fiscalização da ER.GP da ITAIPU, a fim de verificar satisfatoriamente os padrões, testes, inspeções e certificados do projeto que foram estabelecidos na ET.

2.1.1. Localização

O reservatório da ITAIPU Binacional, com área de 1.350 km², está localizado entre Foz de Iguaçu (Brasil) e Hernandarias (Paraguai) em sua parte sul e em sua parte norte entre

Guaira (Brasil) e Salto del Guairá (Paraguai), contornado ao leste e oeste pelas fronteiras do Paraguai e do Brasil.

A instalação prevista para a USF está localizada na superfície do reservatório da Usina Hidrelétrica da ITAIPU Binacional, entre o vertedouro e a adutora de água da MD (Paraguai). A Usina Hidrelétrica está localizada na fronteira entre o Paraguai e o Brasil, nas cidades de Hernandarias e Foz de Iguaçu, a 20 quilômetros de Ciudad del Este e a 340 quilômetros de Assunção, distante 150 quilômetros da cidade de Cascavel e 650 km da cidade de Curitiba/Paraná.

2.1.2. Características do reservatório, barragem e pontos de referência:

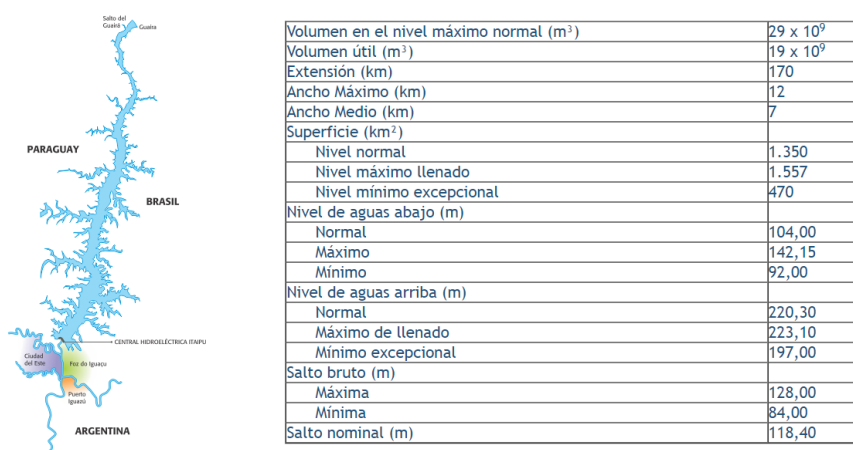


Fig. 1. Características do reservatório da ITAIPU Binacional.

A USF da ITAIPU Binacional será localizada no reservatório descrito acima, em área próxima ao ponto de derivação/coleta de energia, a fim de reduzir o comprimento da linha de derivação e, conseqüentemente, as perdas elétricas do sistema. Da mesma forma, a área proposta possui velocidade mínima da água por se tratar de uma área de baía, facilitando a configuração de sistemas de amarração e ancoragem.

2.1.3. Localização e descrição dos pontos de referência próximos à USF.

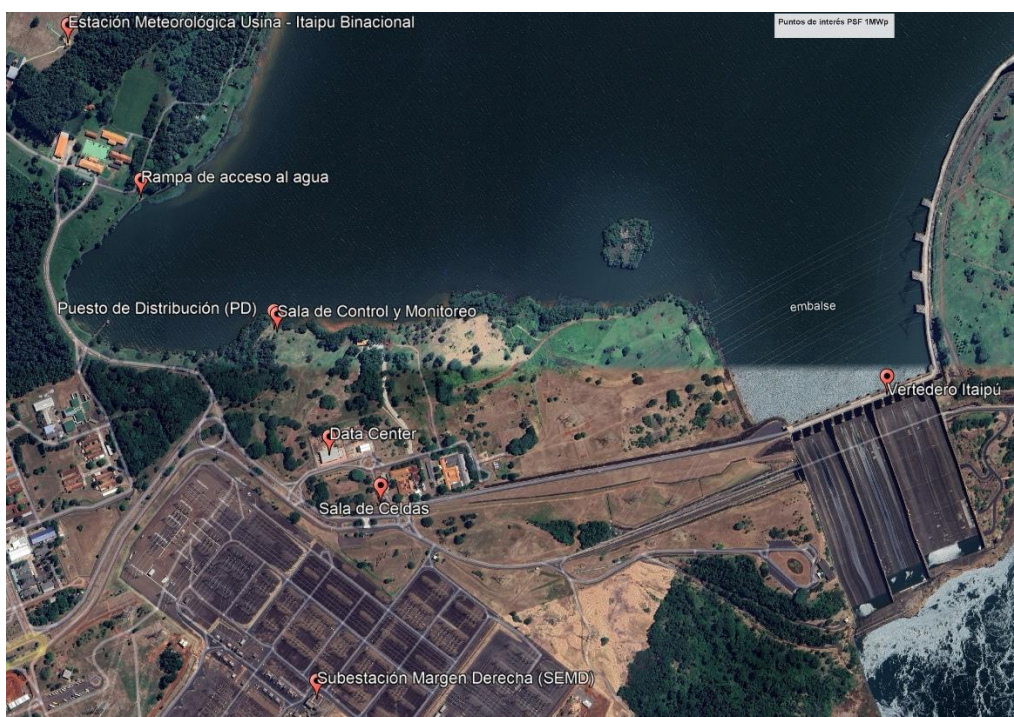


Fig. 2 Localização dos pontos de referência da usina.

- Estação meteorológica (Usina): É a estação meteorológica que facilitaria as medições de vento, temperatura, umidade relativa, precipitação e radiação global, necessárias à correta caracterização da USF, a mesma realiza os processos de previsão, supervisão e controle das operações da barragem em conjunto com outras 40 estações hidrometeorológicas, que compõem a rede existente na MD.
- Posto de Distribuição (PD): É um posto a ser construído e conectado à USF, e constitui o ponto de elevação da tensão elétrica para 23kV. Este posto poderá abrigar os inversores (se aplicável), cubículos de baixa tensão, transformadores elevadores e cubículos de média tensão, além de serviços auxiliares, painéis de controle e proteção de equipamentos elétricos e adjacentes à Sala de Controle e Monitoramento.
- Sala de Controle e Monitoramento: Está localizado próximo ao PD e abriga a Estação de Operação e Engenharia e a IHM do sistema SCADA.
- Sala de Cubículos 23kV: Composta por cubículos de 23 kV, seu barramento será conectado à linha de média tensão proveniente do Posto de Distribuição, ou seja, será alimentada pela USF em 23kV. Constituirá o ponto de acoplamento com a

rede de distribuição proveniente da Subestação Margem Direita e com as cargas da área prioritária-MD e do Data Center.

- **Data Center:** O centro de processamento de dados é um dos pontos de consumo da Margem Direita e está localizado nas proximidades da Sala de Cubículos 23kV.
- **Subestação Margem Direita (SEMD):** Responsável por receber a energia gerada pelas unidades geradoras da ITAIPU e convertê-la em tensões adequadas para transmissão e distribuição ao sistema elétrico paraguaio e brasileiro em 50 Hz. Possui cubículos de 23 kV a partir dos quais um alimentador subterrâneo passa a se interligar com a Sala de Cubículos de 23 kV e alimentar as cargas da área prioritária – MD, incluindo o Data Center. É previsto que o fluxo de potência gerado pela usina fotovoltaica flutuante não seja injetado na SEMD.
- **Área Prioritária MD:** refere-se à área da Usina Hidrelétrica ITAIPU que está localizada na margem direita do rio Paraná onde estão localizados os escritórios das diversas sedes que compõem a ITAIPU Binacional do lado paraguaio.
- **Vertedouro:** Refere-se à unidade componente da barragem que faz parte da estrutura que permite a descarga de água, seja de forma regular, seja para controlar o nível do Reservatório (lago artificial) de cerca de 29.000 hm³ de água, com cerca de 172 km de extensão em linha reta, e uma área aproximada de 1350 km² de espelho d'água.

As coordenadas dos pontos de interesse dentro da área proposta são:

Tabela 1. Coordenadas dos pontos de interesse da localização.

Ponto	Latitude	Longitude
Estação Meteorológica (Central Elétrica)	25°24'24.82"S	54°37'0.27"O
Posto de Distribuição (PD)	25°24'45.76"S	54°36'43.88"O
Sala de Cubículos	25°24'58.52"S	54°36'34.86"O
Data Center	25°24'54.96"S	54°36'39.06"O
Barragem da ITAIPU Binacional	25°24'51.82"S	54°35'55.79"O
Subestação Margem Direita (SEMD)	25°25'12.77"S	54°36'39.94"O
Vertedouro	25°24'35.90"S	54°36'54.80"O

2.1.4. Informações meteorológicas e do reservatório

Os dados obtidos da Estação Meteorológica (Central Elétrica) correspondem ao período básico de análise desde outubro de 2020 a novembro de 2023. Esses dados são apresentados nos subitens a seguir.

Abaixo estão vários parâmetros mínimos para o projeto da USF que deve operar sob as condições climáticas mencionadas durante toda a vida útil do projeto. Estas condições estão sujeitas a verificação pela Contratada, com base nas suas próprias investigações e na devida diligência relativa às condições climáticas mais severas ou regulamentos locais que serão utilizados como base para o projeto da USF.

Tabela 2. Parâmetros mínimos de projeto.

Parâmetros	Unidade	Valor
Irradiância Global Horizontal Máxima	W/m ²	1100
Temperatura ambiente máxima à sombra, a considerar como temperatura de entrada de ar para sistemas de ar-condicionado e ventilação	°C	45
Temperatura ambiente média anual	°C	23
Temperatura ambiente mínima	°C	0
Temperatura máxima do metal ao sol	°C	85
Umidade relativa máxima	%	100
Umidade relativa média anual	%	76
Umidade relativa mínima	%	30
Precipitação máxima diária	mm	160

2.1.4.1. Irradiância

A Figura 3 a seguir mostra o comportamento médio mensal da Radiação Horizontal (W/m²) na área do projeto.

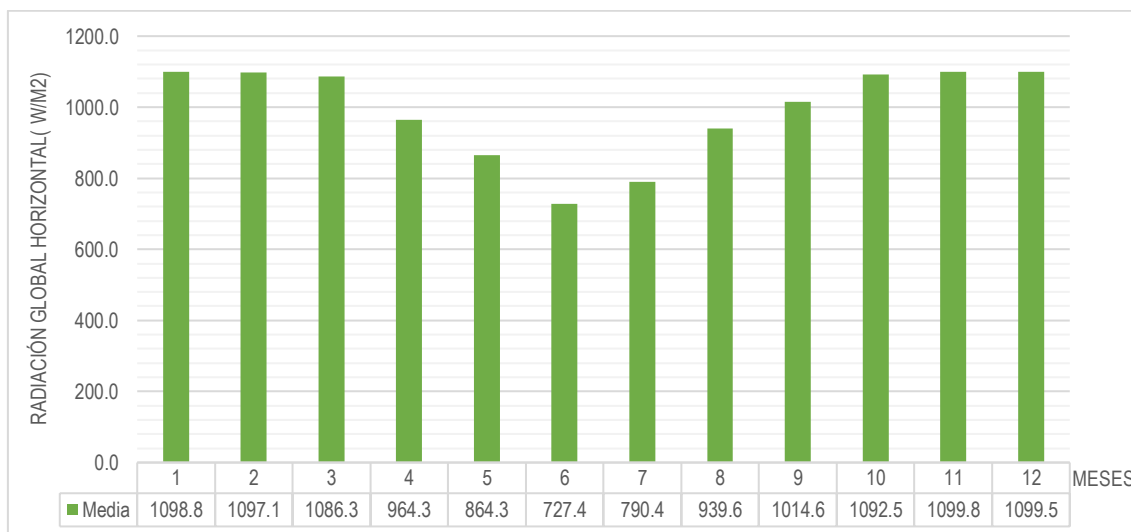


Fig. 3. Irradiância solar na área do projeto.

Por outro lado, a Figura 4 mostra a irradiação solar medida em kWh/m². Os dados foram obtidos diretamente do aplicativo POWER desenvolvido pela NASA com as coordenadas do local. A amostragem foi realizada com dados desde 1984 até o presente (2023).

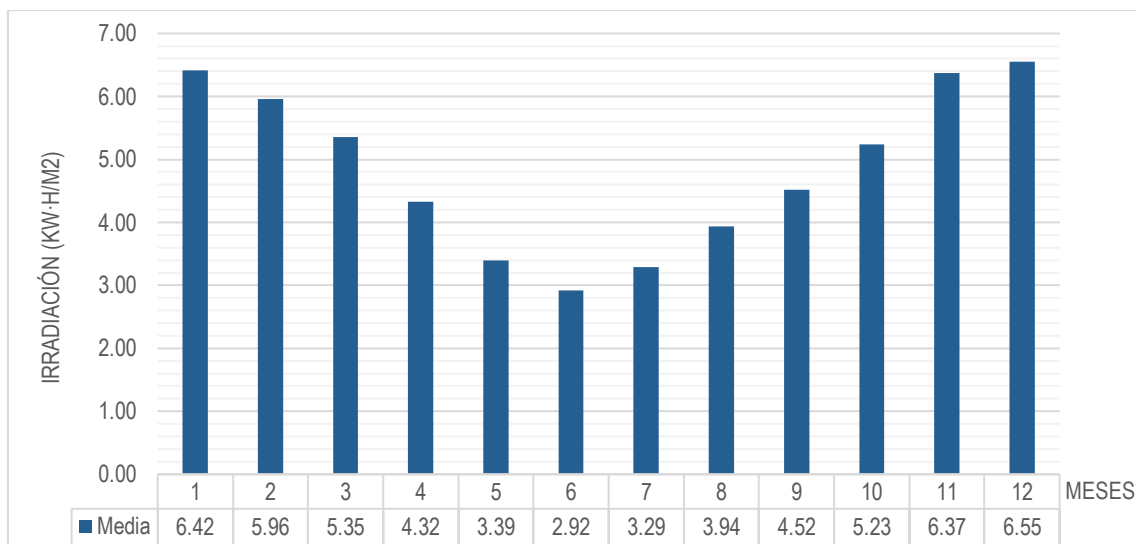


Fig. 4. Irradiação solar na área do projeto.

2.1.4.2. Temperatura

A Figura 5 a seguir representa o comportamento da temperatura na área do projeto, levando em consideração a medição dos últimos 4 anos. Estão representadas as médias mensais e a representação dos máximos e mínimos.

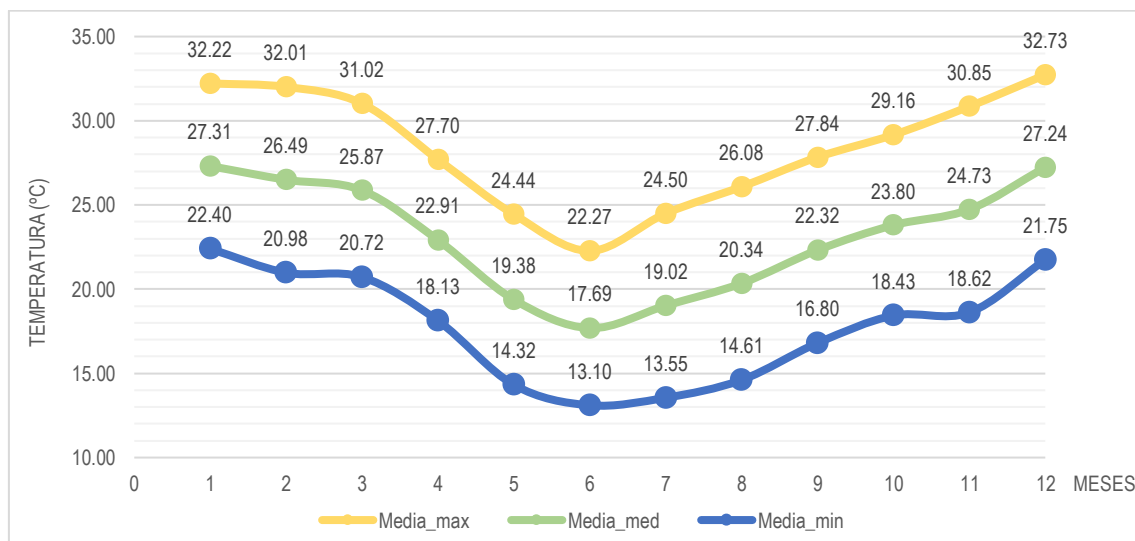


Fig. 5. Representação das temperaturas máximas, mínimas e médias da área de estudo.

2.1.4.3. Umidade Relativa

A umidade relativa é representada pela Figura 6. Os dados foram processados tendo em conta a medição dos últimos 4 anos, nos quais estão representadas as médias mensais.

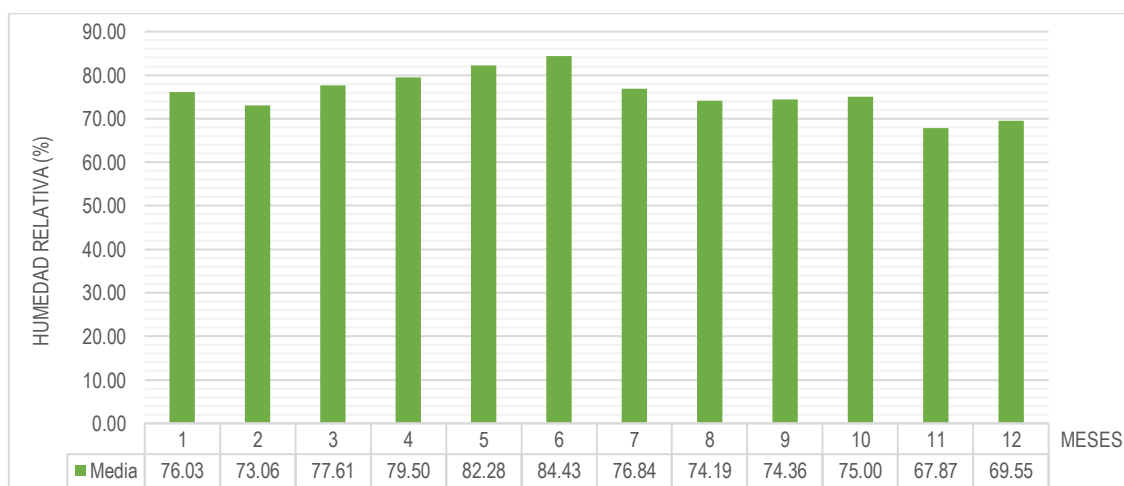


Fig. 6. Representação da média mensal de umidade relativa na área do projeto.

2.1.4.4. Precipitação

Na área do projeto há uma precipitação anual de 1.574 mm, de acordo com registos de medição dos últimos quatro anos. Nesse período, os meses que registram maiores precipitações são janeiro e outubro. A precipitação máxima mensal para este período é de 275 mm registada durante o mês de Outubro e a precipitação mínima mensal para o referido período é de 54 mm registada em Julho.

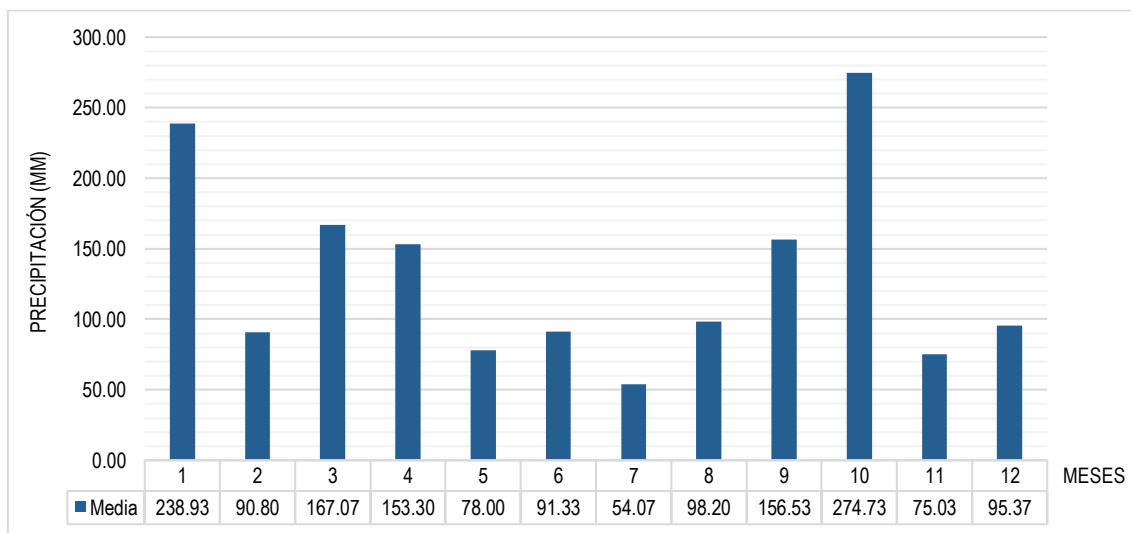


Fig. 7. Representação da precipitação mensal na área do projeto.

2.1.4.5. Vento

Para o estudo do vento na área do projeto, a velocidade máxima do vento é levada em consideração como fator determinante. Porém, os máximos, mínimos e médias estão representados na figura 8. Foi determinado que a velocidade média máxima do vento nesta área é de 10,94 m/s, ou seja, 39,40 km/h.

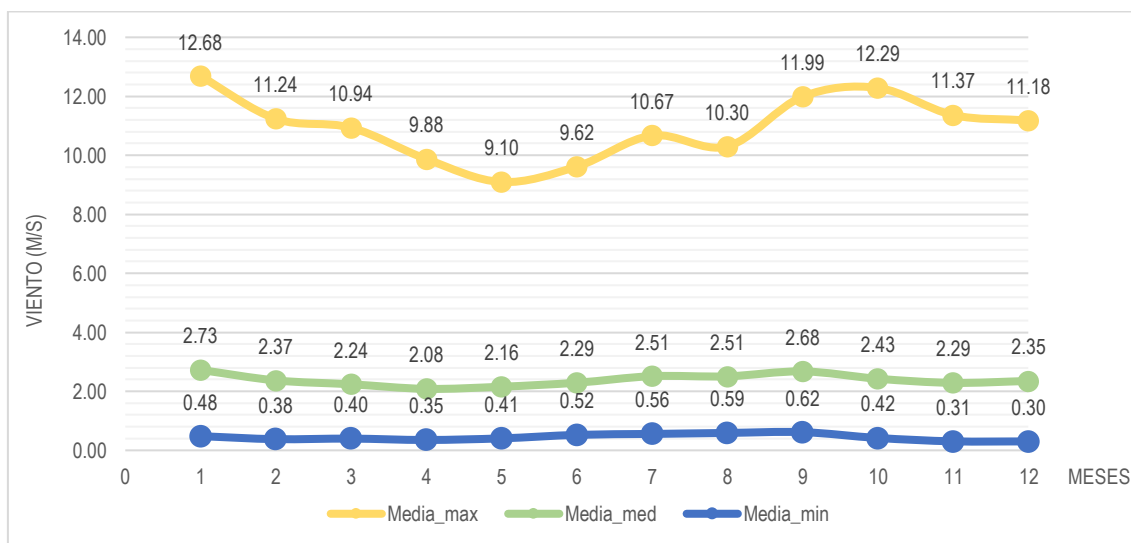


Fig. 8. Representação da velocidade do vento na área do projeto, máximas, mínimas e médias mensais.

O vento desempenha um papel crucial nas usinas solares flutuantes, contribuindo para o resfriamento dos painéis, reduzindo a temperatura da água, influenciando a estabilidade estrutural, entre outros.

2.1.4.6. Qualidade da água

A qualidade da água é fundamental no dimensionamento de usinas solares flutuantes, pois influencia diretamente na eficiência operacional e na vida útil das usinas, bem como no projeto dessas instalações.

Na área da localização, a análise da qualidade da água do reservatório - tendo em conta amostragens realizadas entre 2022 e 2023 - produziu os seguintes resultados, com a seguinte caracterização dos parâmetros físico-químicos medidos ao nível eufótico e ao nível afótico. Para fins de esclarecimento, ambos os conceitos são explicados:

- **Nível Eufótico:** porção iluminada da coluna d'água, onde há redução de 1% na intensidade da luz que atinge a superfície. Os processos fotossintéticos ocorrem nesta região.

- Nível Afótico: profundidade maior que a indicada pela transparência (m), área onde não há luz suficiente para a realização dos processos fotossintéticos.

Tabela 3. Coordenadas da área de amostragem.

Ponto	Latitude	Longitude
Amostra do reservatório	25°22'22.9"S	54°34'10.1"O

Tabela 4. Dados limnológicos do reservatório.

Nível	Parâmetro	Valor	Unidade
Eufótico	Alcalinidade	19,1835	mg CaCO ₃ .L ⁻¹
Eufótico	Clorofila	3,0344	mg/m ³
Eufótico	Condutividade	69,56	µs.cm ⁻¹
Eufótico	DBO-5 (20° C)	0,8030	mg O ₂ .L ⁻¹
Eufótico	Fósforo Total	0,0287	mg.L ⁻¹
Eufótico	N Amoniacal	0,0138	mg.L ⁻¹
Eufótico	N de Nitratos	0,4300	mg N.L ⁻¹
Eufótico	NTK	0,2209	mg.L ⁻¹
Eufótico	Oxigênio Dissolvido	7,8820	mg O ₂ .L ⁻¹
Eufótico	pH	7,6240	Unidade de pH
Eufótico	Sulfatos	2,0000	mg.L ⁻¹
Eufótico	Sulfetos	0,1419	mg.L ⁻¹
Eufótico	Temperatura	25,0	°C
Eufótico	Transparência	2,7000	m
Eufótico	Turbidez	6,9160	NTU
Afótico	Alcalinidade	19,2550	mg CaCO ₃ .L ⁻¹
Afótico	Clorofila	0,3204	mg/m ³
Afótico	Condutividade	69,5800	µs.cm ⁻¹
Afótico	DBO-5 (20° C)	1,1852	mg O ₂ .L ⁻¹
Afótico	Fósforo Total	0,0222	mg.L ⁻¹
Afótico	N Amoniacal	0,0188	mg.L ⁻¹
Afótico	N de Nitratos	0,4692	mg N.L ⁻¹
Afótico	NTK	0,2663	mg.L ⁻¹
Afótico	Oxigênio Dissolvido	7,3020	mg O ₂ .L ⁻¹
Afótico	pH	7,5120	Unidade de pH
Afótico	Temperatura	24,4000	°C
Afótico	Turbidez	6,0500	NTU

2.1.4.7. Geologia

As características do solo nas áreas previstas para execução do projeto são apresentadas na Tabela 5.

As amostras foram coletadas em áreas próximas à Zona I (Data Center) e em áreas próximas aos escritórios da Zona II (Superintendência de Segurança Empresarial).

Os resultados obtidos a partir das amostras colhidas são descritos abaixo:

Tabela 5. Classificação dos solos.

Amostra	Descrição
Zona I	Cascalho mal graduado com conteúdo de solo argiloso e siltoso
Zona II	Lodo argiloso, de cor avermelhada, de média compressibilidade

Descrição do leito do reservatório na área de instalação da usina solar flutuante.

Ao coletar amostras compostas por sedimentos suspensos e de fundo, determina-se que a área possui um leito predominantemente rochoso.

Os resultados dos elementos componentes das partículas de sedimentos indicam que elas são constituídas principalmente por material inorgânico proveniente do solo e restos rochosos.

Com os valores de condutividade das amostras obtidas, estima-se que o teor de sal esteja na mesma faixa de valores da água do reservatório. Não foram detectadas quantidades significativas de enxofre (S) e cloro (Cl), cujos compostos, respectivamente íon sulfato e cloreto, em altas concentrações podem causar deterioração de estruturas de concreto (sulfato) ou corrosão acelerada de armaduras em concreto armado (se aplicável).

2.1.4.8. Correntes e ondas

Em relação às correntes na área da localização do projeto deve ser assumida uma corrente de 1 m/s, isso porque está próxima da área de influência do vertedouro, dando origem a correntes subaquáticas quando é realizada a abertura do vertedouro para liberar o excesso de água armazenada no reservatório. Da mesma forma, a área da localização teria um comportamento semelhante ao de uma baía.

Em relação às ondas, será assumida uma onda de referência significativa equivalente a $H_S=1\text{m}$, valor base para dimensionamento dos sistemas de amarração e ancoragem, bem como dos flutuadores.

A Contratada deverá realizar seu próprio estudo básico para apresentar sua proposta que dá suporte aos sistemas de amarração, ancoragem e flutuadores.

2.1.4.9. Nível de água do reservatório

A ITAIPU Binacional fornecerá à Contratada o levantamento topográfico detalhado e as curvas batimétricas mais recentes da área definida para o Projeto como subsídio para o projeto do sistema de amarração e ancoragem.

A oscilação máxima histórica do nível da água do reservatório é de aproximadamente 5 m em condições de estiagem severa, desde que a elevação de operação seja mantida nos valores normais (flutuação normal 1,5 metros) indicados na Tabela 6.

A faixa de condições do reservatório para o projeto, instalação e operação de sistemas flutuantes é especificada abaixo. Ressalta-se que descidas abaixo do nível mínimo normal de operação (219 metros acima do nível do mar) deverão ser aprovadas pela autoridade competente da ITAIPU Binacional.

A Contratada deverá considerar o plano de localização da Usina Solar Flutuante para calcular a profundidade de operação, tendo em conta a batimetria do local e as diferentes cotas em relação ao nível do mar.

Tabela 6. Nível do reservatório.

Parâmetro	Valor	Unidade
Nível operacional normal	219 - 220,50	msnm
Nível mínimo registrado	215,33	msnm

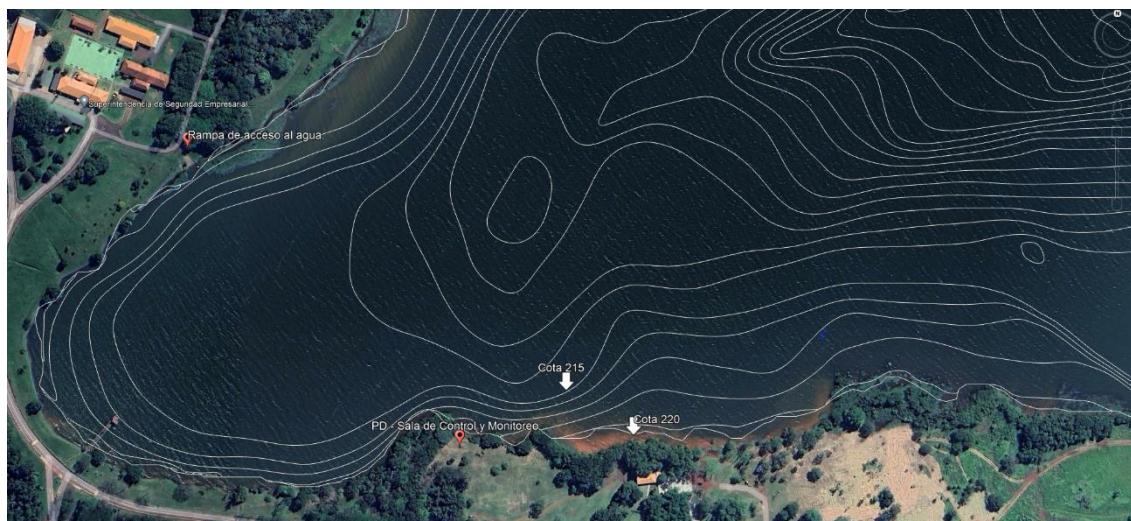


Fig.9 Batimetria da área de localização da USF

3. ESCOPO

Este capítulo descreve os materiais, equipamentos e serviços que devem ser fornecidos pela Contratada no âmbito desta ET.

3.1. ESCOPO RESUMIDO

Segue abaixo um resumo dos materiais, equipamentos e serviços mínimos que serão fornecidos pela Contratada, no âmbito do fornecimento, instalação e comissionamento da Usina Solar Flutuante (USF) objeto deste documento, esclarecendo que não se trata de uma lista exaustiva, sendo obrigação da Contratada fornecer todos os equipamentos, materiais e serviços que se encontram detalhados nas diferentes secções destas ET.

3.1.1. Materiais e Equipamentos

1. 1 MWp de painéis solares monocristalinos, conforme Seção 3.4.4.
2. Inversores solares (Central Inverter ou conjuntos de String Inverters), com potência mínima de 1 MW, conforme Seção 3.4.6.
3. 2 (dois) transformadores elevadores trifásicos 0.8/23kV, 50Hz, PADMOUNTED, ONAN, potência de 630 kVA cada um, denominados TR-SOLAR-01 e TR-SOLAR-02, conforme Seção 3.4.7.
4. 1 (um) quadro de alimentação trifásico de Média Tensão 23 kV, composto por: 1 (um) interruptor a vácuo de entrada de 1250 A com seccionador de aterramento de entrada, motorizado e removível, nível de curto simétrico de 25,0 kA - 1s; 2 (dois) interruptores a vácuo de saída de 1250 A para interligar o lado de alta tensão dos transformadores TR-SOLAR-01 e TR-SOLAR-02 com seccionadora de aterramento, motorizado e removível, nível de curto simétrico de 25,0 kA - 1s; 1 (um) interruptor de saída para alimentação do transformador dos Serviços Auxiliares (S.A) da Caseta MD-SOLAR-01 1250 A com seccionador de aterramento, removível, nível curto simétrico de 25,0 kA - 1s, denominado TR-SA-S1. Incluindo os IEDs de proteção, com funções de sobrecorrente mínima de fase e neutro (ANSI 50, 50N, 51, 51N), sub/sobretensão (ANSI 27/59), sincronismo (ANSI 25)-Syncrocheck, sub/sobrefrequência (ANSI 81U/81O), anti-ilha (ANSI 78), Breaker Failure (BF), disparo, entradas/saídas digitais, acessórios e complementos, placas de identificação, bloco de teste, comando de abertura/fechamento, botão de reset (relé e chave), sinalização de alarme/status, chave local/remoto, intertravamentos

e tudo o que for necessário para o correto funcionamento, a ser definido detalhadamente na Seção 3.3.2 Workstatement.

5. 1 (um) quadro de alimentação trifásico de Baixa Tensão 400 V, barra dupla com T, composto por: dois (2) interruptores termomagnéticos de entrada, de 630 A, caixa aberta, motorizados, para interligação do lado BT dos Transformadores TR -SOLAR-01 e TR-SOLAR-02 respectivamente; 1 (um) interruptor de 630 A para interligação dos barramentos A e B do quadro, caixa aberta, motorizado; e 2 (dois) interruptores termomagnéticos de 630 A, em caixa moldada. Incluindo para cada um a unidade de disparo eletrônico LSIG, bobina de disparo, contatos auxiliares 2 NA+ 2 NO, a serem definidos detalhadamente na Seção 3.3.2 “Workstatement”.
6. 1 (um) transformador trifásico 23/0.38-0.22kV, 50 Hz, 25 kVA, tipo PADMOUNTED, ONAN, denominado TR-SSAA-S1, para Serviços Auxiliares (SS.AA).
7. 1 (um) quadro de SS.AA, 380/220V, 50 Hz, com 1 (um) disjuntor.
8. Sistema de detecção e combate a incêndio da Caseta MD-SOLAR-01, incluindo central de alarme, detectores de fumaça e calor, botão de emergência e anunciador/sirene de emergência juntamente com os respectivos extintores.
9. Sistema telefônico da Caseta MD-SOLAR-01.
10. Sistema de controle de acesso da Caseta MD-SOLAR-01.
11. Luminárias e tomadas para a Caseta MD-SOLAR-01
12. Fornecimento de todos os cabos, acessórios necessários, identificação, aterramento da blindagem, terminações, suportes, fixações, e tudo o que for preciso para o perfeito funcionamento do sistema, conforme Workstatement, Seção 3.3.2 destas ET.
13. Infraestrutura necessária ao perfeito funcionamento como eletrodutos, tubulações, eletrodutos, caixas de conexão e de passagem, suportes, fixações, caixas de passagem de Média Tensão e Baixa Tensão, terminais de aterramento, malha de aterramento, etc., de acordo com o Workstatement, Seção 3.3.2 destas ET.
14. Fornecimento de 1 (um) computador portátil (notebook), com todo software e hardware necessário para realizar ajustes/configuração/modificações de cada um dos IEDs a serem definidos detalhadamente na Seção 3.3.2 Workstatement.
15. Fornecimento para a montagem eletromecânica: cabos de cobre nu, cartuchos e moldes para soldas, cordões e conectores, inclusive para aterramento de eletrodutos, calhas, bandejas, etc., acessórios de aterramento de equipamentos, barramentos de cobre, etc.; pinos e parafusos; elementos de fixação; todos os tipos

de eletrodutos com os correspondentes bocais, terminais, porcas, uniões; bandejas e acessórios, com seus respectivos componentes; interligações, caixas de conexão e junção, suportes, braçadeiras e tampas metálicas, placas de identificação de equipamentos e painéis; termostato e tudo o que for necessário para a correta montagem eletromecânica.

16. Licenças para instalação e documentação técnica de todos os itens de hardware e software necessários para engenharia, manutenção, configuração, parametrização, relatórios de ajuste preliminar e outros documentos técnicos relacionados com os equipamentos.
17. Embalagem, embarque, impostos, taxas, seguros e transporte de equipamentos que fazem parte do escopo desta especificação, materiais, acessórios e outros componentes desde a fábrica até o Depósito da Usina Hidrelétrica de Itaipu.

3.1.2. Serviços

1. Engenharia de projeto básico e detalhado; incluindo memória de cálculo, unifilares, funcional, construtiva, manual, etc.
2. Treinamento, conforme detalhado na Seção 4.1 destas ET.
3. Lançamento e conexão de todos os cabos de alimentação, controle, supervisão, proteção, monitoramento e comunicação necessários à correta instalação dos equipamentos, serviços de instalação e montagem dos diferentes sistemas; aquisição de dados para alarme e/ou controle dos sistemas, bem como identificação, amarração, fixação, execução de chicotes e aterramento dos cabos de blindagem e/ou reserva, fabricação e instalação de terminações, terminais, suportes, fornecimento de mão-de-obra, ferramentas, equipamentos e tudo o que for necessário para a perfeita execução dos serviços.
4. Montagem de todos os quadros que fazem parte deste fornecimento, conforme detalhado nesta ET e suas referências.
5. Instalação de eletrodutos rígidos e flexíveis, enterrados/incrustados ou visíveis, montagem de suportes metálicos, braçadeiras, alinhamento, nivelamento e aprumado, conexões e demais acessórios, possíveis retoques em danos, arranhões em concreto ou alvenaria e sua recomposição, escavação, retirada de excesso de material para preenchimento, pintura, identificação e tudo o que for necessário para a correta execução dos serviços, de acordo com o projeto e as especificações técnicas.

6. Todas as obras civis complementares em geral, como perfuração de paredes ou vigas; demolições e/ou rebocos de paredes, quer sejam de alvenaria, de concreto armado, etc.; pintura e tudo o que for necessário ao correto acabamento, montagem e instalação de novos equipamentos e sistemas associados, de acordo com o ponto 3.7 destas ET.
7. Supervisão do comissionamento dos equipamentos e sistemas integrantes desta especificação, de acordo com as Seções 3.9 Comissionamento e 3.10 Assistência Técnica para O&M, destas ET.
8. Ajustes, calibração, configuração e parametrização dos equipamentos objeto deste fornecimento.
9. Serviço de verificações, adaptações e complementações, integração com os demais sistemas, instalação de reforços mecânicos, substituição de blocos de terminais, acessórios, pintura e ajustes necessárias para a montagem dos novos equipamentos do escopo desta ET.
10. Testes de rotina e funcionais em fábrica, principalmente dos cubículos de BT e MT, bem como dos painéis de controle e proteção, a serem definidos na Seção 3.3.2 “Workstatement”, a critério da Fiscalização da ITAIPU Binacional.
11. Serviços de adaptação civil, conforme necessidade a definir na Seção 3.3.2 “Workstatement” destas ET.
12. Serviço de montagem de flutuadores, painéis solares, suportes, etc.
13. Conjunto de projetos detalhados nestas ET, manuais de operação, instalação e manutenção, planilhas e demais documentos técnicos relativos aos equipamentos e sistemas fornecidos, entre outros.

3.2. LIMITAÇÃO DE RESPONSABILIDADES

3.2.1. Responsabilidade da Contratada

Nesta seção serão limitadas as responsabilidades da Contratada, que será responsável pelo projeto e engenharia final, bem como pelo fornecimento, construção, instalação, colocação em serviço, testes, transferência de conhecimento, operação, manutenção e verificação do correto funcionamento da USF, verificando o cumprimento dos padrões mínimos especificados.

O escopo da Contratada incluirá ao menos os seguintes pontos:

- 1) Engenharia de projeto básico e detalhado.
- 2) Instalação e montagem de circuito alimentador isolado de média tensão, lançado em dutos subterrâneos, incluindo todos os serviços e instalações de interface e ligação.
- 3) A construção do Ponto de Distribuição (PD) e da Sala de Controle e Monitoramento.
- 4) A ligação da linha de média tensão deverá estar de acordo com o projeto e padrões definidos na ANDE, ABNT e quaisquer outras regulamentações aplicáveis referidas nestas ET.
- 5) Fornecimento de materiais, equipamentos, máquinas e ferramentas necessárias à execução do projeto até sua conclusão. Este ponto inclui:
 - a) Inspeção em fábrica a ser realizada antes do envio dos materiais, equipamentos, máquinas e ferramentas necessários para a fábrica do Fornecedor (se aplicável). A lista de equipamentos que serão inspecionados na fábrica ficará a critério da ITAIPU Binacional, sendo minimamente: inversores, cubículos de MT e BT e painéis de proteção e controle.
 - b) Deve haver estoque suficiente no local (Paraguai/Brasil) para poder fornecer os materiais, equipamentos, máquinas e ferramentas necessárias durante a operação da USF.
 - c) Acondicionamento adequado dos materiais a serem fornecidos contra manipulação inadequada, salinidade, condensação, entre outros. Em qualquer caso, a proteção dos referidos materiais será procurada durante a execução do projeto.
 - d) Expedição e transporte - do local de origem até o local - de todos os materiais, equipamentos, máquinas e ferramentas necessárias à execução do projeto. A Contratada será responsável pelos seguros necessários.

- e) Descarga no local, recebimento, movimentação e armazenamento de todos os materiais, equipamentos, máquinas e ferramentas (ITAIPU Binacional fornecerá espaço para armazenamento).
- 6) Gerenciar todos os procedimentos legais relevantes, como alfândega, impostos, entre outros no Paraguai e/ou Brasil conforme o caso.
- 7) Comissionamento da central fotovoltaica e das instalações interligadas à rede de MT.
- 8) Fornecer equipamentos de teste para verificar a conformidade com as ET e as garantias e a Lista de Equipamentos de Teste.
- 9) Período de testes operacionais, treinamento e manutenção da USF pelo período de 180 dias corridos, cabendo à Contratada contratar o pessoal e fornecer os equipamentos necessários à execução desta atividade, bem como o local onde será ministrado o treinamento.
- 10) Toda gestão de construção. Irá supervisionar as obras no local e propor pessoal qualificada para sua execução.
- 11) Gerar um programa de treinamento e transferência de conhecimento por meio do qual será treinado o pessoal de operação e manutenção da ITAIPU Binacional. O plano de treinamento deverá ser aprovado pelo menos (30) dias antes do início, de acordo com o indicado na Seção 4.1 “Transferência de Conhecimento”.
- 12) Apresentar um cronograma detalhado por semanas em que todos os processos são contemplados. Referido cronograma deverá ser atualizado semanalmente ou na periodicidade que a fiscalização da ER.GP da ITAIPU Binacional considerar adequada.
- 13) Apresentar relatórios semanais e mensais à ITAIPU Binacional para compartilhar o andamento da obra até a execução total do projeto.
- 14) Disponibilizar o profissional responsável pelo plano de segurança do trabalho do projeto de acordo com as leis paraguaias e brasileiras. O referido plano de segurança deverá ser aprovado em qualquer caso pela ITAIPU Binacional.
- 15) Garantir em qualquer caso o cumprimento dos procedimentos de segurança em termos de métodos, meios, técnicas e procedimentos de projeto e construção que sejam exigidos.
- 16) Organizar o recebimento, manuseio, armazenamento e seguro dos materiais e equipamentos necessários à execução do projeto. Isto inclui inspeção, expedição, envio, recebimento, descarga, proteção e retificação de qualquer perda ou dano.
- 17) Fornecer acomodação à sua equipe durante a duração do projeto (se aplicável).

- 18) Disponibilizar ao seu pessoal os escritórios necessários no local para a correta execução do Projeto.
- 19) Em relação aos serviços provisórios:
- a) O fornecimento de água para operação, testes, manutenção e pessoal, como água potável, lavagem, banheiros, limpeza geral, etc., será por conta da Contratada. A mesma tomará todas as providências necessárias para manter o abastecimento de água de forma provisória durante o curso dos trabalhos.
 - b) Os locais apropriados para as tomadas de energia e água serão aprovados pela Fiscalização da Consultoria em Energias Renováveis (ER.GP).
 - c) A Contratada providenciará, instalará, operará, manterá e depois desmontará o fornecimento temporário de energia elétrica e deverá considerar o custo dentro da sua proposta comercial para permitir a construção, aquecimento, iluminação e circulação de ar de escritórios, depósitos, oficinas ou qualquer outro edifício provisório construído por ela.
 - d) A Contratada oferecerá banheiros suficientes em cada frente de trabalho para uso do pessoal trabalhador de acordo com as instruções da Fiscalização. Devem ter privacidade suficiente e ser mantidos sempre limpos e em boas condições sanitárias; a Contratada deverá considerar o custo na sua proposta comercial.
 - e) A Contratada prestará serviço de limpeza e eliminação de lixo, resíduos, resíduos de construção, etc., do local e qualquer outro local de trabalho temporário. A Contratada tomará providências para transportar todo o lixo e resíduos do local para o lixão e aterros sanitários, a Contratada deverá considerar o custo dentro de sua proposta comercial.
 - f) Durante o andamento das obras, a Contratada fornecerá e manterá materiais de prontos socorros em locais de fácil acesso onde as obras sejam realizadas, a Contratada deverá considerar o custo dentro de sua proposta comercial.
- 20) Após a formalização do Contrato, a Contratada deverá fornecer à ITAIPU Binacional um Manual de Segurança. Este manual descreverá detalhadamente os programas que a Contratada implementará durante a execução da obra, abrangendo aspectos como segurança, proteção, prevenção de incêndios e prontos socorros, entre outros. A ITAIPU Binacional reserva-se o direito de revisar, comentar e auditar tais programas, reservando-se também a opção de realizar auditorias contínuas da Contratada, de acordo com os requisitos estabelecidos no manual de segurança. A Contratada obriga-se a realizar as alterações razoáveis que a ITAIPU Binacional solicitar e implementar efetivamente os programas acima mencionados.

- 21) Em relação aos danos, a Contratada assume total responsabilidade por qualquer reforço ou dano causado a infraestruturas como caminhos, estradas, pontes, instalações de geração, móveis, instalações de qualquer espécie ou outras estruturas, devido à geração de tráfego extraordinário ou excessivo durante a execução da obra (se aplicável). Além disso, deverá cobrir todos os custos, danos ou compensações associadas ao referido tráfego. No caso de o sistema ser danificado ou destruído devido a negligência ou má conduta intencional da Contratada, a mesma comprometer-se-á a reparar e restaurar o sistema à sua condição inicial no prazo máximo de 1 (um) mês, sendo esse prazo prorrogável, se necessário, prévia autorização da ITAIPU Binacional. A Contratada será responsável por cobrir os custos relacionados ao reparo, substituição ou restauração de qualquer parte do sistema devido a negligência ou má conduta.
- 22) A Contratada obriga-se a retirar qualquer ferramenta, equipamento ou material que caia na água e/ou precipite no fundo do reservatório durante o período de execução da obra.

As responsabilidades da Contratada relacionadas à fase da Obra levarão em consideração as seguintes considerações:

- 1) Estudos preliminares e investigações necessárias relacionadas à fase de construção.
- 2) Adaptação da área próxima ao reservatório onde ficará localizado o PD e a sala de Controle e Monitoramento.
- 3) Adequação das áreas definidas para acomodar materiais e equipamentos. Inclui proteção por telhado e cobertura de materiais e equipamentos.
- 4) Layout da USF.
- 5) Paisagismo, sinalização, balizamento e iluminação do local.
- 6) Escritórios, instalações e estruturas temporários localizados no local.
- 7) Trabalhos de demolição de instalações e estruturas temporárias.
- 8) Barreiras de navegação, barreiras flutuantes, adaptação da área de carga e atracação.
- 9) Fornecimento, instalação e montagem da conexão de 23 kV.
- 10) Revestimentos e pinturas.



Fig. 9-1. Foto da localização aproximada do PD e da Sala de Controle e Monitoramento próximo à localização da USF.

3.3. ITEM 10: ENGENHARIA DE PROJETO

3.3.1. Introdução

Este capítulo estabelece os critérios gerais que a Contratada deve levar em consideração para realizar com eficiência a gestão do projeto, para que a USF possa ser entregue no prazo e nas condições estabelecidas nesta Especificação Técnica.

Embora o cumprimento das obrigações decorrentes da gestão do projeto seja da responsabilidade da Contratada, a ITAIPU Binacional reserva-se o direito de proceder, diretamente ou através dos seus representantes, a todas as verificações, inspeções ou pedidos de informação que considere convenientes para verificar a execução do projeto.

A Contratada será responsável pela gestão, coordenação, programação, supervisão e execução da Usina Solar Flutuante. Além disso, será responsável pela construção, montagem, instalação e todas as obras permanentes e temporárias necessárias para o efeito.

Todos os procedimentos e protocolos estabelecidos entre a Contratada e a ITAIPU Binacional, bem como o organograma hierárquico da Contratada no projeto e na Obra, deverão constar no “Manual de Organização e Procedimentos do Projeto” (MOPP), que a Contratada deverá submeter à fiscalização da ER.GP da ITAIPU Binacional para análise e aprovação. O MOPP deverá ter anexados um Plano de Qualidade do projeto, bem

como um Plano de Comunicações, que deverão ser revisados e aprovados pela ITAIPU Binacional.

A Contratada deverá incluir no MOPP a metodologia da gestão do projeto em termos de escopo, prazo, custos, qualidade, comunicações e aquisições que abordem as diversas fases do projeto.

Todos os desenhos, diagramas, especificações e restantes documentos do projeto serão elaborados, emitidos, distribuídos e aprovados seguindo as indicações estabelecidas nestas ET e na ER.GP.

3.3.2. Workstatement

A Contratada deverá apresentar uma proposta técnica que descreva com suficiente detalhe todo o escopo e procedimento de execução do Projeto, sem economizar na documentação necessária, tendo em conta tudo o que está descrito nestas especificações técnicas.

O Workstatement do Projeto USF deve conter pelo menos:

- 1) Objetivos do projeto
- 2) O escopo do projeto, indicando detalhadamente a descrição e quantidades de todos os equipamentos, materiais e tecnologias que serão fornecidos, além da descrição dos serviços que serão executados, incluindo a elaboração de projetos de engenharia, construção, logística, montagem, treinamento, comissionamento, etc.
- 3) Os requisitos técnicos do escopo deverão apresentar as características técnicas dos principais fornecimentos, como painéis solares, inversores, painéis de baixa tensão, cubículos de média tensão, transformadores e outros fornecimentos importantes. Em relação aos serviços, deverão ser indicadas as normas regulatórias que serão utilizadas, incluindo práticas de segurança.
- 4) Requisitos ambientais, devem conter os aspectos a serem considerados no estudo de impacto ambiental que será realizado, e as respetivas medidas de mitigação
- 5) Memorial técnica que deve conter pelo menos:
 - a. Descrição detalhada da USF, incluindo os diferentes equipamentos e sistemas.
 - b. Descrição detalhada do processo de geração de energia.
 - c. Desenhos construtivos

- i. - Plano arquitetônico do PD e da Sala de Controle e Monitoramento. Vistas de plano, elevação entre outros.
 - ii. - Desenhos estruturais do PD e da Sala de Controle e Monitoramento (fundações, pilares, vigas, lajes ou outras estruturas consideradas tipo Container, entre outras).
 - iii. – Projeto de sistemas de drenagem de águas (Pluvial e Servida).
- d. Detalhe de engenharia:
 - i. Memorial de cálculo, incluindo
 - 1. Dimensionamento de caixas combinadoras CC e CA com base no layout do inversor e no campo fotovoltaico.
 - 2. Dimensionamento de cabos CC e CA.
 - 3. Proteção e segurança do sistema.
 - 4. Cálculo estrutural do Posto de Distribuição e Sala de Controle e Monitoramento.
 - ii. Diagramas unifilares de equipamentos (painéis, inversores, painéis de BT, transformadores, cubículos de MT) e sistemas auxiliares.
 - iii. Diagrama unifilar dos módulos (série-paralelo).
 - iv. - Diagramas de painéis fotovoltaicos
 - v. - Diagramas funcionais de inversores.
 - vi. - Diagramas funcionais de painéis BT
 - vii. - Diagramas funcionais de cubículos MT
 - viii. - Diagramas funcionais de painéis de SS.AA
 - ix. - Diagramas funcionais e arquitetura de controle
- e. Medições e memória de cálculos para dimensionamento do sistema de aterramento.
- f. Projeto detalhado do sistema de aterramento.
- g. Memórias de Cálculo de amarrações e estruturas mecânicas do sistema de suporte e flutuação, e outros eventuais memórias de cálculo que sejam exigidos pela ER.GP.

- h. Desenhos de instalações das áreas exteriores da USF e das construções associadas (Acessos, PD e Sala de Controle e Monitoramento, entre outras), incluindo a disposição interna dos equipamentos nas mesmas.
 - i. Lista e fichas técnicas dos equipamentos utilizados, indicando principais características.
 - j. Critérios de projeto para a USF e construções associadas.
 - k. Critérios de acessibilidade da USF e construções associadas, com a respectiva manutenção.
 - l. Procedimentos de execução para as diferentes fases do projeto: engenharia, compras e construção. Devem ser detalhados, entre outros: a estrutura proposta para a execução do projeto, a localização dos centros de trabalho e sua descrição, a previsão de mão-de-obra nas diferentes fases, análise de transporte, estratégia de compras global/local, gestão de HSE e QA/QC, gerenciamento de autorizações, etc.
 - m. Recursos necessários à construção do projeto, como concessões de água (vazão ou volume demandado), energia para construção, entre outros.
 - n. Desenhos de arranjo, incluindo: layout geral, sistema de flutuação e amarração, layout do sistema de amarração e ancoragem, layout do sistema de geração de energia, diagrama das redes de baixa e média tensão, bem como diagramas unifilares incluindo proteção e arquitetura do controle e monitoramento.
 - o. Desenhos de localização das luminárias e do sistema de controle de iluminação, bem como do balizamento correspondente.
 - p. Todos os manuais e procedimentos necessários à correta execução dos trabalhos, testes e serviços descritos no itens 3.9 e 3.10.
- 6) Apresentação específica da proposta de módulos fotovoltaicos, inversores e estrutura de flutuação, no prazo de 7 dias calendário após a Ordem de Início de Serviço, emitida pela ER.GP.
- 7) Documentação comprobatória do Programa de Garantias (Item 4.2 das ET).
- 8) Lista de estudos técnicos a realizar pela Contratada e que serão necessários à execução dos projetos, no mínimo:
- a. Estudo do recurso solar e simulações computacionais de produção de energia elétrica da USF e utilizando o software PVsyst, indicando as

principais considerações (perdas, configurações detalhadas e fatores de desempenho entre outros).

- b. Estudos de qualidade de energia, curto-circuito, fluxo de carga e injeção de harmônicos na rede elétrica. Esses estudos podem ser agrupados em dois tipos:
 - i. Estudos estáticos: Incluem estudos de atendimento de potência reativa e qualidade da rede. Dentre eles destacam-se o estudo da injeção de harmônicos na rede, estudo do fenômeno flicker, estudo de desequilíbrios de tensões e estudos de qualidade de energia.
 - ii. Estudos dinâmicos: Incluem estudos sobre controle de frequência/potência ativa, controle de tensão/potência reativa, fator de potência, energizações, etc.

As seguintes normas serão levadas em conta, no mínimo:

- IEEE 519-2022: Standard for Harmonic Control in Electric Power Systems.
- IEC 61000-3-2:2019 Electromagnetic compatibility (CEM) - Part 3-2: Limits - Limits for harmonic current emissions.
- IEEE 1547-2018: Standard for Interconnection and Interoperability of Distributed Energy Resources with Associated Electric Power Systems interfaces.

A Contratada também realizará os estudos necessários para garantir o correto funcionamento do sistema de Controle e Supervisão da USF de acordo com os sistemas de Controle e Supervisão da Subestação Margem Direita (SE.MD), incluindo estudo de curtos-circuitos, fluxos de carga e outros que a ITAIPU Binacional considere relevantes.

- c. Estudo de dimensionamento de banco de baterias e integração ao sistema, para atender possíveis excedentes na produção de energia fotovoltaica.

- 9) Orçamento para 2 opções de bancos de baterias, conforme desenho do item 8, letra c “Estudo de dimensionamento e integração de banco de baterias no sistema, para atender possíveis excedentes na produção de energia fotovoltaica.” Seção 3.3.2 Workstatement.

- 10) Organograma planejado para a execução dos trabalhos, indicando as funções, responsabilidades, experiência e antiguidade na empresa de cada cargo, e envio de currículos das principais funções, podendo um mesmo profissional exercer até 2 funções.
- 11) Cronograma Geral do Projeto, seguindo as considerações das Seções 3.3.5.1. e 3.3.5.2 desta Especificação.
- 12) Descrição das tarefas de Operação e Manutenção, tarefas as quais serão contextualizadas nas indicações descritas no Item 3.10 “ASSISTÊNCIA TÉCNICA PARA O&M E ACEITAÇÃO FINAL” que deverá conter no mínimo:
 - a. Escopo da manutenção preventiva (incluindo lista de peças sobressalentes e materiais para (2) anos de operação).
 - b. Escopo da manutenção corretiva (incluindo lista de peças sobressalentes e materiais para (2) anos de operação).
 - c. Plano e Manual de Operação e Manutenção.
 - d. Metodologia e detalhamento do sistema de limpeza de módulos fotovoltaicos.
 - e. Orçamento de referência.
 - f. Transferência de conhecimento. Descrição dos cursos de formação propostos.
- 13) Plano de inspeção e testes de todos os elementos do fornecimento a serem testados em fábrica, a critério da ITAIPU Binacional.
- 14) Qualquer outra informação que a Contratada considere relevante para descrever o escopo e métodos de execução.
- 15) Lista de todos os relatórios, cálculos, projetos e demais documentos que deverão ser entregues pela Contratada no âmbito do serviço detalhado nestas Especificações Técnicas, sendo que esta lista será sujeita a análise e aprovação pela fiscalização da ER.GP, e não dispensa a Contratada de nenhuma obrigação especificada neste documento.
- 16) Definição do sistema SCADA, consulte a Seção 3.5.4 “Sistema SCADA”

3.3.3. Definição de marca e modelo de Módulos Fotovoltaicos, Inversores e Estrutura de flutuação

A Contratada fornecerá à ITAIPU Binacional, para análise e aprovação, a proposta de módulos fotovoltaicos, inversores e estrutura de flutuação, no prazo de 7 dias corridos após a Ordem de Início de Serviço, emitida pela ER.GP.

3.3.4. Metodologia de trabalho

A Contratada fornecerá à ITAIPU Binacional, para análise e aprovação, o MOPP no prazo de (30) dias após a Ordem de Início de Serviços. O Manual de Organização e Procedimentos do Projeto incluirá os organogramas do projeto, vinculados ao Plano de Qualidade e ao Plano de Comunicações, definindo claramente as linhas de dependência da estrutura do projeto, bem como as atribuições e competências de cada cargo.

O Plano de Qualidade de um projeto é a forma de garantir que o projeto atenda aos requisitos para o qual foi desenvolvido, e deve contemplar os requisitos indicados no item 3.9 “COMISSIONAMENTO”. O plano de qualidade deve conter:

1. Os padrões, normas de qualidade e regulamentos que afetam o projeto
2. Os padrões que devem ser desenvolvidos especificamente para o projeto
3. A forma de garantir o cumprimento dos referidos padrões.
4. Processos e planos de melhoria contínua
5. As métricas que serão utilizadas para medir os resultados do projeto
6. Os processos que serão usados para aplicar essas métricas.

O principal objetivo de um plano de comunicações é evitar a escassez de comunicações formais (reuniões e relatórios), mas também minimizar as comunicações formais não planejadas (relatórios especiais e personalizados, reuniões “urgentes”, entre outras) e criar pontes de comunicação entre as diferentes entidades, utilizando os meios e horários adequados para tal.

O plano de comunicações que a Contratada deverá fornecer para ser submetido à revisão e aprovação da ITAIPU Binacional deverá ser composto pelos seguintes pontos:

- Requisitos de informação e comunicação entre as partes interessadas.
- O formato, conteúdo e nível de detalhe da informação comunicada.
- Pessoas responsáveis pela comunicação da informação, bem como as pessoas que a recebem.

- Meios de transmissão de informação.
- Frequência da troca de informações.
- Processo de escalonamento, identificando os prazos e a cadeia de comando para o escalonamento de controvérsias que não podem ser resolvidas em um nível inferior de equipe.
- Método para atualizar e melhorar o plano de gestão das comunicações à medida que o projeto avança e se desenvolve.

A Contratada tem a responsabilidade de detalhar a forma como irá executar as tarefas exigidas, o que inclui a concepção dos serviços, a metodologia de execução das atividades, a obtenção dos resultados esperados e a sua discriminação.

Além disso, é estritamente necessário que a Contratada confirme a compreensão das Especificações Técnicas atuais e demonstre a sua capacidade de traduzi-las num plano de trabalho prático.

A Contratada incluirá no organograma sua proposta de cargos-chave, incluindo currículo profissional. Todas as nomeações estão sujeitas à aprovação da ITAIPU Binacional, que se reserva o direito de contestar durante o desenvolvimento do projeto. A Contratada submeterá quaisquer alterações posteriores no quadro de pessoal responsável à aprovação da ITAIPU Binacional.

A Contratada, através da gestão do projeto, deverá ter um Engenheiro Residente com o credenciamento correspondente, que deverá estar localizado no local do foco do projeto em todos os momentos até a data do recebimento provisório.

3.3.5. Planejamento e programação de atividades

3.3.5.1. Cronograma Geral

A Contratada é responsável por planejar e programar todas as atividades que compõem o projeto para que a USF possa ser entregue no prazo e de acordo com o Cronograma Geral aprovado pela ER.GP da IB.

O cronograma será apresentado em formato Project (.mpp) ou similar. A contratada apresentará semanalmente, ou quando a fiscalização da ER.GP assim o exigir, o andamento do processo conforme previsto no cronograma, através de relatório técnico e acompanhamento do cronograma no mesmo formato.

O Cronograma Detalhado e os Programas de Execução Parcial que o compõem serão compostos de, no mínimo:

- 1) Diagrama de barras/Gantt das atividades.
- 2) Lista de atividades com detalhamento suficiente, com as datas de início e término mais antecipadas e tardias previstas, folgas e caminho crítico.
- 3) Relações entre atividades.
- 4) Recursos atribuídos a cada atividade.
- 5) A Contratada atribuirá um peso ou importância relativo a cada atividade, desenvolvendo curvas representativas do progresso teórico (datas antecipadas/tardias).
- 6) Cronograma de entrega dos relatórios e documentações solicitadas.

A codificação utilizada pela Contratada deverá permitir a seleção e agrupamento das atividades por disciplinas, equipamentos, sistemas ou unidades de trabalho.

A ITAIPU Binacional poderá exigir da Contratada uma maior ou menor discriminação do planejamento nas atividades que julgar necessárias.

Em cada Programa de Execução Parcial será claramente estabelecido o grau de avanço necessário para cada atividade básica e as datas correspondentes aos Marcos de Controle de cada ITEM.

3.3.5.2. Cronograma Detalhado

O Programa de Execução Detalhado integra consistentemente os seguintes Programas de Execução Parcial:

- 1) Programa de Engenharia. Identificará as sequências e operações essenciais necessárias para garantir o trabalho de concepção do projeto, bem como a realização de cálculos, ajustes e/ou cumprimento das Especificações Técnicas, recebimento de dados dos Fabricantes, edição de planos válidos de informação, fabricação ou construção de obras e serviços associados à seção 3.3.2 Workstatement.
- 2) Programa de Fornecimento e Logística. Deve incluir detalhes suficientes para mostrar as inter-relações entre engenharia, armazenamento, subcontratação, fabricação, montagem e entrega no Local de Obra. Identificação explícita de todos os pacotes e/ou equipamentos que compõem a USF, bem como a identificação dos prazos de lançamento dos pedidos.

- 3) Programação de Construção e Montagem. Deve ser fornecido um guia para o acompanhamento global da Obra e devem ficar claramente identificados os caminhos críticos de construção e montagem, além de folga nas atividades.
- 4) Programa de Colocação em Funcionamento e Testes. Estão incluídos todos os trabalhos e requisitos da Seção 3.9 ITEM 70: COMISSIONAMENTO, com as datas ou marcos correspondentes dos respectivos testes.
- 5) Programa de Testes de Recebimento provisório e definitivo e Programa de Assistência à operação e manutenção, Seção 3.10. Deve incluir, no mínimo, a identificação dos recursos e serviços necessários à realização dos Testes de Garantia.
- 6) Programa de desmobilização e restabelecimento do local. Deve incluir um programa de trabalho para restaurar as instalações provisórias ao seu estado inicial e, portanto, a identificação dos recursos e serviços necessários para realizar o mesmo.

3.3.5.3. Prazos

O prazo de entrega é de 40 (quarenta) dias corridos a partir da data indicada na Ordem de Início de Serviços (OIS), a emitir pela ER.GP, para o item 10 e também a partir da mesma data do OIS, e 150 (cento e cinquenta) dias corridos para os itens 20, 30, 40, 50, 60 e 70, a partir do término desta data (150 dias após a emissão da OIS), serão acrescidos mais 180 (cento e oitenta) dias corridos para o item 80, totalizando assim 330 (trezentos e trinta) dias corridos.

O prazo total para execução dos itens 10 a 80 é de 330 (trezentos e trinta) dias corridos, sendo 150 (cento e cinquenta) dias corridos para aceitação provisória (Colocação em Funcionamento/Comissionamento) e 180 (cento e oitenta) dias corridos para auxílio na operação e manutenção da Usina, contados a partir da aceitação provisória.

Os prazos intermediários relevantes para “Definição de marca e modelo de módulos fotovoltaicos, inversores e estrutura de flutuação” são destacados na Seção 3.3.3 7 dias corridos após assinatura da OIS e apresentação e aprovação do “Manual de Organização e Procedimentos do Projeto” aos 30 dias corridos após a assinatura da OIS.

3.3.6. Controle do Projeto

3.3.6.1. Reuniões e relatórios periódicos de gestão

A Contratada estabelecerá um sistema de monitoramento e controle do projeto, a fim de detectar desvios na execução planejada e introduzir as medidas corretivas necessárias para recuperar o andamento adequado do projeto.

O sistema de controle do projeto deve abranger as seguintes áreas:

- 1) Grau de progresso do projeto.
- 2) Acompanhamento e controle da programação de atividades.
- 3) Acompanhamento das atividades de Elaboração e Engenharia de Projeto.
- 4) Ativação e expedição de pedidos.
- 5) Logística.
- 6) Construções e montagem.
- 7) Colocação em Funcionamento e Testes.

A Contratada emitirá relatórios semanais e mensais sobre o desenvolvimento do Projeto, que incluirão o andamento de todas as atividades da Obra, com referência a engenharia, suprimentos, fornecimento, embarques, construção, montagem, testes e ensaios, e gestão de recursos, bem como o cumprimento dos programas definidos na Seção 3.3.5 Planejamento e Programação de Atividades.

A Contratada deverá apresentar alternativas quanto à forma e conteúdo do Relatório de Progresso, que estará sujeito à análise e aprovação da ER.GP.

Além dos relatórios semanais, a ITAIPU Binacional poderá solicitar, a qualquer momento que requeira, relatórios de andamento e detalhamento das obras, ficando a Contratada obrigada a apresentá-los no prazo máximo de 48 horas após o recebimento do pedido pela Contratada via nota ou e-mail.

A Contratada atualizará mensalmente o programa de atividades e o diagrama de progresso real, considerando sempre o caminho crítico. Portanto, o Relatório Mensal deve conter pelo menos uma lista das diferentes atividades com o seu grau de progresso, datas antecipadas/tardias e sua folga, bem como um diagrama de progresso que analise os desvios detectados e apresente propostas de correção.

No final do Contrato, a Contratada deverá emitir um Relatório Final de Atividades no qual é compilada a experiência obtida durante o desenvolvimento das atividades, de forma a obter dados de referência para obras futuras.

O relatório refletirá de forma clara e concisa as circunstâncias anormais que influenciaram o seu desenvolvimento, para que os dados nele incluídos possam ser avaliados objetivamente.

O Relatório incluirá a Programação Planejada e a Real Execução do Projeto. Incluirá também o Relatório de Controle de Qualidade e o Relatório Final de Segurança e Higiene.

Quanto às reuniões, serão realizadas reuniões pelo menos semanais para acompanhamento do status e desenvolvimento das atividades. Porém, além das reuniões e relatórios indicados, a ITAIPU Binacional poderá solicitar todas as reuniões que julgar necessárias ao correto desenvolvimento do Projeto, ficando a Contratada obrigada a responder no menor prazo possível.

3.3.7. Logística, armazenamento e manuseio

A estrada de acesso ao reservatório da Usina Hidrelétrica da ITAIPU Binacional é pavimentada e está em boas condições. No entanto, a Contratada deverá realizar, às suas expensas, uma investigação detalhada sobre o percurso e as condições adequadas para o transporte dos equipamentos e materiais necessários à boa execução do projeto.

A ITAIPU Binacional fornecerá à Contratada as coordenadas das áreas destinadas ao armazenamento de equipamentos, materiais, suprimentos, etc., bem como o acesso por terra ou água que for necessário.

A Contratada será obrigada a proteger adequadamente todo o material a ser fornecido contra manipulação indevida, salinidade, condensação, etc., utilizando os produtos auxiliares necessários para proteger o material até a sua montagem final.

As condições estabelecidas para o correto transporte e armazenamento de materiais e equipamentos deverão considerar o disposto na Seção 3.7.7 Obras civis provisórias, as quais deverão ser aprovadas pela Fiscalização da ER.GP da IB.

Mesmo que a Contratada execute todos os procedimentos de acordo com as recomendações do fabricante, caso ocorram danos por motivos diversos, a Contratada será a única responsável pela substituição dos elementos danificados.

3.4. ITEM 20: EQUIPAMENTOS ELÉTRICOS

3.4.1. Introdução

O sistema elétrico deve ser projetado para aproveitar de forma confiável a energia gerada em corrente contínua (CC) do conjunto de painéis fotovoltaicos. Os módulos são conectados entre si formando cadeias ou strings, e transmitem a energia aos inversores fotovoltaicos através de cabos em CC. A Contratada, no seu projeto, selecionará o nível de tensão do sistema CC para otimizar a eficiência do sistema.

Dentro do Posto de Distribuição, os inversores fotovoltaicos converterão a corrente contínua (CC) gerada a partir dos painéis fotovoltaicos em corrente alternada (CA) no caso de um inversor central. No caso de um inversor string, a conversão de corrente contínua (CC) à corrente alternada (CA) é dada nestes inversores, e posteriormente, através de um painel intermediário de BT, conectado ao lado de baixa tensão de dois transformadores elevadores de 630kVA. Cada transformador elevador, conectado ao seu respectivo cubículo de MT, permitirá que a energia seja distribuída através de uma linha de 23kV para a Sala de Cubículos de 23kV existente localizada na área prioritária (Ver ANEXO 5.4 “DIAGRAMA UNIFILAR GERAL”).

Todos os cabos de alimentação e controle serão instalados em dutos de polietileno de alta densidade

(PEAD). Estes devem resistir as influências externas extremas como meio ambiente, condições climáticas, corrosão, altitude, radiação UV, e temperatura, de acordo com a área onde a USF será desenvolvida.

Por sua vez, o sistema elétrico que ficará localizado na área do reservatório da ITAIPU Binacional será projetado adequadamente para condições de alta umidade, luz solar direta e tempestades.

O projeto será concebido para gerar energia elétrica a partir da disponibilidade de energia solar, com alta eficiência de energia elétrica e minimizando perdas em todos os componentes do sistema. A eficiência da usina solar flutuante será projetada para um coeficiente de desempenho (PR) não inferior a 80% (ver Seção 3.9.5 “Testes de Desempenho”).

A Usina Solar Flutuante será projetada preferencialmente com tecnologia de inversor de string (string inverter), localizados em local seguro, utilizando o mesmo equipamento de flutuação utilizado para os painéis. Ainda assim, a Contratada poderá optar pela tecnologia de inversor central (central inverter) se considerar que esta pode otimizar a

eficiência do sistema, localizando o inversor em terra, dentro do PD. A escolha final deverá ser consultada com a Fiscalização da ER.GP e aprovada pela mesma.

Os inversores da USF serão projetados para ter o melhor desempenho e compatibilidade com comandos remotos. As funções necessárias ao controle do inversor fotovoltaico incluirão minimamente o controle de potência ativa e potência reativa.

3.4.2. Critérios de projeto

Esta seção descreve os critérios de projeto que serão usados para todos os trabalhos elétricos relativos à USF. O projeto do sistema elétrico será de responsabilidade da Contratada. Todas as classificações, capacidades e tamanhos dos equipamentos indicados nestas especificações e nos desenhos são requisitos mínimos. Os valores finais serão definidos no ITEM10: “ENGENHARIA DE PROJETO”.

Os sistemas de média e baixa tensão serão projetados com base no estudo de curto-circuito e fluxo de carga, queda de tensão, aterramento e sobretensões. A Contratada deverá projetar todos os equipamentos elétricos e de controle, a partir da Seção 3.3.2 “Workstatement”.

O projeto contempla o sistema anti-inversão (proteção contra injeção de energia à rede) a montante da sala de cubículos, em nenhum caso será permitida a passagem de energia para a subestação Margem Direita da ITAIPU Binacional (SEMD).

Todos os equipamentos elétricos da mesma categoria, tipo e classificação devem ser do mesmo fabricante;

3.4.2.1. Códigos, normas e regulamentos

O projeto, a fabricação, instalação, e o teste de todos os sistemas elétricos deverão cumprir em todos os aspectos todas as leis e regulamentos relevantes do Paraguai e do Brasil, e todos os códigos e legislações locais aplicáveis. O projeto dos equipamentos elétricos e seu layout serão baseados nas mais recentes normas ANDE, INTN, ABNT, NBR e IEC aplicáveis ou nas normas IEEE, ANSI, NEMA, ASTM, UL, IES, E.I.T, NFPA, BS, NEC, ICEA.

A Contratada utilizará a versão mais recente de todos os códigos e normas. Os códigos e padrões industriais utilizados para projeto e construção serão os códigos e padrões industriais em vigor na data de fechamento contratual.

Os equipamentos e materiais projetados e fabricados de acordo com outras normas necessitarão da aprovação da ER.GP da ITAIPU para cada um, que deverá ser igual ou superior aos mencionados acima.

3.4.2.2. Queda de tensão

As quedas máximas de tensão permitidas serão as seguintes, com base nas regulamentações locais e internacionais em vigor:

- 3% para o circuito CC da usina fotovoltaica.
- 2% para alimentadores de corrente CA/CC gerais.
- 3% para o circuito de iluminação desde o quadro de distribuição até ao dispositivo de iluminação mais distante.
- 3% para circuitos do UPS até a carga.

3.4.2.3. Proteção elétrica e controle

A seguinte filosofia de projeto será seguida para proteção e controle elétrico:

- Todos os fusíveis ou interruptores (CB) de alimentação em CA/CC de proteção ou de disparo devem ser supervisionados para dar um alarme em caso de perda de alimentação CA/CC.
- A falha de um único dispositivo não resultará na incapacidade de eliminar uma falha.
- A discriminação será baseada no tempo e na sensibilidade.
- Cada disparo será indicado individualmente.
- Será considerada proteção diferencial para equipamentos no flutuador.
- Todas as operações de proteção deverão ser anunciadas, separadamente ou em grupos. O agrupamento de alarmes é aceitável quando o sistema permite fácil identificação da causa do alarme.

3.4.2.4. Eletrocalha, dutos e valas

O sistema de eletrocalhas, dutos e valas será projetado de forma que seja mantida a separação para os seguintes serviços:

- Cabos de força de média tensão (MT).
- Cabos de força de baixa tensão (BT).

- Cabos de instrumentação.
- Cabos de controle.

Todos os cabos de força e controle em CA/CC devem ser instalados em canaletas corrugadas de HDPE. Porém, quando necessário, cabos de força, controle e comunicação poderão ser instalados em eletrocalhas. Tanto as valas, os leitos e os dutos, quanto sua localização, devem atender às normas NEC e IEC.

Todo o cabeamento de média tensão e fibra óptica para comunicações, desde o Posto de Distribuição até a sala de cubículos, será projetado em rota única pela Contratada. Em qualquer caso, a ITAIPU Binacional fornecerá à Contratada todas as informações relevantes para a correta projeção do traçado elétrico e de comunicações.

3.4.2.5. Aterramento e Proteção contra Descargas Atmosféricas

O aterramento deve fornecer um meio para conduzir e/ou dissipar com segurança correntes de falha de terra, descargas atmosféricas, indução estática e outras falhas potenciais de isolamento, para a proteção do pessoal e dos equipamentos da usina geradora.

Deve ser fornecido um meio para aterrar todos os equipamentos a um potencial de referência de terra único e uniforme, para evitar o mau funcionamento do equipamento como resultado de diferentes potenciais, minimizar a interferência de ruído nos sistemas de instrumentação, e fornecer um caminho de retorno para detecção de falha de terra de baixa impedância para ativação antecipada de dispositivos de proteção de circuito.

O aterramento deve ser projetado para atender aos requisitos das normas IEEE 80, 142, 665 e 1050. Estruturas, instalações e sistemas de proteção contra descargas atmosféricas devem ser fornecidos de acordo com a IEC 62305.

3.4.2.6. Iluminação e balizamento

A iluminação e balizamentos serão do tipo LED. Deverá ser fornecido e instalado sistema de iluminação para a área da USF, incluindo também iluminação interna e externa para equipamentos em terra (PD e sala de Controle e Monitoramento, acessos, entre outros). O projeto de iluminação deve estar de acordo com a Illuminating Engineering Society (IES) e suas especificações, e as correspondentes normas nacionais do Paraguai e do Brasil.

A iluminação e o balizamento devem ser tão uniformes quanto possível em intensidade e livres de ofuscamento incômodo. Deve ser usada iluminação de alta eficiência energética. As intensidades luminosas seguirão as recomendações da IES.

3.4.2.7. Cabos

Em geral, os condutores de potência serão isolados com base em uma temperatura máxima normal de operação do condutor de 90°C, em temperatura ambiente de 45°C, com uma temperatura máxima de sobrecarga de emergência de 130°C. O cabo condutor deve ser de cobre, isolado em material termoestável de polietileno reticulado (XLPE), resistente às intempéries (SR – Sunlight Resistance).

Deve atender ao teste de propagação de fogo (CT) especificado pela UL 1685 e o teste de resistência à propagação de fogo (IEEE1202).

A fiação de alimentação em CC do sistema fotovoltaico deve ter uma tensão nominal mínima de 1,5 kV CC.

O tamanho dos condutores e a capacidade de condução de corrente devem ser coordenados com os dispositivos de proteção do circuito, conforme projeto implementado. Os cabos alimentadores dos equipamentos de potência devem ser dimensionados de forma que uma falha de curto-circuito nos terminais da carga não cause danos ao cabo.

Os condutores elétricos devem ser selecionados com um nível de isolamento aplicável à tensão do sistema para o qual são usados e amperagens apropriadas para a carga servida. As amperagens máximas de qualquer cabo dependerão do pior cenário em que o cabo é colocado (eletrocalha, sistema flutuante, canaleta ou vala de cabos). Além da capacidade de transporte de corrente, requisitos especiais como queda de tensão e curto-circuito devem ser levados em consideração no dimensionamento do cabo.

3.4.2.8. Interligação com o Ponto de Conexão (PCC) na Sala de Cubículos de 23 kV

No PD, os inversores USF serão conectados a transformadores elevadores projetados para aumentar a tensão para 23 kV, facilitando assim a interligação do PD com a Sala de Cubículos de 23 kV existente na área prioritária. Para realizar esta interligação, a Contratada deverá construir uma linha de distribuição de média tensão desde o novo PD até a referida Sala de Cubículos existente. A ITAIPU Binacional fornecerá informações sobre as eletrocalhas, dutos e valas existentes para o lançamento desta linha. O barramento do cubículo de 23 kV na sala de cubículos foi designado como ponto de conexão comum entre a rede de distribuição procedente da fonte fotovoltaica, a rede

de distribuição procedente da Subestação (SE) Margem Direita (MD) (SEMD), e a rede conectada à carga. Esta ligação será feita através de circuito trifásico com cabo de aterramento, disposto de forma subterrânea, com dutos e caixas de passagem. A interligação deverá obedecer às normas ANDE, INTN e ABNT.

A Contratada deverá fornecer e instalar nos cubículos de 23kV do PCC, todos os equipamentos necessários à medição (Contador de energia, TCs e TP's, classe 0,5 e potência ≤ 15 va) para proteção e controle do fluxo de potência procedente da usina solar, de acordo com a regulamentação da IRENA e as exigências particulares da ITAIPU Binacional, conforme citado no parágrafo seguinte.

A Contratada deverá instalar um sistema anti-inversão para garantir que não haja injeção do fluxo de potência na rede de distribuição procedente da SEMD. Por sua vez, a Contratada instalará um analisador de rede para ver o estado da subestação (quanta energia ela está injetando) e avaliar se deve cortar o fornecimento ou limitá-lo para que não haja injeção da subestação abaixo um ponto de offset de referência.

A Contratada será responsável pelo fornecimento, instalação e quaisquer outros custos associados ao sistema elétrico, sistema de comunicação e outros sistemas relacionados com a regulamentação aplicável.

Serão utilizados os seguintes sistemas de fornecimento de energia:

Tabela 7. Tensões Nominais do Sistema e o Aterramento das mesmas

Tensão nominal		Tipo Tensão	Sistema P.A.T.
23	kV	CA MT	Trifásico em estrela, com neutro solidamente aterrado
800 (*)	V	CA inversor	Trifásico, não aterrado
380	V	CA Normal	Trifásico em estrela, com neutro solidamente aterrado
(*)	V	CC	2 fios, não aterrados

*A ser definido na Seção 3.3.2 "Workstatement".

3.4.2.9. Controle e monitoramento

Alertas, medições e controles serão transferidos para o sistema de monitoramento e controle e precisarão ser monitorados e gerenciados localmente a partir da estação de controle remoto na Sala de Controle e Monitoramento PD. Da mesma forma, ressalta-

se que o comportamento do sistema deve ser exibido em uma tela de forma didática, gerando uma experiência visual atraente para mostrar o desempenho da usina. Paralelamente, será considerada a implementação de uma aplicação web para visualizar remotamente o comportamento e desempenho da usina.

A Contratada deverá fornecer o sistema de comunicações entre a USF e o ponto de controle no PD e na sala de Monitoramento e Controle utilizando cabo de fibra óptica monomodo SMA, 9/125 um, com no mínimo 24 fibras, com seus correspondentes elementos necessários para a sua distribuição (como distribuidores de fibra óptica (ODF's)) em ambas as extremidades, totalmente preparados para conexão, utilizando terminais LC/PC, certificados de fábrica necessários, e interligados às fibras do cabo pelo método de fusão. Devem ser apresentadas evidências certificadas das fibras, conectores, patch cords e elementos e enlacs já instalados.

Os ODF's deverão ser fornecidos em painéis autoportantes, para montagem no piso ou na parede, conforme necessidade, com as características gerais estabelecidas para os painéis.

Por sua vez, será assegurada a comunicação entre o analisador de rede, o sistema de controle e os equipamentos geradores (inversores e painéis) para evitar a injeção a montante da Sala de Cubículos de 23 kV.

3.4.2.10. Instalações de aterramento e proteção contra descargas atmosféricas

Todas as peças metálicas, bem como estruturas de todos os tipos, painéis fotovoltaicos, eletrocalhas, cubículos, quadros de distribuição, armários, invólucros e todas as partes metálicas da construção, devem ser aterradas para proteger o pessoal do perigo de descargas elétricas e aos equipamentos contra danos. A proteção contra descargas atmosféricas deve ser projetada e instalada de acordo com a IEC 62305.

3.4.3. Escopo do sistema elétrico

O sistema elétrico incluirá o fornecimento de todos os equipamentos elétricos, incluindo transporte até o local, instalação, testes e colocação em operação.

A Contratada fornecerá os Módulos Fotovoltaicos, os Inversores Fotovoltaicos, os Transformadores, Transformador para Serviços Auxiliares (SS.AA), sistema de distribuição CA/CC, cabeamento BT, cabeamento MT, acessórios do sistema elétrico e outras instalações para completar a usina solar flutuante.

O escopo do sistema elétrico principal deve incluir:

- Módulos fotovoltaicos.
- Equipamento de conexão.
- Sistema de controle e monitoramento.
- Inversor(es) fotovoltaico(s).
- Quadro de distribuição CA.
- Quadro de distribuição CC.
- Sistema de proteção para transformadores MT/BT.
- Sistema de proteção contra descargas atmosféricas e aterramento.
- Sistema de rede local (LAN).
- Sistema de CCTV.
- Sistema de iluminação e balizamento.
- Fiação de Baixa Tensão.
- Fiação de Média Tensão.
- Sistema de bandejas e/ou valas.
- E todos os equipamentos necessários ao bom funcionamento da USF.

A Contratada deverá apresentar os cálculos elétricos que estão enquadrados na seção 3.3.2 Workstatement e abranger pelo menos os seguintes aspectos:

- Configuração dos dispositivos de proteção: Cubículos e dispositivos de proteção de 23 kV.
- Configuração de dispositivos de proteção: Cubículos e dispositivos de proteção de quadros de distribuição de baixa tensão em CA e CC.
- Sistema de iluminação e balizamento.
- Relatório de resistividade do solo.
- Sistema de proteção contra descargas atmosféricas e aterramento.
- Qualidade de Energia

3.4.4. Normas e certificações

3.4.4.1. Módulos fotovoltaicos

- IEC 61215:2021 Módulos fotovoltaicos (PV): qualificação de projeto e homologação.
- IEC 61701: Teste de corrosão por névoa salina de módulos fotovoltaicos (PV). O nível de gravidade 6 será aplicado.
- IEC 61730 classificação de segurança do módulo fotovoltaico (PV).
- IEC 60068-2-68: Testes ambientais – Parte 2-68: Teste: Poeira e areia.
- IEC 62759-1: Módulos fotovoltaicos (PV). Teste de transporte. Parte 1: Transporte e expedição de pilhas de módulos fotovoltaicos.
- Conformidade CE.
- IEC 63202-1:2020 Células fotovoltaicas. Parte 1: Medição da degradação induzida pela luz de células fotovoltaicas de silício cristalino.
- IEC TS 62804-1: Módulos fotovoltaicos (PV). Métodos de teste para parada de degradação de potencial induzida (PID). Silício cristalino.
- IEC 62716: Módulos fotovoltaicos. Teste de corrosão de amônio.
- IEC TS 62782: Módulo fotovoltaico – Teste mecânico cíclico. Os módulos devem ser certificados para suportar uma carga de 5400 Pa.
- UL 1703 Padrão para módulos fotovoltaicos com faces planas.
- IEC 60891: Dispositivos fotovoltaicos – Procedimentos para correção de temperatura e irradiância para a medição das curvas I-V.
- IEC 60904-13: Testes de eletroluminescência em módulos fotovoltaicos.
- IEC 61853: Teste de desempenho de módulos fotovoltaicos (PV) e avaliação de energia.
- IEC 61345: Teste ultravioleta para módulos fotovoltaicos (PV).
- IEC TS 62941: Módulos fotovoltaicos (PV) para uso terrestre. Guia para aumentar a confiabilidade na qualificação e homologação de projetos.
- EN 50380: Requisitos de identificação e documentação para módulos fotovoltaicos.

- IEC 62788: Procedimentos de medição para materiais utilizados em módulos fotovoltaicos.
- IEC 62852: Conectores para aplicações de corrente contínua em sistemas fotovoltaicos. Requisitos e testes de segurança.
- IEC 62994: Evolução dos módulos fotovoltaicos na sua vida útil – Princípios gerais e definições.
- IEC TS 63126: Guia para qualificação de módulos fotovoltaicos, componentes e materiais para operação em altas temperaturas.
- IEC 61000: Compatibilidade eletromagnética.
- ISO 9001: Sistemas de gestão da qualidade.
- ISO 14001: Sistemas de gestão ambiental.
- IEC TS 63342: Módulos fotovoltaicos – Degradação induzida por luz e temperatura elevada (LeTID).
- IEC TS 63209-1: Módulos fotovoltaicos – Teste de estresse estendido – Parte 1: Módulos.
- IEC TS 60904-1-2:2019: Photovoltaic devices - Part 1-2: Measurement of current-voltage characteristics of bifacial photovoltaic (PV) devices.
- IEC TS 63202-3:2023: Photovoltaic cells - Part 3: Measurement of current-voltage characteristics of bifacial photovoltaic cells
- NBR 16150: Sistemas fotovoltaicos (FV) — Características da interface de conexão com a rede de distribuição elétrica — Procedimento de teste de conformidade.
- NBR 16274: Sistemas fotovoltaicos conectados à rede — Requisitos mínimos para documentação, testes de comissionamento, inspeção e avaliação de desempenho.
- NBR 16690: Instalações elétricas de conjuntos fotovoltaicos – Requisitos de projeto.

3.4.4.2. Instalação de módulos fotovoltaicos:

- Os conectores dos módulos fotovoltaicos devem atender à certificação TÜV em 1500 volts.
- IEC 60228: Condutores de cabos isolados.

- IEC 60332-1-2: Métodos de teste para cabos elétricos e cabos de fibra óptica sujeitos a condições de incêndio. Parte 1-2: Teste de propagação de chama vertical para um condutor ou cabo isolado individual. Procedimento para chama pré-misturada de 1kW.
- IEC 60364-1: Instalações elétricas de baixa tensão. Parte 1: Princípios fundamentais, determinação de características gerais, definições.
- IEC 60364-4: Instalações elétricas de baixa tensão. Parte 4-41: Proteção para garantir a segurança. Proteção contra choques elétricos.
- IEC 60364-5: Instalações elétricas de baixa tensão. Parte 5-52: Seleção e instalação de equipamentos elétricos.
- IEC 60364-7-712: Instalações elétricas de baixa tensão. Parte 7-712: Requisitos para instalações ou locais especiais. Sistemas de alimentação solar fotovoltaica (PV).
- IEC 60754-1: Teste de gases liberados durante a combustão de materiais provenientes dos cabos. Parte 1: Determinação do teor de gases ácidos halogêneos.
- IEC 60754-2: Teste de gases liberados durante a combustão de materiais provenientes dos cabos. Parte 2: Determinação de condutividade e acidez (por medição de pH).
- IEC 61034: Medição da densidade da fumaça emitida pela queima de cabos sob condições definidas. Parte 2: Procedimentos e requisitos de teste.
- IEC 61140: Proteção contra choque elétrico. Aspectos comuns das instalações e equipamentos.
- IEC 61173: Proteção contra sobretensão para sistemas de geração fotovoltaica (PV).
- IEC 61724: Monitoramento de desempenho de sistemas fotovoltaicos – Guia para medição, troca de dados e análise.
- IEC 61829: Gerador fotovoltaico (PV). Medição in situ das características de corrente-tensão.
- IEC 92093: Componentes de acumulação, conversão e gerenciamento de energia de sistemas fotovoltaicos. Qualificação de projeto e testes ambientais.
- IEC 62548: Strings fotovoltaicas – Requisitos de projeto.

- IEC 62790: Caixas de conexão para módulos fotovoltaicos. Requisitos e testes de segurança.
- IEC TS 63049: Sistemas fotovoltaicos terrestres – Guia para garantir qualidade na instalação, operação e manutenção de sistemas fotovoltaicos.
- EN 50618: Cabos elétricos para sistemas fotovoltaicos.
- IEC 62446-1: Sistemas fotovoltaicos (PV). Requisitos para testes, documentação e manutenção. Parte 1: Sistemas conectados à rede. Documentação, testes de colocação em operação e inspeção.
- IEC TS 62446-3: Sistemas fotovoltaicos (PV). Requisitos para testes, documentação e manutenção. Parte 3: Módulos e usinas fotovoltaicas – Termografia infravermelha externa.
- IEC TS 63157: Guias para garantia de qualidade de equipamentos de conversão de energia em sistemas fotovoltaicos.
- IEC TS 63019: Modelos de informação de disponibilidade para sistemas fotovoltaicos.
- IEC TS 63156: Sistemas fotovoltaicos – Condições de potência – Métodos de avaliação de potência.

Além disso, devem ser obtidos certificados IEC 62804 de conformidade com os requisitos PID para os módulos a serem instalados na usina fotovoltaica. Durante todos os anos de vida útil da usina fotovoltaica não haverá PID em nenhum dos módulos. Isto deve ser testado, monitorado e garantido pela Contratada. Os testes serão auditados pela ITAIPU Binacional ou por terceiro designado pela ITAIPU Binacional.

Os módulos fotovoltaicos devem ser testados de acordo com a norma IEC TS 63126 (em sua última revisão) na condição Nível 1.

A Contratada deverá fornecer todos os certificados, relatórios de testes e resultados de acordo com as seguintes certificações, que serão realizadas por laboratório independente credenciado pela ILAC, que será aprovado pela ITAIPU:

- Certificação do arquivo PAN dos módulos conforme IEC 61853.
- Certificação dos coeficientes de temperatura dos módulos de acordo com IEC 61215:2021 e IEC 31853 e contraste com os dados da planilha de dados do módulo.
- Certificação de desempenho sob condições de baixa irradiância conforme IEC 61853, incluindo um relatório detalhado de medições internas para o perfil IAM.

3.4.4.3. Caixa de strings

- IEC 61439-1 Conjuntos de manobra de baixa tensão. Parte 1: Regras gerais.
- IEC 61439-2 Painéis de distribuição de potência e manobra.
- IEC-60204-1 Segurança de máquinas. Equipamento elétrico de máquinas.
- IEC-6100-6-3 Compatibilidade eletromagnética. Norma genérica de emissão. Seção 3.
- IEC-6100-6-4 Compatibilidade eletromagnética. Norma genérica de emissão. Seção 4.
- IEC-6100-6-1 Compatibilidade eletromagnética. Norma genérica de imunidade. Seção 1.

3.4.4.4. Inversores

- IEC 62109-1: Segurança de conversores de potência utilizados em sistemas de potência fotovoltaica. Parte 1: Requisitos gerais.
- IEC 62109-2: Segurança de conversores de potência utilizados em sistemas de potência fotovoltaica. Parte 2: Requisitos particulares para inversores.
- IEC 61727. Sistemas fotovoltaicos – Características de interface ≤ 10 kVA.
- UL1741. Norma para inversores, conversores, controladores e equipamentos de interligação de sistemas para uso em geração distribuída.
- IEC 60335-1:2010 Eletrodomésticos e outros equipamentos elétricos similares – Segurança – parte 1: Requisitos gerais.
- IEC 61683-2001 Sistemas fotovoltaicos – Condições de potência – Procedimento para medição de eficiência.
- IEC 62116: Inversores fotovoltaicos de grande porte interconectados – Procedimentos de teste para medidas de proteção anti-ilhamento para inversores fotovoltaicos de grande porte.
- IEC 61000-3-3 Compatibilidade eletromagnética (CEM). Parte 3-3: Limites. Limitação de variações de tensão, flutuações de tensão e flicker em redes públicas de fornecimento de baixa tensão para equipamentos com corrente nominal ≤ 16 A por fase e não sujeitos a ligação condicional.

- IEC/TS 61000-3-4 Compatibilidade eletromagnética (CEM) - Parte 3-4: Limites – Limitação de emissões de correntes harmônicas para equipamentos com correntes nominais superiores a 16 A em sistemas de potência de baixa tensão.
- IEC/TS 61000-3-5 Compatibilidade eletromagnética (CEM). Parte 3-5: Limites. Limitação de variações de tensão, flutuações de tensão e flicker em redes públicas de fornecimento de baixa tensão para equipamentos com corrente nominal superior a 75A.
- Proteção mínima IP 65.
- Compatibilidade Eletromagnética: 2004/108/EC ou outros equivalentes.
- NBR IEC 62116: Procedimento de teste anti-ilhamento para inversores de sistemas fotovoltaicos conectados à rede elétrica..

3.4.4.5. Transformadores

- IEC 60076 Transformadores de potência.
- IEC 60044-1 Transformadores de medição. Parte 1: Transformadores de intensidade.
- IEC 60044-2 Transformadores de medição. Parte 2: Transformadores de tensão indutivos.
- IEC 60085 Isolamento elétrico - Avaliação e designação térmica.
- IEC 60137 Isoladores isolados para tensões alternadas superiores a 1000 volts.
- IEC 60156 Líquidos isolantes. Determinação da tensão de ruptura dielétrica em frequência industrial.
- IEC 60214 Tap-changers.
- ASTM D6871-17 Standard Specification for Natural (Vegetable Oil) Ester Fluids Used in Electrical Apparatus.
- IEC 62770 Fluids for electrotechnical applications - Unused natural esters for transformers and similar electrical equipment.
- IEC 62975:2021 Natural esters - Guidelines for maintenance and use in electrical equipment
- IEC 60354 Guia de carga para transformadores de potencia submersos em aceites.
- IEC 60445 Princípios básicos e de segurança de interface homem-máquina, identificação e identificação.

- IEC 60666 Detecção e determinação de aditivos específicos em óleos minerais isolantes.
- IEC 61378 Transformadores conversores.
- IEC 62535 Líquidos isolantes. Método de teste para detecção de enxofre potencialmente corrosivo em óleo isolante usado e novo.
- IEEE/ANSI Norma C57.12.00 e C57.12.90.

3.4.4.6. Sistema elétrico

- ANDE.
- ABNT.
- IEEE 1547 Padrão para Interconexão de Recursos Distribuídos com Sistemas de Energia Elétrica.
- IEC 60364 Instalações elétricas de baixa tensão
 - Parte 4-41: Proteção para garantir a segurança. Proteção contra choques elétricos.
 - Parte 7-712: Regras para instalações e locais especiais. Sistemas de alimentação solar fotovoltaica (PV).
- IEC 62446, Sistemas fotovoltaicos conectados à rede. Requisitos mínimos para documentação, colocação em operação e inspeção de um sistema.
- IEC 62790 Caixas de conexão para módulos fotovoltaicos. Requisitos e testes de segurança.
- IEC 62305-2 e IEC 62350-3 Padrão para proteção contra descargas atmosféricas.
- ANSI Z535 Sinais de segurança de instalações e etiquetas de segurança de produtos.
- IEEE 519-2022: Standard for Harmonic Control in Electric Power Systems.
- IEC 61000-3-2:2019 Electromagnetic compatibility (CEM) - Part 3-2: Limits - Limits for harmonic current emissions.
- IEEE 1547-2018: Standard for Interconnection and Interoperability of Distributed Energy Resources with Associated Electric Power Systems interfaces.

3.4.4.6.1. Cabo elétrico

- IEC 62271-102 Dispositivos elétricos de alta tensão. Parte 102: Seccionadores e seccionadoras de aterramento de aterramento de corrente alternada.
- IEC 50262 Prensa-cabos para instalações elétricas.
- IEC 60068-2-78 Testes ambientais. Parte 2-78: Testes. Teste Cab: Calor úmido, teste contínuo.
- IEC 60811 Cabos elétricos e de fibra óptica. Métodos de teste para materiais não metálicos. Parte 201: Testes gerais. Medição da espessura do isolamento.
- IEC 60502-2 Cabos de alimentação com isolamento extrudado e seus acessórios para tensões nominais de 1 kV a 30 kV - Parte 2: Cabos para tensões nominais de 6 kV a 30 kV.
- IEEE Std400.2-2004 Março de 2005: Guia para testes de campo de cabos de potência blindados usando VLF.
- IEEE Std400-2001 Janeiro de 2002 (Revisão do IEEE Std400-1991) Guia para testes de campo e avaliação de isolamento de cabos de potência blindados.
- NBR 16612: Cabos de potência para sistemas fotovoltaicos, não halógenos, isolados, com cobertura, para tensão até 1,8 kV CC entre condutores - Requisitos de desempenho.

3.4.4.6.2. Dispositivos elétricos

- IEC 60529 Graus de proteção fornecidos pelas envolturas (Código IP).
- IEC 60265 Interruptores de alta tensão.
- Parte 1: Interruptores para tensões nominais superiores a 1 kV e inferiores a 52 kV.
- IEC 62271-1 Dispositivos elétricos de alta tensão. Parte 1: Especificações comuns.
- IEC 62271-100 Dispositivos elétricos de alta tensão. Parte 100: Disjuntores de CA.
- IEC 62271-102 Dispositivos elétricos de alta tensão. Parte 102: Seccionadores e seccionadoras de aterramento de aterramento de corrente alternada.
- IEC 62271-200 Dispositivos elétricos de alta tensão. Parte 200: Dispositivos elétricos sob invólucro metálico de corrente alternada para tensões nominais superiores a 1 kV e inferiores ou iguais a 52 kV.

- IEC 60420 Fusíveis-disjuntores combinados de corrente alternada para alta tensão.
- IEC 60282-2 Fusíveis de alta tensão.
- IEC 60255 Relés de medição e equipamentos de proteção.

3.4.4.7. Medição de energia

- IEC 62053 Equipamento de medição de energia elétrica (CA). Requisitos particulares.
- IEC 60051-1 Instrumentos de medição elétrica com indicação analógica por ação direta e seus acessórios. Parte 1: Definições e requisitos gerais comuns a todas as peças.
- IEC 62053 Medidores de energia ativa estática para corrente alternada (classe 0.2).
- SMEC - Sistema Comercial de Medição Elétrica.

3.4.4.8. Conectores

- IEC 60309 Tomadas para uso industrial. Parte 1: Requisitos gerais.
- IEC 62852 Conectores para aplicações de corrente contínua em sistemas fotovoltaicos. Requisitos e testes de segurança.

3.4.4.9. Proteções

- IEC 60255, Relés de medição e equipamentos de proteção.
- IEC/TR 60755, Requisitos gerais para dispositivos de proteção operados por corrente residual.
- IEC 60947-2, Dispositivos elétricos de baixa tensão. Parte 2: Disjuntores.
- IEC 60947-3, Dispositivos elétricos de baixa tensão. Parte 3: Interruptores, seccionadoras, interruptores-seccionadores y fusíveis combinados.
- IEC 60998-1, Dispositivos de conexão para circuitos de baixa tensão para usos domésticos e similares. Parte 1: Requisitos gerais.
- IEC 61439-1, Conjuntos de dispositivos elétricos de baixa tensão. Parte 1: Regras gerais.

- IEC 61557, Segurança elétrica em redes de distribuição de baixa tensão até 1000 V CA e 1500 V CC. Equipamento para testar, medir ou monitorar medidas de proteção.
- IEC 61643-11, Dispositivos de proteção contra sobretensão transitória de baixa tensão. Parte 11: Dispositivos de proteção contra sobretensões transitórias conectados a sistemas elétricos de baixa tensão. Requisitos e métodos de ensaio.
- IEEE C37.91-2008: Guia IEEE para proteção de transformadores de potência.

3.4.4.10. Iluminação e Balizamento

- IEC 60529. Graus de proteção dos invólucros (Código IP).
- IEC 60598. Luminárias. Parte 1: Requisitos gerais e testes.
- IEC 61892 Unidades fixas e móveis no mar. Instalações elétricas.
- IEC 62301. Módulos LED para iluminação geral - Especificações de segurança.
- IEC 62471. Segurança fotobiológica de lâmpadas e sistemas de lâmpadas.
- IEC 62504. Iluminação geral - Produtos de diodo emissor de luz (LED) e equipamentos relacionados - Termos e definições.
- IEC 62560. Lâmpadas LED com reator próprio para serviços de iluminação geral com tensão > 50 V – Segurança.
- IES LM79.
- IES LM80.

3.4.5. Módulos fotovoltaicos

Os requisitos mínimos para o módulo fotovoltaico constam do ANEXO 5.1 “TESTES TÉCNICOS DE PAINÉIS SOLARES”. O objetivo deste anexo é definir os requisitos técnicos mínimos para módulos fotovoltaicos. Todas as características técnicas, normas e diretrizes aplicáveis (como códigos e normas, requisitos de Normas Internacionais, INTN, ABNT, entre outros).

O Fornecedor dos módulos solares deverá ter representação oficial no Paraguai ou no Brasil, para garantir melhor atendimento no processo de compra, bem como na entrega dos fornecimentos.

Encontra-se anexado no ANEXO 5.6 “LISTA DE FORNECEDORES DE REFERÊNCIA” que atendem aos requisitos mencionados nesta Especificação Técnica para referência.

3.4.5.1. Escopo do fornecimento

O escopo geral do fornecimento consiste no fornecimento, incluindo todas as certificações de qualidade, da seguinte quantidade e tipo de módulos solares definidos abaixo:

Tabela 8: Escopo da CONTRATADA.

Usina Solar Flutuante ITAIPU BINACIONAL	Módulos mono ou bifaciais	Potência nominal mínima
1 MWp	Tipo N	600 Wp

O fornecimento incluirá o fornecimento, documentação e certificação, embalagem e transporte até o local do projeto do equipamento de acordo com os requisitos definidos nestas especificações. Inclui também todos os elementos não expressamente indicados neste documento, mas necessários ao correto funcionamento do sistema fotovoltaico.

O escopo do fornecimento e dos serviços incluirá minimamente os seguintes elementos:

- Fornecimento da potência de pico definida.
- Plano de controle de qualidade e programa de pontos de inspeção e certificações.
- Peças sobressalentes conforme definido no Workstatement.
- Etiquetagem.
- Embalagem e envio.
- Documentação técnica solicitada na Seção 3.4.4.4 “Requisitos Específicos” destas Especificações Técnicas.
- Cabos entre módulos solares conectados em série.
- Conectores MC4.

3.4.5.2. Sobressalentes

A Contratada deverá fornecer no mínimo 2% a mais da quantidade total de módulos fotovoltaicos definida na Seção 3.3.2 “Workstatement”, incluída no item peças de reposição, para efeito de resposta imediata na substituição que não dispensa a substituição a garantia prevista na seção 4.3. (Programa de Garantia).

Além disso, serão incluídas listas (com detalhamento de preços e quantidades por item) de peças sobressalentes recomendadas para todos os equipamentos e dispositivos auxiliares fornecidos, conforme descrito na Seção 3.3.2 “Workstatement”.

A lista de peças sobressalentes deverá estar de acordo com o formato do projeto. A lista incluirá a quantidade recomendada, quantidade instalada, número de referência do desenho, posição do desenho e número da peça.

Todas as listas de peças sobressalentes e consumíveis serão fornecidas em formato eletrônico.

As peças sobressalentes devem cobrir o comissionamento e a colocação em funcionamento.

Essas listas devem incluir pelo menos:

- Nome do equipamento e número da etiqueta.
- Nome da Contratada original, referência da Contratada da peça e número no desenho de montagem.
- Título do manual de operação e manutenção e número de referência, se aplicável.
- Unidade de medida em que as medições são feitas (kg, metro linear, metro cúbico, litros, unidades, etc.)
- Preço da peça.
- Tempo de espera para substituição.
- Duração estimada de uso.
- Requisitos especiais de armazenamento.

As quantidades de peças de reposição a serem encomendadas e o momento em que esses pedidos são realizados deverão seguir as recomendações da ITAIPU Binacional.

A Contratada deverá fornecer todas as peças de reposição, peças sobressalentes, todas as ferramentas e consumíveis necessários para cumprir suas responsabilidades, incluindo comissionamento e período de responsabilidade por defeitos.

3.4.5.3. Requisitos Gerais

Todos os módulos fotovoltaicos a serem instalados na USF deverão ser do mesmo fabricante, família de produto, tipo, tecnologia, modelo, série e classe de potência. Nesse sentido, é permitido fornecer módulos fotovoltaicos com classes de potência

razoavelmente superiores, desde que sejam do mesmo fabricante, família de produtos, tipo, tecnologia, modelo e série. No entanto, apenas a mesma potência do módulo fotovoltaico pode ser conectada a cada inversor para minimizar perdas devido a incompatibilidade.

Todos os módulos fotovoltaicos a instalar na USF, e todas as suas peças, serão estruturalmente idênticos aos testados e aprovados no âmbito das certificações e Fiscalização da ER.GP da IB.

Os módulos fotovoltaicos devem ter dados de teste de inflamabilidade medidos de acordo com a IEC 60904 e estes dados devem estar de acordo com a tolerância de potência indicada na ficha técnica do módulo. Além disso, cada módulo fotovoltaico deverá ter uma etiqueta de identificação de código de barras relacionada aos seus dados originais de fabricação e teste, conforme fornecido no registro de dados dos módulos fotovoltaicos. A etiqueta de identificação incluirá pelo menos:

- Nome do fabricante do módulo fotovoltaico e das células solares.
- Mês e ano de fabricação do módulo fotovoltaico e células solares.
- País de origem.
- Dados da Curva I-V do módulo.
- Potência, corrente, tensão e fator de enchimento/forma do módulo.
- Número de série exclusivo e número do modelo do módulo.
- Data dos certificados IEC e nome do laboratório de testes que emite estes certificados IEC.
- Quaisquer outros dados do módulo exigidos pela ITAIPU Binacional.

Os conectores de corrente contínua serão do tipo MC4, estes deverão ser resistentes aos raios UV e à água, e ser do tipo classe II com proteção no mínimo IP68, além de atender à IEC 62852. Os módulos fotovoltaicos devem ser dotados de tampas de vedação em seus conectores. A instalação completa deve estar em conformidade com a IEC 62738. O cabo do módulo fotovoltaico deve ser certificado pelo código de tipo TÜV H1Z2Z2-K ou equivalente (aplicável ao cabo da caixa de passagem ao conector tipo MC4 dos módulos fotovoltaicos).

Os materiais selecionados pela Contratada deverão ser comprovadamente adequados e suficientes para a vida útil do projeto. Não são permitidos no projeto equipamentos ou produtos que contenham os seguintes materiais:

- Amianto.

- Bifenilo policlorado
- Crómio hexavalente.
- Mercúrio.
- Além de todos aqueles que aparecem na regulamentação aplicável como materiais nocivos à saúde humana e ao meio ambiente.

Não será permitido o uso na USF de materiais usados ou reconicionados. Todos os equipamentos utilizados indiretamente envolvidos no projeto devem ser projetados para o uso pretendido do equipamento.

Se for o caso, a ITAIPU Binacional reserva-se o direito de realizar visitas aleatórias às fábricas de produção além das visitas planejadas durante a fabricação de qualquer equipamento da usina solar fotovoltaica. Os resultados de todas as visitas serão considerados pela Contratada e pelo fabricante.

3.4.5.4. Requisitos Específicos

O fornecimento e teste dos módulos solares serão realizados de acordo com as normas indicadas nestas ET e cumprirão os requisitos técnicos conforme relacionados abaixo. Um fato importante a ser observado é que os conectores MC4 estão dentro do escopo do fornecimento.

- Os módulos solares serão feitos de silício monocristalino.
- Os módulos solares serão mono ou bifaciais. Todos os painéis serão do mesmo tipo, marca e modelo.
- Os vidros dianteiro e traseiro devem ser semi-temperados com espessura mínima de 2,0 mm conforme normas IEC.
- Terão uma garantia anual de degradação energética linear conforme definido na seção 4.4.
- Cumprem os critérios da classe de proteção II.
- A faixa de temperatura operacional cobrirá pelo menos -20°C a +85°C.
- A tolerância de potência nominal de cada painel individual será de 0~+5W.
- Os módulos solares deverão ter um teste de fábrica que deverá respeitar a tolerância de potência indicada acima.
- As garantias do módulo fotovoltaico serão totalmente compatíveis com o sistema de limpeza do módulo definido na Seção 3.3.2 “Workstatement” -

- As molduras dos módulos fotovoltaicos serão fabricadas em liga de alumínio marinho resistente à corrosão, liga de alumínio 5086 ou similar.
- A resistência à corrosão por névoa salina dos módulos deve atender a todos os requisitos da IEC 61701 Nível de severidade 6.
- Os módulos solares serão protegidos contra os efeitos do ambiente marinho e de agentes corrosivos, incluindo a corrosão por névoa salina. A Contratada deverá realizar qualquer teste solicitado pela ITAIPU Binacional para credenciar esta proteção. Estes testes serão auditados pela ER.GP e/ou qualquer outro terceiro de acordo com os requisitos e necessidades estabelecidas.
- A resistência à carga estática da parte frontal não deve ser inferior a 5400 Pa.
- Os módulos serão suficientemente fortes para suportar o peso e o funcionamento das máquinas de limpeza.
- Os arquivos PAN dos módulos fotovoltaicos devem ser certificados por terceiros externos de acordo com a norma IEC 61853.
- Cada módulo terá sua etiqueta de identificação com código de barras relacionado aos seus dados de fabricação e testes, como os fornecidos no registro de dados do módulo.
- O polo negativo do string será aterrado. Serão fornecidos módulos anti-PID certificados. Ao longo da vida útil da usina, não haverá potencial degradação induzida (PID) nos módulos fotovoltaicos. Este fato será examinado, monitorado e garantido pela Contratada. Além disso, a Contratada deverá realizar os testes e apresentar certificados solicitados pela ITAIPU Binacional.
- O fabricante do módulo solar deve oferecer uma garantia de desempenho linear por 30 anos, incluindo perdas por degradação.
- Os módulos fotovoltaicos devem possuir classificação de incêndio classe C.
- O condutor do cabo será de cobre estanhado eletroliticamente, classe 5 de acordo com IEC 60228.

Tabela 9: Características de referência dos módulos solares.

PROPRIEDADES ELÉTRICAS EM STC	Unidade	Valor
Potência nominal mínima (Pn)	Wp	600
Eficiência mínima do módulo	%	22
PROPRIEDADES MECÂNICAS	Unidade	Valor
Tipo de célula	-	TOPCon N-Type
Marco	-	Liga de alumínio anodizado Proteção anticorrosiva
Grau de proteção da caixa de passagem	-	IP68
Seção mínima dos cabos	mm ²	4/6/10
Comprimento mínimo do cabo	mm	(+) 350 y (-) 200
Conector	-	MC4 Compatible
Pressão frontal mínima suportável	Pa	5400
PROPRIEDADES EM OPERAÇÃO	Unidade	Valor
Temperatura de funcionamento	°C	-20 a +85°
Tensão máxima suportável	V	1500 (IEC)
Bitola do fusível de operação em série	A	25
Tolerância em potência	W	0-5
COEFICIENTES	Unidade	Valor
Coeficiente máxima de temperatura de Pmax	%/°C	-0.3
Coeficiente de temperatura de Voc*	%/°C	-
Coeficiente de temperatura de Isc*	%/°C	-
Temperatura nominal de operação das células - NOCT	°C	41±3
Degradação anual máxima	%/y	-0.4
Perdas máximas de LID	%	-1.2

*Os valores de referência não são especificados, pois podem diferir dependendo do modelo escolhido. Os tais são mencionados para destacar sua importância na seleção do módulo fotovoltaico.

3.4.5.5. Proteção contra a corrosão

Todos os equipamentos devem ser protegidos contra o meio ambiente e todos os seus efeitos corrosivos. A Contratada deverá disponibilizar todos os certificados necessários para demonstrar esta proteção.

A Contratada deve estar ciente e considerar a possível corrosão no local devido ao ambiente ou às condições climáticas severas. O conceito de proteção contra corrosão abrangerá as medidas e detalhes de proteção contra corrosão necessários para o projeto, bem como os programas de manutenção exigidos durante a vida útil da USF.

Todas as estruturas civis e equipamentos elétricos devem estar em conformidade com a ISO 12944 para revestimentos, incluindo a última versão da ISO 12944-9 e todos os seus apêndices. Os critérios de durabilidade do revestimento serão selecionados com base na vida útil projetada das usinas C4VH (Muito Alta ≥ 25 anos). Os cálculos relativos ao estudo de corrosão serão apresentados pela Contratada para revisão e aprovação pela Fiscalização da ER.GP da IB.

Não será permitido após a galvanização o corte, a perfuração, soldagem, dobra, rebitagem, o rosqueamento ou operações similares, e devem ser tomados cuidados no transporte, manuseio e fixação do material galvanizado para evitar danos ao revestimento de zinco. Sob nenhuma circunstância o revestimento de zinco será reparado com tinta inibidora de ferrugem.

3.4.5.6. Documentos para entregar

A Contratada deverá entregar os seguintes documentos elencados abaixo para todos os equipamentos e acessórios. Ter em conta toda a documentação comprovativa exigida no ANEXO 5.1 “TESTES TÉCNICOS DE PAINÉIS SOLARES” destas Especificações Técnicas.

Tabela 10: Documentação a ser recebida da Contratada.

Item	Descrição
1	Geral
1.1	Aceitação por escrito da especificação técnica
1.2	Lista dos documentos
1.3	Esclarecimento e lista de desvios
1.4	Referências de projetos semelhantes
1.6	Teste na fabricação
1.7	Peças de reposição e ferramentas especiais
1.8	Manual de instalação
1.9	Manuais de operação e de manutenção
1.10	Requisitos de área de localização
1.11	Instruções para limpeza do sistema de módulos fotovoltaicos.
2	Desenhos
2.1	Desenhos dimensionados, com detalhes de ancoragens, conexões elétricas e peso.
3	Documentação técnica
3.1	Planilhas de Dados
3.2	Curvas (curva de potência nominal dos módulos solares em relação à temperatura ambiente e outras)
3.3	Arquivos PAN
4	Listagens
4.1	Lista de documentação
4.2.	Lista de materiais e componentes, incluindo referência, tipo, função e fabricante.
5	Documentação de Qualidade ⁽⁵⁾
5.1	Programa de gestão de qualidade
5.2	Inspeção e resultados certificados
5.3	Inspeção e planejamento de testes
5.4	Procedimento de inspeção visual
5.5	Procedimentos de teste de energia
5.6	Procedimentos de inspeção de luminescência
5.7	Procedimentos de testes PID
5.8	Procedimentos de testes LID
5.9	Procedimentos de testes de degradação induzida por luz e temperatura elevada

Item	Descrição
5.10	Relatório de testes
5.11	Relatório de resultados de inspeção visual
5.12	Relatório de resultados de inspeção de luminescência
5.13	Relatório de resultados de testes de degradação induzida por luz e temperatura elevadas
5.14	Certificado de perdas de LID
5.15	Certificado de perdas PID
5.16	Certificados IEC 61215:2021 e 611730
5.17	Certificado de potência máxima
5.18	Certificado CE
5.19	Certificado Classe II
5.20	Garantia de degradação do módulo
5.21	Demais certificados IEC
5.22	CDF (Construction Data Form)
5.23	FATs (Factory Acceptance Test)

3.4.6. Caixa de string (se aplicável)

As caixas de string servem para conectar as cadeias de módulos em paralelo e assim formar os nós que irão para cada entrada do inversor. Estas caixas também incluem as proteções necessárias para a parte de corrente contínua da usina. Só são necessários no caso de instalação com configuração Inversor Central.

As caixas podem ser fabricadas por qualquer fabricante de quadros elétricos BT. As características típicas de uma string box são mostradas na tabela a seguir; neste caso, foi considerado um modelo de um fabricante de referência.

A quantidade de caixas necessárias para esta usina depende do número total de correntes e do tamanho de cada uma delas.

Tabela 11. Características das caixas de string.

Característica	Valor	Unidades
Tensão de entrada CC (Un)	1500	Vcc
Corrente máxima de entrada (Inc)	20,4	A
Corrente de entrada por input	1,2*Inc	A
Entradas	16/24	-
Disjuntor automático	400	A
Seção do cabo de entrada	0,75-25	mm ²
Seção máxima do cabo de saída	300	mm ²
Corrente do fusível de entrada (In)	20	A
Faixa de temperatura de operação	-40º - +60º	°C
Dimensões	1035x835x300	mm
Altitude máxima sem 'derating'	3000	m

Além de todos os componentes necessários para um funcionamento correto e seguro, serão necessários os seguintes componentes principais:

- Invólucro de poliéster reforçado com fibra de vidro.
- Fusíveis e porta-fusíveis na entrada do cabo string.
- Disjuntor sob carga na saída do cabo para o inversor.
- Descarregador de sobretensões.
- Sistema de monitoramento e comunicação de corrente de string.

3.4.6.1. Invólucro

Quanto aos requisitos técnicos para o envoltório das string boxes, serão os seguintes:

- O invólucro será confeccionado em poliéster reforçado com fibra de vidro, resistente a altas temperaturas.
- O nível de isolamento do invólucro será no mínimo IP 66, considerando também os prensa-cabos de entrada e saída e o filtro anti-condensação.
- A entrada dos cabos string será através de conectores do tipo “multicontato” no fundo da caixa adequados para bitola de cabo string de 4 mm.².
- A saída do cabo será protegida por prensa-cabos com bitola adequada e proteção IP para atender ao IP indicado para o painel. Os cabos de saída serão de 300 mm².

- A caixa terá um conector de aterramento mínimo de 35 mm.².

3.4.6.2. Fusíveis na entrada das strings

As string boxes terão de 16 a 24 entradas protegidas com fusíveis, tanto no polo positivo quanto no negativo, de forma que sejam atendidos os seguintes requisitos:

- Os fusíveis serão cilíndricos, com dimensões 10x85 mm, curva de fusão gPV (EN 60269-6) e adequados para serviço CC em 1500 Vcc.
- Os fusíveis serão instalados em uma base porta-fusíveis adequada para montagem em trilho DIN.
- A intensidade nominal dos fusíveis será de 20 A.
- Os porta-fusíveis do polo positivo serão agrupados e convenientemente separados dos porta-fusíveis do lado negativo para que o risco de arco elétrico seja minimizado. Os porta-fusíveis serão unipolares.
- Serão no máximo 48 fusíveis/porta-fusíveis, sendo 24 para polo positivo e 24 para polo negativo.
- Os cabos de entrada na base do porta-fusível serão de 4 mm², diâmetro máximo de 6 a 8 mm.

3.4.6.3. Disjuntor automático

Haverá um único disjuntor sob carga para isolar a caixa do inversor e interromper a corrente total da caixa mesmo sob carga. As principais características deste disjuntor serão as seguintes:

- A corrente nominal do disjuntor será de 400 A para uma caixa com no máximo 24 strings, corte em ambos os pólos, adequada para uso contínuo em tensão nominal de 1500 Vcc.
- O disjuntor terá um manípulo fácil de usar para cortar o circuito com um movimento manual de 90°. A alça ficará dentro do quadro.
- A saída do disjuntor terá uma placa de cobre adequada para conectar os dois cabos de saída (seção máxima de 300 mm²).

3.4.6.4. Descarregador de sobretensões

Será montado na caixa de string um descarregador de correntes de descargas atmosféricas com as seguintes características:

- O dispositivo deve ser do tipo I para descarregar a corrente de descarga atmosférica.
- Tensão constante máxima de 1500 Vcc.
- Corrente transitória máxima de 40 kA
- Indicador de status do descarregador.
- Configuração em Y.

3.4.7. Inversores

O objetivo desta seção das Especificações Técnicas é definir os requisitos técnicos para aquisição de inversores fotovoltaicos. Todas as normas e diretrizes aplicáveis (como normas técnicas nacionais, regulamentações locais, normas de segurança, instruções dos fabricantes dos equipamentos a serem montados) devem ser consideradas além desta especificação e os requisitos mínimos mais rigorosos devem ser respeitados pela Contratada.

3.4.7.1. Escopo do fornecimento

O escopo deste edital abrange todos os elementos necessários ao fornecimento dos inversores fotovoltaicos que compõem a instalação.

O fornecimento incluirá:

- Inversores fotovoltaicos para usina com potência nominal de 1 MWp.
- Cubículos de Baixa Tensão (BT) para uma usina com potência nominal de 1 MWp.
- Todos e cada um dos transportes necessários ao fornecimento do equipamento à localização.
- Construção, Montagem e Comissionamento.
- O software de parametrização do inversor e sua respectiva licença devem ser fornecidos junto com o equipamento.
- Relatório de modelagem de inversores fotovoltaicos para simulações de transitórios eletromagnéticos.
- Controle de qualidade e verificação do atendimento aos requisitos.
- Documentação mínima a ser entregue: catálogo, manual de instalação, manual de operação e manutenção, certificado de garantia e certificados de conformidade com as normas necessárias.

A quantidade de inversores a serem fornecidos por unidade geradora deverá ser definida com base nas seguintes premissas:

- 1) No caso de inversores string, o dimensionamento dos inversores a serem fornecidos deve estar dentro da faixa de potência nominal de 100 kW a 350 kW (derating $\geq 40^{\circ}\text{C}$)
- 2) No caso de um inversor central, o dimensionamento do inversor deve ser de pelo menos 1 MW de potência nominal (derating $\geq 40^{\circ}\text{C}$)
- 3) A potência total do inversor deve ser de no mínimo 1 MW considerando a soma da potência nominal de todos os inversores.

Todos os inversores fotovoltaicos fornecidos deverão ser projetados para garantir o pleno funcionamento da Usina Solar Flutuante por uma vida útil mínima de 30 anos.

A escolha da configuração do inversor será definida na Seção 3.3.2 “Workstatement”, baseada na experiência, confiabilidade, otimização da produção e estudo econômico preliminar.

No ANEXO 5.6 “LISTA DE FORNECEDORES DE REFERÊNCIA”, é possível visualizar uma lista de fornecedores que atendem aos requisitos mencionados nesta Especificação Técnica para referência

3.4.7.2. Características

A qualidade do equipamento fornecido deve ser controlada para atender às diretrizes de projeto de engenharia incluídas nas normas e códigos listados nas Seções 3.3.2 “Workstatement” e 3.4.4.4 “Inversores”, relativos a regulamentos e certificados de aplicação.

Os inversores devem operar de acordo com as condições climáticas da localização (Ver Seção 2.1.4 “Informações meteorológicas e do reservatório” destas especificações técnicas). Os inversores devem ser adequados para ambientes com alta umidade, como a instalação na USF.

Os inversores deverão ser instalados em local adequado e de fácil acesso, para que o equipamento possa ser inspecionado pela Fiscalização da ER.GP da IB. No referente à construção, devem atender aos critérios da NR-10 “Segurança Elétrica” e da norma paraguaia NP 2 028 13 “Instalaciones Eléctricas de Baja Tensión”.

Os inversores devem contar com a mais recente tecnologia disponível, como IGBT ou outra tecnologia reconhecida no mercado.

Os inversores deverão limitar automaticamente a potência de exportação a um set point definido e poderão operar automaticamente em situações de partida, parada e detecção de falhas.

O fabricante do inversor deverá contar com representação oficial no Paraguai e/ou Brasil e deverá ter equipe de assistência técnica especializada para proporcionar rápido cumprimento das garantias contratuais e maior facilidade e agilidade na prestação dos serviços de manutenção.

Além disso, devem atender aos seguintes requisitos técnicos:

- Caso a Contratada decida optar por inversores string, estes deverão ser colocados na ilha flutuante, dispostos de forma a tentar otimizar as distâncias dos strings associados (metros de cabo). Caso decida optar pelo Inversor Central, os mesmos deverão ser colocados no PD, próximo ao transformador de potência, salvo se for fornecida alternativa melhor, que estará sujeita à análise e aprovação da Fiscalização da ER.GP da ITAIPU Binacional.
- Os inversores devem ser protegidos contra intempéries, exposição direta à luz solar e exposição a altas temperaturas em suas proximidades, além de possuir espaço suficiente para dissipação de calor, a fim de evitar derating (perdas de potência por fatores ambientais, calor, tensão ou altura que podem comprometer ou interromper a produção dos inversores).
- Cada inversor **preferencialmente** deve possuir um painel de controle acessível ao operador (IHM) com tela anti-reflexo. **Caso o modelo do inversor não possua HMI, nem como opção de acessório, ele deverá ter um sistema de monitoramento local via bluetooth, wifi ou similar.**
- O manual de operação e manutenção do inversor deverá ser fornecido em espanhol, português e inglês.
- O inversor deve estar equipado com comunicação compatível, conforme exigido pelo monitoramento (SCADA).
- O sistema de proteção anti-ilha deve atender à norma IEC 62116:2012 - Procedimento de teste anti-ilha para inversores de sistemas fotovoltaicos conectados à rede.
- Cada entrada de CC correspondente a 01 (um) MPPT (Maximum Power Point Tracking) deverá possuir um dispositivo interno de proteção contra sobretensões de CC Classe 2 naquela entrada CC. Este dispositivo deve ser conectado à tomada de terra/sistema equipotencial

- A saída de CA do inversor deve possuir um dispositivo interno de proteção contra sobretensões classe 2. Este dispositivo deve ser conectado à tomada de terra/sistema equipotencial.
- A tensão de saída dos inversores deve ser compatível com o lado de baixa tensão do transformador de acoplamento.

Para viabilizar a conexão dos inversores string de cada unidade geradora ao transformador de acoplamento, deverão ser fornecidos cubículos de baixa tensão (BT), conforme disposição a ser proposta pela Contratada. O fabricante deverá cumprir todos os requisitos regulatórios estabelecidos pelas normas ABNT NBR e/ou INTN para cubículos, equipamentos e materiais no interior do cubículo.

Os disjuntores principais dos cubículos devem ser do tipo ACB (Air Circuit Breaker) e MCCB (Moulded case circuit breaker). Os cubículos de baixa tensão devem incluir as seguintes proteções elétricas:

- ACB (Air Circuit Breaker): o cubículo de BT deve possuir um disjuntor geral que atue sobre a carga, com proteção contra curto-circuito e sobrecarga. Este dispositivo pode ser controlado remotamente (abertura/fechamento).
- MCCB (Disjuntor de caixa moldada): Devem ser fornecidos disjuntores de caixa moldada para proteção de entrada de cada inversor string, compatíveis com a corrente máxima do inversor e demais condições de falha previstas em projeto, com proteção contra sobrecorrentes, curto-circuitos e abertura sob carga.
- SPD (Dispositivos de proteção contra sobretensões): Um dispositivo SPD Tipo I+II por barramento de CA.

Os cubículos de baixa tensão devem atender aos seguintes requisitos técnicos:

- Seção nominal máxima dos condutores dos cubículos de baixa tensão: 300 mm² por fase.
- Funcionamento à intempérie, com proteção contra radiação UV.
- Contar com dispositivo de controle de temperatura e umidade ou sistema correspondente para evitar a condensação de água no interior do gabinete.
- Sinalização necessária para o funcionamento em condições operacionais: presença de tensão, posição dos disjuntores do ACB, funcionamento dos inversores, entre outros, observando os critérios da NR-10 e da norma Paraguaia de Baixa Tensão.

3.4.7.3. Requisitos técnicos

O objetivo desta subseção as Especificações Técnicas é definir os requisitos técnicos para aquisição de inversores fotovoltaicos. Todas as normas e diretrizes aplicáveis (tais como normas técnicas nacionais, regulamentos locais, normas de segurança, instruções dos fabricantes dos equipamentos a serem montados) devem ser levadas em consideração além desta especificação e a Contratada deverá respeitar os requisitos mínimos mais rigorosos.

Os inversores devem operar em temperatura ambiente em torno de 30°C com umidade relativa de 90%. Os inversores devem ser adequados para ambientes difíceis e com alta umidade, como instalação em usinas fotovoltaicas flutuantes. As características técnicas dos inversores a serem fornecidos deverão ser controladas para atender às diretrizes de projeto de engenharia contidas nas normas e características citadas na tabela a seguir:

Tabela 12. Características técnicas dos inversores fotovoltaicos.

Características técnicas - Inversores fotovoltaicos			
Item	Descrição	Unidade	Requisito
1	Características gerais dos inversores fotovoltaicos		
1.1	Tecnologia.		Inversor Central ou Inversor String
1.2	Topologia.		Transformerless
2	Características do inversor		
2.1	Potência nominal.	kW	> 1 MVA Inversor Central Inversor de string de 100 - 350 kW
2.2	Redução da potência nominal devido à temperatura (derating).	°C	+ 40° (ou superior)
2.3	Tensão máxima de entrada.	Vcc	≤1500
2.4	Tensão nominal de saída.	Vca	400 – 800
2.5	Rendimento mínimo.	%	≥ 98,8%.
2.6	Eficiência do inversor.	%	≥ 98%
2.7	Temperatura mínima de operação.	°C	-30°
2.8	Temperatura máxima de operação.	°C	+ 60°
2.9	Conceito de resfriamento.		Controle de temperatura por

Item	Descrição	Unidade	Requisito
			convecção natural ou resfriamento forçado
2.10	Conexão (Topologia).		3F+PE 3F+N+PE
2.11	Frequência de saída.	Hz	50
2.12	Taxa de distorção harmônica da corrente de saída.	%	< 3%
2.13	Faixa de ajuste do fator de potência.		$\pm 0,8$
2.14	Interface de comunicação.		RS485 ou Ethernet
2.15	Protocolo de comunicação.		Modbus RTU/TCP
2.16	Grau de proteção.		IP 66 ou superior
2.17	Proteção contra corrosão (ISO 12944).		C4 (alta corrosividade)
2.18	Proteção contra sobretensões (CC).		Classe II ou I/II
2.19	Proteção contra sobretensões (CA).		Classe II ou III
2.20	Disjuntor-seccionador de CC capaz de operar com carga nominal.		Exigido
2.21	Aquisição contínua de dados para o sistema de controle de parâmetros técnicos definidos, incluindo eventos e status.		Exigido
2.22	Interface de conexão com o sistema de controle através de protocolos e sistemas de conexão definidos nas especificações do sistema de controle.		Exigido
2.23	Potência reativa: controle de tensão no ponto de conexão.		Exigido
2.24	Limitação de geração.		Exigido
2.25	Taxa de carregamento.		Exigido
2.26	Potência reativa sem corrente contínua.		
2.27	Garantia de fabricação.		Mínimo 5 anos

- 1) A tensão de saída dos inversores deve ser compatível com o lado de baixa tensão do transformador de acoplamento.
- 2) O fabricante do inversor deverá contar com assistência técnica no Paraguai e/ou Brasil.
- 3) A interface e o protocolo de comunicação devem ser compatíveis com o disposto na Seção 3.5.3 “Sistema de Gestão e Aquisição de Dados”.

Nota 1: No caso de inversores centrais a serem instalados em ambientes internos e protegidos das inclemências do tempo, o IP 54, no mínimo, é aceitável.

3.4.8. Transformadores

3.4.8.1. Requisitos Técnicos

Esta seção apresenta os requisitos técnicos mínimos que os transformadores de potência que farão parte do sistema deverão possuir.

Para transformadores com comutador de derivações fora de circuito (OCTC), deve ser fornecida uma tampa rosqueável no volante manual do OCTC com instruções, junto com;

- 1) o fornecimento de um cadeado com chave universal (em vez de apenas um cadeado) e
- 2) uma placa de advertência clara em aço inoxidável deve ser adicionada acima da roda do comutador: "Perigo - Não opere o comutador quando o transformador estiver energizado" em letras maiúsculas.

Não deve ser utilizada galvanização em nenhuma área do tanque, acessórios do tanque ou resfriadores que entrem em contato com óleo durante o serviço normal.

A fiação auxiliar (em particular a fiação de proteção) deverá ser instalada em dutos metálicos vedados e os tubos de pequeno diâmetro dentro do tanque ou na tampa do tanque deverão ser adequadamente protegidos contra chuva, danos mecânicos e derramamento de óleo.

Para todos os transformadores, todos os relatórios de testes de rotina e de aceitação serão fornecidos após a fase de colocação em operação (e antes da energização), incluindo, sem se limitar a eles, resistência de isolamento, relação, polaridade, resultados de testes do comutador de derivação, tangente delta e teste de capacitância da passa-muros de AT, SFRA (Sweep frequency response analysis IEEE, IEEE C57.149), DFRA (Dielectric Frequency Response to Assess, IEEE Std. C57.161–2018) e a análise de amostras de óleo, em linha com os normas internacionais e as melhores práticas do setor.

No caso dos transformadores ONAN, estes devem estar em conformidade com o seguinte:

- A gestão de vazamentos e derramamentos deverá ser canalizada para um interceptador ou, na sua falta, seguir as normas em vigor ou recomendações da

ITAIPU Binacional. Por outro lado, a Contratada deverá demonstrar o cumprimento dos planos ambientais e as autorizações correspondentes.;

- Válvulas de drenagem para que toda a unidade e também os radiadores individuais possam ser separados sem interferir no óleo do tanque principal;
- Dispositivos de amostragem de óleo com válvulas traváveis no fundo do tanque do transformador principal, para que amostras de óleo possam ser coletadas com o transformador ativado. A amostragem na parte superior do transformador incluirá um tubo de alimentação descendente e uma válvula para permitir que amostras de óleo sejam coletadas no fundo do tanque (não mais que 1,2 metros do nível do solo).

No caso de transformadores do tipo seco, estes serão instalados dentro de uma sala ou ambiente com ar condicionado.

No ANEXO 5.6 “LISTA DE MARCAS DE REFERÊNCIA” detalha algumas das marcas que cumprem os requisitos mencionados nestas Especificações Técnicas, para fornecimento de equipamentos, destacando que é meramente para fins de referência.

3.4.8.2. Transformadores MT/BT

Os transformadores MT/BT serão:

- Os transformadores devem ser trifásicos, do tipo PADMOUNTED (ONAN), com conexão delta no primário e estrela com neutro solidamente aterrado no secundário, encapsulados a vácuo em resina epóxi, polaridade subtrativa e defasamento angular de 30° (Dyn1).
- OBS.: Internamente, os transformadores PADMOUNTED devem possuir grau de proteção, dentro de um invólucro metálico, de um mínimo de IP-55.
- De projeto testado, preenchido com óleo vegetal ou tipo seco, com resfriamento ONAN, projetado e equipado com comutador de derivação em circuito fechado (OCTC);
- Cumprir os códigos e regulamentos locais em termos de variação de tensão e frequência, conforme exigido no Código da Rede.
- Atende com normas IEC 60076 e NBR 5356 quanto à consideração de projeto e padrões de fabricação, IEC 60214 para comutador de derivação, IEC 60354 para carga de transformador, IEC 60137 para bucha de transformador, classe de isolamento A de acordo com IEC 60085, padrões de Projeto Ecológico e do Regulamento UE nº 548/ 2014 - Perdas conforme nível 1 (2015).

- Testado na fábrica de acordo com os requisitos das publicações mais recentes da IEC 60076 ou das normas IEEE C57.12.00 e C57.12.90.
- Testes de tipo de acordo com a IEC mais recente, mas os testes de tipo podem ser dispensados se o fabricante fornecer um certificado de que tais testes foram realizados em um transformador idêntico. Porém, qualquer alteração na configuração do enrolamento exigirá a repetição do teste de tipo. Entende-se por teste de tipo aquele em que se comprova que o transformador atende às especificações e expectativas do projeto. Tais testes são realizados nas instalações do fabricante, inicialmente em uma unidade aleatória de um lote de produção. O resultado destes confirma os critérios principais e básicos de projeto de um lote de produção.
- Capaz de suportar os efeitos térmicos e dinâmicos causados por correntes externas de curto-circuito sem danos quando operado em qualquer posição de derivação, conforme IEC 60076-5.
- Capaz de operar continuamente sem qualquer anormalidade em qualquer posição de derivação em kVA nominal sem exceder o aumento de temperatura de acordo com as normas IEC relevantes.
- Capaz de fornecer sua saída nominal em todas as posições de derivação sem exceder o aumento de temperatura nominal. O aumento da temperatura do óleo e dos enrolamentos será ajustado de acordo com as condições do local de referência, ou seja, com temperatura diurna máxima de 40°C.

As características técnicas dos transformadores de MT/BT a serem fornecidos devem ser controladas para atender às diretrizes de projeto de engenharia incluídas nas normas e características citadas na tabela a seguir:

Tabela 13. Características técnicas dos transformadores MT/BT.

Características técnicas – Transformadores MT/BT			
Item	Descrição	Unidade	Requisito
1	Características gerais dos transformadores MT/BT		
1.1	Instalação		Ar livre ou interior
1.2	Resfriamento		ONAN
2	Características do transformador		
2.1	Potência nominal mínima	kVA	630 kVA. Capacidade de sobrecarga de 110%
2.2	Frequência	Hz	50

Item	Descrição	Unidade	Requisito
2.3	Número de Fases		3
2.4	Número de enrolamentos		Máximo 3 (2 de BT e 1 de AV)
2.5	Capacidade de sobrecarga		De acordo com IEC 60076
2.6	Classe de isolamento		Classe A
2.7	Umidade ambiente máxima	%	100
2.8	Temperatura ambiente máxima	°C	+ 40º
2.9	Eficiência		≥ 98.50 % a 100% Carga @ PF = 1
			≥ 98.80% a 75% Carga @ PF = 1
			≥ 99.00% a 50% Carga @ PF = 1
2.10	Conexão (Topologia)		3F+PE 3F+N+PE
2.11	Garantia mínima do produto		Mínimo 5 anos
2.12	Vida útil mínima		30 anos

- Tipo, de acordo com o número de fases Trifásico
- Tensões nominais, valor eficaz:
 - Primário - valores de tensão entre fases:
 - 1. Posição 1 24.045 V
 - 2. Posição 2 (principal) 22.900 V
 - 3. Posição 3 21.755 V
 - 4. Posição 4 20.610 V
 - Secundário (valor de referência, deve ser compatível com a tensão de saída do inversor):
 - 1. Entre fases 400 V
 - 2. Entre fase e neutro 231 V
- Tensão suportada de impulso atmosférico., valor de pico:
 - 1. Primário ≥ 125 KV
 - 2. Secundário ≥ 30 KV
- Tensão suportável em frequência industrial por 1 minuto, valor eficaz:
 - 1. Primário ≥ 50 KV
 - 2. Secundário ≥ 10 KV

- Tensão induzida de curta duração, valor eficaz:
 - 1. Primário: $\geq 45,8 \text{ kV}$ e $\leq 50 \text{ kV}$
- Fator de dissipação de isolamento (fator de potência) @ 20° C:
 $\leq 1,2 \%$
- Frequência nominal 50 Hz
- . Grupo de conexão; Dyn 1
- Nível de isolamento:
 - 1. Primário 25 kV (BIL 125)
 - 2. Secundário 1,2 kV (BIL 30)
- Aumento máximo de temperatura:
 - 1. Dos enrolamentos, determinado pela variação da resistência elétrica 55°C
 - 2. Superfície do óleo 50°C
 - 3. Do ponto mais quente dos enrolamentos 65°C
- Uma vez fechadas as portas do transformador, não deve permitir o acesso ou remoção de qualquer elemento externo, como parafusos, válvulas, etc.
- O transformador deve ser construído de forma a não permitir a acumulação de água na parte superior da tampa, em condições normais de serviço.

Enrolamentos:

- Enrolamento primário (Média Tensão):
 - Material: O enrolamento primário deve ser constituído como mínimo de condutor de cobre ou alumínio, seção circular, esmaltado, classe de temperatura A (105 °C).
 - Construção: O enrolamento primário deve ser constituído por seções (pacotes ou biscoitos) ou ser contínuo.
 - Os condutores de interligação entre as respectivos buchas e as bobinas primárias devem ser multifilares e flexíveis.
 - O isolamento dos enrolamentos deve ser uniforme.
- Enrolamento secundário (Baixa Tensão):
 - Material: O enrolamento secundário deve ser constituído por um condutor de cobre de seção circular, um condutor de cobre de seção

retangular com arestas arredondadas, um condutor de alumínio de seção circular, um condutor de alumínio de seção retangular com arestas arredondadas (placa), lâminas de cobre com arestas arredondadas ou lâminas de alumínio (folha ou cinta).

- As espiras devem ser isoladas entre si por papel esmaltado ou kraft, ou combinação de ambos, classe de temperatura (105° C), no mínimo.
- O isolamento dos enrolamentos deve ser uniforme

Núcleo

- Material: O núcleo deve ser feito de chapas de aço silício de grão orientado e laminadas a frio.

Nível de ruído:

- O nível de ruído não deve ultrapassar os valores indicados na Tabela 3.4.7.2_1.

Tabela 3.4.7.2_1: Nível de ruído

<u>Potência Nominal (kVA)</u>	<u>Nível máximo de ruído (dB)</u>
150	55
300	55
500	56

Bornes de Média tensão

- Tensão Nominal 23 kV
- Corrente Nominal 200 A
- Nível de isolamento: 125 kV (BIL)

3.4.8.3. Transformador para Serviços Auxiliares (SS.AA)

O transformador dos Serviços Auxiliares (SS.AA) fornecerá energia ao Posto de Distribuição (PD) e à sala de controle e monitoramento da USF, em caso de falhas no fornecimento de energia elétrica da rede da SEMD, e para manter uma fonte alternativa de tensão para identificar falhas do sistema de monitoramento e controle ante a eventual perda de carga.

A ITAIPU Binacional fornecerá a alimentação de BT para Serviços Auxiliares, até o quadro correspondente, sendo a ligação ao mesmo de responsabilidade da Contratada. Ver ANEXO 5.4 “DIAGRAMA UNIFILAR GERAL”.

3.4.9. Equipamento para Sala de Cubículos de 23 kV

A usina solar flutuante piloto será conectada em 23 kV a um cubículo de média tensão com disjuntor, na Sala de Cubículos de 23 kV da área prioritária. Esta sala é composta por uma série de cubículos descritas no documento ANEXO 5.7 “SISTEMA ELÉTRICO DE DISTRIBUIÇÃO MT ÁREA PRIORITÁRIA MD – DIAGRAMA UNIFILAR”.

Este documento detalha a função desempenhada por cada um dos oito cubículos, bem como o tipo de cubículo. A divisão de cubículos é a seguinte:

- 1- Fonte: Cubículo 1 SM6 IM 630 A. Cubículo para entrada de energia da SEMD.
- 2- Fonte: Cubículo 2 SM6 IM 630 A. Cubículo para entrada de energia da SEMD.
- 3- Medição: SM6 CM50A. Cubículo 3 de medição.
- 4- Data Center TR-1. QM 200 A. Cubículo 4 para distribuição de energia ao transformador 1 do Data Center.
- 5- Data Center TR-2. QM 200 A. Cubículo 5 para distribuição de energia ao transformador 2 do Data Center.
- 6- Rede MT UHI. QM 200 A. Cubículo 6 para distribuição de energia para a rede MT UHI.
- 7- Serviços Gerais. QM 200 A. Cubículo 7 para distribuição de energia aos serviços gerais
- 8- Reserva. QM 200 A. Cubículo 8 de reserva.

A Contratada deverá fornecer equipamentos preferencialmente da mesma marca, para garantir compatibilidade. Outras marcas serão analisadas, desde que a Contratada apresente casos de sucesso de integração e compatibilidade com equipamentos semelhantes aos instalados na Sala de Cubículos de 23kV.

A Contratada deverá fornecer e instalar todos os equipamentos de medição e proteção do circuito de ligação da USF, além do próprio cubículo de MT necessário à injeção da energia gerada, de acordo com as normas da ANDE e ABNT e as exigências específicas da ITAIPU Binacional. Além disso, deverá garantir um cubículo reserva para possíveis expansões futuras.

3.4.9.1. Disjuntores de Média Tensão

Os disjuntores devem ser do tipo extraível (internamente) e seu sistema de instalação nos cubículos deve possibilitar sua movimentação para as posições de “inserido”, “teste” ou “extraído”. A extração remota (motorizada) deve ser feita somente para os disjuntores de entrada de alimentação ou quando indicada nos respectivos diagramas unifilares.

Nas movimentações para as posições de “teste” ou “extraído”, as aberturas para conexão do disjuntor aos barramentos devem ser automaticamente vedadas por obturadores (guilhotinas) metálicos. As guilhotinas devem possuir dispositivo para cadeado.

Deve existir chave seccionadora de aterramento, com operação manual, após a extração completa do disjuntor, com intertravamento mecânico (do tipo “kirk”). O intertravamento mecânico deve impedir a inserção do disjuntor com a chave de aterramento fechada. O fechamento da chave de aterramento pode ocorrer somente com o disjuntor extraído ou na posição de teste

Deve existir dispositivo que permita a instalação de cadeado de bloqueio que impeça a movimentação acidental ou inadvertida do disjuntor quando estiver na posição de “teste” ou “extraído”.

Na posição de “extraído”, o disjuntor deve estar apto a ser removido do cubículo, caso seja necessário.

Os dispositivos de intertravamento devem permitir as manobras de extração e inserção dos disjuntores somente com a porta do cubículo fechada, de forma a garantir total segurança aos operadores, impedindo manobras indevidas ou atos inseguros.

O disjuntor só pode ser movido da posição de teste para inserir e vice-versa quando o disjuntor estiver aberto.

O plugue de controle do disjuntor deve poder ser removido somente quando o disjuntor estiver na posição de teste.

A chave só deve ser fechada quando estiver na posição de teste ou inserida. O sistema de extração das chaves, os intertravamentos necessários e as indicações de posição dos contatos devem atender às recomendações da NBR IEC 62271-200.

Acessórios:

- - Disparador dupla de Abertura.
- - Unidade de disparo de Tensão Nula.

- - Moto Redutor para carregamento automático de molas de fechamento.
- - Disparador de fechamento.
- - Dispositivo mecânico de proteção contra corte automático.
- - Micro contato para sinalização elétrica de molas carregadas.
- - Aterramento automático de trole.
- - Relé anti bombeamento (anti pumping).
- - Contador Mecânico de Manobras.
- - Contatos Auxiliares 5 NA + 6 NF.
- - Contatos indicadores de posição.

3.4.9.2. Placas de Identificação e Características

A placa de características elétricas deverá ser fixada na parte interna do equipamento; fabricado em aço inoxidável AISI 316, claramente legível e fixado por parafuso. A fixação da placa por meio de rebites não será aceita.

Os detalhes da dimensão e local de fixação da placa deverão ser aprovados pela Fiscalização da ER.GP da ITAIPU Binacional. Esta placa deve ter no mínimo as seguintes informações de acordo com a Norma NBR IEC 62271-200:

- Nome do FABRICANTE;
- Tipo, modelo e referência de identificação do FABRICANTE;
- Número de série e data de fabricação;
- Tensão nominal de isolamento, número de fases e frequência nominal;
- Tensão de operação;
- Tensão aplicada à frequência industrial;
- Nível Básico de Impulso;
- Corrente nominal do barramento no modo contínuo;
- Capacidade de interrupção nominal simétrica em curto-circuito;
- Peso do conjunto com e sem os equipamentos;
- Tensão de comando;
- Tipo de acessibilidade;
- Classificação de Arco Interno.

Todos os cubículos devem ter etiqueta visível com o nível de energia de arco calculado e distância mínima de aproximação.

Os cubículos devem ter etiquetas de segurança apropriadas, destinadas à advertência e identificação do equipamento energizado, conforme o item 10.10 da NR-10.

3.4.9.3. Pintura e tratamento de superfícies

O tratamento anticorrosivo deve consistir, no mínimo, de duas demãos de tinta anticorrosiva nas partes internas e externas após a devida limpeza das chapas. As partes metálicas dos cubículos devem ser submetidas a um pré-tratamento conforme descrito abaixo:

- Uma camada galvanizada, fornecendo proteção contra corrosão de acordo com a norma EN 10142, devendo proteger todas as partes de aço que compõe as partes da estrutura.
- Pequenas peças metálicas como parafusos, porcas, arruelas e acessórios devem ser zincadas por processo eletrolítico.
- A pintura dos cubículos deve ser por processo eletrostático a pó, base de resina epóxi poliéster.
- A cor de acabamento final deve ser RAL 7032.
- A espessura mínima após o acabamento não deve ser inferior a 85 microns.
- Para painéis externos ou expostos à umidade, mesmo que internamente, a espessura mínima após o acabamento não deve ser inferior a 120 microns.
- As chapas de aço não pintadas devem ser de aço galvanizado com zinco.
- Nas placas de montagem e chapa não devem ser feitas intervenções, como furos e cortes, após feito o tratamento anti corrosão.
- A cor final de acabamento será definida no Item 3.3.2 “Workstatement”.
- Pequenas peças de metal, como parafusos, porcas, arruelas e acessórios, devem ser galvanizados por processo eletrolítico ou bicromatizados, conforme necessário.

A CONTRATADA deve submeter à aprovação da ITAIPU BINACIONAL o processo de tratamento de superfícies normalmente empregado na fabricação do equipamento (método de limpeza, preparação e pintura), desde que tal processo seja equivalente ou superior aos procedimentos acima citados.

3.4.9.4. Carregamento de mola; iluminação e resistência de aquecimento

O carregamento de molas terá o motor alimentado por sistema trifásico em 220 Vca (alimentação desde o quadro mais próximo).

Os circuitos de iluminação, aquecimento e tomadas devem ser alimentados a partir de uma fonte em 220 Vca (2F + T), 50 Hz, protegido por um disjuntor termo-magnético com contato auxiliar de sinalização.

As conexões do disjuntor de iluminação devem ser isoladas e possuírem facilidade de montagem e desmontagem, sendo, conseqüentemente, de fácil acesso para conexão e desconexão. A conexão dos cabos de força das luminárias deve ser feita através de bornes.

Os painéis devem possuir resistência para evitar a condensação, controlada por meio de um higrostatô ajustável, para controle de umidade. A resistência deve ser blindada, tensão 220 V (2F+T), 50 Hz.

A resistência de aquecimento deve ser instalada na parte inferior do painel, assegurando que nenhum componente ou acessório fique próximo do mesmo, ou seja, com conexões.

3.4.10. Cabos e aparelhagem

Esta seção define os requisitos técnicos para cabos de potência isolados de baixa e média tensão, cabos de controle e instrumentação, eletrocalhas e dutos com todos os acessórios necessários. Os cabos de todos os tipos e seus terminais de conexão, instalados no painel flutuante e aqueles que saem para as instalações de superfície, devem atender às normas para cabos à prova de imersão em água.

Os cabos devem ser fornecidos em quantidades suficientes para uma instalação completa.

3.4.10.1. Condutores

Os condutores de todos os tipos de cabos, exceto cabos de fibra óptica, devem ser de cobre recozido liso em conformidade com a IEC 60228 Classe 2. O cobre utilizado deve ter condutividade padrão internacional de 100%.

3.4.10.2. Amperagem dos cabos

A Contratada será responsável pelo dimensionamento de todos os condutores e cabos associados à Usina Solar Flutuante. A Contratada dimensionará os condutores de potência de acordo com as normas da ANDE, normas INTN e requisitos da ABNT, levando em consideração a queda de tensão e a capacidade de curto-circuito nos sistemas. Os cabos e condutores deverão ter dimensões padronizadas para serem aceitáveis pela ITAIPU Binacional.

A amperagem de qualquer cabo dependerá da rota do cabo (eletrocalha, flutuador, eletroduto). Além da amperagem, requisitos especiais como radiação solar, queda de tensão, disponibilidade de corrente de falha e ambiente devem ser levados em consideração ao dimensionar o cabo. A amperagem dos cabos de alimentação deverá estar de acordo com as exigências da regulamentação ANDE, normas INTN e exigências da ABNT. A seção transversal do condutor do cabo de força deve ser selecionada com base na capacidade de transporte de corrente na montagem real e na temperatura ambiente (com seus fatores de correção considerados).

3.4.10.3. Isolamento e construção

O isolamento e a construção do cabo dependerão do uso a que se destina. Eles serão divididos nos seguintes usos de cabos:

- Cabo de força fotovoltaica de baixa tensão em CC: O cabo deve ter uma tensão nominal de 1,5 kV_{CC} ou superior, condutor trançado de cobre estanhado classe 5, conforme IEC 60228. O isolamento do cabo deve ser de borracha de etileno propileno (EPR) isolada, com capa livre de halogênio e com baixa emissão de fumaça. O revestimento externo do cabo deve ser de borracha de etileno vinil acetato (EVA) reticulada, livre de halogênio, com baixa emissão de fumaça, retardadora de chamas e resistente à luz solar (UV), de acordo com UL 1581 ou ISO 4892-2, adequada para condições de instalação.
- Cabo de força CA de média tensão (serviço 23 kV): O cabo deve ser para 23 kVac, feito de cobre trançado; isolado com polietileno reticulado (XLPE), com revestimento retardante de chama de cloreto de polivinila (PVC).
- Cabo de força CA de baixa tensão 800 Vca: O cabo deve ser de cobre trançado; isolado com polietileno reticulado (XLPE) ou cloreto de polivinila (PVC); revestimento de policloreto de vinila (PVC) retardante de chama.
- Cabo de controle 220 Vac: O cabo deve ser blindado multicondutor, conforme necessário, cobre trançado; isolado com polietileno reticulado (XLPE) ou cloreto

de polivinila (PVC); protetor de fita metálica, revestimento com policloreto de vinila (PVC) retardador de chama.

- Iluminação e pequena potência 220 Vac: O cabo deverá ser condutor de cobre com isolamento de PVC retardador de chama.
- Cabo de fibra óptica: O cabo deve ter no mínimo 24 fibras, monomodo tipo SM1, 9/125 um, elemento central de força, tubo solto, revestimento interno de PE, blindagem, revestimento externo de PE, de acordo com as normas IEC. O cabo de fibra óptica deve ser do tipo não metálico com revestimento único e proteção contra roedores.
- Cabos para redes de dados: Os cabos para redes de dados em cobre deverão ser STP categoria 6A, conforme norma ANSI, com isolamento LSZH.

O cabo para demais circuitos especiais deverá ser aquele recomendado pelo fabricante com homologação da ER.GP da ITAIPU Binacional. Todos os acessórios para condutores, incluindo conectores, terminações, materiais isolantes, terminais de suporte, marcadores, flanges para cabos e materiais de proteção contra fogo, devem ser fornecidos e instalados. As instruções de instalação para acessórios de cabos devem ser obtidas junto ao fornecedor.

Os cabos fotovoltaicos em contato com a superfície da água devem ser instalados em eletrodutos corrugados de PEAD ou PEAD. Os cabos em CC específicos para instalações solares fotovoltaicas (PV), nos circuitos de fonte e de saída, devem ser capazes de suportar as condições ambientais extremas que ocorrem neste tipo de instalações. Deve ser construído com cabeamento de condutor de cobre flexível. Projetado e testado sob a norma UL 4703 (Photovoltaic Wire).

3.4.10.4. Eletrocalha e eletrodutos

O sistema de canalização elétrica geralmente será projetado de modo que a separação seja mantida da seguinte forma:

Cabos de força com tensão superior a 800 V não devem ocupar a canalização elétrica com condutores com tensão menor ou igual a 800 V.

Os circuitos de instrumentação serão roteados em dutos separados dos cabos de força.

Contanto que todos os condutores estejam isolados para a tensão máxima de qualquer condutor dentro da canalização elétrica, os cabos de força de 800 V ou menos podem ocupar o mesmo eletroduto, independentemente do nível de tensão dos circuitos individuais ou se os circuitos individuais são de corrente alternada ou contínua. Os

condutores isolados de 220 V usados para controle podem ocupar o mesmo duto que os condutores isolados do circuito de alimentação com isolamento de 800 V.

Os números das eletrocalhas serão atribuídos sequencialmente a todas as eletrocalhas.

Os cabos dos circuitos de CA e, se aplicável, CC entre a área flutuante e a área de terra firme serão instalados em dutos de HDPE ou PEAD.

Os cabos isolados de 23 kV serão instalados em canalização elétrica dentro de dutos.

A soma das áreas transversais dos cabos na eletrocalha de cabos deve ser limitada a 30% da seção transversal útil da eletrocalha para cabos de potência e 40% para cabos de controle e instrumentação.

Todas as eletrocalhas serão de aço galvanizado a fogo, exceto quando inadequado devido a uma atmosfera corrosiva. As abraçadeiras de suspensão, acessórios de fixação e pinos serão feitos de metais altamente resistentes à corrosão. Os acessórios de aço devem ser galvanizados a fogo. Em qualquer atmosfera corrosiva, devem ser utilizadas eletrocalhas de outro material adequado e aprovado (por exemplo, poliéster reforçado). As eletrocalhas horizontais e verticais serão fornecidas com fundos e tampas perfuradas, adequadas para o seu revestimento. As eletrocalhas e acessórios não devem ter arestas vivas ou saliências. Os pinos ou rebites para conectar seções ou acessórios devem ter cabeças do tipo francês. As cabeças dos parafusos e rebites serão colocadas dentro das eletrocalhas. Serão fornecidas peças de conexão pré-fabricadas, como peças em T, cruzetas, cotovelos, etc., segundo seja necessário. Podem ser apresentados diversos acessórios de fixação, os quais serão sujeitos a revisão e aprovação pela Fiscalização da ER.GP da IB.

As calhas laterais dos leitos de cabos devem permitir a fixação de dutos de cabos. Além disso, os acessórios de fixação devem ser fornecidos adequadamente, como abraçadeiras, fitas, etiquetas de cabos, barreiras contra fogo, etc.

Em geral, a folga vertical mínima entre eletrocalhas será de 300 mm, medida desde a parte inferior do suporte da eletrocalha superior até o topo da eletrocalha inferior. Coberturas sólidas serão usadas em todas as eletrocalhas de instrumentação, eletrocalhas verticais e todas as eletrocalhas externas.

Todos os eletrodutos devem estar em conformidade com os padrões ANSI ou UL em termos de tamanhos e roscas. A porcentagem de enchimento do eletroduto deverá estar de acordo com o seguinte:

- Um cabo – 53 por cento de enchimento.
- Dois cabos – 31% de enchimento.

- Três ou mais cabos – 40% de enchimento.
- Todos os dutos e acessórios de aço rígido devem ser galvanizados a fogo.
- O duto HDPE ou PEAD deve ter proteção UV para aplicações em sistemas subterrâneos

Para instalações em áreas corrosivas serão utilizados eletrodutos de PVC ou equivalente. Todos os eletrodutos flexíveis deverão ser de aço galvanizado, à prova de líquidos, equipados com uma capa plástica e deverão ser adequados para aplicação em áreas de alta temperatura. Os conectores de eletrodutos correspondentes serão feitos de aço com galvanização a quente.

Os materiais associados ao eletroduto devem consistir em cotovelos, acoplamentos de eletroduto e protetores de rosca, corpos de eletroduto, buchas, contraporcas, acessórios de eletroduto flexíveis, braçadeiras de eletroduto e todos os outros acessórios necessários para instalação e fixação. Caixas de soquete e caixas de string serão fornecidas, se necessário.

Conectores terminais para condutores de 10 mm² e maiores. Conectores terminais para condutores trançados de 10 mm² e maior deve ser a pressão ou com braçadeira de parafuso.

Conectores terminais para condutores com menos de 10 mm². Conectores terminais para condutores trançados de menos de 10 mm² serão conectores do tipo compressão dimensionados adequadamente para o condutor e terminal.

Um sistema de eletrodutos individuais é necessário para o sistema de comunicação. Os materiais dos eletrodutos serão selecionados com base no ambiente específico, priorizando a segurança e proteção dos cabos.

Todas as instalações típicas de cabos, eletrodutos e sistemas de eletrodutos devem ser submetidas à revisão e aprovação da Fiscalização da IB ER.GP. A instalação do cabo e a canalização elétrica devem ser realizadas de acordo com as normas da ANDE, NP 2 028 96 do INTN e as exigências da ABNT.

3.4.11. Proteções

Esta seção cobre o projeto, equipamento, montagem e instalação de toda a subestrutura, materiais de aterramento da superestrutura, proteção contra descargas atmosféricas e acessórios necessários para fornecer um sistema funcional adequado e completo de aterramento e proteção contra descargas atmosféricas para operar plenamente a usina solar flutuante, para a proteção de pessoal, a redução do ruído

elétrico, o bom funcionamento dos equipamentos elétricos e eletrônicos de comunicação e controle, incluindo edifícios associados e todas as estruturas necessárias. Os materiais devem ser cobre ou liga de cobre de alta qualidade.

Para o dimensionamento do esquema de aterramento da usina solar flutuante é necessário considerar o número de tempestades e descargas atmosféricas na região. Esta informação deverá ser apresentada pela Contratada à Fiscalização da ER.GP da IB para análise e aprovação.

As sobretensões temporárias causadas por impactos diretos ou por efeitos indiretos de descargas atmosféricas devem ser consideradas no dimensionamento do esquema de proteção.

A proteção contra sobretensões temporárias será realizada através de Dispositivos de Proteção contra Sobretensões (SPD), que serão colocados em áreas específicas da instalação para proteção dos equipamentos. Estas informações deverão ser apresentadas pela Contratada à ITAIPU Binacional para análise e aprovação.

Os SPDs a serem dimensionados deverão ter capacidade para descarregar sobretensões provenientes de descargas atmosféricas diretas na instalação.

Devido à configuração da Usina Solar flutuante, é necessária a instalação de um sistema de proteção contra efeitos atmosféricos, bem como uma rede equipotencial e um controlador de isolamento na entrada dos Inversores String.

Serão necessárias ligações à terra para interligar os equipamentos em toda a instalação e também para interligar o sistema de ligação ao sistema de aterramento existente, para fins equipotenciais.

Cada conexão da malha de aterramento deve ser unida de forma segura por soldagem exotérmica.

O requisito do sistema de aterramento é que a resistência de aterramento seja inferior a 10 ohms para proteção contra descargas atmosféricas e circulação de corrente de curto-circuito, para permitir a operação rápida dos dispositivos de proteção de circuitos.

A bitola do cabo de cobre para a malha de aterramento não deve ser inferior a 95 mm² e irá nas eletrocalhas junto com os demais cabos de força, conectando as cadeias dos módulos a este cabo de aterramento com acessórios específicos.

Devem ser deixadas placas de cobre e extremidades dos cabos para a ligação dos diferentes elementos à malha de aterramento.

O aterramento dos sistemas solares fotovoltaicos deve ser projetada e instalada de acordo com os requisitos descritos na norma NEC, artigo 690.

Um sistema de aterramento do equipamento deve ser fornecido para quaisquer superfícies metálicas expostas ou condutoras que possam receber energia, incluindo superfícies metálicas expostas de molduras de módulos fotovoltaicos, estruturas metálicas de montagem (se necessário), eletrodutos metálicos e caixas de inversores, conforme aplicável, bem como outros elementos elétricos.

A parte do equipamento em CC do sistema fotovoltaico deve ser aterrada com condutores de cobre com um kit de barra de aterramento certificado usando um terminal elétrico padrão que conecta cada superfície metálica exposta do módulo fotovoltaico à estrutura de montagem aterrada.

O barramento de ligação equipotencial principal deve ser fornecido para conexão entre o sistema de aterramento CC e o sistema de aterramento CA de acordo com a IEC 60364-7-712.

O cabo de aterramento pode ter as seguintes características:

- Condutor de cobre nu, trançado Classe B
- Condutor de cabo isolado, trançado Classe B com isolamento XLPE, verde-amarelo.

3.4.11.1. Instalação de aterramento

Os materiais do sistema de aterramento serão instalados de acordo com os desenhos definidos na Seção 3.3.2 “Workstatement”. O estudo de aterramento e todos os desenhos deverão ser enviados para aprovação da ITAIPU Binacional, fazendo parte da Seção 3.3.2. Os seguintes requisitos devem ser atendidos:

3.4.11.1.1. Malha de Aterramento

A malha de aterramento seguirá a norma IEEE 80. A Contratada realizará medições de resistividade do solo no local para o sistema de aterramento. O cálculo será apresentado para análise e aprovação da Fiscalização da ER.GP da IB.

3.4.11.1.2. Hastes de aterramento

Devem ser galvanizadas, revestidas de cobre, com 19 mm de diâmetro, 3 metros de comprimento, com certificado de produto no país.

3.4.11.1.3. Conexões

Os conectores de aterramento acima da superfície devem ser conectores terminais do tipo compressão de cobre ou liga de cobre, com as seguintes exceções:

- Conectores de cabo aparafusados usados para conectar o condutor de aterramento às eletrocalhas.
- Conectores parafusados usados para aterramento de cercas.
- Conectores de parafuso dividido usados para conectar fios de aterramento individuais ao condutor de aterramento das eletrocalhas.

3.4.11.1.4. Aterramento de eletrodutos

Todas as buchas de aterramento dentro de todos os gabinetes, incluindo gabinetes de equipamentos, devem ser interligadas e conectadas internamente ao terminal de aterramento ou barramento de aterramento do gabinete, com um condutor de cobre nu. Todos os eletrodutos utilizados para o sistema de controle elétrico devem ser aterrados ao sistema de aterramento da eletrocalha ou ao sistema de aterramento da fonte elétrica. As buchas de aterramento devem ser aterradas com condutores dimensionados de acordo com NEC, mas não menores que 6 mm². Todas as buchas de aterramento dos eletrodutos, terminando na eletrocalha, devem ser conectadas ao cabo de conexão ao aterramento da eletrocalha com condutor de cobre isolado conforme ANDE, INTN e ABNT.

3.4.11.1.5. Aterramento das eletrocalhas

Uma conexão de aterramento de cobre nu de 70 mm² deve ser instalada pelo menos ao longo de todo o comprimento de todas as eletrocalhas, exceto a eletrocalha de componentes eletrônicos. O condutor de aterramento será conectado a cada seção da eletrocalha com um conector de aterramento de cobre. A eletrocalha será conectada em intervalos ao aterramento da estação através do processo de soldagem exotérmica, o intervalo máximo será proposto pela Contratada para revisão e aprovação pela Fiscalização da ER.GP da IB.

3.4.11.2. Equipamento de aterramento

Todos os equipamentos elétricos devem ser conectados à malha de aterramento com condutor de aterramento de cobre, de acordo com a norma IEEE 142.

3.4.11.3. Resistência de aterramento

As medições de resistividade do solo serão feitas usando o método Wenner de quatro eletrodos para resistividade do solo e o método Wenner de três eletrodos para medir a resistência do solo de terras artificiais de acordo com a norma IEEE 81.

3.4.11.4. Proteção contra descargas atmosféricas

O sistema de proteção contra descargas atmosféricas deve ser projetado e instalado de acordo com os requisitos da IEC 62305.

As hastes ou pontas terminais, o condutor de descida e a haste de aterramento devem ser fornecidos e instalados cobrindo a área do equipamento elétrico. A proteção contra descargas atmosféricas não é necessária para módulos fotovoltaicos.

A altura e o número de hastes ou pontos terminais necessários serão determinados pelo método do ângulo de proteção. O sistema de proteção contra descargas atmosféricas deve ser fixado na malha do solo. A memória de cálculo da área de proteção será apresentada para análise e aprovação pela ER.GP da IB.

3.4.12. Iluminação e Balizamento

Esta seção define requisitos técnicos detalhados para projeto, equipamento, materiais, construção, desempenho e testes das instalações de iluminação e recintos. A Contratada os fornecerá em quantidades suficientes para uma instalação completa e adequada para operação. O equipamento selecionado deve ser adequado ao ambiente correspondente em termos de funcionamento e robustez. A queda de tensão será considerada de acordo com os regulamentos, normas e exigências da ANDE, INTN e ABNT.

3.4.12.1. Iluminação de áreas e recintos

Deverão ser fornecidas iluminação e tomadas na área de quadros de distribuição de média e baixa tensão, na área de inversores e transformadores de aterramento. A iluminação também deverá ser fornecida na área da plataforma flutuante e na área da usina na terra firme. O sistema de iluminação será LED com sensor automático de luminosidade. O projeto e a memória de cálculo deverão ser apresentados à Fiscalização da ER.GP da IB para análise e aprovação, de acordo com os regulamentos, normas e requisitos da ANDE, INTN e ABNT.

3.5. ITEM 30: SISTEMA DE CONTROLE E INSTRUMENTAÇÃO

3.5.1. Introdução

Este capítulo estabelece os critérios gerais que a Contratada deve ter em conta para executar de forma eficiente o sistema de controle de supervisão de todos os parâmetros civis, estruturais, mecânicos e elétricos do projeto, para que a USF seja corretamente administrada e otimizada.

Este sistema é composto principalmente pelo Power Plant Controller (Controlador da Central Elétrica), (PPC), pelo servidor SCADA, pelo sistema de telecomunicações e pelas interfaces de exibição. Os inversores fotovoltaicos são responsáveis por transmitir suas informações diretamente ao PPC que, em conjunto com os servidores SCADA, são responsáveis por gerenciar as informações e otimizar a geração fotovoltaica com base nas necessidades e exigências pactuadas entre a Contratada e a ITAIPU Binacional.

Será instalada junto ao Posto de Distribuição (PD) uma estação de operação e engenharia para visualização do sistema, permitindo também atuação sobre o mesmo. Esta sala é definida como Sala de Controle e Monitoramento.

O projeto será concebido para gerar energia elétrica apenas para consumo na área prioritária, sem injeção à rede da SEMD. O sistema de controle, juntamente com os instrumentos de medição, serão os principais componentes que compõem o sistema anti-inversão, para atender ao requisito de não descarga à SEMD.

Da mesma forma, a Contratada será responsável por estabelecer a rede de telecomunicações necessária à interligação dos elementos de controle mencionados neste capítulo, garantindo assim o funcionamento ótimo do sistema e dos subsistemas adjacentes em tempo útil.

3.5.2. Normas e certificações

3.5.2.1. Instrumentação, controle e comunicações

Todos os equipamentos, projetos, fabricação e testes estarão em conformidade com as mais recentes normas, manuais e especificações das seguintes organizações, ou com normas equivalentes aprovadas pela ITAIPU Binacional. O código e os padrões do sistema de controle e monitoramento serão baseados em ANSI, API, IEEE, IEC, ISA, ISO, EIA/TIA, NESC, NFPA, SAMA, NEMA, NEC, UL e normas técnicas relevantes paraguaias e brasileiras.

Uma vez que a usina solar deve poder ser gerenciada através de um Sistema de Controle, os protocolos disponíveis para acesso ao SCADA são:

- IEC-60870-5-104, tecnologia TCP/IP para tarefas de telecontrole.
- IEC 61724, Monitoramento de sistemas fotovoltaicos – Guias para medição, troca de dados e análise.
- IEC 61683, Sistemas fotovoltaicos. Condicionadores de potência. Procedimento para medição de desempenho.
- ISO 9847- BS 7621, Energia solar – calibração de piranômetros de campo mediante comparação com um piranômetro de referência.
- ISO 9060, Energia solar - especificação e classificação de instrumentos para medição de radiação solar direta e hemisférica.
- ISO/TR 9901, Piranômetros de campo – recomendação para uso prático.
- IEC 61725, Expressão analítica para perfis solares diários.
- IEC 60904 Dispositivos fotovoltaicos. Parte 2: Requisitos para dispositivos de referência solar.

3.5.3. Sistema de Aquisição e Gestão de Dados

3.5.3.1. Descrição Geral

O Sistema de Aquisição e Gestão de Dados é o sistema de supervisão e controle local de dados da USF. É responsável por realizar tarefas como cálculo, gestão de alarmes, acompanhamento histórico, tendências, produtividade e eficiência na supervisão das diversas séries. Além disso, é responsável pela documentação e comunicação, além de receber os pulsos gerados pelo medidor de energia para registrar a energia gerada pela usina solar flutuante. É imprescindível que o sistema SCADA colete informações sobre os diferentes elementos que compõem a infraestrutura da usina solar flutuante, conforme ANEXO 5.5 “ARQUITETURA DE CONTROLE”.

O sistema deverá incluir uma interface web que permita aos usuários autorizados pela ITAIPU Binacional operar, monitorar e controlar os diversos equipamentos da usina solar. Os dados coletados podem ser exportados em formatos como texto e planilhas, nos formatos txt, csv, xls, xlsx, etc., a serem definidos na Seção 3.3.2 “Workstatement”. A taxa de amostragem dos dados deverá ser ajustável e as informações serão organizadas em arquivos de texto armazenados em meio a ser definido pela IB na Seção 3.3.2 “Workstatement”. Um arquivo separado será gerado para cada tipo de dispositivo.

O sistema deve disponibilizar uma plataforma para visualizar o comportamento de todos os dispositivos monitorados, inversores (o monitoramento no nível de string de geração deve ser possível), caixas de string, estações meteorológicas e de qualidade da água existentes, entre outros, transformadores, cubículos, relés e outros dispositivos de interesse relacionados à usina solar flutuante. Além disso, deve gerar relatórios de alarmes, relatórios históricos, estatísticas, cálculos de Performance Ratio (PR), e oferecer ferramenta de visualização de gráficos, preferencialmente Tableau.

O modelo de desempenho do SCADA deverá incluir pelo menos um índice de desempenho diário baseado no desempenho real versus desempenho esperado, considerando as condições meteorológicas fornecidas pela estação existente. O software e hardware do SCADA serão projetados e programados para a vida útil do projeto da usina, com divulgação prévia de licenças ou assinaturas. Uma licença vitalícia será fornecida, juntamente com a documentação da API para permitir a implementação de plug-ins e complementos por terceiros no futuro.

O SCADA deve possuir sistema de alarme em cascata, evitando que alertas de equipamentos de nível superior gerem alertas em equipamentos de nível inferior. Também permitirá a gestão de alarmes, incluindo identificação e racionalização para evitar incômodos ou alarmes em cascata.

Para garantir a integridade dos dados, o SCADA realizará armazenamento local diário e cópias de backup externas nos servidores de backup da IB. A capacidade de armazenamento do SCADA, especificada pelo fabricante original do equipamento, será de no mínimo 3 (três) anos para análise de desempenho e monitoramento histórico.

O projeto do sistema de controle e monitoramento deve ser à prova de falhas, incluindo equipamentos e sistemas redundantes, se necessário, especialmente para sistemas críticos. A falha de um único equipamento não deve comprometer o funcionamento da USF.

Serão implementados equipamentos de proteção, intertravamentos e lógicas para evitar possíveis danos, gerando alarmes para alertar à ITAIPU Binacional no evento mencionado. A ITAIPU Binacional deverá compartilhar essas informações com a Contratada, responsável pela criação do sistema de controle e monitoramento pelo menos durante o período previsto no ITEM 80 “ASSISTÊNCIA TÉCNICA PARA O&M E ACEITAÇÃO FINAL” desta ET.

O sistema de controle deve abranger todos os equipamentos e interfaces necessários para permitir supervisão e controle remoto/local, conforme detalhado neste documento. Os equipamentos de controle e monitoramento propostos deverão estar

alinhados com a tecnologia mais recente disponível em software e hardware no momento da fabricação do sistema.

Todas as licenças de software e ferramentas de programação necessárias à operação e manutenção dos sistemas eletrônicos disponibilizados nesta licitação serão incluídas no escopo do fornecimento. O software deve ser compatível com MS Windows Server 2022 ou superior.

As licenças de software não devem expirar antes de decorridos pelo menos 30 (trinta) anos, abrangendo assim a vida útil estimada da usina flutuante de geração solar. Isso garantirá que o fornecedor execute as atualizações de software necessárias (sistema operacional e software de solução especializada) e a manutenção necessária durante esse período. Será exigido o direito de atualizar a versão, incluindo versões principais, versões secundárias, versões de manutenção e atualizações do sistema operacional e Software especializado.

Todo o projeto de software e hardware do sistema de controle e monitoramento deve ser submetido à análise e aprovação da fiscalização da ER.GP no âmbito da Seção 3.3.2. "Workstatement".

A fonte de energia do Sistema de Controle e Monitoramento deve ser uma fonte de alimentação ininterrupta (UPS) com baterias seladas do tipo estação. A UPS deve ter capacidade suficiente para fornecer energia de reserva por 2 horas.

3.5.3.2. Escopo de trabalho

A Contratada é responsável por projetar, testar, inspecionar, fornecer, instalar, implementar, programar e comissionar um sistema SCADA completo, bem como as comunicações entre seus elementos. Este sistema deverá possuir os equipamentos de controle, medição, proteção e comunicação essenciais para garantir o bom funcionamento da USF.

O escopo do SCADA abrangerá o Sistema de Controle e Monitoramento de inversores, transformadores, controlador programável (PPC), cadeia fotovoltaica, sistema de medição, equipamentos elétricos, CCTV, estações meteorológicas e de qualidade de água existentes entre outros, cubículos, relés e outros dispositivos de interesse relacionados à usina solar flutuante.

Os sistemas de controle devem incorporar todos os recursos necessários para monitorar em tempo real os valores e parâmetros do processo da USF. Isso inclui informar adequadamente à ITAIPU Binacional sobre o estado da usina, alertar sobre condições inseguras em equipamentos ou processos, permitir que a ITAIPU Binacional tome ações

corretivas e fornecer relatórios de operação e manutenção. Estes valores e parâmetros serão fornecidos à Contratada pelo menos durante os primeiros 6 (seis) meses de operação da usina.

A Contratada assumirá a responsabilidade de fornecer as informações necessárias sobre sinais, direções, roteamento, tipo de protocolo de comunicação, switches, etc., para que a ITAIPU Binacional ou seu integrador possa integrar facilmente a usina solar fotovoltaica flutuante ao sistema de controle e supervisão existente da usina ITAIPU Binacional. Isso incluirá toda a programação e desenho da interface da Contratada, gráficos e relatórios diversos do sistema fotovoltaico, adequando-se aos requisitos operacionais e investigativos que a ITAIPU Binacional definir.

Após a instalação completa de todos os sistemas de controle, a Contratada assumirá a responsabilidade pelos executar os testes e comissionamento de tais sistemas. Além disso, será responsável por fornecer o treinamento necessário ao pessoal da ER.GP da ITAIPU Binacional, e ao pessoal que a ITAIPU Binacional designar, para operação e manutenção desses sistemas de forma eficaz e independente.

Durante a fase de comissionamento, a ITAIPU Binacional realizará uma revisão tanto dos equipamentos físicos quanto do software para verificar o cumprimento dos desenhos de engenharia aprovados. Qualquer elemento que não cumpra os requisitos especificados nos desenhos de engenharia deverá ser substituído ou reprogramado para garantir a total conformidade com os referidos desenhos. Este processo não exime a Contratada da total responsabilidade de garantir que os sistemas de controle funcionam de acordo com as expectativas e requisitos estabelecidos na fase de projeto e planejamento.

3.5.3.3. Escopo do fornecimento

A Contratada é responsável por fornecer e facilitar todo o hardware, software, implementação, instrumentação e todos os acessórios necessários para satisfazer os requisitos estabelecidos nestas Especificações Técnicas. A Contratada deverá fornecer todos os equipamentos necessários à implementação do controle e instrumentação, conforme especificações detalhadas neste documento. O escopo do fornecimento abrangerá, no mínimo, as seguintes categorias de equipamentos:

3.5.4. Sistema SCADA

Deverá ser implantado um sistema SCADA local, onde o servidor ficará localizado no Data Center da ITAIPU Binacional dedicado a esse fim, permitindo o armazenamento

dos dados e o monitoramento e visualização local com uma estação IHM que ficará localizada na Sala de Controle e Monitoramento.

O ANEXO 5.9 “QUANTIDADE DE SINAIS MÍNIMOS PARA O SISTEMA SCADA” detalha os sinais mínimos que devem ser fornecidos para o Sistema SCADA.

Todos os serviços e infraestrutura que a IB fornecerá por meio da Superintendência de Informática (SI.AA) estão detalhados no ANEXO 5.10 “SERVIÇOS DISPONIBILIZADOS PELA SUPERINTENDÊNCIA DE INFORMÁTICA DA IB”.

Este SCADA e as informações do servidor local podem ser hospedados juntos em um Panel PC ou separadamente em um Panel PC/Rack Server; ambos preferencialmente com características industriais com hardware adequado às aplicações e licenças SCADA de última tecnologia. Deve ser licenciado para visualizar todos os parâmetros da usina e permitir acesso remoto com as considerações de segurança necessárias. A implementação de servidores virtuais será aceitável desde que seja demonstrado que os requisitos mínimos destas Especificações Técnicas podem se cumpridos.

O sistema deverá ser orientado tanto para os sistemas elétricos quanto para os serviços corporativos da ITAIPU Binacional. Isto envolve o registro de dados de diversas fontes na usina, como IEDs (relés de proteção de cubículos), cubículos e estações meteorológicas e ambientais existentes, entre outros. A lista de sinais mínimos de referência encontra-se no ANEXO 5.9 “QUANTIDADE DE SINAIS MÍNIMOS PARA O SISTEMA SCADA”. A lista final de sinais, bem como seus detalhes de exibição, será definida como parte da Seção 3.3.2 “Workstatement”.

Além da licença SCADA, deverão ser fornecidas todas as licenças necessárias de sistemas operacionais, antivírus e pacotes de utilitários para manutenção do servidor SCADA. O sistema deve rodar em plataforma Windows e ser compatível com o software SCADA fornecido. Ressalta-se a importância de garantir a segurança eletrônica, incluindo autenticação centralizada, exportação de alarmes e eventos para servidores e realização de cópias de segurança históricas por meio do motor da base de dados.

3.5.4.1. Descrição do equipamento mínimo

Os requisitos do sistema SCADA serão definidos na Seção 3.3.2 “Workstatement” levando em consideração o que está especificado no ANEXO 5.10 “SERVIÇOS DISPONIBILIZADOS PELA SUPERINTENDÊNCIA DE INFORMÁTICA DA IB”:

- Um Servidor/Painel PC para montagem em rack ou quadro/painel, com tamanho e especificações técnicas necessárias e suficientes para o ótimo funcionamento

do Sistema de Controle. De preferência montado no mesmo painel do Controlador de Usina (PPC).

- Fonte de alimentação com proteção contra sobretensões, com capacidade suficiente para alimentar os elementos do sistema de controle, como Panel PC, PPC, módulos PPC, etc.
- Portas de rede Ethernet suficientes.
- Sistemas KVM para gerenciamento, se necessário.
- Licença SCADA vitalícia para supervisão e operação do sistema servidor e cliente.
- Video Wall 2 por 2 (1,4 por 2,4 metros aprox.), marca de referência: Barco KVD-5521C 55" 1920X1080 Ultra Narrow Bezel LCD Video Wall - R9867804B para apresentação de todos os parâmetros da usina registrados pelo SCADA, conforme ANEXO 5.11 "ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS DE REFERÊNCIA DE VIDEO WALL".
- Não serão aceitos equipamentos usados, recondicionados ou reformados.

3.5.4.2. Funções SCADA

O sistema SCADA terá, no mínimo, as seguintes características:

- Monitoramento e gestão do centro de transformação, posto de distribuição e parque fotovoltaico através de diagramas e lista de sinais; bem como as variáveis da rede elétrica e seu processamento em tempo real. Monitoramento e gestão dos dados recebidos da estação meteorológica. Monitoramento de serviços de vídeo segurança, telefonia, dados operacionais de rede e equipamentos de comunicação.
- Alta disponibilidade do sistema e possibilidade de trabalho remoto se necessário.
- Processamento e visualização de alarmes e dados em tempo real, armazenamento de histórico de eventos, gerador de relatórios e suporte a dispositivos KVM físicos e impressora. Será permitido acesso à base de dados.
- Análise do desempenho da usina, bem como controle e monitoramento de falhas.
- Interface de comunicação com o sistema de controle e proteção da subestação.
- Atendimento aos requisitos de segurança cibernética.

- Todos os softwares, licenças de software e manuais para controle, monitoramento, base de dados e administração, ajuste de configuração, ajuste de parâmetros, programação, lógica de controle para inversor, array box, string fotovoltaica e controlador.
- Qualquer dispositivo de hardware/software para conexão a estações meteorológicas e ambientais existentes, se aplicável.
- Dispositivos padrão e pacotes de software serão fornecidos conforme necessário para que o sistema de controle e monitoramento execute todas as funções de troca e transferência de dados.

3.5.4.3. Registro de eventos

Além das informações exibidas no SCADA local, deverão estar disponíveis a data e hora em que os eventos ocorrem, incluindo seu registro histórico. A resolução do registro de eventos será de 1 ms.

3.5.4.4. Capacidade e reserva

O SCADA local deve ser capaz de lidar com até 50% adicionais das informações da usina fotovoltaica. O fator de utilização do processador, processando e executando todas as tarefas para o total de informações mais a reserva indicada, não deve ultrapassar 60%.

Os componentes devem ser dimensionados para atingir o desempenho adequado.

3.5.4.5. Relatórios

Relatórios escritos serão solicitados para emissão periódica e mediante solicitação. Deverão existir relatórios calculados para cada sistema fotovoltaico e para toda a usina; bem como dados meteorológicos.

Também serão gerados relatórios disparados por eventos (pós-falhas). O painel PC terá portas de comunicação compatíveis necessárias para comunicação com o PPC, vinculando-se à rede operacional, para que possa ser acessado remotamente por pessoal autorizado.

3.5.5. Controlador de usina

Um controlador de usina deve ser fornecido "Power Plant Controller (PPC)" com capacidade de regular a potência ativa e reativa do parque solar de acordo com os requisitos da ITAIPU Binacional. A referência ou setpoint deste controlador da usina será

transmitida aos inversores através da rede de comunicações. O controlador da usina pode receber os pontos de ajuste de potência manualmente, automaticamente e/ou remotamente.

Este PPC será parte integrante do sistema de controle e realizará medições no ponto de interligação da usina solar flutuante para atendimento aos requisitos da ITAIPU Binacional. O ponto de medição será compartilhado com o medidor de energia que será conectado ao cubículo de medição da estação de seccionamento, onde está localizado o totalizador de energia do parque. No caso de uma solução anti-inversão, a medição neste ponto servirá de referência para o Sistema de Controle (SCADA através do PPC) gerenciar e transmitir as informações necessárias aos inversores para garantir que a energia elétrica não seja injetada desde a usina solar flutuante à Subestação Margem Direita, SEMD. Esta funcionalidade pode exigir hardware próprio, como seccionadores ou analisadores de rede, bem como CLPs escravos do PPC central.

O PPC será baseado na filosofia PLC (Programmable Logic Controller) e deverá ser fornecido integralmente, incluindo CPU e placas de comunicação necessárias; e instalado em um quadro junto com os elementos secundários de conexão. O PPC deverá ser responsável, no mínimo, pelas seguintes funções:

- Desconexão total ou parcial da Usina Solar Flutuante, incluindo desconexão ou regulação dos inversores (Controle da relação de geração de energia com o inversor) e gerenciamento do sistema anti-inversão.
- Gerenciamento de sinais de E/S procedentes do inversor.
- Supervisão e gestão do eventual sistema de armazenamento.
- Regulação do nível de tensão no ponto de interligação, bem como gestão da potência ativa e reativa.
- Regulação de energia reativa e fator de potência. Limitação de potência, se necessário.
- Controle de frequência
- Supervisão e gerenciamento de sinais cabeados do Datalogger instalado no mesmo painel.

3.5.5.1. Descrição do equipamento mínimo

- Controlador de usina (PPC) baseado em PLC para instalação preferencial em quadro (trilho DIN). Inclui, no mínimo, a CPU do PLC e as placas auxiliares necessárias à comunicação com o Datalogger, bem como com os diferentes

elementos do SCADA (servidores, HMI, etc.) e demais sistemas do Sistema de Supervisão e Controle.

- Dispositivos de medição e controle necessários ao sistema anti-inversão, como analisadores de rede para medição, dispositivos de corte inteligentes e software/hardware necessários à integração das funcionalidades dentro do PPC.
- Datalogger com módulos de E/S e comunicações suficientes para a conexão cabeada de elementos elétricos (medição), para a conexão com a estação meteorológica existente e a conexão com as informações dos inversores. Da mesma forma, deve ter portas suficientes para comunicação com o PPC (ex. Ethernet).

3.5.6. Equipamentos de Comunicação

É necessário fornecer os equipamentos necessários para conectar os referidos elementos às redes internas e externas da usina solar, incluindo a conexão à Internet e a interligação com a subestação remota à qual a usina será conectada e a redundância do sistema se necessário. Esta conexão será feita através de um link óptico. A comunicação com elementos externos, como outros sistemas de controle, será realizada através de um firewall. Em particular, desde o Sistema SCADA no Data Center, a Contratada será responsável pela conexão/infraestrutura da rede do SCADA ao PPC e à IHM.

Será necessário ter:

- Um Switch Ethernet gerenciável com pelo menos dezoito portas com conectores RJ45 e seis portas FO monomodo com módulos SFP tipo LC incluídos para conexão em rack. O switch oferecido pode integrar adicionalmente serviços corporativos como serviços de voz e dados e CCTV.
- Um Roteador/Firewall de segurança industrial com pelo menos quatro portas com conectores RJ45 para interfaces LAN e possibilidade de dois módulos para conexão de fibra monomodo para interfaces WAN e interfaces LAN. A montagem deve ser para rack.
- No rack de comunicações ficarão alojados os equipamentos para sincronização horária ou GPS, com alta disponibilidade na sincronização horária através de redes Ethernet. O GPS a fornecer deverá possuir os protocolos NTP/SNTP compatíveis com redes PRP.

Deverá ser fornecido cabeamento estruturado STP (CAT6A), bem como patchcords STP para interligação dos equipamentos fornecidos. Para conexões a elementos externos da

rede, deve-se deixar instalado um patch de cobre CAT6A no quadro, onde serão instalados os equipamentos de comutação e roteamento. Além disso, a patch box FO deve ser fornecida com conectores LC/UPC para interconexão FO externa.

Da mesma forma, o cabo de fibra óptica monomodo (SM) será fornecido com acessórios que incluem patch-panel e patch-cord LC duplex. Dois (2) patch cords serão fornecidos para cada porta IP. Todos os acessórios para cada painel (ODF) serão fornecidos junto com os painéis. O comprimento do cabo de fibra óptica deve ser fornecido de ponta a ponta; a emenda do cabo entre eles não será aceitável. O cabo de fibra óptica deve ser fornecido em um eletroduto HDPE – PEAD para proteção do cabo. O eletroduto deve ser na cor laranja e rotulado como “fibra óptica” em intervalos de 3 metros.

Caso necessário, serão fornecidos os conversores de mídia necessários para as diferentes interfaces eletro-ópticas. Na medida do possível, as interfaces apropriadas devem ser integradas a equipamentos de origem, sem a necessidade de utilizar conversores de mídia.

3.5.6.1.1. Protocolos de comunicação do sistema

Todos os equipamentos do Sistema de Gestão de Informações geralmente devem ter prioridade TCP/IP. Da mesma forma, é possível utilizar Modbus RTU para comunicação do inversor com placas IO do PPC localizadas na central de potência e IEC 61850 para equipamentos elétricos e aparelhagem elétrica que o requeira.

A Contratada é responsável por fornecer os elementos de hardware e software necessários para a alteração do sistema de protocolo de comunicação, por exemplo, entre Modbus RTU e Modbus TCP/IP caso necessário.

Tabela 14. Protocolos de Comunicação.

De	Para	Protocolo
Inversores	PPC	Modbus RTU, TCP/IP
Relés de Proteção	Datalogger	IEC61850, Modbus RTU, Modbus TCP/IP
Medidores de Energia	Datalogger/PPC	IEC61850, Modbus RTU, Modbus TCP/IP
Dataloggers	PPC	Modbus TCP/IP
GPS	PPC	NTP Server

Power Plant Controller (PPC)	Panel PC (SCADA)	Modbus TCP/IP
---------------------------------	---------------------	---------------

Caso seja necessário outro tipo de protocolo, este deverá ser proposto e aceito pela Fiscalização da ER.GP da ITAIPU Binacional.

3.5.6.1.2. Redundância do sistema

Com o objetivo de garantir a continuidade dos serviços de operação, a funcionalidade do sistema, a qualidade do serviço ao usuário e a integridade das informações, serão previstos mecanismos de redundância na proposta técnica. Estes abrangerão configuração e suporte em todos os níveis de interoperabilidade, incluindo equipamentos, alimentação e redes de comunicações.

3.5.7. Cibersegurança do sistema

Para preservar a integridade, segurança e fiabilidade da arquitetura a implementar, é imperativo considerar diversas estratégias de segurança para os ativos da infraestrutura, suas aplicações e portas de acesso.

- IP-based Port Security.
- MAC-based Port Security.
- Port-based Access Control with 802.1.
- Guest/unauthenticated VLAN.
- Multi-Client Authentication per Port.
- MAC Authentication Bypass.
- Access to Management restricted by VLAN.
- HTTPS Certificate Management.
- Restricted Management Access.
- SNMP Logging.
- Local User Management.

Em termos de segurança para controle de acesso a sistemas SCADA e para verificação do acesso do operador aos diagramas de comando, será implementado um sistema que estabelecerá uma hierarquia de acesso. Desta forma, serão permitidas ações ou acesso à informação dependendo do nível do operador e por tempo determinado.

O sistema operará na plataforma Windows e terá a capacidade de configurar o firewall do sistema operacional, bem como a opção de instalação de software antivírus, o qual deverá ser homologado pela ITAIPU Binacional.

Sempre que possível, manter um ambiente de testes para estudar as alterações propostas e possíveis impactos.

A ITAIPU Binacional poderá emitir recomendações para os processos de Hardening de configuração, conformidade com políticas e testes de intrusão interna nos ativos de configuração que suportam a solução, analisando o impacto das correções no ambiente da ITAIPU Binacional, e o fornecedor deverá aplicar todas as alterações que forem necessárias para proteger o ambiente tecnológico da ITAIPU.

O fornecedor deverá realizar a transferência de conhecimento com os diagramas físicos e lógicos da solução a fim de identificar os ativos relevantes da infraestrutura básica (base de dados, sistemas operacionais, entre outros), requisitos e configurações lógicas de segurança implementadas, os usuários da serviços que autenticam, bem como as conexões, serviços e portas que devem estar ativos.

O fornecedor deverá notificar imediatamente a ITAIPU Binacional sobre todas as vulnerabilidades publicadas do fabricante da solução, com sua possível solução.

A ITAIPU poderá solicitar a devida revisão, modificação ou revogação de todos os privilégios de acesso às áreas físicas, sistemas, informações e recursos dos “usuários do serviço” afetados em caso de confirmação de filtragem (vazamento de informações).

3.5.8. Sistema de monitoramento de usina solar flutuante com câmera IP fixa

Um sistema de câmera IP fixa será fornecido para detectar e analisar o movimento da usina solar flutuante, incluindo a oscilação fora de sua posição definida, e para monitorar riscos potenciais. O pacote incluirá o software de análise correspondente. A especificação refere-se, no mínimo, às câmeras, garantindo que a câmera seja do tipo fixo e projetada para condições de baixa luminosidade noturna.

Este sistema de câmeras detectará a oscilação da usina solar flutuante, gerando alarmes direcionados ao sistema de controle e monitoramento remotamente quando a plataforma estiver fora de sua posição de referência. Informações, imagens, alarmes e registros temporários serão armazenados no base de dados do sistema. A localização específica da câmera IP fixa será discutida durante a fase de engenharia detalhada.

Requisitos:

- Detectar o limite geral da matriz flutuante (pelo menos 10 (dez) conjuntos).
- Software analítico de CCTV para detectar e analisar a posição de oscilação da plataforma flutuante solar fotovoltaica fora da posição de referência em um período de tempo específico e alarme.
- Postes de aço ou fibra de vidro com altura mínima de 10 metros e fundações de concreto.

- Instalação na parede dentro dos recipientes (se aplicável) para instalação dos equipamentos dentro da Sala de Controle e Monitoramento.

3.5.9. Conexões de controle

Uma rede LAN será implementada para facilitar o sistema de comunicação. Será utilizado um switch LAN gerenciável com as características mínimas necessárias, que serão definidas na Seção 3.3.2 “Workstatement”, considerando o especificado no ANEXO 5.10 “SERVIÇOS DISPONIBILIZADOS PELA SUPERINTENDÊNCIA DE INFORMÁTICA DA IB”.

Será fornecido um sistema de fibra óptica que incluirá um cabo de fibra óptica monomodo, do tipo não metálico e de bainha única. A especificação do gabinete de conexão cruzada para este sistema de fibra óptica será a seguinte:

- Tipo de fechamento IP 65.
- O gabinete deve ter dimensões adequadas de altura, largura e profundidade para a dobra de cabos ópticos.
- Todos os núcleos dos cabos devem ter terminação.
- Adequado para instalação do controlador programável para integração de todas as informações para controle e supervisão da usina solar flutuante e seus sistemas auxiliares, do switch Ethernet e dos conversores de mídia.
- Deve incorporar circuitos de alimentação adequados para os dispositivos eletrônicos presentes no painel de conexão cruzada, bem como para os sistemas auxiliares necessários.
- Na usina hidrelétrica ITAIPU Binacional deverá ser fornecido e instalado um quadro equivalente para abrigar os equipamentos terminais de fibra óptica, switches de rede e demais elementos essenciais para a integração das comunicações dos sistemas especificados para a usina fotovoltaica. Este quadro também deverá se conectar à rede do sistema SCADA existente na usina, devendo também disponibilizar espaço para os demais equipamentos e serviços especificados para instalação na Usina Hidrelétrica.

3.5.10. Sistema Anti-Inversão

Toda a energia produzida através da USF deverá ser consumida tanto pelo Data Center quanto pela Área Prioritária MD. A solução anti-inversão deverá ser responsável pela supervisão e análise dos consumos e parâmetros elétricos provenientes dos

equipamentos de medição existentes e já instalados, para posteriormente atuar nos equipamentos relevantes.

O sistema Anti-inversão deve ser capaz de evitar a injeção de energia na rede de acordo com o especificado no Real Decreto RD 244/2019, de 5 de abril, que regulamenta as condições administrativas, técnicas e econômicas de autoconsumo de energia elétrica (toma-se como referência a regulamentação espanhola para a elaboração desta Especificação Técnica: <https://autoconsumo.unef.es/real-decreto-244-2019/>).

Da mesma forma, o projeto do sistema será realizado seguindo os requisitos e testes do sistema estabelecidos na UNE 217001:2020: Requisitos e testes para sistemas que impedem a injeção de energia na rede de distribuição (a título de referência para a preparação desta Especificação Técnica (Regulamento Espanhol)).

A norma específica de que o equilíbrio do consumidor deve ser sempre garantido no PCC da usina:

“A potência no ponto de ligação à rede deve ser mantida com equilíbrio de consumo, sempre que exista um consumo interno superior ao valor de tolerância do sistema de medição, calculado como a soma da classe de precisão do equipamento de medição de potência e da classe de transformadores ou sondas de medição de corrente. Qualquer valor que não cumpra o requisito anterior deverá ser corrigido num tempo inferior a 2 segundos, limitando a geração, ou o seu disparo.”

De acordo com o disposto no RD 244/2019, os sistemas de prevenção de injeção de energia na rede podem basear-se em dois princípios de funcionamento distintos:

- 1) Evite injeção à rede por meio de elemento de corte ou limitador de corrente. A opção de corte permite a utilização de sistemas de geração sem capacidade de regulação da energia gerada apenas no caso de instalações geradoras que não sejam fotovoltaicas. Para evitar a injeção de energia à rede, devem possuir sistemas de medição da potência trocada com a mesma, localizados a montante da instalação geradora e das cargas, que possibilitem o desligamento da produção da rede ou a regulação dos sistemas de produção.
- 2) Regulação da troca de potência atuando no sistema geração-consumo (inversores/cargas). Este tipo de sistema baseia-se num elemento de controle que ajusta o equilíbrio geração/consumo, evitando a injeção de energia na rede. Isto pode ser feito controlando cargas, geração ou armazenamento de energia, ou outros meios.

A Contratada deverá garantir a regulação e limitação dos elementos geradores acima da desconexão. O sistema de controle deve atuar sobre os inversores para fazê-los operar

em diferentes pontos de operação, ajustando-se ao consumo existente em cada momento. O recurso de desconexão da usina somente será utilizado em casos estritamente necessários.

De acordo com o disposto no RD 244/2019, o sistema de controle deve ser capaz de regular a potência gerada através da comunicação dos setpoints de controle aos inversores. Desta forma é garantida a resposta correta do sistema para:

- 1) Aumentos repentinos na irradiância que podem dar origem a excesso de potência gerada em relação ao consumo.
- 2) Diminuições do consumo local abaixo da potência gerada pela instalação fotovoltaica.

A limitação da geração fotovoltaica, opção que será escolhida por defeito, será efetuada tendo como referência um offset de segurança definido na instalação. Desta forma, em vez de regular um saldo líquido de 0 kW na ligação, haverá sempre uma margem de segurança além da qual o fotovoltaico não gerará nada.

Em caso de perda de comunicação entre a central de medição ou os inversores e o controlador, os sistemas de geração serão desconectados, como recurso extraordinário.

A solução Anti-inversão consistirá em vários dispositivos que atuam de forma síncrona para atingir o objetivo de NÃO injetar energia na rede em direção à Subestação Margem Direita (SEMD). Entre esses dispositivos estão o Controlador Dinâmico de Potência (CDP), o Analisador de Rede e diversos Transformadores de Intensidade (TI).

A função dos transformadores de intensidade é medir a corrente nos diferentes pontos onde é necessária uma medição, neste caso na saída para os consumos e na entrada da SEMD. Pode ser uma medição unidirecional ou bidirecional (fluxo reverso).

Os analisadores de redes são instrumentos capazes de analisar as medidas e parâmetros elétricos das redes às quais estão conectados. É responsável por transmitir ao CDP toda a informação relevante, em tempo real, para a gestão do consumo de energia na instalação. Deve estar na mesma base horária (sincronizada via GPS) para evitar erros na integração das medições realizadas no CDP.

O CDP visa ajustar o nível de produção de energia de todos os inversores da instalação fotovoltaica aos consumos existentes. Desta forma, a injeção de potência na rede é eliminada.

Nas figuras a seguir apresenta-se um diagrama típico para cada uma das duas configurações, tanto para o Inversor Central quanto para o Inversor String:

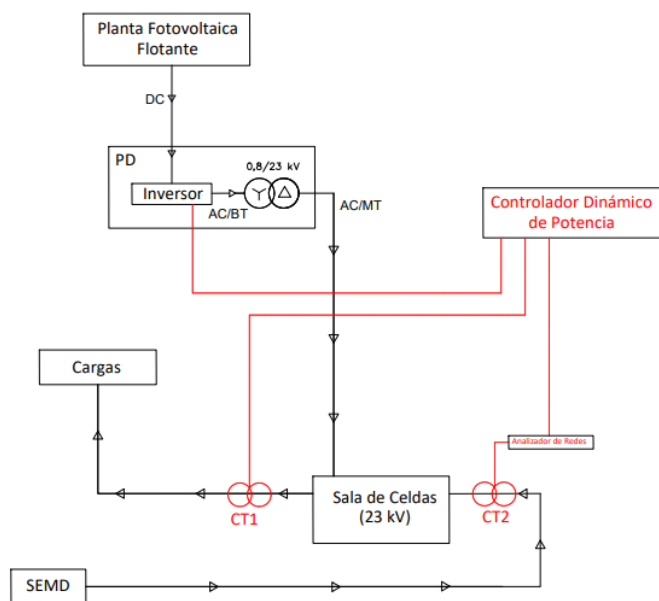


Fig. 10. Diagrama do Sistema Anti-inversão para configuração do Central Inverter.

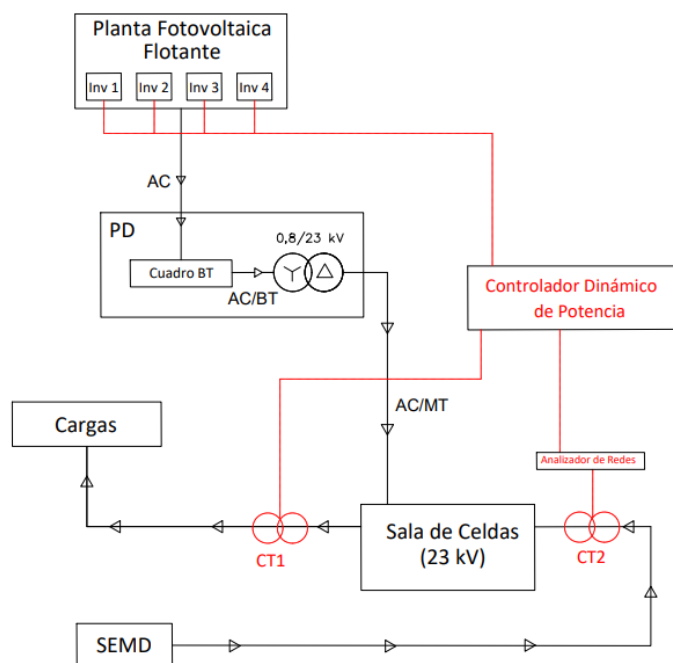


Fig. 11. Diagrama do Sistema Anti-inversão para configuração do String Inverter.

3.5.11. Estação meteorológica

A Contratada deverá fornecer uma estação meteorológica com pelo menos os seguintes instrumentos para a Usina Solar Flutuante:

- Célula de referência calibrada para determinar a irradiação no plano médio do painel gerador.
- 1 piranômetro calibrado para medir a irradiação solar horizontal global.
- Sensores térmicos para medir a temperatura do módulo com incerteza de medição de até ± 1 °C, no mínimo 5 (cinco) sensores.
- Termopar blindado ventilado para medição de temperatura ambiente, com precisão de medição de ± 1 °C.
- Anemômetro montado em mastro de 10 m para medir a velocidade do vento.

O local específico para instalação dos equipamentos e instrumentos previstos será definido pela Fiscalização da ER.GP da ITAIPU Binacional, na área de obra, vinculada à Usina Solar Flutuante.

Os dados gerados devem estar disponíveis para monitoramento remoto. Esclarece-se que todos os instrumentos a fornecer deverão ter a aprovação da Fiscalização da ER.GP da ITAIPU Binacional.

3.5.12. Conteúdo Multimídia da Sala de Controle e Monitoramento

Serão oferecidas visualizações em tempo real da usina solar flutuante, mostrando dados relevantes sobre geração de energia, desempenho dos painéis solares e contribuição para a redução das emissões de carbono.

Além disso, contará com ferramentas interativas para envolver os visitantes no monitoramento e análise de diversos aspectos operacionais e ambientais da instalação:

- Gráficos dinâmicos e números atualizados: Os visitantes poderão obter uma compreensão instantânea do impacto ambiental positivo e da contribuição para a sustentabilidade que a usina solar flutuante representa.
- Simulações de cenários: será oferecida a possibilidade de simular diferentes cenários, como variações na quantidade de radiação solar ou alterações na configuração da usina. Isto permitirá aos visitantes compreender como a usina responde às diversas condições ambientais e como se adapta para maximizar a sua eficiência energética em diferentes situações climáticas.
- Descrição detalhada dos componentes técnicos: Serão incluídas seções interativas que fornecem informações detalhadas sobre os principais componentes técnicos principais da usina, como inversores, baterias (se houver) e sistemas de monitoramento. Os visitantes poderão explorar virtualmente a infraestrutura, entender seu funcionamento e apreciar a tecnologia utilizada na usina solar flutuante.

- Experiências educacionais lúdicas: Para melhorar a participação e a aprendizagem, elementos lúdicos serão integrados às telas interativas. Os visitantes poderão participar de atividades virtuais que permitem a tomada de decisões relacionadas ao manejo da usina, proporcionando uma experiência educacional divertida e prática.

Por outro lado, a decoração do local deve ser levada em consideração. Tanto no interior como no exterior, serão incorporados elementos gráficos e visuais que refletem a temática ambiental e sustentável da usina solar flutuante. Serão utilizadas cores inspiradas na natureza, considerando a biodiversidade da região. O layout estético será orientado para a criação de um ambiente acolhedor que reflita o compromisso da usina com a harmonia entre a tecnologia e o meio ambiente.

3.6. ITEM 40: ESTRUTURA MECÂNICA

3.6.1. Introdução

A Contratada será responsável pelo projeto, engenharia, aquisição, embalagem, transporte, instalação, montagem, teste e comissionamento dos sistemas de amarração e do sistema flutuante.

Os sistemas serão projetados de forma a permitir a instalação da usina solar flutuante de 1 MWp no reservatório da Usina Hidrelétrica da ITAIPU Binacional.

As condições do reservatório estão descritas na Seção 2.1 “Informação Geral” das Especificações Técnicas, onde foram levadas em consideração todas aquelas condições que afetam diretamente o correto dimensionamento destes sistemas. No entanto, caberá à Contratada realizar as medições e estudos necessários à caracterização precisa do local e consequentemente projetar os sistemas de amarração e ancoragem, bem como o sistema flutuante.

O projeto do sistema flutuante e dos equipamentos de amarração e ancoragem devem ser adaptados às condições específicas de um reservatório de água doce, garantindo que o material selecionado não cause impactos ambientais ao longo da vida do sistema. A plataforma flutuante será instalada exclusivamente no local especificado neste documento e não deverá interferir na navegação no reservatório.

É crucial que o projeto do sistema de flutuação, bem como a amarração e ancoragem, sejam meticulosos para evitar deslocamentos indesejados durante condições climáticas adversas, como ventos fortes e mudanças significativas no nível da água. Será projetado para ser resistente, seguro e com vida útil de 30 (trinta) anos.

Em relação a alterações significativas no nível da água, devem ser considerados os valores limites históricos de 215,33 a 220,50 metros acima do nível do mar no reservatório e uma profundidade aproximada de 5 m na localização, para a realização de um projeto ótimo.

Da mesma forma, solicita-se que o projeto do sistema de flutuação seja inovador e apresente as melhores opções técnicas para a instalação, como possibilidade de ajuste de inclinação ou orientação. Este projeto modular deve permitir a criação de corredores para facilitar as tarefas de manutenção e operação, bem como a instalação de cabos condutores e, quando apropriado, a instalação de inversores string.

Salvo indicação em contrário, a Contratada realizará o projeto com base em sua experiência e em conformidade com os códigos e regulamentos relevantes, detalhados na seção 3.6.2, desde que tais códigos não entrem em conflito com as leis e regulamentos em vigor no Paraguai e/ou Brasil.

Em qualquer caso, a Contratada deverá fornecer à ITAIPU Binacional pelo menos as seguintes informações sobre os referidos sistemas para sua revisão e aprovação:

- Disposição geral dos sistemas flutuantes e de amarração e ancoragem, bem como desenhos detalhados dos diferentes equipamentos e componentes.
- Detalhe das possíveis obras mecânicas ou civis associadas aos sistemas de amarração e ancoragem.
- Catálogo de equipamentos e fichas técnicas dos mesmos.
- Relatórios relativos à certificação de materiais, bem como aqueles que verificam o correto funcionamento dos sistemas.
- Simulação 3D para projeto, transporte e montagem de sistemas de flutuação e sistemas de ancoragem e amarração.
- Métodos e procedimentos de montagem de sistemas, bem como procedimentos de inspeção.
- Manual de instruções de operação e manutenção.
- Procedimentos de colocação em operação e testes.
- Lista de peças sobressalentes operacionais recomendadas.

3.6.2. Normas e certificações

3.6.2.1. Flutuadores

O projeto do sistema de flutuação deve estar de acordo com os padrões especificados abaixo, conforme apropriado ao tipo de sistema flutuante selecionado para o projeto. Contudo, essas especificações técnicas não restringem o uso de nenhum padrão internacionalmente reconhecido e comumente utilizado, segundo a ITAIPU Binacional.

- ASTM D1693 (ou padrões ISO equivalentes): Teste de Fissuramento por Tensão Ambiental de HDPE.
- ISO 16770: Resistência ao fissuramento por tensão de HDPE.
- ISO 15410:2003 ou equivalente BS 6920:2014: Teste de compatibilidade com água potável, Material seguro para água potável.
- Diretiva RoHS 2002/95/EC: Teste de restrição de substâncias perigosas.
- ASTM D790 (ou padrões ISO equivalentes): Métodos de teste padrão para propriedades de flexão de plásticos reforçados e não reforçados e materiais isolantes elétricos.
- ISO 178: Plásticos - Determinação de propriedades de flexão.
- ASTM D638, ISO 527: Método de teste padrão para propriedades de tração de plásticos.
- ISO 16770: Teste de fluência Full Notch (FNCT).
- ASTM D695, ISO 604: Método de teste normalizado para propriedades de resistência à compressão de plásticos.
- ASTM D2565 (ou padrões ISO equivalentes): Prática padrão para exposição ao arco de xenônio de plásticos destinados a aplicações externas.
- ASTM D4329 (ou normas ISO equivalentes): Prática padrão para exposição a plásticos de aparelhos de lâmpadas fluorescentes ultravioleta (UV) ASTM D1693-15 (ou normas ISO equivalentes): Método de teste padrão para fissuramento por tensão ambiental de plásticos de etileno.
- IS 15410:2003 ou equivalente BS6920: Recipientes para embalagem de água mineral natural e água potável engarrafada.
- ASTM B117-16, ISO 9227: Teste de corrosão em atmosferas artificiais. Testes de névoa salina.

- ASTM E1347, ISO 4582: Plásticos. Determinação de alterações de cor e variações de propriedades após exposição à radiação solar sob vidro, envelhecimento natural ou fontes de radiação laboratorial.

3.6.2.2. Sistemas de amarração

Neste caso, serão seguidas as seguintes normas ou recomendações:

- DNVGL -OS-E301: Posição do sistema de amarração.
- BS6349:2000 (ou equivalente): Códigos de Prática para Projeto e Construção de Estruturas Marinhas.
- API RP 2SK (American Petroleum Institute) no projeto e análise de ancoragens para estruturas flutuantes.
- DNVGL-C205 para modelagem, análise e previsão de condições ambientais, bem como para cálculo de cargas ambientais em estruturas.
- DNVGL-OTG-18: Amarração de longo prazo perto da costa.
- DNVGL-RP-0584: Projeto, desenvolvimento, operação e desmontagem seguros, sustentáveis e robustos de projetos solares fotovoltaicos flutuantes (FPV).
- IEC 61730: Qualificação de segurança de módulos fotovoltaicos.

3.6.3. Sistema de Flutuação

O sistema de flutuação deverá conter no mínimo os seguintes equipamentos e acessórios:

- Flutuadores para suportar módulos fotovoltaicos.
- Flutuadores para passarela para tarefas de operação e manutenção.
- Flutuadores para acomodar os cabos de rede e controle necessários.
- Acessórios de conexão para permitir a montagem de flutuadores existentes.
- Acessórios necessários para permitir a montagem de módulos fotovoltaicos.
- Ferramentas e suprimentos necessários para a correta montagem do sistema (se aplicável).
- Passarela desde o solo até à usina solar flutuante de até 50 metros.

3.6.3.1. Características dos flutuadores

Os sistemas de flutuadores devem ser confeccionados **preferencialmente** em **polietileno de alta densidade** (HDPE/PEAD) e são permitidos possíveis aditivos como poliamida com fibra de vidro **resistente aos raios ultravioleta** (UV), principalmente para as junções. Em qualquer caso, considerando uma vida útil de pelo menos 30 anos, devem ser tidas em conta as seguintes considerações:

- 1) Resistência às intempéries: Resistência à degradação causada pela exposição ao sol, água e outros elementos ambientais. Isto é essencial para garantir durabilidade a longo prazo em ambientes aquáticos.
- 2) Flutuabilidade: A principal função dos flutuadores é fornecer flutuabilidade à plataforma solar. Deve ser garantida a utilização de materiais leves e de **preferencialmente HDPE/PEAD**, capazes de oferecer a flutuabilidade necessária para manter a estrutura na superfície da água.
- 3) Estabilidade dimensional: Devem manter a sua forma e resistir às deformações sob cargas de peso e mudanças nas condições ambientais.
- 4) Resistência química: Dependendo da qualidade da água, deve ser garantida a exposição a possíveis elementos químicos.
- 5) Baixa absorção de água: Garantir baixa absorção de água para manter a flutuabilidade e a resistência estrutural ao longo do tempo.
- 6) Durabilidade: Potencializar a durabilidade do sistema e a resistência ao desgaste, contribuindo para a longa vida útil dos sistemas fotovoltaicos flutuantes. Deve ser garantida a vida útil equivalente à dos módulos fotovoltaicos.
- 7) Não poluente: Deve-se levar em consideração que seja reciclável e não afete nem contamine a qualidade da água do reservatório.

Como consideração adicional, a Contratada deverá testar o comportamento aerodinâmico do sistema flutuante submetendo-o a um teste em túnel de vento ou, na sua falta, a um estudo CFD no qual sejam testadas as condições do vento em diferentes direções; em ambos os casos apresentando para análise e aprovação da ER.GP da ITAIPU Binacional.

Os relatórios dos testes de flutuação, de materiais, de propriedades mecânicas, e de vento discutidos acima, bem como outros testes de flutuação relevantes relacionados ao projeto do sistema deverão ser submetidos à análise e aprovação da ER.GP da ITAIPU Binacional.

Após as considerações anteriores, as especificações mínimas a serem seguidas pelo sistema flutuante estão listadas na tabela a seguir:

Tabela 15. Especificações técnicas mínimas para sistemas flutuantes.

Flutuadores para painéis solares, equipamentos elétricos e cabos	
Material do flutuador	Preferencialmente HDPE/PEAD com proteção UV. Vide Nota 1
Resistência à temperatura	-10°C / 50°C
Espessura mínima do flutuador	Preferencialmente 2 mm Abaixo de 2 mm, sujeito à aprovação mediante apresentação dos cálculos estruturais na etapa de Workstatement. Vide Nota 2
Área transitável mínima para manutenção entre módulos fotovoltaicos, integrados nos flutuadores	180mm
Flutuabilidade mínima até o calado do módulo fotovoltaico	85kg/m ²
Resistência mínima à tração	770kg
Faixa de ângulo de inclinação dos flutuadores	3° - 15°
Velocidade mínima de vento do projeto	A velocidade mínima de vento para o projeto estará de acordo com a normativa do Eurocódigo 1 da UNE-EN 1991-1-1-4:2018: Ações em estruturas. Parte 1-4: Ações gerais. Ações do vento ou, na sua falta, a norma paraguaia NP 196.- 50m/s
Flutuadores para passarela e manutenção	
Material do flutuador	Preferencialmente HDPE/PEAD com proteção UV.

	No caso de estruturas de aço, deve ser fornecido um revestimento para proteção contra corrosão.
Ângulo de inclinação dos flutuadores	0° superfície totalmente horizontal para permitir a passagem.
Espessura mínima dos flutuadores da área central transitável	Preferencialmente 4 mm Abaixo de 4 mm, sujeito à aprovação mediante apresentação dos cálculos estruturais na etapa de Workstatement. Vide Nota 2.
Carga mínima de projeto para a passarela	120kg/m ²
Largura mínima da passarela transitável para manutenção entre módulos fotovoltaicos, integrada nos flutuadores	180mm
Resistência mínima à tração	820kg
Superfície dos flutuadores	Anti derrapante
Materiais de equipamentos de conexão	
Conexões existentes	<p>Junções dos flutuadores: parafusos e porcas PA6 e fibra.</p> <p>-Fixação de painéis: Alumínio 6063 T6 Universal.</p> <p>-Outros parafusos: AISI 306.</p> <p>Todos os elementos metálicos devem ser dotados do correspondente revestimento anticorrosivo.</p>
Resistência mínima de conexão	Deve resistir a quaisquer forças devidas ao funcionamento do sistema, incluindo condições do local como vento e ondas, alterações do nível da água, entre outras. O fator de segurança deve ser de pelo menos 1,5 para a verificação dos cálculos do projeto.

Normas de projeto	Normas ou regulamentos internacionais de interesse relacionados ao projeto estrutural deste Projeto.
-------------------	--

Nota 1: Caso seja demonstrado por meio de cálculos estruturais e projeto de ensaio mecânico, além de serem evidenciados com flutuadores das mesmas características em operação em instalações em operação há pelo menos um ano, serão aceitos flutuadores confeccionados em polietileno de média densidade. Não haveria restrições à fabricação de rotomoldagem.

Nota 2: Caso seja demonstrado por cálculos estruturais e projeto de teste mecânico, bem como comprovado com flutuadores das mesmas características em operação em instalações em funcionamento há pelo menos um ano, serão aceitos flutuadores com espessuras inferiores as referenciais em áreas de baixa tensão mecânica.

Outras considerações de projeto de sistema flutuante a serem levadas em consideração são mostradas na tabela a seguir:

Tabela 16. Características de referência dos sistemas de flutuação.

Descrição	Característica	Observações
Fator de segurança	1,2	Fator de segurança mínimo garantido pelo fabricante.
Geometria	Flutuadores individuais modulares com juntas aparafusadas resistentes à corrosão.	O projeto do flutuador será diferente de acordo com o tipo de utilização, ou seja, a geometria pode mudar dependendo se são flutuadores de apoio para os painéis, para as passarelas ou que suportam fiação e equipamentos elétricos.
Espessura	<ul style="list-style-type: none"> - Espessura uniforme mínima de 2 mm em áreas não expostas à radiação. - Espessuras mínimas diferentes de pelo menos 4 mm em zonas sujeitas a 	Vide Nota 2

Descrição	Característica	Observações
	maiores esforços mecânicos.	
Flutuabilidade mínima	85kg/m ²	Será garantida uma flutuabilidade mínima de 85 kg/m ² . Independentemente do tipo de flutuador e da sua utilização.
Dimensões de referência	1309 x 1005 x 400 mm	O tamanho do flutuador será diferente de acordo com o tipo de uso e aplicação. Pode mudar dependendo se são flutuadores de suporte para painéis, passarelas, ou que suportam fiação e equipamentos elétricos. Em qualquer caso, deverá ser aprovado pela ITAIPU Binacional.
Dimensões mínimas da passarela transitável	1200 x 500 mm	A passarela deverá ser projetada para suportar a passagem do pessoal de manutenção, permitindo no mínimo duas pessoas por módulo/ flutuador.
Método de fabricação	O processo de fabricação do corpo flutuante será preferencialmente por moldagem por sopro/injeção ou equivalente.	Vide Nota 1
Materiais	Preferencialmente HDPE, PA6 reforçado com fibra, alumínio 6063 T6, AISI 306.	Estão indicados na tabela acima, são considerados dependendo do tipo de

Descrição	Característica	Observações
		sistema (grampos ou cliques de fixação, bem como as juntas dos flutuadores). Vide Nota 1

3.6.3.2. Layout do sistema flutuante

A configuração final do sistema flutuante será instalada na área pré-definida pela ITAIPU Binacional indicada no ANEXO 5.2. “PLANO DE LOCALIZAÇÃO E CARACTERÍSTICAS DO LOCAL”. O projeto terá em conta os diferentes sistemas, bem como a geometria e as cargas a suportar. A Contratada deverá garantir um sistema que inclua os módulos fotovoltaicos e demais equipamentos necessários ao correto funcionamento da USF.

O sistema flutuante deve ser projetado para cargas específicas, incluindo a carga de equipamentos fotovoltaicos e pessoal de manutenção, e suportar condições ambientais severas. O projeto deve incorporar elementos de conexão fortes para resistir a forças mecânicas como vento, ondas, mudanças no nível da água, correntes, gradientes de temperatura, entre outros.

Todos os elementos metálicos devem ser resistentes à corrosão, portanto terão revestimento galvanizado e outros revestimentos especiais. A pintura, se aplicável, deve ser altamente resistente à corrosão e aos raios ultravioletas. Todo projeto e/ou proposta, neste âmbito, elaborado pela Contratada, deverá ser revisado e aprovado pela ER.GP da ITAIPU Binacional.

Se os flutuadores contiverem aditivos necessários à proteção UV e, dado o ambiente que os contém, não deverão ser prejudiciais ao meio ambiente.

De qualquer forma, os cálculos do equipamento do sistema flutuante serão submetidos à análise e aprovação da ER.GP da ITAIPU Binacional.

Dentre as características do sistema, destaca-se que ele deve ser de fácil montagem e desmontagem, leve e passível de substituição sem ferramentas pesadas. Se o equipamento não puder ser reparado ou substituído no local, o flutuador será projetado de forma que o sistema de amarração possa ser desconectado e arrastado para terra firme.

O sistema de flutuação deverá incluir flutuadores para suportar os cabos de alimentação e controle que se estenderão entre a USF e o PD localizado em terra. O lançamento dos

cabos será projetado para evitar que a fiação fique submersa. A fiação será projetada levando em consideração possíveis oscilações nos níveis do reservatório.

A Contratada deve considerar uma passarela como parte da USF que ofereça acesso fácil e segura ao pessoal para realizar tarefas de operação e manutenção. Além disso, será levado em consideração um espaço mínimo para evitar possíveis danos de colisão devido a condições climáticas adversas. A Contratada preservará a integridade da instalação, tendo em conta espaço suficiente para evitar danos por colisão entre os diferentes módulos devido ao movimento do flutuador.

As passarelas devem ser instaladas sem deixar espaço entre o corredor e os equipamentos, garantindo dimensões adequadas para facilitar as tarefas de operação e manutenção, bem como a substituição dos módulos fotovoltaicos e a limpeza da sua superfície. A superfície da passarela deve ser antiderrapante para garantir a segurança. A passarela deverá ser projetada para suportar a passagem do pessoal de manutenção, permitindo no mínimo duas pessoas por módulo/flutuador.

O projeto de uma passarela que ligue a USF à margem do reservatório mais próximo do posto de distribuição (PD) deve considerar fatores-chave como resistência e estabilidade, materiais resistentes às intempéries, facilidade de acesso e mobilidade, altura adequada acima da água, segurança na ancoragem, e drenagem eficaz. Em qualquer caso, a Contratada será responsável por realizar um projeto ótimo da passarela que poderá ter uma parte fixa e outra flutuante, será proposta pela Contratada à ITAIPU Binacional e deverá ter a aprovação da ER. GP pela sua execução e montagem.

Durante a manutenção, o flutuador deve suportar o peso das peças/equipamentos sobressalentes e do pessoal. É necessário um Manual de Manutenção previamente aprovado pela ITAIPU Binacional, que contenha o procedimento do método de manutenção.

Deverão ser instalados flutuadores ao redor da plataforma para proteção lateral, garantindo dimensões adequadas para evitar impactos causados por objetos flutuantes carregados pelo vento e/ou correntes fluviais, movimentação acidental de barcos e/ou da própria plataforma, evitando assim possíveis danos aos painéis fotovoltaicos e outros equipamentos nela instalados.

O projeto do sistema deverá garantir vida útil mínima de 30 (trinta) anos.

A garantia dos flutuadores deve ser fornecida pelo fabricante e cobrir um período não inferior a (10) anos, incluindo danos causados por condições ambientais normais e extremas. O certificado de garantia correspondente deverá ser apresentado à ITAIPU Binacional.

3.6.4. Sistema de amarração

O projeto e a certificação do sistema de amarração devem ser realizados principalmente de acordo com os princípios descritos na seção relativa aos regulamentos para aplicação de sistemas de amarração e ancoragem 3.5.1. Alternativamente, a Contratada terá em conta os regulamentos que garantam o mesmo ou superior nível de segurança, mas, neste caso, a adequação da norma escolhida deverá ser explicitamente demonstrada para a sua revisão e aprovação pela Fiscalização da ER.GP da IB.

A documentação de projeto e cálculos deverão ser submetidos para análise e aprovação à ER.GP da ITAIPU Binacional.

O projeto do sistema de amarração e ancoragem deverá garantir que o mesmo esteja especificamente adaptado à localização da usina solar flutuante, pelo que, no mínimo, será considerado o seguinte:

- 1) Geotecnia da localização.
- 2) Batimetria/Topografia.
- 3) Variação no nível da água.
- 4) Cargas ambientais esperadas, pelo menos as seguintes:
 - a. Carga de vento.
 - b. Carga derivada de correntes (intensidade das correntes e variação do nível da água).
 - c. Ondas (se considerado pertinente com base nos estudos a realizar).
- 5) Projeto do sistema fotovoltaico.

A Contratada deverá projetar, fornecer e instalar um sistema de amarração flexível com amortecimento progressivo que seja capaz de estabilizar e manter a estrutura flutuante em uma determinada posição independentemente de cargas externas, variações no nível do reservatório e condições ambientais.

A tabela a seguir mostra as considerações mínimas ao projetar o sistema de amarração e ancoragem.

Tabela 17. Características dos sistemas de amarração e ancoragem.

Descrição	Característica	Observações
Fator de segurança	1,5	Fator de segurança mínimo garantido pelo fabricante.

Descrição	Característica	Observações
Geometria	- Linhas elásticas por tensão. - Ancoragem por gravidade ao solo.	O projeto dos cabos de amarração e ancoragem deve, em qualquer caso, ser adaptado à localização e às suas características.
Profundidades	0,5 – 7 m	O desenho dos cabos de amarração e ancoragem deverá ser adaptado à profundidade do reservatório na área do Projeto.
Flutuações no nível da água	0,5 – 5 m	O projeto do sistema de amarração e ancoragem deve ser capaz de se adaptar às flutuações do nível da água.
Altura de onda	1 m	Os sistemas de amarração e ancoragem devem ser garantidos com capacidade de resistir a ondas de pelo menos 1 m.
Velocidade mínima do vento de projeto	Sistemas que garantem até 180 km/h conforme norma paraguaia NP196	A velocidade mínima do vento para o projeto estará de acordo com as normas ou recomendações práticas.

O sistema de amarração e ancoragem deve ser protegido contra corrosão e fadiga. Para o projeto devem ser consideradas oscilações no nível do reservatório, vento, ondas e outras cargas que considerem o funcionamento ideal do sistema de amarração. Se aplicável, o dispositivo de amarração com cabo de amarração elástico deve ser protegido por um sistema de amortecimento progressivo que não permita que o material se estique acima do seu alongamento máximo permitido. Em qualquer caso, a Contratada considerará situações de carga crítica e evitará picos de força e cargas críticas que possam danificar os sistemas, tendo sempre em conta o fator de segurança solicitado na tabela anterior.

A Contratada deverá projetar um sistema de amarração ao fundo do rio. Este método de ancoragem embutido ajudará a aumentar a estabilidade e a resistência para suportar

forças causadas pelo vento, ondas, mudanças no nível da água e outras condições ambientais.

O projeto do sistema de ancoragem deve permitir a ligação dos cabos de amarração no canto ou outra posição da estrutura flutuante à base da amarração. A USF ficará localizada em área profunda o suficiente para que os pontos de amarração não fiquem expostos em nenhum momento, evitando assim possíveis atritos que contribuam para desgastes e/ou danos ao sistema.

Os tipos de fundação de amarração incluirão ancoragens de fundo com peso morto em massa de concreto, considerando um sistema de ancoragem por gravidade.

A Contratada enviará à ITAIPU Binacional, para revisão e aprovação, a metodologia contemplada para a remoção de sedimentos do fundo do reservatório e as considerações pertinentes à sua gestão ambiental.

O sistema de ancoragem deverá operar nas condições acima expostas, em ambientes altamente corrosivos e sem prejudicar a qualidade da água do reservatório. Da mesma forma, deve considerar as oscilações relacionadas às variações do nível da água do reservatório, por isso devem ser projetados para suportar oscilações de 5 metros.

Os níveis históricos máximo e mínimo do reservatório são 220,5 e 215,33 metros acima do nível do mar, respectivamente. A Contratada deverá ter em conta a batimetria do local para efetuar os respectivos cálculos das cargas a considerar.

Deve-se levar em consideração a tração e compressão das linhas, evitando balanços devido à diferença de comprimento das diferentes linhas devido a possíveis irregularidades no fundo do reservatório.

Deverá ser apresentado à ER.GP para análise e aprovação o número de cabos de ancoragem, número de amarrações, distâncias entre pontos de amarração e de ancoragem serão dimensionados tendo em conta as cargas a suportar. A Contratada deverá assegurar em qualquer caso o controle da estabilidade da USF.

A Contratada deverá realizar um estudo hidrodinâmico para determinar a altura da onda de projeto. Em qualquer caso, o valor mínimo será $H=1$ m.

A Contratada entregará à ITAIPU Binacional a descrição completa dos sistemas e um Manual que inclui o procedimento de manutenção. Este Manual deverá estabelecer as inspeções que devem ser realizadas para verificar o correto funcionamento dos sistemas ao longo de toda a vida útil da Usina Solar Flutuante.

3.7. ITEM 50: OBRAS CIVIS E ESTRUTURAIS

3.7.1. Introdução

Este capítulo abrange a conformidade regulamentar, a qualidade do projeto, a seleção adequada de materiais e a execução precisa de trabalhos permanentes e temporários com base nas disposições da Seção 3.3.2 “Workstatement”.

3.7.2. Supervisão de obras

A Contratada deverá fornecer os serviços de supervisores qualificados (Perfil: Engenharia) e experiência para as obras estabelecidas nesta Seção. Todas as despesas inerentes a este serviço são suportadas pela Contratada.

Cada supervisor deverá estar presente no local de trabalho em todos os momentos durante a execução do trabalho sob sua responsabilidade, o que será definido no Manual de Organização e Procedimentos do Projeto MOPP incluído na Seção 3.3.2 “Workstatement” e na Seção 3.3.4 “Metodologia de trabalho”.

3.7.3. Normas e certificações

Estruturas:

- Eurocódigo.
- EN 1990: Bases para cálculo de estruturas.
- EM 1991: Ações em estruturas
- EM 1993: Projeto de estruturas metálicas
- AISC 360: Especificações para edifícios de aço estrutural do American Institute of Steel Construction.
- ACI 318: Building Code Requirements for Structural Concrete.
- ASCE 7: Minimum Design Loads for Buildings and Other Structures.
- AWS: Specifications from the American Welding Society for Structural Welds
- DNV's offshore codes and BE 6349: 2000: Especificações para análise e projeto de estruturas sujeitas a cargas de ondas. É permitido utilizar procedimentos internacionalmente conhecidos e endossados.
- ISO 1461:2009 Revestimentos de galvanização a fogo em peças de ferro e aço. Especificações e métodos de teste.

- ISO 14713:2009 Diretrizes e recomendações para proteção contra corrosão de estruturas de ferro e aço. Revestimentos de zinco.
- NP 55 001 14 “Site e Arquitetura”
- NP 55 002 15 “Recursos Materiais”
- NP 55 003 16 “Eficiência no uso da Água”
- NP 55 004 16 “Qualidade Ambiental Interior”
- NP 55 005 16 “Energia e Atmosfera”
- Norma paraguaia NP196
- Normas aplicáveis vinculadas à ABNT

3.7.4. Critérios de projeto

A Contratada obriga-se a projetar, instalar e construir em terra as obras civis e estruturais, as fundações dos equipamentos de localização dos inversores (se aplicável), o transformador, a caseta de comunicações, o fornecimento de serviços auxiliares, os equipamentos elétricos, as passarelas se necessário, as cercas e fechamentos da área exterior de equipamento elétrico e demais elementos mencionados nos documentos e desenhos necessários ao desenvolvimento deste projeto.

Os edifícios e estruturas deverão ser projetados e construídos de acordo com o disposto nas regulamentações e códigos locais e internacionais previamente acordados com a ITAIPU Binacional. Além dos códigos e normas listados na Seção 3.7.3. “Normas e certificações” ou o que for mais rigoroso. Os profissionais signatários autorizados nos desenhos deverão comprovar que estão autorizados a exercer a profissão, e inscritos no registro profissional de engenharia, credenciados com carteira ou registro profissional do Paraguai e/ou Brasil.

Deverão ser minimamente consideradas para o projeto as condições de carregamento, metodologia, passo a passo, forças admissíveis, fatores de segurança e normas aplicáveis, e deverão ser apresentadas para análise e aprovação pela ITAIPU Binacional.

Nenhuma omissão ou ambiguidade nos desenhos ou especificações isentará a Contratada da responsabilidade de fornecer material para atender aos requisitos mínimos previstos da USF.

3.7.5. Materiais

Quanto à escolha dos materiais, a Contratada deverá garantir sempre as qualidades mínimas especificadas na regulamentação internacional ou local, tendo em conta aquela que for mais restritiva.

Em relação aos regulamentos internacionais de aplicação:

- O concreto estrutural cumprirá os regulamentos ACI318-14.
- O revestimento dos vergalhões da armadura estará de acordo com a tabela ACI318 20.6.1.3.1
- Os vergalhões obedecerão ao definido na EN10080, tabela 20.2.2.4a do ACI318-14 e, caso seja necessária soldagem, ao estabelecido na AWS D1.4.

3.7.6. Preparação do local

É responsabilidade da Contratada limpar o local destinado à Construção e Montagem da USF e eliminar todos os materiais resultantes da limpeza do local.

Definidas as áreas a serem intervencionadas, a ITAIPU Binacional deverá ser informada desde a fase de projeto para coordenar as respectivas licenças, sejam elas internas ou com o órgão competente. Caso seja necessária a tramitação de licenças ambientais, estas serão identificadas pela Contratada para serem gerenciadas e coordenadas com a ITAIPU Binacional.

A demolição de estruturas que obstruam a obra, a remoção e o descarte de todo o material resultante do desmonte serão realizados dentro da área designada, informando previamente a ITAIPU Binacional para sua correspondente aprovação.

3.7.7. Obras civis temporárias

As obras civis temporárias para preparação da área de montagem e lançamento incluirão, no mínimo:

- Trabalhos de condicionamento na área de montagem da plataforma de lançamento de flutuadores. Considere a rampa de acesso à água existente, indicada na Seção 2.1.3 “Localização e descrição dos pontos de referência próximos à USF”.
- Preparação da estrada de acesso que permite o acesso completo e seguro à área de lançamento.

3.7.7.1. Área de armazenamento temporário

As áreas delimitadas para armazenamento de equipamentos e materiais estão indicadas na figura 13. Contudo, estas áreas caracterizam-se por serem extensões de terreno de aproximadamente 17.000 m² não coberto ou coberto. É da responsabilidade da Contratada a construção e posterior desmontagem de qualquer instalação que preserve e proteja as características dos materiais e equipamentos, bem como a preparação da estrada que permite o acesso a essas áreas.

Em todo caso, a conservação do local deverá ser assegurada após a desmontagem de qualquer instalação provisória.

Caso seja necessária a extração de árvores, cada uma delas será substituída por 10 mudas nativas que serão fornecidas pela ITAIPU Binacional e plantadas pela Contratada.

A ITAIPU Binacional indicará, em casos de necessidade, áreas adicionais e os respectivos acessos,



Fig. 13. Áreas destinadas a armazenamento.

Telhado e Cobertura

A ITAIPU Binacional não fornecerá telhados ou coberturas para equipamentos e materiais. É responsabilidade da Contratada garantir a cobertura e/ou armazenamento seguro dos equipamentos e materiais que o necessitem.

A Contratada deverá apresentar os projetos, plantas e memoriais de cálculo das estruturas de cobertura ou cobertura para análise e aprovação da ITAIPU Binacional, antes da implantação. A aprovação da ITAIPU Binacional não exime a contratada de responsabilidade por quaisquer danos, incidentes ou prejuízos que tais estruturas e/ou coberturas possam causar.

Fechamentos e portas de Tela de Arame

Para evitar acessos não autorizados e vandalismo, será colocada uma cerca e um portão de tela de arame ou outro material que venha a ser proposto pela contratada para análise e aprovação da ITAIPU Binacional no entorno da área de trabalho definida na seção 3.3.2. “Workstatement”

Os componentes da cerca e do portão de tela de arame devem atender às especificações ou padrões e códigos internacionais ou locais, conforme especificado na Seção 3.7.3. O projeto completo será apresentado para análise e aprovação da ITAIPU Binacional.

Guarita temporária

A Contratada poderá construir uma guarita temporária, a fim de dar segurança aos materiais de fornecimento e às ferramentas da Contratada durante o período de construção da Usina Solar Flutuante.

Se for o caso, o projeto e a proposta de localização da guarita provisória deverão ser apresentados conforme cronograma estabelecido na Seção 3.3.5 à ITAIPU Binacional para análise e aprovação.

3.7.7.2. Espaços de escritórios, armazéns e instalações provisórias

As informações apresentadas a seguir são referenciais, baseados em boas práticas, para a execução do Canteiro de Obras. O layout e projeto final devem ser aprovados pela ITAIPU, antes do início da execução das instalações para o canteiro de obras.

A Contratada, por sua conta, deverá fornecer, projetar, fornecer, instalar, equipar, explorar e manter os edifícios e instalações de construção provisória que necessariamente correspondam ao objeto destas especificações técnicas.

O edifício será equipado com iluminação elétrica, tomadas de parede e condicionadores de ar. Os escritórios serão dotados de energia elétrica e telecomunicações para ligação telefônica e à Internet. A manutenção durante o período de construção será de responsabilidade da Contratada.

A Contratada deverá informar à ITAIPU as necessidades do canteiro de obras, demandas de infraestrutura elétrica, hidrossanitária, entre outras.

A Contratada é responsável pela interligação com os sistemas existentes na ITAIPU, devendo realizar as adaptações e extensões necessárias até os pontos disponibilizados pela ITAIPU, conforme indicado no Item 3.7.7.1.

Caso a ITAIPU não possua a infraestrutura necessária, como no caso de comunicação de dados e voz, a Contratada deve providenciar meios para atendimento a sua demanda.

Os almoxarifados e instalações de armazenamento deverão ter capacidade suficiente para atender às necessidades da Contratada.

A localização de todas as edificações e infraestrutura associada será enviada à ITAIPU Binacional para análise e aprovação.

3.7.7.3. Ambulatório

As frentes de trabalho com 50 (cinquenta) ou mais trabalhadores devem ter um ambulatório.

Neste ambulatório, deve haver o material necessário para a prestação de Pronto Socorro, conforme as características da atividade desenvolvida. Este material deve ser guardado e aos cuidados de pessoal treinado para esse fim.

É considerada uma área de 15 m² para o ambulatório caso a condição acima seja atendida. No caso de menos de 50 trabalhadores, será necessário possuir um kit de prontos socorros completo e ter pessoal responsável para prestar os prontos socorros, se necessário.

3.7.7.4. Restituição final de superfícies

Uma vez concluídas todas as obras de construção, todas as superfícies de solo perturbadas por esta construção ou pelas instalações de construção e usina de operações serão restauradas.

3.7.7.5. Descarte de Materiais

O solo excedente será retirado, depositado e nivelado na área proposta pela Contratada, que será analisada e aprovada pela ITAIPU Binacional.

3.7.8. Obras civis finais

É de responsabilidade da Contratada a execução de todas as obras civis necessárias à entrada em operação da usina solar flutuante, tais como:

- Examinar, limpar e preparar o local, incluindo a execução dos necessários estudos geotécnicos, se houver, topográficos, de drenagem e de qualquer outro tipo.
- Preparação da área de montagem e lançamento.

- Realizar todo o desenvolvimento do local e terraplenagem necessários para o início dos trabalhos da Usina, incluindo, mas não limitado a, terraplenagem, preparação do solo, cascalho e materiais similares.
- Preparação do local, incluindo, mas não se limitando a, limpeza, enchimento com compactação ou consolidação, nivelamento, movimentação de terra/areia, melhoria do solo, dragagem, disposição, etc.
- Demolição de instalações existentes, vegetação e entulhos, conforme necessário.
- Remoção e reabilitação de instalações existentes, conforme necessário.
- Construção de estradas e trilhas internas necessárias às atividades adequadas de operação e manutenção entre o Posto de Distribuição e a Usina Solar Flutuante.
- Fornecimento de todos os materiais, consumíveis, máquinas e recursos humanos necessários à construção de requisitos de acesso, valas e quaisquer outros elementos relacionados, edifícios elétricos e de controle, edifício de armazenamento, fundações, caminhos, dentro dos limites físicos do local.
- Desenvolver um sistema de drenagem para águas pluviais e residuais.
- Fornecimento e instalação de sistema hidrossanitário para o serviço sanitário do Posto de Distribuição.
- Obras civis de interligação elétrica conforme necessidade.
- Cercamento do local, sinalização e portões de acesso controlado em todas as instalações elétricas construídas no solo.
- Leitos de cabos subterrâneos para circuitos de comunicação e alimentação elétrica de baixa tensão.
- Leitos de cabos subterrâneos para circuitos de média tensão, desde o posto de distribuição até os dutos existentes indicados no ANEXO 5.8. “DESENHO DE REFERÊNCIA DE LEITOS DE CABOS SUBTERRÂNEOS EXISTENTES”.

A Contratada produzirá conjuntamente os cálculos e desenhos em espanhol detalhando todas as etapas necessárias para a execução das obras civis. O projeto, fornecimento, fabricação de equipamentos, materiais, estruturas e outros componentes das instalações deverão estar de acordo com as melhores práticas de engenharia locais atuais ou a última edição e adições aos códigos, padrões e práticas, conforme aplicável, salvo indicação em contrário. O projeto e a especificação da obra devem cumprir todas as leis e regulamentos aplicáveis no Paraguai e no Brasil. Todos os projetos de engenharia deverão ser assinados por engenheiro autorizado pelo MOPC, atendendo

aos requisitos de experiência, estudos e regulamentações exigidas para cada área da engenharia correspondente.

Os códigos e padrões listados na Seção 3.7.3., neste documento serão utilizados para a elaboração do projeto e do equipamento. Outros padrões geralmente reconhecidos no âmbito internacional podem ser utilizados quando necessário para servir de orientação para a realização do projeto e do equipamento fornecido. Eles não devem estar em conflito com os códigos e normas listados e devem ser mais rigorosos nos seus requisitos. Quando nenhum código ou norma abranger um determinado trabalho, serão aplicadas as exigências das Autoridades Locais e as exigências da ITAIPU Binacional. Em qualquer caso, os projetos devem ser consistentes com a física e a mecânica da estrutura a ser instalada.

Toda a instalação deverá ser composta por sistemas operacionais totalmente construídos e obras civis, incluindo, mas não limitado a, o seguinte:

- 1) Preliminares, investigações adicionais, levantamentos de solo e todas as investigações necessárias do local associadas à construção.
- 2) Layout de usina solar flutuante.
- 3) Preparação do local onde serão instalados o transformador de potência, inversores, quadros, cubículos e proteções, string boxes (se aplicável), etc.
- 4) Sala de controle e monitoramento, vinculada ao Posto de Distribuição.
- 5) Fundações do transformador de potência e seus equipamentos.
- 6) Fundações de equipamentos elétricos (Inversores, quadros e outros).
- 7) Acesso rodoviário ao local onde serão instalados os inversores e transformador (se aplicável).
- 8) Sistema de drenagem (se aplicável).
- 9) Fechamentos e portões.
- 10) Instalações de circuito de 23 kV e circuitos de telecomunicações e controle.

A Contratada deverá propor um conjunto de diagramas/ desenhos básicos juntamente com a tecnologia a utilizar para análise e aprovação da ER.GP, de acordo com a Seção 3.3.2. "Workstatement".

As obras civis associadas à Usina Solar Flutuante serão projetadas de forma a proporcionar segurança e facilidade de serviço, com vida útil mínima de 30 (trinta) anos. Critérios de projeto de durabilidade devem ser levados em consideração no projeto de

todas as estruturas da usina solar flutuante, tanto nas fundações da usina solar flutuante quanto nos escritórios vinculados ao PD e sistema de monitoramento e vigilância.

Uma vez concluídas as obras, todas as instalações provisórias serão removidas (caso não sejam necessárias) e o local será restaurado a contento da ITAIPU Binacional.

3.7.8.1. Preenchimentos e aterros

O material selecionado será utilizado para realizar preenchimentos e aterros em áreas onde é necessária compactação. Os referidos aterros e terraplenagens serão construídos em camadas horizontais de no mínimo 20 cm cada, e cada camada será submetida à compactação através da utilização de rolos ou outros métodos aceitos pela ITAIPU Binacional.

A densidade de compactação de cada camada deve ser, no mínimo, 95% da densidade máxima com teor de umidade ideal, conforme estabelecido pela ASTM D698 quando aplicável, ou 70% da densidade relativa de acordo com as normas ASTM D4253 e D4254 se esses testes são relevantes. Caso o material não atenda à densidade especificada, serão feitos ajustes nos métodos de compactação conforme necessário para atingir a densidade exigida.

Além disso, serão realizados testes de densidade total no local a cada 1.000 m.² de solo compactado ou preenchimento de cada camada, garantindo assim um controle de qualidade eficaz durante o processo de construção.

3.7.8.2. Sala de Controle e Monitoramento

Desempenhará um papel crucial na transformação e gestão eficiente da energia gerada e será concebido como um espaço emblemático, focado na sustentabilidade e pensado para proporcionar aos visitantes uma experiência educativa enriquecedora.

Deve ser implementada uma infra-estrutura de pelo menos 80 m² dimensão, separada em 2 quartos e um sanitário. Uma sala será utilizada para Sala de Controle com Videowall descrita no ANEXO 5.11 “ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS DE REFERÊNCIA DE VIDEO WALL” e a outra sala será utilizada como Sala de Monitoramento e didática sobre a Usina Solar Flutuante.

Será projetado para receber os visitantes de forma confortável e educativa. Serão disponibilizadas áreas estratégicas de observação onde os visitantes poderão desfrutar das visualizações nas telas, enquanto serão fornecidas explicações educativas sobre os aspectos técnicos e ambientais da usina fotovoltaica. O espaço contará com

informações impressas, vídeos educativos e painéis explicativos, para que os visitantes possam aprofundar seus conhecimentos sobre energia solar e sustentabilidade.

A Contratada deverá submeter o projeto (plantas, cortes, fachadas e imagens foto realistas) da Sala de Controle e Monitoramento à ITAIPU Binacional para análise e aprovação.

3.7.9. Sinalização e Balizamento

A obra compreende a fabricação, fornecimento e instalação de toda a sinalização exterior e interior, elementos auxiliares e balizamento na USF durante o seu período de instalação e funcionamento.

Os sinais incluem, mas não estão limitados às seguintes categorias:

- Sinais direcionais e de instalações.
- Sinais de incêndio.
- Sinais de segurança e prontos socorros.
- Sinalização de cubículos, prédios e pátios de infraestrutura auxiliar.
- Sinais de trânsito.
- Sinais de construção.

3.7.9.1. Normas de qualidade

As sinalizações e símbolos deverão estar de acordo com as normas de sinalização de segurança da ITAIPU Binacional, conforme especificado no manual que será fornecido posteriormente na etapa de engenharia, caso sejam necessários sinais e símbolos que não estejam especificados no manual correspondente que será fornecido pela ITAIPU Binacional, devem atender ou superar todos os requisitos da edição mais recente da Lei de Saúde e Segurança do Trabalho internacional e local.

Ao propor ou projetar sinalização, a Contratada deverá levar em consideração os seguintes fatores:

- Durabilidade.
- Visibilidade.
- Definição, evitação ou ambiguidade.
- Consistência.

- Localização

Os sinais de trânsito devem cumprir os regulamentos de trânsito locais em termos de cor, tamanho e tipo. A sinalização será em espanhol, português e inglês.

3.8. ITEM 60: CONSTRUÇÃO E MONTAGEM DA USINA FLUTUANTE

3.8.1. Introdução

Este segmento detalha as tarefas correspondentes à construção, montagem e instalação de todos os dispositivos fornecidos e implementados de acordo com estas Especificações Técnicas e conforme estabelecido na Seção 3.3.2 “Workstatement”, que abrange a etapa de recepção, descarga, armazenamento, transporte, limpeza, montagem, instalação e demais tarefas necessárias para garantir o correto funcionamento da USF.

Estas atividades incluem a montagem integral dos dispositivos, bem como a desmontagem e posterior remontagem dos equipamentos, quando necessário para realizar ajustes. Isto também inclui o fornecimento de pessoal e equipamentos necessários para a realização de testes e colocação em operação dos equipamentos. A Contratada deverá apresentar os procedimentos que serão realizados para a instalação de todos os dispositivos, sujeitos à análise e aprovação da ITAIPU Binacional.

Caso sejam necessários materiais adicionais para a instalação completa de determinados equipamentos, como misturas de cimento, buchas, ancoragens, suportes, parafusos, eletrodos de soldagem, entre outros, os mesmos serão fornecidos de acordo com as necessidades específicas que surgirem durante o processo de montagem, sob total responsabilidade e cobertura da Contratada.

3.8.1.1. Sinalização

A Contratada é obrigada a fornecer todos os anúncios, avisos e sinalização luminosa destinados a fornecer proteção contra riscos associados a dispositivos elétricos, condutores, componentes móveis de máquinas, cordas, escavações, entre outros, com o objetivo de prevenir possíveis lesões ao pessoal. Esta disposição deve estar em conformidade com os requisitos estabelecidos pelas leis e regulamentos pertinentes.

É imprescindível que a sinalização tenha projeto previamente aprovado e seja capaz de ser trasladadas sem interferir em outras partes do equipamento. Da mesma forma, tais anúncios estão obrigados a cumprir todas as disposições legais e regulamentares em vigor no Paraguai e no Brasil.

3.8.1.2. Proteção de Equipamentos

Todos os equipamentos devem ter salvaguardas eficazes contra qualquer forma de deterioração, desde o momento da descarga até estarem prontos para operação inicial.

Durante o processo construtivo é necessário que o equipamento esteja devidamente protegido contra respingos de soldagem. Da mesma forma, aqueles dispositivos que estejam alojados ou cobertos com vidro, ou que possuam componentes suscetíveis de quebra, devem receber a proteção necessária para evitar possíveis danos.

3.8.1.3. Limpeza

As superfícies exteriores e interiores de todo o equipamento devem ser submetidas a um processo de limpeza minucioso, que inclui a remoção de areia, sujidade e qualquer outro material estranho, uma vez retirada a embalagem e imediatamente antes da sua transferência para o seu local definitivo. Para tubulações e dutos será necessário o uso de ar comprimido para limpeza.

Antes da colocação em operação dos elementos individuais do equipamento, a Contratada removerá completamente qualquer sujeira residual. Caso as superfícies acabadas tenham sido danificadas, a Contratada procederá às reparações necessárias. Além disso, será realizada uma limpeza completa do interior de todos os equipamentos elétricos, incluindo relés e contatos elétricos, antes de energizar o equipamento. A Contratada é responsável por todos os resíduos e entulhos resultantes, devendo ser responsável pela remoção do local e sua disposição final, bem como pela ordem e limpeza do local após a remoção.

A Contratada manterá as instalações sempre livres de acumulações de resíduos e lixo resultantes das operações de construção e devidos aos próprios trabalhadores da Contratada.

3.8.1.4. Segurança de pessoal, terceiros e prevenção de acidentes

A Contratada assume responsabilidade exclusiva pela segurança e proteção de seu pessoal, de terceiros, do público em geral, das obras, dos equipamentos, das instalações, entre outros. Consequentemente, espera-se que a Contratada cumpra rigorosamente todas as leis, decretos e regulamentos aplicáveis, tomando todas as medidas de proteção necessárias com recursos próprios para prevenir e eliminar a possibilidade de acidentes, perdas ou danos de qualquer natureza durante a execução da obra, até a recepção final do empreendimento.

Como parte destas medidas, a Contratada deverá fornecer, instalar e manter cercas de segurança, luzes de advertência adequadas e suficientes, bem como sinais de perigo. Também será responsabilidade da Contratada fornecer Equipamentos de Proteção Individual (EPI) para o pessoal, bem como equipamentos e instalações de resgate aquático, cordas de segurança, flutuadores de resgate, cordas de resgate, coletes salva-vidas com apito, coletes de segurança e outros elementos necessários para quem trabalha na área do reservatório. Isto deve ser contemplado e listado na Seção 3.3.2. “Workstatement”.

A Contratada deverá cumprir sempre as normas de prevenção e segurança de acidentes aplicáveis às diferentes ocupações presentes no local, bem como as normas de segurança exigidas no Paraguai/Brasil ou emitidas pela ITAIPU Binacional. A Contratada cooperará estreitamente com a Fiscalização da ER.GP da ITAIPU Binacional para promover práticas seguras ao longo da execução do empreendimento.

Ocorrendo qualquer acidente, a Contratada deverá notificar a ITAIPU Binacional por escrito em até 24 (vinte e quatro) horas após sua ocorrência. Em especial, no caso de acidentes graves que resultem em lesões corporais a pessoas, a Contratada informará imediatamente a fiscalização da ITAIPU Binacional e os órgãos competentes correspondentes. A Contratada, em todos os casos, será responsável por fornecer prontos socorros e transporte, quando apropriado.

Em situações de acidentes graves ou fatais, a Contratada manterá inalteradas as condições existentes no local no momento do incidente para permitir que as autoridades realizem investigações relevantes para determinar as causas do acidente.

Da mesma forma, a Contratada deverá estabelecer e manter um Sistema de Gestão de Saúde e Segurança Ocupacional de acordo com as regulamentações internacionais e locais, que será apresentado para análise e aprovação da ITAIPU Binacional.

Em relação à responsabilidade legal, a Contratada assumirá a obrigação de indenizar e isentar a ITAIPU Binacional de qualquer reclamação ou ação judicial movida por qualquer pessoa devido a perdas, danos ou lesões causadas pela Contratada, seu pessoal, equipamentos ou materiais a ela pertencentes.

3.8.1.4.1. Equipamentos de Proteção Individual (EPI) para funcionários

Fica estabelecido que todo o pessoal empregado na obra deve estar munido dos elementos de proteção necessários, nomeadamente capacetes, coletes salva-vidas com apito, coletes de segurança e equipamentos de segurança individual, de acordo com os requisitos específicos do trabalho atribuído. Em particular, os trabalhadores que

exercem funções a uma altura superior a 1,5 metros do nível do solo devem utilizar cintos de segurança adequados, nos casos em que não seja viável a instalação de corrimões ou sistemas de proteção coletiva. É necessário o cumprimento das normas correspondentes ao trabalho em altura, as quais deverão ser incorporadas ao programa de Saúde e Segurança Ocupacional da Contratada. O uso de equipamentos de proteção individual é obrigatório.

3.8.1.5. Serviços de construção

Esta seção aborda os requisitos relacionados aos serviços de construção a serem prestados pela Contratada de acordo com estas especificações. A Contratada será responsável por fornecer toda a planta de construção, instalações provisórias, equipamentos de construção e utilidades necessárias à execução da obra. A ITAIPU Binacional determinará os pontos específicos de ligação para o fornecimento durante a fase de construção.

Os serviços de construção necessários à execução da obra serão prestados pela Contratada conforme especificado.

3.8.1.5.1. Telefones e outros requisitos de comunicação do local

A Contratada fornecerá seu próprio telefone, rádios bidirecionais portáteis e outras comunicações no local para atender às suas necessidades de comunicação e pagará todos os custos associados a tais serviços.

3.8.1.5.2. Água potável

A Contratada deverá fornecer água potável e instalações sanitárias para seu próprio pessoal, de acordo com a legislação aplicável em vigor. O fornecimento é permitido mediante contratos de fornecimento com a ITAIPU Binacional ou terceiros, desde que atendidos os regulamentos técnicos e sanitários estabelecidos e os requisitos de autorizações ambientais.

3.8.1.5.3. Instalações sanitárias

A Contratada deverá fornecer e manter instalações sanitárias, incluindo banheiros, para uso de seu pessoal. Os sanitários portáteis serão fornecidos na quantidade e no local necessários para atender de forma adequada e conveniente às necessidades de todo o pessoal da Contratada e deverão cumprir os requisitos dos regulamentos aplicáveis. A manutenção de sanitários portáteis deve incluir inspeção diária, limpeza e reposição de

produtos químicos. O pessoal da obra não poderá utilizar os banheiros permanentes da Usina Hidrelétrica ITAIPU Binacional.

3.8.1.5.4. Estradas de acesso e áreas de estacionamento

A Contratada assumirá a responsabilidade pela construção e manutenção das estradas de acesso e áreas de estacionamento exclusivamente necessárias para o projeto. Além disso, deve garantir que todo o seu pessoal fique fora de áreas não designadas para uso da Contratada. Os funcionários da Contratada deverão estacionar seus carros, caminhões e outros veículos somente nas áreas de estacionamento designadas na Seção 3.7. ou onde a fiscalização da ER.GP o indique.

Qualquer deterioração causada pela Contratada nas superfícies dos corredores de acesso deverá ser reparada atempadamente e prontamente pela Contratada. Da mesma forma, as instalações de drenagem que forem danificadas durante a colocação de tubulações subterrâneas serão reparadas prontamente e às custas da Contratada.

3.8.1.5.5. Proteção contra incêndios

A Contratada assumirá total responsabilidade pela proteção contra incêndio, conforme detalhado neste documento. Será responsabilidade da Contratada desenvolver um Programa de Proteção e Prevenção contra Incêndios que cubra todas as atividades no local. Isto incluirá a formação do pessoal em medidas de segurança, procedimentos de combate a incêndios, bem como o fornecimento de equipamento adequado para lidar com potenciais situações de incêndio. Será realizado treinamento apropriado para todo o pessoal da Contratada em relação a essas medidas.

3.8.1.5.6. Especificação de proteção contra incêndio

A Contratada deverá fornecer equipamentos de proteção contra incêndio adequados em cada armazém, escritório e outras estruturas temporárias/definitivas, e em cada área de trabalho que estiver ocupando de acordo com a Associação Nacional de Proteção contra Incêndios (NFPA) e conforme acordado com a ITAIPU Binacional.

3.8.1.5.7. Recebimento e manuseio

A Contratada receberá, descarregará e armazenará todos os equipamentos, materiais e suprimentos que chegarem ao local do projeto para a obra. A Contratada será responsável por quaisquer danos aos equipamentos e materiais enquanto estiverem sob sua guarda até a aceitação final da obra. A Contratada deverá manter um inventário e

registro atual e preciso da localização de todo e qualquer equipamento e material sob sua custódia. A Contratada fornecerá o Procedimento de Manuseio e Controle de Materiais de equipamentos pesados para análise e homologação da ITAIPU Binacional. A Contratada descarregará todos os contêineres ou equipamentos de transporte de acordo com o cronograma definido na seção 3.3. Os materiais devem ser manuseados com o devido cuidado para evitar danos ou perdas.

3.8.2. Supervisão de instalação

A Contratada deverá fornecer os serviços de supervisores qualificados (Perfil: Engenharia) e experiência para instalação, teste e colocação em operação dos equipamentos. Todas as despesas inerentes a este serviço são suportadas pela Contratada.

Os supervisores devem ter experiência na instalação de módulos fotovoltaicos, equipamentos elétricos e cabos em usinas fotovoltaicas terrestres e flutuantes.

Cada supervisor deve estar presente no local de trabalho em todos os momentos durante a execução do trabalho pelo qual ele ou ela tem responsabilidade de supervisão.

3.8.3. Montagem do sistema flutuante e de amarração

A Contratada deverá realizar a montagem e instalação de todas as estruturas flutuantes de acordo com as orientações fornecidas pelo fabricante. Da mesma forma, será responsável por realizar todas as tarefas de montagem e desmontagem necessárias ao manuseio e colocação do sistema, seguindo as recomendações e instruções do fabricante, bem como os requisitos estabelecidos pela ITAIPU Binacional nesta Especificação Técnica.

O sistema de amarração será instalado no local designado após a colocação das estruturas flutuantes. Para a execução desta tarefa, a Contratada deverá fornecer todas as ferramentas necessárias à instalação e garantir que cumprem as especificações estabelecidas.

Antes da montagem é obrigatória a realização de uma limpeza completa do equipamento, removendo completamente qualquer revestimento protetor e materiais estranhos. Terminada a montagem, será necessária uma limpeza completa de todas as superfícies externas, removendo óleos, graxas, sujeiras e qualquer outro material indesejado.

Eventuais pontos acumulados ou danificados no equipamento deverão ser renovados para restaurar o acabamento original, garantindo a integridade, segurança e estética do conjunto.

Quanto aos trabalhos subaquáticos (mergulho), estes deverão ser realizados exclusivamente por pessoal devidamente habilitado para este trabalho. As certificações do pessoal responsável pelos referidos trabalhos deverão ser apresentadas à ITAIPU Binacional para análise e aprovação, garantindo assim o cumprimento dos padrões e requisitos necessários.

Nenhuma ferramenta ou material além do sistema de ancoragem e amarração poderá ser abandonado no ambiente subaquático. Deverá existir uma fiscalização especial e um inventário dos objetos utilizados no meio subaquático para melhor controle, que deverá ser apresentado para análise e aprovação da ER.GP.

3.8.3.1. Concretagem in loco

Esta seção cobre questões relacionadas ao concreto lançado no local e inclui reforço de aço, cofragem, acabamento, fraguado e outros trabalhos adicionais de acordo com os regulamentos aplicáveis. A Contratada deverá informar à ITAIPU com antecedência mínima de 3 dias úteis as datas, horários e locais onde pretende realizar a concretagem.

De acordo com a Seção 3.3.2, "Workstatement", as seguintes considerações devem ser levadas em conta no mínimo.

3.8.3.1.1. Concreto pré-misturado

O concreto pré-misturado deve estar em conformidade com a ASTM C94, salvo definição em contrário na seção 3.3.2 "Workstatement". Os caminhões betoneiras deverão ser do tipo tambor rotativo e equipados com tanque de água misturadora. Deverão ser realizados ensaios laboratoriais para verificação da resistência do concreto, conforme definido na Seção 3.3.2. "Workstatement".

3.8.3.1.2. Testes de controle de campo

Testes de controle de campo que consistem em testes de gradação de agregados, testes de assentamento e testes de compressão de cilindros serão realizados pela Contratada. A Contratada deverá fornecer todos os equipamentos, suprimentos e serviços de um ou mais funcionários conforme necessários para os testes de controle de campo. Todos os testes e testes de compressão deverão ser realizados por um laboratório certificado às custas da Contratada. A frequência especificada a seguir para cada teste de controle de

campo será definida na Seção 3.3. Caso na opinião da ITAIPU Binacional seja necessária a realização de testes adicionais de controle de campo, tais testes deverão ser realizados. Utilizar como referência NP195 do INTN.

3.8.3.1.3. Testes de compressão

Dois conjuntos de dois cilindros de ensaio de compressão de concreto serão feitos a partir de um dos três primeiros lotes colocados a cada dia. Serão feitos dois conjuntos adicionais para cada 75 metros cúbicos adicionais ou fração superior, esvaziados em qualquer dia. Um cilindro de cada conjunto deve ser testado aos 7 dias de idade e o outro cilindro de cada conjunto deve ser testado aos 28 dias de idade. Os cilindros de teste de concreto devem ser fabricados, curados, armazenados e entregues ao laboratório de acordo com a ASTM C31 e testados de acordo com a ASTM C39. Cada conjunto de cilindros de teste de compressão deve ser marcado ou etiquetado com a data e hora do dia em que os cilindros foram fabricados, o local no canteiro de obras onde o concreto representado pelos cilindros foi derramado, o número do caminhão de entrega ou do lote, conteúdo de ar e assentamento.

3.8.3.1.4. Relatórios de testes

A Contratada deverá fornecer à ITAIPU Binacional relatórios certificados de todos os ensaios realizados pelo laboratório para análise e aprovação.

3.8.3.1.5. Acessórios

A Contratada deverá fornecer todos os suportes de vergalhões, amarrações, espaçadores, reforços, betonilhas e outros acessórios de concreto necessários para manter a armadura em sua posição correta e permitir a correta colocação do concreto. A Contratada será responsável pelo projeto de todos os sistemas de suporte de vergalhões.

3.8.3.1.6. Testes de tração

Testes de tração em RB 6 e 9 e DB 12 até 28 vergalhões serão realizados de acordo com ASTM A615.

3.8.3.1.7. Soldagem

A soldadura de armadura para qualquer finalidade e a soldadura por pontos em particular é expressamente proibida. Os vergalhões nos quais foi realizada soldagem não autorizada serão presumidos como danificados e tais vergalhões serão removidos e substituídos às custas da Contratada. Os materiais de substituição devem estar em conformidade com todos os requisitos destas especificações. Os soldadores devem estar certificados na norma NP 12 003 17 ou equivalente.

Gráficos explodidos de vergalhões devem ser elaborados e verificados para a fabricação e colocação da armadura. Estas tabelas deverão ser apresentadas à ITAIPU Binacional, para análise e aprovação.

3.8.4. Montagem de equipamentos elétricos e de controle

Todos os equipamentos elétricos (de acordo com o ITEM 20 “EQUIPAMENTO ELÉTRICO” e ITEM 30 “SISTEMA DE CONTROLE E INSTRUMENTAÇÃO”) e seus acessórios associados devem ser montados, instalados, conectados e testados de acordo com as Normas especificadas, a fim de garantir que o equipamento da instalação está concluso e pronto para operação. Este processo garantirá que o equipamento atenda aos padrões e requisitos mínimos estabelecidos, garantindo seu correto desempenho e confiabilidade.

A Contratada deverá cumprir em qualquer caso as últimas edições das Normas Internacionais, Normas Paraguai/Brasil, Regulamentos de Instalação Elétrica ANDE e ABNT, do Paraguai e do Brasil, respectivamente.

3.8.4.1. Equipamentos de 23 kV

A Contratada deverá seguir rigorosamente tanto os requisitos desta montagem quanto as instruções de instalação fornecidas pelo fabricante ou fabricantes de cada equipamento. A instalação de todos os equipamentos de 23 kV será realizada de acordo com projeto revisado e aprovado pela ITAIPU Binacional, apresentado pela Contratada na Seção 3.3.2. “Workstatement”.

Para realizar este processo, todas as ferramentas necessárias, incluindo ferramentas especiais, serão fornecidas pela Contratada.

Para painéis e equipamentos montados no piso, os suportes de aço instalados na fundação devem ser nivelados com placas de nivelamento de aço para evitar distorções e desalinhamentos entre seções ou compartimentos adjacentes dos equipamentos. A quantidade, tamanho, layout e demais detalhes dos equipamentos montados nos

suportes estarão sujeitos à aprovação da ITAIPU Binacional. Será realizado um processo de nivelamento para garantir que as laterais verticais estejam perfeitamente verticais e alinhadas e que as portas de correr, painéis e caixilhos funcionem livremente.

A montagem, instalação, conexão e teste de todos os equipamentos elétricos e acessórios associados serão realizados conforme necessário para concluir a instalação do equipamento e deixá-lo pronto para operação.

A Contratada assumirá a responsabilidade por todas as montagens e desmontagens necessárias durante o manuseio e montagem do sistema, seguindo as recomendações e instruções dos fabricantes de cada equipamento, bem como os requisitos estabelecidos nas especificações técnicas e planos aprovados.

Antes da montagem, o equipamento deve ser completamente limpo de qualquer revestimento protetor e materiais estranhos. Depois de concluída a montagem, todas as superfícies externas do equipamento devem ser limpas de óleo, graxa, sujeira e outros materiais estranhos.

Caso os módulos sejam entregues em seções separadas, será necessário montar e unir essas seções por meio de parafusos. Posteriormente, as unidades completas montadas serão fixadas nas formas de fundação. É imprescindível realizar todas as ligações elétricas necessárias através dos cabos de controle entre as seções adjacentes do quadro e na fiação interior, garantindo que estão devidamente efetuadas.

Quando, devido ao processo de envio ou outras circunstâncias, peças separadas como relés, medidores, entre outros, tiverem sido embaladas separadamente do equipamento principal, será de responsabilidade da Contratada instalá-las e conectá-las nos painéis correspondentes designados para tal propósito.

3.8.4.2. Quadro de distribuição CA/CC

A Contratada realizará a instalação de todos os quadros de distribuição de corrente alternada (CA) e corrente contínua (CC) de acordo com o projeto aprovado pela ITAIPU Binacional e presente nos desenhos aprovados na seção 3.3.2. “Workstatement”

Nas situações em que seja especificada a instalação em paredes ou colunas, a Contratada instalará suportes de aço estrutural apropriados e pinos de expansão apropriados para ancoragem.

Para painéis e equipamentos montados no piso, os suportes de aço instalados na fundação serão nivelados com placa de aço niveladora para evitar distorções e desalinhamentos entre seções adjacentes ou compartimentos de equipamentos. A quantidade, tamanho, layout e demais detalhes dos equipamentos montados nos

suportes estarão sujeitos à aprovação da ITAIPU Binacional. Será realizado um processo de nivelamento para garantir que as laterais verticais estejam perfeitamente alinhadas e que as portas, painéis e caixilhos de correr funcionem livremente.

É obrigatório que o topo de todos os quadros não esteja a mais de 2,40 metros acima do solo.

A instalação de todos os equipamentos elétricos e acessórios associados, bem como a sua montagem, ligação e testes, será efetuada conforme necessário para que a instalação do equipamento esteja completa e pronta a funcionar.

A Contratada será responsável por realizar todas as montagens e desmontagens necessárias durante o manuseio e montagem dos equipamentos, seguindo as recomendações e instruções dos fabricantes dos equipamentos, bem como os requisitos estabelecidos pela ITAIPU Binacional na Especificação Técnica e nos desenhos aprovados.

Antes da montagem, o equipamento deve ser completamente limpo de qualquer revestimento protetor e materiais estranhos. Terminada a montagem, todas as superfícies externas do equipamento devem ser limpas de óleo, graxa, sujeira e qualquer outro material estranho. Eventuais manchas acumuladas ou danificadas no equipamento serão renovadas ou substituídas para garantir o acabamento original.

Todos os quadros deverão possuir diagrama unifilar detalhado dos componentes e fiação com respectivas identificações aprovadas conforme Seção 3.3.2. "Workstatement".

3.8.4.3. Cabos de alimentação, controle e iluminação

A Contratada deverá submeter os planos de instalação de cabos, listas de cabos em Excel ou formato similar, rotas de cabos, terminações de cabos, diagramas de conexão de cabos e demais desenhos necessários para aprovação da ITAIPU Binacional antes de iniciar os trabalhos de fiação.

Durante a instalação dos cabos deve-se garantir que o raio de curvatura do cabo não seja superior ao valor recomendado pelo fabricante. Os cabos não devem ser colocados nas bordas dos materiais de suporte.

A extremidade cortada dos cabos deve ser tratada adequadamente para evitar infiltração de água no cabo. É fundamental tomar cuidado redobrado ao manusear cabos que não estejam em tambores para evitar danos. Ao remover a tampa do tambor, tome cuidado para não danificar a tampa do cabo.

A cada cabo de conexão será atribuída uma identificação de acordo com os planos da Contratada, sujeita à aprovação da ITAIPU Binacional conforme seção 3.3. Os cabos devem ser permanentemente embalados ou etiquetados em ambas as extremidades do cabo. A identificação do cabo deve ter um significado claro, como a função ou serviço, o número ou serviço e a localização do equipamento conectado. O método de identificação deve ser sistemático para todos os cabos. Os diagramas de fiação de interconexão devem mostrar claramente todos os fios e identificações correspondentes.

Além disso, será preparada uma listagem de cabos resumindo todos os números, identificações, tamanhos e comprimentos estimados, juntamente com outras informações relevantes, para complementar os diagramas de fiação de interconexão e facilitar o projeto, instalação e manutenção.

Os planos de fiação para painéis de controle e relés devem detalhar as terminações de cabos e fios para fiação externa.

Não serão permitidas emendas em tubulações de cabos, valas, eletrocalhas ou em qualquer outro lugar, exceto em terminais de equipamentos. Todos os conectores terminais deverão ser do tipo compressão e cobertos com tampas isolantes.

Antes da instalação, os materiais de identificação dos cabos deverão ser enviados à ITAIPU Binacional para aprovação.

A Contratada deverá também fornecer todos os materiais necessários para a instalação dos cabos, incluindo cabos de aterramento, terminais de compressão, acessórios metálicos, parafusos e porcas, bem como identificação dos cabos e gaxetas a serem inseridas entre os cabos e as braçadeiras.

O espaço desocupado nas aberturas para cabos e no eletroduto após a inserção do cabo deve ser preenchido com uma vedação de eletroduto para evitar a entrada de insetos e pequenos animais no equipamento.

Os cabos instalados em leitos de cabos devem ser fixados de forma segura ao porta-cabos em intervalos de no máximo 3 metros, usando abraçadeiras plásticas ou equivalente.

As entradas de cabos e eletrocalhas através de paredes e pisos serão tampadas, vedadas e à prova de fogo, seguindo os padrões e critérios de projeto da NFPA. Esta vedação será concluída após a instalação de todos os cabos programados para o eletroduto e seção da eletrocalha envolvida. Caso sejam necessárias alterações na fiação após a conclusão da vedação e proteção contra fogo, as passagens serão seladas novamente imediatamente após a realização das alterações.

Os condutores com terminais do tipo compressão e cobertura de isolamento devem ser dispostos de maneira ordenada na caixa de terminais ou terminais equivalentes.

Durante a instalação, deve-se tomar cuidado para não danificar a cobertura externa dos fios e cabos. Em caso de danos durante a instalação, os cabos serão substituídos a critério da ITAIPU Binacional, sem custo adicional.

A Contratada fornecerá todos os acessórios e ferramentas indicados e necessários para a correta instalação de toda a fiação. Os cabos devem ser instalados de forma ordenada, uniforme e agrupados sistematicamente, facilitando assim os trabalhos posteriores. Além disso, deverão apresentar aparência ordenada e estar devidamente identificados conforme estabelecido na seção 3.3.

A Contratada instalará abraçadeiras plásticas conforme necessário para agrupar os cabos de maneira organizada e evitar que o peso do cabo cause danos às terminações.

3.8.4.3.1. Instalação de eletrodutos

Todos os cabos e fios, que não estejam localizados em valas, deverão ser instalados em eletrodutos de aço rígido ou outros tipos de eletrodutos aprovados conforme seção 3.3.

A Contratada deverá fornecer eletrodutos de PVC enterrados diretamente ou eletrodutos HDPE-PEAD lisos ou corrugados, juntamente com as terminações correspondentes, conforme necessário, desde a vala até o equipamento elétrico. Estes dutos de PVC ou HDPE-PEAD serão instalados de forma a que nenhum veículo possa passar por cima delas. Nas zonas expostas serão utilizados tubos metálicos, quer em aço rígido, quer em forma de banco de dutos sob os pavimentos rodoviários, sujeitos a revisão e aprovação pela ER.GP.

Os cabos de alimentação de 23 kV devem ser instalados em eletrodutos separados dos cabos de baixa tensão. Para cruzamentos de rodovias, os cabos de energia de 23 kV serão instalados em eletroduto de aço rígido revestido de concreto ou banco de eletrodutos, sujeito à revisão e aprovação da ER.GP.

Nos pontos de cruzamento da estrada e nos pontos de viragem do percurso, deverá ser prevista uma câmara de visita de dimensões adequadas para facilitar a remoção dos cabos, conforme necessário. A localização do eletroduto estará sujeita à aprovação da ITAIPU Binacional.

Para eletrodutos embutidos ou diretamente enterrados, as seguintes considerações gerais devem ser seguidas:

- Fixação antes da concretagem (para dutos embutidos).

- Deve seguir a rota mais direta possível com o maior raio de curvatura possível.
- Em lajes de concreto estrutural, deve-se instalar no mínimo 2 polegadas do eletroduto até as bordas da laje, se aplicável.

As juntas devem ser fabricadas com acoplamentos e uniões aprovados para garantir um sistema eletricamente contínuo e à prova de umidade, de acordo com a seção 3.3.

Do lado da drenagem, as bolsas nas condutas serão evitadas tanto quanto possível, proporcionando ligações adequadas em pontos baixos da conduta exposta, onde a bolsa não pode ser evitada. Não são permitidos furos de drenagem.

No que diz referente às curvas, não são permitidas mais de duas (2) curvas de 90 graus entre os pontos de tração, sujeitas à revisão e aprovação da ER.GP de acordo com cada plano correspondente.

Para cortes e roscas em campo, procedimentos específicos devem ser seguidos, como cortar as extremidades do eletroduto em esquadro com uma serra elétrica, alargar as bordas para remover rebarbas e arestas vivas e garantir que as roscas cortadas em campo tenham o mesmo comprimento efetivo e dimensões de rosca e cone do que as roscas cortadas na fábrica. Além disso, uma camada protetora de tinta conforme especificado deve ser aplicada nos dutos onde a camada protetora estiver danificada.

Em relação aos suportes para os dutos, deverão ser seguidas as seguintes orientações:

- Suportes ou fixadores: Fornecer em cada cotovelo e no final de cada trecho reto que termina em caixa ou quadro. Fixações rígidas a uma distância máxima de 1,5 m na horizontal e 1,5 m na vertical; suportes ajustáveis espaçados no máximo 1,5 m.
- Grampos: Use tiras de ferro maleável galvanizado com furo único, abraçadeiras de viga ou outro dispositivo aprovado com pinos de expansão.
- Espaçadores: Siga as instruções do fabricante para eletrodutos de PVC.

O eletroduto deve ser instalado estritamente de acordo com os requisitos da NEC e dos regulamentos de baixa tensão da ANDE. O espaçamento e fixação dos suportes deverão seguir as orientações abaixo:

- Para eletrodutos de 13mm a 32mm, a distância máxima entre suportes será de 1,5m.
- Para eletrodutos de até 38 mm, a distância máxima entre suportes será de 3,0 m.

As braçadeiras do eletroduto devem ser aparafusadas à construção, em materiais que permitam a utilização de furos perfurados e roscados. Os canais de suporte para três ou mais eletrodutos devem ser soldados ao aço de construção, se possível, ou aparafusados usando furos perfurados e roscados. As abraçadeiras, eletrodutos e eletrocalhas devem atender às definições da Seção 3.3.2. “Workstatement”, conforme aprovado pela Fiscalização da ER.GP da IB.

Para dutos flexíveis estanques a líquidos, as inserções não devem exceder 750 mm de comprimento. As inserções de duto flexíveis devem ser instaladas em todos os dutos suportados por aço estrutural e estruturas sujeitas a vibração ou expansão térmica. Isto inclui locais onde o eletroduto entra apoiado em aço de construção. Além disso, inserções de dutos flexíveis devem ser consideradas em longos percursos, onde podem ser esperados problemas de expansão térmica. O eletroduto flexível deve ser instalado próximo a todos os equipamentos e dispositivos que se deslocem em relação ao eletroduto de alimentação devido à vibração, funcionamento normal do mecanismo ou dilatação térmica, conforme detalhado na seção 3.3.

3.8.4.4. Sistema de Aterramento

O trabalho de instalação deve estar em conformidade com a norma IEEE No. 80 “Guia de segurança para aterramento de subestações de corrente alternada”, as correspondentes regulamentações ANDE e normas INTN/ABNT e os seguintes requisitos:

- Deve ser realizado um estudo da malha de aterramento para determinar a bitola do cabo a ser utilizado e a profundidade do condutor. Estes parâmetros dependerão da resistividade do terreno e deverão estar de acordo com a norma IEEE 80.
- A eletrocalha na calha subterrânea deve ser aterrada a cada 20,0 m ao máximo.
- Todas as peças metálicas, como a estrutura e a eletrocalha de cabos, devem ser aterradas por método exotérmico.
- Todos os postes de CCTV devem ser conectados à terra, utilizando a haste de aterramento pelo método exotérmico ou tipo parafusado.

Todo o sistema de aterramento deverá ser submetido pela Contratada para análise e aprovação da ITAIPU Binacional conforme Seção 3.3.2. “Workstatement”

3.8.4.5. Quadros de distribuição e cubículos elétricos

Todos os painéis serão instalados de forma que o topo do painel não ultrapasse 2,4 metros do nível do solo ou do ponto de nivelamento final. Será realizada uma verificação exaustiva da capacidade de vedação (capacidade de evitar que elementos externos penetrem no interior de uma peça, circuito ou cabine, sejam fluidos, partículas ou ar) em todas os quadros e painéis externos antes e depois da instalação. Caso sejam identificados problemas ou possibilidade de infiltração de água no interior do painel, será executado um protocolo de correção ou substituição. A instalação dos quadros seguirá rigorosamente as orientações estabelecidas nos seguintes documentos normativos.

3.8.4.5.1. Armários

Os gabinetes devem estar nivelados e fixados com segurança à superfície de montagem, usando todos os orifícios de montagem fornecidos nos gabinetes. As superfícies de montagem serão ajustadas conforme necessário para manter os gabinetes na posição vertical.

3.8.4.5.2. Interior do painel

Cada gabinete deve ser instalado com conexão de eletroduto e cabos de extensão antes da instalação do interior do painel. O interior de cada painel será cuidadosamente inspecionado e todas as conexões apertadas. O interior do painel deve ser montado seguindo todas as disposições de montagem do fabricante. O interior da placa do painel será então conectado, com os cabos firmemente presos nos terminais fornecidos e comprimentos de cabos desnecessários eliminados. A fiação deve estar organizada. Uma face pesada de papelão ou painel de madeira será fixada temporariamente na frente do quadro para proteger o interior contra sujeira ou danos até que a face metálica permanente seja instalada.

3.8.4.5.3. Face de painel

Cada face de painel será meticulosamente encaixada e alinhada até que suas bordas fiquem paralelas ao interior do painel e às linhas de construção e, em seguida, fixadas com segurança com os fixadores fornecidos. Um diagrama de circuito será cuidadosamente feito em papel grosso, que será laminado ou plastificado. Posteriormente, o diagrama será fixado na parte interna da porta do painel. O diagrama será preenchido de forma precisa e ordenada para facilitar a localização imediata dos

dispositivos de proteção que controlam o circuito. Da mesma forma, as cargas em cada circuito derivado serão registradas de forma precisa e concisa. Os diagramas deverão ser revisados e aprovados conforme Seção 3.3.2. “Workstatement”

3.9. ITEM 70: COMISSIONAMENTO

3.9.1. Introdução

Este item inclui testes e ensaios gerais, testes de qualidade dos equipamentos, colocação em operação e testes desempenho da geração fotovoltaica da USF.

Uma vez realizados todos os testes, a documentação correspondente será apresentada para análise e aprovação da ER.GP. Para atender esta seção, a usina deve estar em ótimas condições de operação, injetando energia no ponto indicado, de acordo com as Especificações Técnicas.

A Contratada deverá submeter à ITAIPU Binacional para análise e aprovação um programa detalhado de testes de comissionamento, detalhando os procedimentos e a duração de cada teste.

Faz parte desta seção a apresentação da documentação correspondente ao Item 4.2 “Programa de Garantia”.

3.9.2. Observações gerais sobre testes

A Contratada é responsável, por sua própria conta e risco, por todas as atividades necessárias e suficientes para a conclusão do Comissionamento.

A ITAIPU Binacional deverá ser avisada com antecedência mínima de 4 (quatro) dias úteis do início de cada teste, para que se julgar oportuno esteja presente no momento de sua execução. Para aqueles procedimentos cujas tarefas sejam realizadas continuamente durante a execução do projeto, não será necessária a notificação de quatro (4) dias úteis acima definida.

Antes do seu início, a Contratada fornecerá um cronograma aproximado das datas para a realização dos testes.

O resultado de todos os testes, bem como o relatório explicativo dos mesmos, será entregue em papel e em formato digital para a fiscalização da ER.GP da IB para análise, verificação e aprovação.

- Responsabilidade pelos testes

A Contratada terá total responsabilidade pelos testes descritos nestas especificações técnicas (ligações, teste sob carga, etc). Todos os equipamentos de teste serão fornecidos e utilizados no local pela Contratada com certificados de teste e calibração.

3.9.2.1. Documentos antes dos testes

A Contratada entregará à ITAIPU Binacional para análise e aprovação, a relação dos testes a serem realizados e todos os documentos necessários, no mínimo 30 dias antes dos testes (arquivos eletrônicos MS Word, MS Excel, PDF, etc.):

- Para material de teste: lista detalhada de materiais com descrição técnica.
- Para equipamentos, sistemas, obras ou partes de obras: Manuais completos de operação e manutenção, que deverão conter descrição detalhada com imagens, figuras, gráficos e desenhos relacionados para permitir à ITAIPU Binacional operar, manter, desmontar, remontar e ajustar todas as partes dos o equipamento/sistema, com descrição técnica das principais partes do equipamento, sistema, obra ou parte da obra
- Cronogramas de testes.
- Critérios de aceitação do teste (APROVADO/REPROVADO).
- Um programa ou procedimento de teste, manual de comissionamento, listas de verificação, listando e descrevendo detalhadamente os diferentes locais e testes a serem realizados, incluindo uma lista de verificação e procedimentos/listas de verificação para testes e padrões de aceitação.
- Lista detalhada dos instrumentos e equipamentos a serem utilizados durante os Testes, com descrição técnica destes equipamentos, principalmente com a precisão dos instrumentos e dos métodos aplicados. Uma descrição do arranjo de teste (se aplicável), incluindo quaisquer conexões especiais necessárias para o teste.

3.9.2.2. Certificado dos testes

Os certificados dos testes concluídos com êxito serão enviados pela Contratada à ITAIPU Binacional, de acordo com as normas e práticas de engenharia aplicáveis. Os certificados de testes deverão ser previamente aprovados pela ITAIPU Binacional. A aprovação pela ITAIPU Binacional não exime a Contratada de sua total responsabilidade e obrigações relativas ao cumprimento do objeto do empreendimento.

3.9.2.3. Custos de testes

Todos os custos diretos e indiretos relacionados ou necessários para testes e comissionamento serão suportados pela Contratada.

3.9.3. Testes de qualidade de equipamentos

A Contratada deverá realizar testes e controles durante a montagem, instalação e comissionamento dos subsistemas, conforme aplicável.

Para recebimento em campo, estes subsistemas deverão ser instalados em seu local definitivo conforme Seção 3.3.2. “Workstatement”, devendo a Contratada ter entregue aquela parte da documentação que estava pendente.

A organização e realização dos testes serão de responsabilidade da Contratada. Contudo, a ITAIPU Binacional poderá solicitar testes adicionais se julgar conveniente, os quais serão por conta da Contratada. Esses testes adicionais serão informados à Contratada na revisão do programa detalhado que deverá ser submetido à ITAIPU Binacional para revisão e aprovação.

Os testes somente serão válidos se tiverem sido realizados na presença da ITAIPU Binacional, salvo se outra disposição nesse sentido for autorizada, por escrito, pela Fiscalização da ER.GP da IB.

O disposto nesta seção deverá ser aplicado pela Contratada na realização de testes, ajustes e recepção final em obra de todos os equipamentos e instalações que fazem parte destas Especificações Técnicas.

A Contratada deverá especificar, programar e coordenar as atividades do processo de testes e comissionamento em campo do sistema, subsistema ou equipamento e qualquer outra instalação que inclua o que está especificado neste documento.

A Contratada deverá dispor de todos os elementos, materiais, instrumentos e equipamentos de ensaio necessários à realização dos mesmos, às adaptações aos diversos equipamentos e ao comissionamento das instalações.

Para cada ensaio realizado pela Contratada em campo, a mesma deverá emitir relatório ou protocolo contendo no mínimo as seguintes informações:

- Tipo de teste.
- Identificação do equipamento em teste.
- Resultados obtidos, incluindo descrições das falhas ocorridas.
- Descrição das intervenções, correções, modificações e reparos realizados nos equipamentos.

- Uma declaração de que o equipamento em teste atendeu aos requisitos solicitados.

3.9.3.1. Equipamentos e sistemas a serem testados

Os requisitos mínimos para equipamentos e sistemas serão testados da seguinte forma:

- Sistema fotovoltaico.
- Inspeccionar todos os painéis fotovoltaicos quanto a trincas, sujeira, estabilidade de fixação, entre outros.
- Inspeccionar toda a fiação dos painéis fotovoltaicos em tubulações, eletrodutos, suportes de cabos, entre outros, de acordo com as normas aplicáveis.
- Inspeção e ajuste das conexões dos circuitos de corrente contínua e alternada, e das linhas dos correspondentes sistemas de comunicação.
- Curvas I-V.
- Integridade da conexão do módulo fotovoltaico.
- Teste de funcionamento da caixa string (se aplicável).
- Inversor fotovoltaico.
- Verificação do correto funcionamento, inspeção e adequação dos equipamentos aos geradores de energia solar fotovoltaica.
- Todos os botões, terminais, ventilador de resfriamento, capô (se aplicável), entre outros, devem funcionar em ótimas condições.
- Teste de operação
 - Função de suporte de rede de comunicação.
 - IHM local.
 - Interface de hardware.
 - Comunicação Serial.
- Teste para atendimento aos requisitos da ITAIPU Binacional.
- Configuração dos equipamentos de comunicação com a instalação fotovoltaica.
- Verificação do correto funcionamento, instalação e ajuste dos equipamentos de comunicação aos módulos, conexão de rede e inversores.
- Configuração via conexão Ethernet, analógica ou GSM.
- Equipamentos e sistemas elétricos.

Os equipamentos elétricos devem ser testados, verificados e calibrados. O sistema elétrico será testado para atender às exigências da ITAIPU Binacional. Os testes incluirão, mas não estarão limitados ao seguinte:

- Teste de resistência CA somente para chaves de 23kV e cabos de MT.
- Teste de relés, medidores e transdutores.

- Sistema e software de CCTV.
- Teste de sistemas de medição.
- Testes de isolamento de transformador e grupo vetorial.
- Testes de Sistemas de Instrumentação, Controle e Monitoramento.
- Testes Funcionais da Estação Meteorológica, software de aplicação e medição.
- Testes de hardware.
- Testes de comunicação e interface.
- Testes de circuito fechado.
- Testes de funcionalidade.
 - Controle de rede, resposta do sistema, velocidade e funções de interface.
 - Telas gráficas da IHM.
 - Alarme.
 - Gerações de Energia, Relação de Desempenho.
 - Controle remoto e supervisão.
 - Curvas I-V.
- Testes de comunicação e sistema PCL.
- Testes de interface e sistema.
- Teste para atendimento aos requisitos da ITAIPU Binacional.
- Inspeção do sistema de flutuação e amarração.
- Inspeção visual.
- Teste de tração.

3.9.4. Comissionamento

Os testes necessários à colocação em operação que serão realizados antes da aceitação provisória do projeto estão descritos a seguir. Esses testes serão realizados na seguinte sequência:

- Testes de funcionalidade.
- Testes de operação contínua.

Esses testes serão realizados presencialmente e com programação prévia acordada com a ITAIPU Binacional.

3.9.4.1. Testes de funcionalidade

Os seguintes testes serão realizados para o teste de colocação em operação:

Parte 1 – Inspeção Visual.

Parte 2 - Medição da resistência efetiva de aterramento.

Parte 3 – Teste de continuidade.

Parte 4 – Teste de polaridade.

Parte 5 - Medição da Curva I-V de cada string.

Parte 6 – Verificação dos inversores antes e depois da conexão.

Parte 7 - Teste em fiação de baixa tensão.

Parte 8 - Teste em fiação de média tensão.

Parte 9 - Termografia infravermelha.

Parte 10 - Verificação dos sistemas de controle e monitoramento da usina Fotovoltaica.

Parte 11 – Testes em transformadores.

Parte 12- Testes em sala de controle.

Parte 13 – Verificação de estudos de qualidade de energia, curto-circuito e injeção de harmônicos na rede.

A inspeção deve ser realizada em todos os componentes da usina. Ela se concentrará nas seguintes categorias principais:

- Parte 1 – Inspeção Visual.
 - Módulos fotovoltaicos.
 - Estrutura de suporte flutuante.
 - Fiação.
 - Equipamentos elétricos que não sejam módulos fotovoltaicos.
 - Estações meteorológicas (se aplicável), equipamentos de segurança e vigilância.
 - O objetivo da inspeção visual dos referidos equipamentos é identificar e corrigir falhas observadas durante a fase de instalação (por exemplo, mau posicionamento, identificação/rotulagem incorreta de cabos, conexões incorretas, solidez da estrutura de montagem).
- Parte 2 – Medição da resistência efetiva de aterramento

A medição da resistência à terra é realizada para garantir que não haja corrente de fuga à terra proveniente da usina. Isto pode ser determinado medindo a resistência entre a terra e o componente elétrico com um multímetro de alta precisão ou equipamento similar. Os critérios detalhados do procedimento de medição e aceitação do ensaio deverão ser descritos pela Contratada.

- Parte 3 – Testes de Continuidade

A continuidade dos condutores de proteção ou conexão onde instalados será verificada na parte de corrente contínua. Será realizado um teste de continuidade elétrica na junção da estrutura, em todos os condutores e na ligação do ponto de aterramento.

- Parte 4 – Testes de Polaridade

A polaridade dos cabos de corrente contínua será verificada utilizando um aparelho de teste adequado. Uma vez confirmada a polaridade, os cabos serão verificados mais uma vez para garantir a sua correta etiquetagem de identificação e a sua correta ligação aos diferentes dispositivos do sistema, como o dispositivo de proteção, caixas de string ou inversor.

- Parte 5 – Medição da curva I-V de cada string

O comportamento operacional de uma string pode ser descrito usando as características da curva I-V. Qualquer desvio das características ideais (de acordo com a planilha de dados do fabricante do módulo) representa uma estimativa aproximada de perdas. Um instrumento de medição apropriado equivalente a um PVPM1000C será usado para medir a curva I-V da string.

Para medir a curva I-V com a maior precisão possível, o plano de irradiação deve ser superior a 500 W/m². Durante a medição da string, ele será conectado apenas ao dispositivo de medição da curva I-V. Os seguintes parâmetros de string serão medidos; Pmp, Vmp, Imp, Voc, Isc, TMOD, Plano de irradiação, Rs e Rp. Esses parâmetros, principalmente Voc, Isc, Imo, Vmp e Pmp, serão traduzidos para o STC e o resultado será comparado com os dados técnicos do fabricante do módulo.

Esta medição também será usada para comparar a tensão e a corrente de strings que estão conectadas à mesma caixa de string. A medição da tensão da referida string e a comparação da corrente são realizadas sob condições de irradiação estáveis. Para aqueles sistemas com múltiplas cadeias idênticas e onde as condições de irradiação não são estáveis, as tensões e correntes entre as cadeias serão comparadas. Esses valores devem ser iguais; normalmente dentro de uma faixa de 5% para condições de irradiação estáveis.

Adicionalmente, serão realizados testes e ensaios, pela Contratada, de pelo menos 10 módulos fotovoltaicos retirados aleatoriamente da Usina Solar Fotovoltaica Flutuante, em laboratório de reconhecida experiência, para verificar as características técnicas garantidas pelo fabricante e o desempenho ao longo do tempo.

- Parte 6 – Verificação dos inversores antes e depois da conexão

O inversor deve ser testado de acordo com as especificações do fabricante e seu protocolo de teste. A medição inclui principalmente a instalação e conexão de

dispositivos de proteção, a funcionalidade dos componentes, equipamentos anti-ilha, medição de resistência de isolamento, medições de tensão e corrente CC e CA, etc. Todos os testes e medições devem atender aos requisitos definidos no protocolo de teste do fabricante ou nas especificações dos inversores.

- Parte 7 – Testes em fiação de baixa tensão (Teste Megger)

O teste de cabos de baixa tensão é feito com um testador Megger. A unidade de teste é usada para testar todos os equipamentos de baixa tensão monofásicos ou trifásicos. A operação será realizada de acordo com a norma IEC 61557 “Segurança elétrica em redes de distribuição de baixa tensão até 1500 V CA e 1500 V CC.: Equipamento para testar, medir ou monitorar medidas de proteção”

O principal pré-requisito para este teste é o isolamento de todos os equipamentos elétricos, incluindo o inversor. Antes do teste Megger, cada condutor será verificado quanto à continuidade. Cada condutor deve ser verificado quanto ao isolamento. Dependendo da tensão do sistema, será aplicada uma tensão CC de uma certa amplitude (normalmente entre 250 - 1500V). Durante a medição, a resistência de isolamento do condutor será calculada ou medida e comparada com a exigida. Para circuitos de corrente alternada, a medição da resistência do circuito será realizada entre terra e fase, fase e neutro, e entre fases. Os critérios de aceitação e metodologia de medição detalhada deverão ser descritos pela Contratada no protocolo de testes.

- Parte 8 – Testes em fiação de média tensão

Os testes dos cabos de média tensão serão realizados por pessoal especializado e com equipamento adequado. O principal objetivo deste teste é garantir a operação segura da usina. Pelo menos o seguinte teste deve ser realizado: Teste de blindagem usando tensão CC apropriada de acordo com IEC 60502-2 e teste dielétrico usando alta tensão de frequência muito baixa. A descrição detalhada da metodologia e critérios para o teste de aceitação deverá ser definida pela Contratada no protocolo correspondente antes do teste de inspeção, verificação e aprovação para a colocação em operação do Projeto.

- Parte 9 – Termografia Infravermelha

A termografia infravermelha envolve a inspeção de módulos fotovoltaicos a fim de identificar possíveis pontos de aumento de temperatura que possam levar a um defeito no módulo para seu funcionamento a longo prazo. O teste deverá ser realizado durante o dia, quando a irradiação no plano do módulo for superior a 500 W/m². Também é prática comum para inspeção, verificação e testes de aprovação de colocação em operação de projeto que a termografia infravermelha seja realizada apenas nos casos

em que as medições de IV indicam um desvio da curva de IV esperada do módulo fotovoltaico escolhido.

- Parte 10 - Verificação dos sistemas de controle e monitoramento da usina Fotovoltaica

As usinas fotovoltaicas em geral consistem em um sistema de monitoramento que, por meio de equipamentos de medição e registros de softwares e parâmetros técnicos de operação da usina, avalia o desempenho da usina. Além disso, o sistema serve como conexão com o sistema de segurança, como o sistema de vigilância com alarmes e câmeras.

Durante o teste será realizada a verificação da interligação adequada, monitoramento e registro de todos os sinais físicos. Se disponível, será verificada a funcionalidade da conexão ao sistema de monitoramento via Ethernet ou conexão remota à Internet. Todos os parâmetros de configuração de alarmes, notificações de status e eventos de operação da usina serão verificados. Além disso, a conexão e o correto funcionamento do sistema de segurança, como câmeras ou alarmes, devem ser revisados e verificados.

- Parte 11 – Teste de Transformador

A inspeção visual do transformador e da conexão deve ser verificada e verificada durante o teste de comissionamento e os certificados de testes de rotina do transformador devem ser verificados de acordo com os padrões aplicáveis.

Testes de rotina do transformador elétrico são realizados antes da entrega. Esses testes são realizados pelo fabricante de acordo com os protocolos aplicáveis para o modelo específico do transformador conforme definido na IEC60076. A Contratada deverá apresentar documento com o resultado do referido teste para o teste de inspeção, verificação e aprovação para a colocação em operação do Projeto.

- Parte 12 – Testes na sala de controle
 - Durante estes testes serão realizados testes do sinal de alarme, inspeção visual e verificação de sua correta instalação.
 - Organização de equipes de trabalho (lista de pessoas e locais).
 - Verificação dos componentes.
 - Verificação de esquemas de proteção e controle, telecomunicações.
 - Sequência de energização de linhas e equipamentos.
- Parte 13 – Verificação de estudos de qualidade de energia, curto-circuito e injeção de harmônicos na rede.

A Contratada realizará os testes necessários para verificar os estudos e estimativas geradas em decorrência da Seção 3.3.2 “Workstatement”, Ponto 8, Letra b “Estudos de

qualidade de energia, curto-circuito, fluxo de carga e injeção de harmônicos no sistema da rede elétrica”.

3.9.4.2. Testes de operação contínua

O objetivo dos testes de operação contínua é garantir, por um determinado período, que a Usina Solar Flutuante opere de forma automática e correta com conexão às instalações da ITAIPU Binacional para atender às necessidades de consumo da Área Prioritária da Margem Direita (MD) em situações normais e de emergência devido à perda instantânea de carga.

Esses testes serão realizados para verificar a confiabilidade da usina em diversas condições meteorológicas e cargas elétricas, entre outras.

Nos testes de operação contínua, a usina solar flutuante deverá operar por pelo menos 30 (trinta) dias ininterruptos sem qualquer mau funcionamento ou dano.

Se o mau funcionamento for causado por qualquer parte do equipamento fornecido pela Contratada, o teste de operação contínua será suspenso e a Contratada, às suas custas, corrigirá imediatamente o equipamento para que fique em boas condições, em seguida testará novamente e realizará o teste de operação contínua da usina solar flutuante por pelo menos 30 (trinta) dias corridos a partir da data em que o equipamento foi corrigido.

Em caso de qualquer falha do sistema elétrico durante o período de teste da usina solar flutuante, os testes de operação contínua serão mantidos em espera até que o sistema elétrico da rede opere em condições normais, e o teste de operação contínua continuará dali em diante.

A Contratada operará a usina solar flutuante e registrará os valores de geração e operação da usina em um formato que deverá ser submetido à consideração e análise da Fiscalização da ER.GP como parte da Seção 3.9.2 destas Especificações Técnicas. Todos os dados dos testes serão registrados pela Contratada e será fornecido relatório em formato de arquivos eletrônicos e MS Excel ou similar para a respectiva análise e aprovação da ITAIPU Binacional. O referido relatório está sujeito a complementações e modificações que serão sugeridas pela Fiscalização da ER.GP.

A Contratada deverá fornecer procedimentos para testes contínuos de operação e pessoal/equipamento para as obras, e garantir que os serviços serão executados por pessoal qualificado. O procedimento e o pessoal a ser utilizado deverão ser revisados e aprovados pela ITAIPU Binacional, a fim de controlar todos os aspectos da energização da rede elétrica.

Os procedimentos para testes de operação contínua serão contemplados na Seção 3.9.2.1 “Documentos antes dos testes” destas especificações técnicas.

3.9.5. Teste de desempenho

3.9.5.1. Coeficiente de desempenho

A contratada deverá garantir o coeficiente de desempenho (PR) da usina conforme especificado na IEC 61724 em testes de desempenho. O garantido está especificado na tabela a seguir:

Tabela 18. PR garantido em CA.

	PR Garantido
Teste de Índice de Desempenho (PR)	≥ 80.0%

O coeficiente de desempenho (PR) é definido como: Razão entre a energia produzida pela usina em relação à energia que teria sido produzida se o sistema tivesse funcionado sob suas condições padrão de teste (STC).

A Capacidade Instalada Proposta deverá ser maior ou igual a 1 MWp, conforme aqui definido.

Medidores de dados independentes serão utilizados para registrar dados do piranômetro (devidamente calibrado por órgão independente) e do medidor de potência durante o período de teste de desempenho, com resolução suficiente para fornecer um registro sincronizado de intervalos de tempo de um minuto, como backup em caso de falhas de comunicação.

- Força elétrica em CA.
 - A força elétrica líquida, em corrente alternada, será medida em unidades de kWh com base na leitura de um medidor em tempo real baseado em medições da energia total acumulada no cubículo de média tensão (23 kV), em uma base de 24 (vinte e quatro) horas para o período de teste.
- Irradiação solar.
 - A irradiação solar na usina será medida em unidades de kWh/m² utilizando 1 (um) piranômetro no plano dos módulos que atenda à norma secundária da ISO 90601 que possua certificado de calibração válido durante o período de teste. O sistema de monitoramento será utilizado para gerar relatórios diários no formato de relatórios de visualização de flash e dados MS Excel ou similares a partir das medições do piranômetro,

incluindo a irradiação solar acumulada em cada período de 1 (um) minuto ou qualquer período necessário.

3.9.5.2. Saída de potência líquida

A Contratada garantirá a potência líquida de saída (MWac) da usina conforme especificado na tabela a seguir:

Tabela 19. Potência líquida garantida.

	Potência líquida garantida
Cálculo	$\geq 0,85$ MWac

A potência líquida de saída é definida como a quantidade de energia que a usina solar flutuante fornece à rede, medida em corrente alternada (MWac), depois de levar em conta todas as perdas internas do sistema, como perdas na conversão de corrente contínua para corrente alternada, bem como perdas em transformadores e outros equipamentos.

O PR medido e a capacidade instalada proposta referem-se aos valores definidos na seção 3.9.5.1.

3.9.5.3. Verificação do desempenho da usina

O objetivo desta medição é verificar se a usina está produzindo a quantidade estimada de energia, conforme será definido na Seção 3.3. Os valores de garantia técnica da Contratada podem ser o PR ou o desempenho energético da Usina. Antes do processo de medição, a usina deverá estar tecnicamente 100% disponível, conforme indicação da Fiscalização da ER.GP. O período de medição será de (30) dias.

A Contratada deverá acordar com a ITAIPU Binacional um protocolo de testes detalhado de acordo com o contrato e normas aplicáveis antes da data programada dos testes de verificação de desempenho. Para que o teste comece, a usina deve atender com sucesso aos requisitos estabelecidos na Seção 3.9.4. Após a conclusão da medição, todos os dados, cálculos e avaliações de resultados relevantes serão fornecidos à ITAIPU Binacional.

Os seguintes parâmetros técnicos são necessários para testes de desempenho:

- Saída de energia CA no ponto de fornecimento de energia [kWh] (posto de distribuição existente, Sala de Cubículos).
- Irradiação solar global no plano do gerador [kWh/m²].

- Temperatura do módulo [°C], com incerteza de medição de até ± 1 °C.
- Produção de energia de cada um dos inversores e globalmente em [kWh].
- Temperatura ambiente [°C], com precisão de medição de ± 1 °C.
- Velocidade do vento [m/s] a uma altura de 10 m.
- Os parâmetros citados deverão ser registrados em sistema de monitoramento de dados com intervalo de armazenamento de no mínimo 5 minutos.

O valor que deverá ser garantido será o rendimento ou Performance Ratio da instalação (PR) considerando as seguintes perdas:

- Perdas por temperatura do módulo.
- Perdas devido a poeira e sujeira.
- Perdas por irradiação.
- Perdas por incompatibilidade e não uniformidade de parâmetros.
- Perdas devido a sombras e obstáculos.
- Perdas por desempenho de conversão CC/CA.
- Perdas elétricas ôhmicas de CA dos inversores para o medidor de média tensão.
- Perdas elétricas ôhmicas CC dos painéis para os inversores.
- Disponibilidade da usina.

A Contratada elaborará um relatório destacando se os requisitos estabelecidos foram ou não excedidos. Este relatório refletirá todos os resultados dos procedimentos seguidos, bem como a sua análise, sujeita a revisão e aprovação pela Fiscalização da ER.GP.

3.10. ITEM 80: ASSISTÊNCIA TÉCNICA PARA O&M E ACEITAÇÃO FINAL

3.10.1. Introdução

Este item inclui tarefas de Operação e Manutenção (O&M), divididas em manutenção preventiva e corretiva, testes de aceitação e a documentação final do projeto conhecida como documentação 'As Built' da USF.

A Contratada deverá submeter à ITAIPU Binacional para revisão e aprovação o programa detalhado de tarefas de Operação e Manutenção, com detalhamento dos procedimentos e duração de cada tarefa, contido em Plano e Manual de O&M da USF.

Por sua vez, a Contratada será responsável pelo cumprimento de todos os testes de aceitação final e pela preparação da documentação final do projeto 'As Built'.

3.10.2. Condições de Assistência Técnica à Operação e Manutenção (O&M)

A Contratada auxiliará na Operação e Manutenção (O&M) da USF por 180 (cento e oitenta) dias corridos, período que se inicia com a aprovação do item 70 pela Fiscalização da ER.GP.

Da mesma forma, a Contratada apresentará o detalhamento dos preços dos serviços de Operação e Manutenção (O&M) da USF.

A Contratada deverá fornecer um Plano e Manual de O&M (PMOM) para toda a USF, detalhando as tarefas de manutenção preventiva e corretiva, sua frequência e as ações necessárias. Este PMOM será revisado e, se for o caso, aprimorado durante o período de execução deste processo e a versão final será entregue à ITAIPU Binacional. A termografia será realizada nos horários de pico de geração.

O Plano de Manutenção deve incorporar detalhes sobre os elementos de proteção individual que serão utilizados pelo pessoal responsável pela operação e manutenção, juntamente com uma análise dos modos de falha e efeitos nos principais equipamentos do sistema.

A Contratada deverá garantir que o PMOM cumpra com as Especificações Técnicas e os correspondentes manuais dos fabricantes dos principais equipamentos (módulos, inversores, flutuadores, sistema de amarração e ancoragem, fiação, transformadores, equipamentos de média tensão, etc.).

Adicionalmente, a Contratada elaborará uma proposta de inventário (lista) de peças sobressalentes destinadas ao período de garantia, complementada com Anexos de Preços, Quantidades e Detalhes Técnicos. Este inventário incluirá as peças de reposição essenciais conforme recomendações dos fabricantes para garantir o efetivo funcionamento da usina, por um período de 2 (dois) anos.

Essa assistência destacará a importância da formação e educação técnica para transferir conhecimento para aqueles que assumirão funções permanentes na USF pela ITAIPU Binacional. Portanto, o ITEM 4.1 “TRANSFERÊNCIA DE CONHECIMENTO” deve ser considerado como parte deste item.

As manobras que serão realizadas no âmbito de O&M deverão ser coordenadas e executadas sob supervisão e responsabilidade exclusiva da Contratada durante este período.

3.10.3. Manutenção Preventiva

A manutenção preventiva geralmente cobrirá, mas não está limitada a, as atividades detalhadas na Tabela 20.

Tabela 20. Índice de atividades de manutenção da usina, monitoramento e periodicidade.

Atividades de manutenção da Usina Fotovoltaica Flutuante		D	M	T M	SM	A
A	Módulos fotovoltaicos, estrutura de suporte e flutuadores					
A1	Inspeção abrangente de campo fotovoltaico				X	
A2	Limpeza de painéis (mínimo 2 vezes no Período de Operação)			X		
A3	Verificação das conexões e a fiação				X	
A4	Revisão da estrutura de flutuação, conexões e verificação de eventuais casos de corrosão, fissuramento, deformações plásticas, etc.			X		
A5	Inspeção termográfica de 100% dos módulos fotovoltaicos e suas conexões				X	
A6	Curvas I-V nos 5% dos módulos com piores resultados em termografia					X
A7	Inspeção e limpeza da estrutura de suporte (Remoção de ninhos, teias de aranha, eliminação de detritos flutuantes ou outros)			X		
B	Centro de Transformação e Linha de Transmissão ao PD					
B1	Inspeção geral e verificação				X	
B2	Inspeção, limpeza, lubrificação de disjuntores e dispositivos					X
B3	Pressão do gás nos disjuntores					X
B4	Revisão de segurança de dispositivos e isolamento					X
B5	Rede de aterramento					X

Atividades de manutenção da Usina Fotovoltaica Flutuante		D	M	T M	SM	A
B6	Inspeção termográfica de transformadores, conexões de potência e conectores de sistemas de controle e caixas de conexão				X	
C	Inversores					
C1	Manutenção Preventiva conforme manual do fabricante (mínimo uma por ano), frequências intermediárias são avaliadas como positivas.	-*				X
C2	Inspeção visual de peças (funcionamento de placas antipânico, fechamento hermético de portas, verificação de integridade de pisos, luminárias, ventilação, integridade de parafusos e limpeza de filtros e peças)				X	
C3	Inspeção termográfica de inversores e suas conexões de potência					X
D	Sistema Anti-Incêndio					
D1	Revisão de extintores e certificação de validade perante o corpo de bombeiros.					X
D2	Funcionalidade do sistema de segurança					X
E	Rede de Aterramento e Fiação de Baixa Tensão					
E1	Inspeção, revisão de conexões e medição de aterramento				X	
E2	Verificação do estado da fiação e dos conectores				X	
E3	Verificação do isolamento de aterramento					X
E4	Medição de resistência de aterramento e continuidade					X
F	Contador, Caixa de Strings e Quadros de Proteção					
F1	Inspeção, limpeza e revisão de conexões do contador				X	

Atividades de manutenção da Usina Fotovoltaica Flutuante		D	M	T M	SM	A
F2	Inspeção, limpeza e revisão de caixas e quadros				X	
F3	Revisão das conexões e fusíveis CC/CA				X	
F4	Verificação da configuração (calibração) das proteções				X	
G	Sistema de amarração e ancoragem (trabalho subaquático)					
G1	Inspeção do peso morto de concreto e ancoragem (anel)				X	
G2	Inspeção, manutenção e revisão de cabos de amarração (verificar corrosão, separação ou deterioração de fibras, etc.)			X		
G3	Inspeção, revisão do dispositivo flexível			X		
H	Obras Civas, Pré-fabricados, desmonte e Herbicidas					
H1	Desmatamento ou capina (de preferência manual) e aplicação de herbicida aprovado apenas se necessário			X		
H2	Supervisão física de rotina do terreno e da cerca		X			
H3	Revisão e limpeza do estado dos pré-fabricados			X		
H4	Revisão da ventilação e ar condicionado dos equipamentos			X		
H5	Eliminação de desperdícios causados pelo trabalho rotineiro		X			
H6	Manutenção da cerca perimetral e porta de acesso.					
H7	Controle de roedores e ninhos no solo			X		
H8	Revisão das caixas de inspeção (bueiros)		X			

Atividades de manutenção da Usina Fotovoltaica Flutuante		D	M	T M	SM	A
H9	Inspeção e remoção de material flutuante da área da usina	X				
I	Sistema de Controle e Comunicações					
I1	Revisão da estação meteorológica			X		
I2	Limpeza de células calibradas		X			
I3	Calibração de sensores de irradiação					X
I4	Revisão de conexões e quadros elétricos				X	
I5	Registro dos principais parâmetros da usina fornecidos pelo SCADA	X				
I6	Registro e revisão das condições climáticas (irradiância, temperatura do módulo)	X				
I7	Verificação do status do alarme	X				
I8	Controle do desempenho das instalações		X			
J	Espaço de equipamentos de controle e portaria					
J1	Limpeza geral	X	X			
J2	Verificação de partes e elementos constituintes (portas, dobradiças, condicionadores de ar, sistema de CCTV.)		X			
K	Relatórios					
K1	Relatório de relações públicas da usina		X			
K2	Relatório de disponibilidade da usina com justificativa dos valores de irradiância horária durante os períodos que a Contratada considera não imputáveis para efeito de cálculo		X			
K3	Relatório de relatório de incidentes		X			
K4	Relatório de manutenção preventiva				X	X

D: Indica o registro diário de dados no sistema de monitoramento.

M: Indica o registro mensal.

TM: Indica o registro trimestral na usina.

SM: Indica o registro semestral na usina.

A: Indica o registro anual na usina.

3.10.4. Manutenção corretiva

A assistência à manutenção corretiva abrange a supervisão de quebras e falhas nos componentes da USF causadas por desgastes e/ou quebras em condições normais de operação, de forma a garantir o bom funcionamento da usina ao longo de 180 (cento e oitenta) dias corridos.

A Contratada deverá garantir o correto acompanhamento de qualquer relato de falha ou desvio do funcionamento normal do sistema, pelo prazo de vigência deste item, para reportar a situação à ITAIPU Binacional, indicando o tipo de incidente e a proposta solução num período não superior a 24 horas, uma vez comunicada. Uma vez aceita a proposta de solução, será feita a correção e o correspondente relatório.

3.10.5. Testes de Aceitação Final

O Teste de Aceitação Final será realizado 15 (quinze) dias corridos antes do término do período de assistência para operação e manutenção (Período de O&M). A Contratada deverá garantir o Coeficiente de Desempenho (PR) ou Desempenho Energético da operação neste período (conforme Seção 3.9.5.1 “Coeficiente de Desempenho”).

O Teste de Aceitação Final será emitido quando atendidas as seguintes condições:

- 1) Nenhum problema (mecânico, eletrotécnico, controle e SCADA) é identificado durante a visita de inspeção final.
- 2) A lista de inspeção contém apenas pequenos problemas que devem ser resolvidos dentro de um prazo definido.
- 3) A usina passou com sucesso nos testes de desempenho inicial, intermediário e final durante a fase de operação e manutenção.
- 4) Todas as questões comerciais e reclamações relacionadas à construção ou período de garantia foram resolvidas.

Os Testes de Aceitação Final incluirão, no mínimo:

- Parte 1 – Inspeção visual.
- Parte 2 - Termografia infravermelha.
- Parte 3 – Verificação do desempenho da usina.
- Parte 4 – Disponibilidade da usina solar flutuante.

3.10.5.1. Disponibilidade de usina solar flutuante

O objetivo do teste deve ser verificar a disponibilidade e o cumprimento de requisitos funcionais e operacionais dos equipamentos, componentes e acessórios durante a operação normal, executando todas as funções definidas nestas Especificações Técnicas.

A taxa de disponibilidade do sistema deve ser de 100%.

A disponibilidade média é calculada por:

Disponibilidade = $[1 - (DT/TP)] \times 100\%$, onde:

DT = Tempo Fora de Serviço;

TP = Período de Teste.

O tempo de inatividade é definido como o tempo durante o qual uma ou mais falhas podem ocorrer. Devem ser definidos dois tipos de falhas:

- Falhas não impeditivas para operação normal do sistema: Quando o sistema pode continuar operando, tais como falhas de equipamentos, componentes e acessórios, deve ser considerada qualquer ocorrência anormal ou condição de operação dos sistemas e seus componentes e acessórios, tais como:
 - Defeitos internos nos equipamentos, componentes e acessórios especificados por meio de elementos de sinalização, além das falhas detectadas por auto-monitoramento de rotina e auto-diagnóstico.
 - Operações incorretas ou acidentais na operação dos equipamentos, componentes e acessórios do fornecimento.
 - Indisponibilidade da funcionalidade dos equipamentos, componentes e acessórios devido ao hardware ou software.
 - Problemas de montagem, instalação e operação identificados durante o período de teste.
- Falhas que impedem o funcionamento normal do sistema: Quando a falha impede ou inviabiliza o funcionamento do sistema.

O teste de disponibilidade deverá durar 90 (noventa) dias corridos a partir da conclusão das atividades de colocação em funcionamento dos equipamentos, componentes e acessórios, período que se inicia com a aprovação pela Fiscalização da ER.GP do item 70 “Comissionamento”. Para este fim, todos os testes de comissionamento devem ter sido concluídos de forma favorável e terem sido formalmente aceitos pela ITAIPU Binacional.

No caso de ocorrência de uma falha durante o teste de disponibilidade, o seguinte procedimento deve ser adotado:

- A ITAIPU Binacional deve notificar à CONTRATADA sobre da ocorrência mediante uma breve descrição da ocorrência.
- A CONTRATADA deve se apresentar no local da ocorrência dentro de 24 (vinte e quatro) horas a partir do recebimento da notificação emitida pela ITAIPU Binacional, e deve apresentar uma proposta de solução e submeter a mesma para aprovação da ITAIPU.
- A CONTRATADA deve tomar providências para correção do problema no prazo de 24 (vinte e quatro) horas após a notificação formal emitida pela ITAIPU Binacional e aprovação da solução proposta pela CONTRATADA.
- Após a correção da falha, em caso de falha impeditiva, iniciará mais um período de noventa (90) dias de teste de disponibilidade.
- Após a correção da falha, em caso de falha não impeditiva, o teste de disponibilidade irá continuar.
- O incumprimento por parte da CONTRATADA dos prazos especificados nos subitens anteriores pode resultar na rejeição pela ITAIPU Binacional dos equipamentos, componentes e acessórios fornecidos.

3.10.5.2. Cálculo do Tempo de Indisponibilidade

Para fins de cálculo da indisponibilidade, os seguintes períodos devem ser computados como sendo tempo fora de serviço:

- O tempo total, desde a falha do equipamento parte do fornecimento até o seu retorno à operação normal;
- Tempo fora de serviço devido a causas indeterminadas, que deve ser descontado se posteriormente comprova-se que for causado pela falha de um equipamento não incluso no fornecimento.

As falhas repetitivas podem levar à suspensão do período de teste. O teste só deve ser reiniciado após a correção da falha.

Os seguintes períodos não devem ser contados como tempo fora de serviço, ou serem descontados do tempo fora de serviço:

- Tempo fora de serviço causada por falha de um equipamento não incluído no fornecimento;

- Tempo gasto em viagem autorizado até o local e em preparativos para iniciar o diagnóstico da falha, pelo pessoal de manutenção da ITAIPU ou da CONTRATADA, sempre que não exceda de 24 (vinte e quatro) horas. O cálculo do tempo deve ser efetuado desde a primeira (1ª) hora elaborável após receber a autorização emitida pela ITAIPU;

3.10.6. Documentos finais do projeto conforme construído ("As-Built")

A documentação técnica da versão As Built deverá ser elaborada pela CONTRATADA e estar de acordo com os requisitos mínimos estabelecidos abaixo.

Eventuais alterações nos documentos deverão ser controladas durante o desenvolvimento do projeto. A edição final de todos os documentos da edição "As Built" será incorporada ao Dossiê Final.

O índice do Dossiê Final do Projeto, os procedimentos de execução e testes deverão ser entregues pela Contratada à ITAIPU Binacional para análise e aprovação.

Esses documentos deverão ser analisados e enviados pela Contratada no prazo máximo de 5 (cinco) dias úteis a partir do recebimento dos comentários feitos pela ITAIPU Binacional.

Após a conclusão, antes do fechamento do Contrato, deverá ser apresentado o Dossiê Final do Projeto (FPD), que incluirá no mínimo a seguinte documentação técnica e de qualidade:

A. Dossiê de engenharia "As Built"

- Desenhos.
- Cálculos.
- Planilhas de Dados.
- Manuais.
- Manuais de operação e manutenção.
- Lista de peças de reposição, equipamentos, etc.

B. Dossiê de qualidade “As Built”

- Plano de qualidade.
- Plano de testes de inspeção.
- Certificados de teste de materiais, incluindo acessórios.
- Inspeção/relatórios NTD.
- Certificado de teste de fábrica.
- Declaração de conformidade.
- Outros documentos relevantes.
- Relatórios de desvios significativos (se aplicável).

Todos os documentos gerados durante a implementação da USF e que foram revisados durante a elaboração do projeto, deverão ser atualizados com a incorporação de todas as modificações para representar o estado final da USF.

Devem ser retiradas, mediante a revisão dos desenhos e documentos de projeto para a condição "As Built" (Como Construído), uma eventual nota geral ou temporária.

Todos os documentos serão emitidos em espanhol e o sistema unitário a ser utilizado será o Sistema Internacional (SI).

4. PARTICULARIDADES

4.1. TRANSFERÊNCIA DE CONHECIMENTO

A transferência de conhecimento envolve todas aquelas ações de transferência de capital intelectual e know-how (tácito e explícito) entre uma entidade transferidora e uma entidade receptora, com o objetivo de independência e autonomia no uso, administração, operação, manutenção e posterior expansão de um bem e/ou serviço prestado.

Entende-se por atividade de transferência as ações de troca de conhecimento relacionadas a treinamentos, formação, práticas de trabalho, gestão de informações escritas e audiovisuais em manuais, procedimentos, lições aprendidas e conhecimentos comerciais associados ao contato com fornecedores especializados, entre outras atividades.

Esta seção indica os requisitos mínimos do programa de transferência de conhecimento que deve ser oferecido a quem a ITAIPU Binacional designar, garantias de transferência de conhecimento e acesso aos procedimentos de construção e operação e manutenção dos equipamentos fornecidos pela Contratada.

A transferência de conhecimento terá duração coincidente com o início do empreendimento desde a Ordem de Início de Serviços até a finalização do ITEM 80, “ASSISTÊNCIA TÉCNICA PARA O&M E ACEITAÇÃO FINAL”, Seção 3.10.6 “Documentos finais do As Projeto construído (“As Built”)”.

4.1.1. Documentação e gestão do conhecimento

A Contratada entregará no prazo estabelecido toda a documentação específica com a qual pretende ministrar treinamento e qualificação, com base no conteúdo aprovado pela ITAIPU Binacional. O volume de conteúdo será acordado entre as partes. Essas informações deverão incluir todos os relatórios, instruções, planos, catálogos e demais documentos necessários, preferencialmente em formato digital (Word, Excel, PowerPoint, Adobe Acrobat, AutoCAD ou outro software previamente aprovado pela ITAIPU Binacional).

A Contratada deverá disponibilizar uma plataforma online de gestão documental e de conhecimento para gerir a informação e multimídia entregue, garantindo agilidade e consulta quando oportuna (One drive, Google Drive, Dropbox, etc.).

4.1.2. Programa de treinamento e formação

O programa de treinamento será enviado pela Contratada para aprovação da ITAIPU Binacional. O pessoal técnico e profissional a quem será ministrado o treinamento será definido pela ITAIPU Binacional, que terá entre 10 e 16 participantes designados pela ITAIPU Binacional.

A Contratada entregará o programa de treinamento juntamente com todos os conteúdos que pretende ministrar neste programa. Nesta entrega será obrigatório incluir a metodologia de formação e treinamento a realizar, o conteúdo e o impacto a alcançar nas competências e conhecimentos por função a desempenhar.

Os treinamentos deverão abranger os temas incluídos no escopo abaixo mencionado. Serão feitos através de uma parte prática onde aprenderão os principais aspectos de instalação, montagem, colocação em operação, integração e operação, bem como uma parte prática, onde serão abordados os aspectos anteriores com foco na melhoria das práticas operacionais, considerar previsões e recomendações a fim de reduzir riscos ao pessoal e equipamentos, bem como prolongar ao máximo a vida útil da usina solar flutuante. A critério da ITAIPU Binacional, o treinamento também poderá ser gravado em formato de vídeo.

Todos esses treinamentos serão em espanhol e/ou português.

4.1.3. Equipe de instrutores

A Contratada deverá definir o pessoal que realizará as atividades de treinamento e capacitação. O profissional designado deverá ter experiência credenciada responsável por dirigir e coordenar as atividades e práticas solicitadas. Diferentes técnicos e profissionais poderão participar do treinamento por parte da Contratada, porém, o profissional responsável pela função de direção e coordenação da transferência de conhecimento deve ser independente do pessoal responsável pela montagem do equipamento e pela operação.

4.1.4. Validação de treinamento e formação

Deve-se garantir que o conhecimento fornecido pela Contratada seja devidamente assimilado por meio de avaliações periódicas na prática. É necessária certificação de ter assimilado os conhecimentos mínimos necessários em cada área. Para garantir que isso seja atendido, serão detalhados os métodos pelos quais o exame de conteúdo será realizado.

A Contratada fornecerá relatórios com os resultados da avaliação do treinamento de acordo com a periodicidade solicitada pela ITAIPU Binacional. Estes relatórios devem refletir o nível alcançado pelos participantes, desde que seja cumprido um nível mínimo pré-definido. Caso não tenha atingido as capacidades mínimas para passar na avaliação, a Contratada compromete-se a realizar a formação necessária até que o resultado esperado seja alcançado.

4.1.5. Pessoal de operação e manutenção

O instrutor da Contratada tem autoridade para oferecer recomendações sobre os requisitos de perfil, experiência anterior e funções do pessoal para garantir a transferência eficaz de conhecimento nas áreas de montagem, operação e manutenção da usina. Porém, a seleção do grupo que participará do programa de capacitação e transferência de conhecimento será definida pela ITAIPU Binacional.

Considerando a possibilidade de o pessoal designado não possuir experiência específica na operação e manutenção de usina com tecnologia semelhante, a Contratada compromete-se a adequar as atividades e o conteúdo do programa em coordenação com a ITAIPU Binacional, adaptando-os aos perfis e equipamentos finalmente definidos.

Caso ocorram alterações em um ou mais participantes da ITAIPU Binacional durante o programa de treinamento, a Contratada deverá incorporar aos custos o treinamento de pelo menos dois substitutos designados pela ITAIPU Binacional.

4.1.6. Local, horário e ferramentas do treinamento

O treinamento será realizado de acordo com os requisitos específicos acordados por ambas as partes, com base no programa fornecido. As plataformas digitais utilizadas serão detalhadas antes do início do programa, bem como os softwares e hardwares necessários.

No caso de treinamentos ou simulações virtuais, são necessárias plataformas intuitivas, com manuais claros e guias de usuário de fácil execução. A definição dessas ferramentas e condições será estabelecida por consenso entre a Contratada e a ITAIPU Binacional.

É imprescindível que o treinamento prático deste programa seja realizado presencialmente, bem como as avaliações finais de assimilação do conteúdo.

Qualquer software ou hardware necessário que não esteja em posse da ITAIPU Binacional será fornecido pela Contratada.

4.1.7. Cronograma de transferência de conhecimento

É necessário incorporar na proposta um cronograma detalhado para a execução do plano de transferência, que inclua cada uma das atividades com sua respectiva intensidade temporal e abrangência. Este cronograma deverá ser submetido para aprovação.

De acordo com o previamente acordado, deverão ser incluídos pelo menos os seguintes módulos de formação:

Tabela 21. Conteúdos mínimos dos módulos de formação.

Módulo	Temas	Fase (intensidade horária teórica)
Módulo 1: - Treinamento inicial - Aspectos básicos	Aspectos Gerais Aspectos de projeto Mercado de fornecedores Plano de trabalho	No máximo um mês após a aprovação da metodologia. (16 horas)
Módulo 2: - Configuração específica de usina e equipamentos - Aspectos de montagem e instalação - Lições aprendidas e riscos	Configuração Elementos específicos da usina Aspectos de montagem e instalação	No primeiro mês da fase de montagem do equipamento, o equipamento deverá estar no local. (18 horas)
Módulo 3: - Treinamento, testes, colocação em operação e início de operação	Treinamento de operação e manutenção	Conclusão da fase de montagem e testes: antes do teste de inspeção, verificação e aprovação da colocação em operação do projeto. (18 horas)
Módulo 4: - Fase final da recolha documental do período operacional	Complemento de aspectos operacionais Recolha documental Lições aprendidas com o processo Processo de entrega	No terceiro mês de operação como pré-requisito para Recebimento Final do projeto Solar ou Aceitação Final. (12 horas)

4.2. PROGRAMA DE GARANTIA

A Contratada deverá cumprir as seguintes garantias mínimas para os componentes da usina solar flutuante. Cada uma das garantias oferecidas será descrita detalhadamente, indicando o alcance, condições, limitações e forma de apoio efetivo.

As garantias concedidas pelos fabricantes fazem parte do item 70 “Comissionamento”, Seção 3.9.1 “Introdução”, que deverá ser apresentada obrigatoriamente para que tal item seja atendido.

Tabela 22. Garantias Mínimas do Projeto.

Equipamento	Garantia Mínima	Outros requerimentos
Garantia de módulos fotovoltaicos e PID (Degradação Potencial)	10 anos	<p>Durante o período de garantia, os módulos não apresentarão defeitos de projeto, materiais, mão de obra ou fabricação que impeçam seu funcionamento e estarão em conformidade com as especificações e projetos relevantes.</p> <p>As garantias dos produtos devem ser emitidas por uma entidade financeira com classificação internacional mínima BBB.</p> <p>O número de aceitação dos módulos conformes será no mínimo igual ou superior a 95% da amostra (dependendo do tamanho do lote, o número de aceitação e o tipo de inspeção poderão ser adaptados, conforme especificações da norma ISO 2859-1).</p>
Módulos fotovoltaicos, garantia de potência	Degradação linear terminando em um mínimo de 80% da capacidade nominal após 30 anos.	

Equipamento	Garantia Mínima	Outros requerimentos
Usina fotovoltaica – componentes CC	5 anos	
Usina fotovoltaica – componentes CA	5 anos	
Inversores, transformadores de potência, cubículos de MT	5 anos	Contra defeitos e mão de obra. Em alternativa deverá ser oferecida uma garantia de 10, 15, 20, 25 e até 30 anos, indicando as respectivas condições comerciais. Tempo de resposta: 48 horas para dias úteis e 72 horas para feriados. A garantia do produto deverá ser emitida por entidade financeira com classificação internacional mínima BBB.
Estruturas de suporte para módulos e passarelas – Sistema de flutuação	10 anos	
Sistema de monitoramento	5 anos	
Componentes do circuito de conexão	10 anos	
Sistema de amarração ou ancoragem (Inclui cabo, sistema elástico, lastro de concreto)	20 anos	

As garantias estendidas da tabela 22 deverão ser emitidas diretamente do fabricante para a ITAIPU Binacional. Todas as garantias deverão ser apresentadas por escrito ou em formato digital emitido pelo órgão responsável.

Quanto aos parâmetros energéticos da Usina Solar Flutuante, as garantias a serem atendidas estão especificadas na Tabela 18. PR garantido em CA.

4.3. PROGRAMA DE QUALIDADE E CONTROLE

Esta seção cobre os requisitos de garantia de qualidade e controle de qualidade (QA/QC) do projeto. A Contratada será responsável por todo o QA/QC deste projeto.

A Contratada desenvolverá e implementará um Programa de Qualidade do Projeto eficaz para garantir que todas as atividades e funções do projeto cumpram integralmente os requisitos de todas as condições destas especificações técnicas e padrões aplicáveis. O Programa de Qualidade do projeto será implementado e abrangerá os seguintes elementos:

- Política de qualidade.
- Gestão de qualidade.
- Sistemas de qualidade.
- Controle de qualidade.
- Garantia de qualidade.

Planejamento, gestão e administração, alocação de recursos apropriados e outras atividades sistemáticas para a qualidade, como planejamento da qualidade, operações, avaliação e ações apropriadas bem direcionadas, cada uma das quais será incluída no Programa de Qualidade do Projeto, serão incluídas na mesma direção dos elementos anteriores.

O escopo do Programa de Qualidade do projeto se estenderá desde a administração e gerenciamento do projeto até atividades de engenharia e design, incluindo a compra de equipamentos e materiais principais, materiais e suprimentos menores, e se estenderá até a construção, montagem, instalação, testes e comissionamento da usina.

O programa de Qualidade do projeto será baseado na Norma ISO 9001, que será utilizada como guia para os requisitos de qualidade do projeto.

5. ANEXOS

- 5.1. TESTES TÉCNICOS DE PAINÉIS SOLARES
- 5.2. PLANO DE LOCALIZAÇÃO E CARACTERÍSTICAS DO LOCAL
- 5.3. LAYOUT GERAL
- 5.4. DIAGRAMA UNIFILAR GERAL
- 5.5. ARQUITETURA DE CONTROLE
- 5.6. LISTA DE MARCAS DE REFERÊNCIA
- 5.7. SISTEMA ELÉTRICO DE DISTRIBUIÇÃO MT ÁREA PRIORITÁRIA MD – DIAGRAMA UNIFILAR
- 5.8. DESENHO DE REFERÊNCIA DE DUTOS SUBTERRÂNEOS EXISTENTES
- 5.9. NÚMERO MÍNIMO DE SINAIS PARA O SISTEMA SCADA
- 5.10. SERVIÇOS DISPONIBILIZADOS PELA SUPERINTENDÊNCIA DE INFORMÁTICA DA IB
- 5.11. ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS DE REFERÊNCIA DE VIDEO WALL