

INDICE

2. TRABAJOS EN OBRA	2
2.1 GENERAL	2
2.2 REFERENCIAS.....	2
2.3 MOVILIZACIÓN, DESMOVILIZACIÓN Y LIMPIEZA.....	4
2.4 EQUIPAMIENTO ESPECIAL	5
2.4.1 Equipo de izaje existente en Obra	5
2.4.2 Edificios - Requisitos generales.....	7
2.4.3 Subestaciones de potencia y distribución (Obligatorio).....	9
2.4.4 Compas de Medición del Rotor (Obligatorio).....	10
2.4.5 Compas de Medición del Estator (Obligatorio)	10
2.5 REUNIONES DE PROGRESO DEL SITIO	11
2.6 PRUEBAS DE FIRMA INSPECCIONES Y MEDICIONES PREVIAS AL DESMONTAJE DE LA UNIDAD	11
2.7 DESMONTAJE DE TURBINAS, GENERADORES, REGULADORES Y SISTEMAS DE EXCITACIÓN.....	15
2.8 INSTALACIÓN DE TURBINA, REGULADOR, GENERADOR Y SISTEMA DE EXCITACIÓN.....	19
2.8.1 Alcance	19
2.8.2 General.....	19
2.8.3 Recepción, manejo y almacenamiento de equipos.....	20
2.8.4 Supervisión del Sitio	21
2.8.5 Layout, Mediciones y Referencias	21
2.8.6 Medidas de instalación y registros	22
2.8.7 Soldadura	22
2.8.8 Mecanizado.....	23
2.8.9 Aceite y grasa	23
2.8.10 Tuberías	23
2.8.11 Trabajos eléctricos	24
2.8.12 Limpieza.....	24
2.8.13 Planos Conformes a Obra	25
2.8.14 Instrucciones de instalación especiales	25
2.9 INSTALACIÓN.....	25
2.9.1 General.....	25
2.9.2 Obra Civil.....	25
2.9.3 Reparaciones en Pasaje de Agua.....	26
2.9.4 Ajustes de Sincronización de las paletas guía.	26
2.9.5 Control de Polvo y Humos.....	26
2.10 CONTROLES Y PRUEBAS DURANTE LA INSTALACIÓN.....	27
2.10.1 Métodos de instalación, procedimientos y planos	27
2.10.2 Controles y Pruebas Generales de la Unidad.....	28
2.10.3 Controles y Ensayos de Turbinas	28
2.10.4 Verificaciones del Generador, Inspecciones de Campo y Pruebas	29
2.10.5 Comprobaciones y Pruebas del Sistema del Regulador	36
2.10.6 Comprobaciones y pruebas del sistema de excitación.....	36
2.10.7 Pruebas de presión de tuberías.....	37
2.10.8 Montaje y Centrado	37
2.10.9 Comprobación de desviación de ejes combinados.....	37
2.11 CONTROLES PRELIMINARES, PRUEBAS Y PREPARACIÓN PARA LA PUESTA EN MARCHA.....	37
2.12 RECEPCIÓN PROVISORIA (POR UNIDAD)	39
2.13 PRUEBAS DE CAMPO DE LA UNIDAD	40
2.13.1 Generalidades.....	40
2.13.2 Pruebas de puesta en servicio.....	42
2.13.3 Pruebas de rendimiento del generador.....	48
2.13.4 Pruebas de rendimiento de turbinas	49
2.13.5 Pruebas de rendimiento del regulador	50
2.13.6 Pruebas de Rendimiento del Sistema de Excitación	50

2. TRABAJOS EN OBRA

2.1 GENERAL

Las responsabilidades de UTE y del Contratista se encuentran detalladas en el Volumen II - Parte A - Condiciones Contractuales.

2.2 REFERENCIAS

Las siguientes publicaciones de los títulos que se enumeran a continuación, pero a las que se hace referencia en este documento por designación básica únicamente, forman parte de la Especificación.

A. Canadian Electrical Association - División de Ingeniería y Operación (CEATI).

1. CEATI HydroElectric - Unidad Turbina - Generador Guía para las tolerancias de montaje y la alineación del sistema de ejes - Parte 1 - Definiciones.

2. CEATI HydroElectric - Unidad Turbina - Generador Guía para las tolerancias de montaje y la alineación del sistema de eje - Parte 2 - Unidades de eje vertical con turbinas Francis o turbinas de bomba reversibles.

B. Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE).

1. IEEE 1 - Principios generales para los límites de temperatura en la clasificación de equipos eléctricos y la evaluación del aislamiento eléctrico.

2. IEEE 4 - Técnicas Normalizadas para ensayos en Alta Tensión.

3. IEEE 43 - Práctica recomendada por IEEE para probar la resistencia de aislamiento de máquinas rotativas.

4. IEEE 56 - Guía para el mantenimiento de aislamiento de maquinaria rotatoria de corriente alterna grande (10.000 kVA y más).

5. IEEE 95 - Práctica recomendada para pruebas de aislamiento de grandes máquinas rotativas de CA con alto voltaje directo.

6. IEEE 115 – “Procedimientos de prueba para máquinas sincrónicas”.

7. IEEE 125, “Recommended Practice for Preparation of Equipment Specifications for Speed-Governing of Hydraulic Turbines Intended to Drive Electric Generators”.

8. IEEE 421.2, "Guide for Identification, Testing, and Evaluation of the Dynamic Performance of Excitation Control Systems".

9. IEEE 421.5, "Recommended Practice for Excitation System Models for Power System Stability Studies".

10. IEEE 1095 – "Guía para la instalación de generadores verticales y generador/motores para aplicaciones hidroeléctricas".

11. IEEE C50.12, "Salient-Pole 50 Hz and 60 Hz Synchronous Generators and Generator/Motors for Hydraulic Turbine Applications Rated 5 MVA and Above".

12. IEEE 810, "Hydraulic Turbine and Generator Shaft Couplings and Shaft Runout Tolerances"

C. Comisión Electrotécnica Internacional (IEC).

1. IEC 60034-2A - Métodos para determinar las pérdidas y la eficiencia de la maquinaria eléctrica giratoria a partir de pruebas (excluidas las máquinas para vehículos de tracción). Medición de Pérdidas por el Método Calorimétrico.

2. IEC 60308, "Hydraulic turbines – Testing of control systems".

3. IEC 60545 - Guía para la puesta en servicio, operación y mantenimiento de turbinas hidráulicas.

4. IEC 60041 - Pruebas de aceptación de campo para determinar el rendimiento hidráulico de turbinas hidráulicas, bombas de almacenamiento y bombas-turbinas.

D. Asociación Nacional de Fabricantes Eléctricos (NEMA).

1. NEMA HTS - Turbina Hidráulica y regulador Información de Montaje en Obra.

2. NEMA MG 5.2 - Instalación de generadores impulsados por turbina hidráulica vertical y generadores/motores reversibles para instalaciones de almacenamiento por bombeo.

E. United States Bureau of Reclamation (USBR).

1. USBR FIST - Volumen 2-1, alineación de unidades hidráulicas de eje vertical.

F. American Society of Mechanical Engineers (ASME).

1. ASME D6439, "Standard Guide for Cleaning, Flushing, and Purification of Steam, Gas, and Hydroelectric Turbine Lubrication Systems".

G. International Organization for Standardization (ISO).

1. ISO 21940-11, "Mechanical vibration - Rotor balancing - Part 11: Procedures and tolerances for rotors with rigid behavior".

2.3 MOVILIZACIÓN, DESMOVILIZACIÓN Y LIMPIEZA

A. General. Todos los costos de movilización, desmovilización y limpieza requeridos para las Obras se incluirán en la planilla de Precios.

B. Movilización.

1. La movilización consiste en la movilización del personal del Contratista y el suministro, construcción, montaje e instalación de todos los equipos, materiales e instalaciones temporales y especiales necesarios para la realización de las Obras.

2. El Contratista deberá realizar una inspección conjunta de las áreas de trabajo con UTE y hacer registros de fotografías digitales del estado de los pisos y las paredes antes de la construcción. El Contratista proporcionará protección de los pisos, paredes y equipos y devolverá los mismos en igual o mejor condición al finalizar las Obras.

3. El Contratista se proporcionará servicios de Internet y de telefonía para uso propio, no admitiéndose la utilización de las líneas telefónicas de UTE. El Contratista proporcionará comunicaciones telefónicas por Internet de voz sobre IP para sus oficinas del Sitio.

C. Desmovilización. La desmovilización consiste en la desmovilización del personal del Contratista involucrado en la realización de las Obras y el desmontaje y remoción de todo el equipo temporal, materiales e instalaciones requeridas para realizar las Obras.

D. Limpieza. El Contratista deberá limpiar y eliminar todos los desechos de construcción que se origine durante las Obras. La limpieza será a satisfacción de UTE. Tras la suspensión del Contrato por un período prolongado de tiempo, la terminación del Contrato por cualquier motivo o la Aceptación Provisional de cualquier Unidad, el Contratista será responsable de la eliminación y limpieza. El Contratista deberá reparar cualquier daño que cause a los pisos, paredes y equipos.

E. Por cada unidad a renovar, se extraerán 40.000 litros de aceite proveniente del regulador, rodete y cojinetes de las unidades. Una vez retirado el aceite de la central, el Contratista deberá prever su almacenamiento temporario y seguro en el sitio evitando derrames y de acuerdo al Plan de

Gestión Ambiental de la obra. La disposición final del aceite será efectuada por UTE.

F. Todos los residuos que surjan con motivo de la renovación, deberán ser dispuestos por el Contratista para su disposición según lo establecido en el Plan de Gestión Ambiental para la Construcción cumpliendo con la reglamentación aplicable.

2.4 EQUIPAMIENTO ESPECIAL

2.4.1 Equipo de izaje existente en Obra

El equipo disponible existente en el sitio incluye 2 grúas pórticos en el interior de la central de 85/10 toneladas cada una con capacidad de operación en tándem, cables y eslingas, y varios dispositivos especiales para el manejo de grandes componentes de las turbinas y de los generadores. A su vez se cuenta con una grúa pórtico en el exterior de la central con capacidad de 2x25/8/3 toneladas. Los requerimientos específicos de rehabilitación de las mismas se encuentran en la Parte B, Sección 5 – Dispositivos de Montaje y Desmontaje, y en la Sección 6 - Grúas pórticos de la central.

2.4.1.1 Equipo requerido adicional del sitio.

A. Se requieren los siguientes artículos como equipo adicional del sitio:

1. Vehículos de manejo de materiales.
2. Plataformas de trabajo del generador.
3. Edificios temporales (Ver Parte B, Sección 13 – Obras Civiles) para usar como:
 - a. Galpón de almacenamiento temporal y deshumidificado.
 - b. Área abierta de almacenamiento de piezas a desechar.
 - c. Taller de pintura granallado y taller mecánico.

El Contratista deberá prever las necesidades de izaje y grúa de los edificios citados en función del componente más pesado que deberá manipular.

4. Un equipo de calentamiento para el ajuste de la llanta del rotor.
5. Grúa móvil (Ver Parte B, Sección 6 – Grúas pórticos de la central).

B. Los elementos seleccionados de la lista, tal como se define más detalladamente en los siguientes párrafos a continuación, se suministrarán como parte de la movilización del Sitio que el Contratista utilizará y mantendrá durante la vigencia del Contrato. Debido a que los productos son principalmente para uso del Contratista, se otorgará una gran flexibilidad en los productos para cumplir con la intención de la Especificación.

C. Al finalizar el trabajo, el equipo obligatorio, no designado para permanecer como propiedad del Contratista, se entregará a UTE en condiciones razonables, teniendo en cuenta el desgaste durante la remodelación.

D. El equipo especificado a continuación (previamente aprobado por UTE) deberá adquirirse nuevo y deberá ser entregado a UTE. Su costo debe incluirse como parte de la movilización al Sitio. Los siguientes párrafos definen si el equipo especificado permanecerá como propiedad de UTE al finalizar las Obras, o si seguirá siendo propiedad del Contratista y se retirará del Sitio al finalizar las Obras.

E. Vehículos de manipulación de materiales (Obligatorio). El Contratista proveerá la cantidad adecuada de tipos y tamaños de vehículos para manejo de materiales (por ejemplo, autoelevadores, grúas, camiones, etc.) para respaldar completamente las entregas de materiales y equipos, envíos y transferencias alrededor del sitio. Los vehículos de manejo de materiales deberán ser apropiados para el servicio interior y/o al aire libre y deberán seleccionarse para su uso bajo las condiciones definidas del Sitio. Los vehículos de manejo de materiales serán para el uso exclusivo del Contratista para el movimiento de materiales y equipos durante la ejecución de las obras. Al finalizar las Obras, los vehículos de manejo de materiales seguirán siendo propiedad del Contratista y se retirarán del Sitio.

F. Plataforma de trabajo del generador (Obligatorio).

1. El Contratista deberá proporcionar una plataforma de trabajo de diseño y construcción para el apilamiento del núcleo del generador y el trabajo de bobinado, para su uso en la plataforma de montaje. La plataforma de la sala de montaje debe ser capaz de soportar las cargas necesarias, pero no menos de 20 kPa, para la reconstrucción del núcleo del estator del generador y el devanado. A menos que esté hecho de metal resistente a la corrosión, la plataforma debe estar pintada con esmalte poliuretánico con 70-90 micras de espesor de pintura.

2. También se debe proporcionar una plataforma para usar en el pozo del generador antes de instalar el rotor. La plataforma del pozo del generador debe tener una altura ajustable de la superficie para acceder al estator con fines de prueba, pudiendo ser la misma plataforma usada para el apilamiento.

3. Todas las plataformas serán para el uso exclusivo del Contratista durante las Obras. Al finalizar las Obras, las plataformas se

entregarán a UTE en buenas condiciones para su futuro uso. Antes de la emisión del registro de Recepción de cada Unidad, cualquier daño que se produzca en cualquier componente, se reparará y la pintura se retocará, quedando éste en perfectas condiciones.

4. Todas las plataformas deberán cumplir con la reglamentación establecida para ello. De todas formas, el Contratista deberá presentar los planos de las plataformas ante UTE para verificar la funcionalidad de las mismas.

2.4.2 Edificios - Requisitos generales.

A. El Contratista deberá amueblar e instalar los edificios temporales descritos más arriba en el lugar que UTE designe para minimizar las distancias de transporte involucradas. UTE designará el espacio para los mismos dentro de un radio de 500 m a 1 Km de la casa de máquinas. Estos edificios deberán cumplir con los requisitos legales reglamentarios aplicables. Los edificios deben incluir paredes y superficies de techo adecuadas para proporcionar el entorno de trabajo requerido dentro de la estructura. Todos los edificios deben ser accesibles para los vehículos de manipulación de materiales y componentes suministrados.

B. Los edificios serán estructuras temporales, que se utilizarán únicamente durante la vida útil de las obras. Podrán ser edificios metálicos. El Contratista será responsable de cualquier mantenimiento requerido a los edificios desde la construcción de los edificios hasta la desmovilización del Contratista.

C. Los edificios deben ser aptos para el propósito previsto. La revisión de los diseños relacionadas con el trabajo de los edificios no debe interpretarse como una abstención del Contratista de su exclusiva responsabilidad por su diseño adecuado.

D. Se debe proveer equipo de control de temperatura para cada edificio apropiado a la clase de trabajo requerido para realizarse en ese edificio. El trabajo requerido debe poder realizarse en cualquier momento del año (por ejemplo, limpieza con granalla de acero, pintura, mecanizado, etc.). El Contratista será responsable del diseño de los edificios y deberá gestionar ante la Oficina Comercial de UTE correspondiente, a fin de contratar los suministros de energía eléctrica que se requieran.

E. Deberá proporcionar y mantener equipos de extinción de incendios, apropiados para el riesgo, en los edificios en todo momento. Como mínimo, se proveerán extintores portátiles tipo A, B, C. En caso de que existan otros riesgos que no puedan ser cubiertos por estos extintores, se deberán proporcionar los sistemas y/o equipos necesarios para cumplir con la reglamentación establecida.

F. El Contratista proporcionará su propia seguridad para estos edificios y asumirá el riesgo de pérdida de todos los componentes, materiales o herramientas contenidos en las instalaciones. El riesgo debe ser considerado en la selección del tipo de edificio.

G. Para piezas que son demasiado grandes o pesadas para ser retiradas de la Casa de Máquinas por motivos de trabajo, el Contratista deberá proporcionar una configuración de contención dentro de la Casa de Máquinas para trabajar en estas partes.

H. El Contratista presentará los planos de cada edificio para la revisión y aprobación de UTE. La revisión de UTE verificará que la funcionalidad y las características especificadas sean incluidas como parte del diseño.

I. Se debe considerar un ambiente controlado para las operaciones de limpieza con granalla de acero, pintura y mecanizado. El Contratista debe abordar completamente la reducción de pintura con plomo y el trabajo de mecanizado requerido en su propuesta.

J. Las dimensiones de construcción sugeridas en los planos respectivos son sugeridas en base al layout preliminar de equipos, no obstante las dimensiones definitivas serán definidas por el Contratista, previendo que cada edificio a construir cumpla sin riesgo con el cometido para la tarea que debe ejecutarse en el mismo y preserve en forma segura el equipamiento nuevo y el que será reinstalado.

K. Adicionalmente deberá considerar un edificio para el granallado y pintura y un edificio para trabajos mecánicos varios, en un ambiente alejado de la casa de máquinas, donde puedan ejecutarse actividades de mecanizado, soldadura y otras tareas similares. Los edificios deberán incluir cimientos de losas de concreto con capacidad portante para las cargas de mayor peso a ser ubicadas en el piso.

L. Es responsabilidad del Contratista instalar paneles de servicio (400Vca, trifásico), cableado, iluminación, calefacción y ventilación apropiados para las instalaciones para cumplir con las leyes y regulaciones locales.

M. El Contratista será responsable del transporte seguro de los componentes de la turbina y el generador durante la transferencia entre la Central y los edificios. Se deben suministrar grúas móviles, camiones, remolques, accesorios de elevación y manipulación, y equipos y dispositivos similares adecuados para la carga y descarga del equipo.

N. Los edificios a construir serán removidos una vez finalizados los trabajos sobre todas las unidades.

O. Contenedores de almacenamiento de desechos peligrosos

1. A fin de cumplir con el Plan de Gestión Ambiental para la Construcción (PGAC), el Contratista podrá proporcionar la cantidad necesaria de contenedores que permita acopiar la totalidad de los desechos peligrosos recolectados, los que podrían contener asbestos provenientes de los polos del generador. Los contenedores de almacenamiento de residuos peligrosos deberán estar preparados para exposición prolongada en el exterior. El Contratista podrá implementar otro tipo de solución, en la medida que ésta cumpla con toda la reglamentación aplicable.

2. Los contenedores deben ser manipulados a través una grúa móvil.

3. Es responsabilidad del Contratista la disposición de dichos materiales en cumplimiento de las regulaciones ambientales vigentes, en particular al tratamiento de los polos del generador que contendrían asbestos en su aislación ya sea que la decisión sobre los mismos sea recuperarlos o bien desecharlos.

4. Los contenedores se ubicarán en un predio a designar para materiales peligrosos cercano a la casa de máquinas y deberán cumplir con los requisitos ambientales de Uruguay y las leyes locales en cuanto a manejo de Sustancias Peligrosas.

5. Los contenedores que almacenen materiales peligrosos seguirán siendo propiedad del Contratista hasta que sean retirados del sitio en conformidad con la legislación Uruguaya.

2.4.3 Subestaciones de potencia y distribución (Obligatorio).

A. Fuentes de alimentación. UTE proporcionará potencia medida al Contratista a 400 Vca, trifásica, 50 Hz según se requiera para el trabajo del Contratista en la instalación desde las celdas de servicio de la casa de máquinas.

El suministro de energía a las playas de montaje debe incluir la fuente de alimentación para el calentamiento de la llanta del rotor. El cableado a todas las ubicaciones debe cumplir con los requisitos del código eléctrico local para los edificios y debe ser suministrado e instalado por el Contratista.

La potencia de prueba del circuito central del estator se derivará del generador diésel auxiliar a menos que se coordinen otros arreglos con el Contratista y se aprueben por adelantado. Todos los cables, sensores y terminaciones requeridos para la prueba de lazo serán suministrados por el Contratista.

B. Fuentes de alimentación de edificios.

1. La instalación para el suministro de energía para los Edificios será coordinado entre UTE Distribución y el Contratista. UTE proveerá un punto de conexión a partir del cual el Contratista efectuará la distribución a sus edificios. Los componentes para este suministro pueden incluir, entre otros, los

siguientes elementos que serán proporcionados según corresponda por UTE o el Contratista:

- a. Transformador reductor de voltaje de línea (UTE).
- b. Sistema de distribución de 400 Vca según se requiera para el equipo del Contratista (Contratista).
- c. Suministro derivado de 230 Vca para iluminación de edificios y pequeñas cargas de potencia (Contratista).

2. Los equipos para el suministro de energía a los edificios serán retirados por el Contratista, una vez que finalice la obra.

C. La conexión a la fuente de alimentación para el taller de soldadura y el de granallado y pintura se suministrará de manera similar a los otros edificios.

2.4.4 Compas de Medición del Rotor (Obligatorio)

A. El Contratista deberá proporcionar un sistema de medición de barrido rotativo para instalarlo durante el armado del rotor, centrado y calibrado para el trabajo. El objetivo de este instrumento es medir la concentricidad de la llanta y el polo, la circularidad y la verticalidad en toda la altura de la llanta y los polos del rotor. El medidor debe ser ajustable para poder medir el radio sobre los brazos de la araña, la llanta y sobre los polos. No es necesaria la medición absoluta de la distancia radial, sino más bien la medición incremental utilizando un calibrador de precisión al final de una varilla fija. La precisión de la medición debe mantenerse con temperatura fija. La precisión de las medidas relativas será de $\pm 0,05$ mm El compás de medición del rotor seguirá siendo propiedad del Contratista y se eliminará del Sitio al finalizar las Obras.

B. Alternativamente, las mediciones del rotor se pueden tomar usando un instrumento láser como el brazo Faro. Se requiere que personal operativo capacitado esté disponible para todas las pruebas que utilizan el instrumento basado en láser. Se requiere un medio secundario de medición para validar los valores.

2.4.5 Compas de Medición del Estator (Obligatorio)

El Contratista deberá proporcionar un sistema para medir el estator que proporcione la misma o mejor precisión que el sistema de medición del rotor anterior. El objetivo del indicador de barrido del estator es medir la concentricidad, la circularidad y la verticalidad de las barras guías, antes del apilamiento del núcleo y durante el proceso de apilamiento. Este medidor es para usarse con el rotor retirado de su posición. El compás de medición seguirá siendo propiedad del Contratista y se retirará del sitio al finalizar las Obras.

2.5 REUNIONES DE PROGRESO DEL SITIO

Una vez que el Trabajo del Sitio comience, el Contratista deberá participar en las reuniones semanales de avance de Obra para coordinar junto a UTE adecuadamente todos los trabajos. El Contratista deberá elaborar actas de cada reunión y presentarlas a UTE, para su revisión y aprobación dentro de los 5 días posteriores a cada reunión. Los comentarios de UTE serán devueltos dentro de 5 días y el Contratista deberá finalizar el acta y transmitirlos electrónicamente a UTE con una copia impresa por correo dentro de los 3 días posteriores a la recepción de los comentarios de UTE.

2.6 PRUEBAS DE FIRMA INSPECCIONES Y MEDICIONES PREVIAS AL DESMONTAJE DE LA UNIDAD

A. General.

1. Antes de que comience la parada de la unidad (por unidad), el Contratista con la participación de UTE deberá verificar el estado real de la unidad y realizar pruebas de firma (pruebas operacionales y funcionales, inspecciones y mediciones) para proporcionar una referencia de la condición de la Unidad antes de comenzar el trabajo de rehabilitación.

2. Algunas de las pruebas requieren que la Unidad se encuentre en modo operativo, mientras que otras de las pruebas son estáticas y se harán con la unidad detenida.

3. Los procedimientos que describen las Prueba de Firma deberán ser preparados por el Contratista y presentados dentro de los 120 días posteriores a la firma del contrato para la revisión y aprobación de UTE. El Contratista deberá proporcionar la instrumentación requerida para realizar las pruebas y será responsable de su calibración adecuada, junto con todos los accesorios, cables, tuberías, conexiones y equipos necesarios para realizar las pruebas, y será responsable de la presentación de los resultados de las pruebas. Los resultados de estas pruebas serán registrados permanentemente por el Contratista en los formularios aprobados por UTE e incluidos en un Libro de registro de novedades que deberá habilitarse para cada Unidad. Las pruebas deben coordinarse con UTE antes del vaciado y desagote de la Unidad generadora. La Unidad se pondrá a disposición del Contratista 2 semanas antes de que sea sacada de servicio para el comienzo de la modernización, es decir, dos semanas antes del inicio del desarme, (por Unidad) a efectos de que se puedan realizar las Pruebas de Firma. Si se requieren pruebas en una fecha anterior para confirmar las suposiciones preliminares de diseño antes de comenzar el mismo, el Contratista deberá indicarlo en su propuesta.

4. Estas pruebas deberán ser coordinadas con UTE para solicitarlo a Despacho de Cargas de Uruguay (DCU).

5. El Contratista compaginará los resultados de las pruebas en un informe correspondiente a cada unidad el que será presentado a UTE tres semanas después del inicio de las Pruebas de Firma para cada unidad.

6. Proporcionará copias de los resultados a UTE como datos en borrador en el momento en que se recopilan. Como mínimo, el Contratista deberá realizar las siguientes pruebas de firma y registrar las mediciones operacionales.

7. Si se produce una falla del generador o la producción se limita de otra manera antes de que ocurra la parada, las Pruebas de Firma pueden basarse en otra Unidad, o las Pruebas de Firma se reducirán al nivel que la Unidad es capaz de alcanzar con su capacidad limitada.

Pruebas de firma (Pruebas, inspecciones, mediciones) antes de la parada y desagote de la unidad
--

1	Verificación de la puesta en marcha y parada y la secuencia de funcionamiento de la unidad. Salto: registrar el salto neto y la restitución durante cada una de las siguientes pruebas en esta tabla. Potencia del generador: Registrar la potencia de salida del generador durante cada una de las siguientes pruebas en esta tabla.
2	Funcionamiento del sistema del regulador.
3	Funcionamiento del sistema de excitación.
4	Pruebas de temperatura de los cojinetes (medir las temperaturas de los cojinetes de la turbina y del generador, el caudal de agua de refrigeración y las temperaturas de entrada y salida).
5	Presiones de operación del aceite del regulador y suministro de agua del sello del eje y suministro de agua de refrigeración en los puntos de operación representativos que determine UTE.
6	Sistema de agua de refrigeración del generador: registre las variaciones de flujo de agua de enfriamiento y la temperatura (entrada y salida) en incrementos de carga del 10%.
7	Temperaturas de operación del sello del eje (se medirán las temperaturas del sello del eje, el caudal de agua de enfriamiento y las temperaturas del sello).
8	Se medirá el run out del eje de la turbina/generador para diferentes condiciones de carga, en la zona del cojinete guía de turbina y en el eje superior del generador en la zona de los anillos rozantes. También se medirán las variaciones de run out con las modificaciones de carga.
9	Medición de la estabilidad de la turbina (medición de las presiones del tubo de aspiración y del espiral, y la potencia de salida del generador y sus fluctuaciones.
10	Medición de temperatura de operación del estator del generador (temperatura de bobinado del estator, temperatura del núcleo del estator superior e inferior, flujo de agua de refrigeración, temperaturas de agua de enfriamiento a la

Pruebas de firma (Pruebas, inspecciones, mediciones) antes de la parada y desagote de la unidad	
	entrada y a la salida y la temperatura del aire a la entrada y a la salida.
11	Prueba de presión diferencial del servomotor de álabes del distribuidor (presión diferencial del servomotor versus carrera incremental).
12	Prueba de empuje hidráulico (empuje hidráulico de la turbina versus salida del generador).
13	Prueba de empuje hidráulico (empuje hidráulico de la turbina frente a la velocidad de la unidad durante la operación transitoria).
14	Prueba de rechazo de carga (debe realizarse a 25, 50, 75 y 100% de carga, medir aumento de velocidad, presión en cámara espiral, posiciones de paletas guía, presiones diferenciales del servomotor, movimiento vertical de piezas giratorias).
15	Potencia de salida vs posición de paleta directriz para un salto conocido.
16	Prueba de índice (medición de la eficiencia relativa de la turbina).
17	Prueba de frenado de la unidad (medida de la velocidad de la unidad respecto al tiempo de parada de la unidad).
18	Niveles de ruido de la unidad (medición de los niveles de ruido para diferentes potencias de la unidad en ubicaciones seleccionadas).
19	Deflexión de la cubierta superior de la turbina.
20	Deflexión del soporte del cojinete de empuje. Con el cojinete caliente (después de 4 horas de funcionamiento),
21	Prueba de temperatura en los anillos colectores durante el funcionamiento, medición de la temperatura de los cables de campo, escobillas, conexiones, terminales para determinar el efecto de la modernización.

8. El Contratista será responsable de la presentación de los resultados a través de los informes de prueba. Los resultados de estas pruebas serán registrados en formularios aprobados e incluidos en el Libro de Novedades de cada Unidad.

B. Inspecciones previas al desmontaje. Después de vaciar la unidad, el Contratista, junto con los representantes de UTE realizarán inspecciones previas al desmontaje para determinar y registrar la condición física y los huelgos principales y las alineaciones de la Unidad generadora antes del desmontaje. Los procedimientos de inspección y medición deben prepararse y enviarse para su revisión y aprobación por parte de UTE. El Contratista deberá documentar la condición de la Unidad con fotografías, videos y documentación escrita y presentarla. Como mínimo, se realizarán las siguientes inspecciones previas al desmontaje y mediciones de registros:

Ensayos de Firma (Ensayos, Inspecciones, Mediciones) Luego de vaciar la unidad	
1	Apertura de los álabes del distribuidor vs Carrera del servomotor (verificar el ángulo de apertura real del álabe respecto del álabe adyacente y registrar la carrera del servomotor versus servomotor).
2	Tiempo de apertura y cierre de los álabes del distribuidor (verificar la duración para carreras entre 25% a 75 % para permitir el cálculo de la duración efectiva 2t. Registrar y verificar posición y duración del amortiguamiento.
3	Centrado de partes rotantes, ajustando el cojinete guía del generador medir huelgo del cojinete guía de turbina y medir entrehierro 15 cm por encima y por debajo del centro de los polos en no menos de 16 posiciones igualmente espaciadas con el rotor a 0°, 90°, 180° y 270°. Medir huelgo de los alabes del rodete y del sello del eje. El Contratista deberá prever los medios para rotar la unidad sin contar con el sistema de inyección de aceite de alta presión.
4	Medir run out estático y dinámico del eje de turbina y generador de acuerdo a las indicaciones de CEATI.
5	Medir la plomada de los componentes rotantes de la unidad con la unidad en posición de 0° y 90°.
6	Con el cojinete guía del generador ajustado, determinar la forma del estator en frío con respecto al eje de rotación de la unidad a través de la rotación de un polo en 38 posiciones igualmente espaciadas y medir el entrehierro en la parte superior e inferior como se indica en el punto 5.
7	Con el cojinete guía del generador ajustado, determinar la forma del rotor en frío con respecto al eje de rotación de la unidad a través de la rotación de un polo en 38 posiciones igualmente espaciadas y medir el entrehierro en una posición fija del estator.
8	Con la unidad centrada sobre los cojinetes medir la posición radial y vertical del rodete en relación a la tapa de turbina y la línea de centro del distribuidor. Medir huelgos a 0°, 90°, 180° y 270°. También medir posición vertical del rodete con respecto a la línea de centros del distribuidor.
9	Huelgo entre álabes del distribuidor. Con los álabes en la posición cerrada de apriete, medir y registrar el huelgo ente álabes desde la parte superior hasta la inferior a lo largo de la línea de contacto entre ambos. Registrar las medidas para la parte superior, media e inferior de la zona de contacto. Registrar las medidas para la condición sin apriete del servomotor.
10	Huelgo superior e inferior del álabe distribuidor. Mientras que los álabes del distribuidor se encuentra en la posición de apriete medir y registrar el huelgo mayor y menor entre las placas de desgaste del anillo inferior y el alabe y entre este y la tapa de turbina. Se requiere un total de 4 mediciones por álabe, 2 en la parte superior y 2 en la inferior. Repetir las mediciones sin que exista apriete del servomotor.

Ensayos de Firma (Ensayos, Inspecciones, Mediciones) Luego de vaciar la unidad	
11	Juegos del mecanismo de regulación. Determinar el juego existente del mecanismo.
12	Determinar la redondez de anillo envolvente del rodete (anillo de descarga), tomando mediciones en no menos de 8 puntos igualmente espaciados.
13	Medir desde las superficies del eje de turbina/generador a puntos fijos de referencia para determinar la línea de centro del rodete de turbina. Comenzar con una referencia determinada, por ejemplo el polo # 1 coincidente con el eje de aguas arriba.
14	Medir la altura del distribuidor alrededor del círculo de álabes. La medición de altura del distribuidor se requiere a una sola ubicación aproximadamente centrada respecto de la zona de contacto entre dos álabes consecutivos.
15	Medir la elevación del estator y de las placas soporte de la estrella del cojinete guía. Medir también la elevación del acoplamiento entre el eje de turbina y el del generador.
16	Medir la rigidez radial de ambos cojinetes. Usar una barra contra la pared del pozo de turbina y un gato hidráulico
17	Calibrar el soporte del cojinete de empuje izando el rotor. Controlar la presión en los gatos y medir la deflexión del soporte en ambas direcciones hacia arriba y hacia abajo. Considerar por movimientos dentro del cojinete.

2.7 DESMONTAJE DE TURBINAS, GENERADORES, REGULADORES Y SISTEMAS DE EXCITACIÓN

A. General.

1. El Contratista deberá preparar y presentar a UTE para su aprobación un plan para el desmantelamiento de la Unidad que incluya planes de logística y disposición para partes principales tales como rotor, estator y cubierta superior, ejes, guía, paletas de guía y mecanismo de operación, etc. utilizando como guía la información provista como referencia en el Anexo D de la Sección 1.

2. Después de completar satisfactoriamente las Pruebas de Firma, el Contratista deberá desmontar los componentes removibles de la turbina, el generador, el regulador y el sistema de excitación de acuerdo con las instrucciones y procedimientos en los manuales de operación y mantenimiento existentes para estos equipos y la información provista en este documento licitatorio.

3. La Parte B, Sección 6 - Grúas Pórticos de la Central, proporciona el procedimiento para el uso de las grúas de la casa de máquinas.

Durante el período de interrupción mientras se desmantela la Unidad, UTE puede realizar otras operaciones y/o actividades de mantenimiento en componentes seleccionados de la estación, por lo tanto, la coordinación del uso de la grúa es obligatoria. UTE tendrá los primeros derechos sobre la grúa en caso de una emergencia.

B. Desmontaje del generador.

1. El desmontaje del generador incluye los siguientes componentes principales: desmontaje de anillos colectores, eje superior, cubierta superior, cubierta de estator, rotor, eje principal, soporte inferior, ensamblaje del estator y remoción de placas de apoyo de estator fijadas con lechada al hormigón. Todos los componentes se retirarán de la casa de máquinas para su evaluación, envío a fábrica para los componentes que se reutilicen y envío al espacio destinado para aquellos que sean descartados.

2. Trabajo de Asbestos. Generador.

a. La carcasa del estator debe desmontarse en sus cuatro secciones para su posterior remoción de la casa de máquinas. El Contratista debe realizar su propio muestreo y prueba de asbestos para verificar si hay material que contiene asbestos en el estator. UTE ha verificado que las barras del estator se encuentran libre de asbestos, (Ver el informe del laboratorio que se encuentra dentro de la Documentación de Referencia) por lo que no se requieren cuidados particulares para la disposición de los devanados del estator. No obstante ello, se efectuará el corte de los devanados en cuatro sectores. No se requerirá un desmantelamiento adicional del devanado del estator y las secciones de envío se transportarán al área de depósito de UTE.

b. Los planos del rotor indican que los devanados de campo poseen asbestos y su disposición deberá ser diferente al devanado estatórico. El Contratista debe realizar muestreo y prueba de asbestos para confirmar la presencia de asbestos. Los polos del campo del generador deben ser retirados del rotor y despachados al lugar de su tratamiento posterior, el que se efectuará a alta temperatura. Se anticipa que el costo de la eliminación del asbestos y la recuperación de los devanados de campo existentes se evaluará contra el costo de proporcionar nuevos devanados de polos.

c. Si la elección económica es de reemplazar por nuevo devanados de campo, los devanados de los polos anteriores se depositarán en el área de depósito de UTE designada para la eliminación de asbestos.

d. Si la elección económica es recuperar los devanados de campo existentes, se establecerá un sitio lejos de la central para la eliminación de asbestos de los cuerpos de los polos, por lo que se pueden declarar libres de amianto y adecuados para futuras actividades de renovación. Antes de la reutilización, los devanados deberán estar certificados sin amianto.

e. Las actividades se llevarán a cabo de una manera que sea menos probable que el asbestos sea liberado. Se deben usar métodos húmedos

o humectantes durante el manejo, mezclado, remoción, corte, aplicación y limpieza. Se proporcionarán aspiradores con filtros HEPA para la limpieza. Los filtros HEPA deben inspeccionarse cada 4 horas de uso. La ventilación de contención debe mover el aire de la zona de respiración del trabajador hacia el dispositivo de recolección con filtro HEPA o el escape.

f. Prohibiciones. Las siguientes prácticas están prohibidas:

- Uso de sierras de discos abrasivos de alta velocidad que no están equipadas con ventiladores de punto de corte o envoltentes con aire de escape con filtro HEPA,
- Aire comprimido para eliminar el asbesto o el material que contiene asbesto (ACM), excepto en combinación con un sistema de ventilación cerrado,
- Barrido en seco, palear u otra limpieza de polvo y escombros,
- Debe procurarse la rotación de los empleados como un medio para reducir la exposición de los empleados.

g. Supervisión del trabajo de eliminación de asbesto. El trabajo en contenedores debe ser supervisado adecuadamente por una persona competente Las responsabilidades incluirán:

- Determinación del área regulada, del recinto y su contención,
- Garantizar la integridad del recinto o la contención,
- Configuración de procedimientos para controlar la entrada y salida del recinto y/o área,
- Supervisión del monitoreo de la exposición de los empleados,
- Asegurarse de que los empleados que trabajen dentro del recinto usen ropa protectora y respiradores requeridos,
- Asegurarse que los empleados establezcan controles de remoción y usen prácticas de trabajo y equipos de protección según sea necesario,
- Asegurar que los empleados usen las instalaciones de higiene y los procedimientos de descontaminación según sea necesario,
- Asegurar que los controles de ingeniería funcionen correctamente y que los empleados estén usando prácticas de trabajo apropiadas,
- Garantizar que se cumplan los requisitos establecidos por parte de los empleados,

- Dentro de los contenedores, las siguientes actividades no están permitidas: comer, beber, fumar, mascar, o la aplicación de cosméticos.

h. Señalización Requerida. El ingreso a áreas con contenido de asbestos debe ser señalizado indicando que el trabajo con asbestos se está siendo ejecutado. La señalización deberá ser hecha en español y en el idioma nativo de los empleados del Contratista.

i. Almacenamiento Temporal de Residuos Peligrosos. Los residuos que contengan asbestos proveniente de los polos del rotor serán temporalmente depositados en los Contenedores de Almacenamiento de Residuos Peligrosos. El Contratista mantendrá registros del material con asbestos que esté temporalmente depositado en las instalaciones de UTE e informará mensualmente la situación del mismo hasta su retiro y disposición final. La eliminación final del material que contiene asbestos corresponderá al Contratista. Los contenedores con residuos de asbestos permanecerán en ubicaciones designadas dentro de los 3 Km de la central eléctrica.

j. Transporte de material de desecho peligroso dentro de los predios de UTE. El transporte debe controlarse para evitar derrames accidentales del material recogido. Los registros de material almacenado en el sitio deben indicar el estado de llenado, la fecha de transferencia al sitio de disposición permanente, incluyendo el registro de recepción del material en el sitio de eliminación permanente. Estos registros se mantendrán como parte de la ejecución de los trabajos de Obra y serán actualizados mensualmente.

C. Desmontaje del sistema de Regulación.

1. El desmantelamiento del sistema del regulador incluye los siguientes componentes principales: aceite del sistema que se extraerá del sumidero, tanque de presión, servomotores y tuberías.

Las tuberías deben desmontarse, limpiarse y preparar para pintura. Se colocarán tapas en los extremos con brida y la tubería vaciada, luego debe llenarse con nitrógeno seco o aceite para proteger el interior de la tubería durante el período de reacondicionamiento. Las bombas de aceite deberán ser recuperadas o eventualmente reemplazadas por nuevas, los motores se inspeccionarán y repararán. El gabinete del regulador será desmontado y permanecerá como repuesto de las unidades restantes hasta tanto sean rehabilitadas. Los sistemas de cable y palancas de retroalimentación del servomotor deben eliminarse permanentemente (serán reemplazados por sistemas de retroalimentación electrónica). Las tuberías y el cableado no reutilizado se deben disponer como desecho bajo supervisión de UTE.

2. El tanque sumidero del regulador, el tanque de presión de aceite y las tuberías de aceite se limpiarán, se efectuará el granallado, se efectuarán ensayos no destructivos sobre las mismas y se realizarán reparaciones si se detectan defectos, siguiendo todos los requisitos de la Parte A, Sección 1 – Generalidades.

De ser necesario estos componentes pueden retirarse de la central y llevarse al Taller de granallado y pintura.

D. Desmantelamiento del sistema de excitación.

El desmontaje del sistema de excitación incluye los siguientes componentes principales: cubículos, cables, excitación rotativa, tableros, etc. ubicados en el nivel +46,00m.

Los componentes de la primera unidad reacondicionada se retendrán como piezas de repuesto para las unidades restantes hasta que la segunda unidad se retire del servicio para su restauración, después de lo cual dichos componentes serán colocados en el predio designado por UTE para su disposición final.

2.8 INSTALACIÓN DE TURBINA, REGULADOR, GENERADOR Y SISTEMA DE EXCITACIÓN

2.8.1 Alcance

Esta sección especifica los requisitos detallados para la instalación, las pruebas de instalación y los trabajos de puesta en marcha de los sistemas de turbina, regulador, generador y excitación.

2.8.2 General

A. El Contratista montará e instalará los equipos rehabilitados de turbina-generador especificados aquí de acuerdo con los planos y procedimientos del Contratista aprobados por UTE y las instrucciones escritas preparadas por el Contratista para cualquier componente nuevo o modificado. Las instrucciones pueden ser modificadas por los supervisores de montaje para adaptarse a las condiciones variables que pueden surgir durante la instalación con la previa autorización del departamento de ingeniería del Contratista y de UTE.

B. El Contratista proporcionará toda la mano de obra y cualquier herramienta, suministros, refuerzos y soportes no especificados, pero necesarios para instalar el equipo, incluidas las reparaciones a los pasajes de agua existentes, siguiendo las mejores prácticas actuales en la instalación de equipos hidroeléctricos. El equipo y todos sus componentes se colocarán con gran cuidado y precisión y se alinearán correctamente para proporcionar una instalación consistente con las tolerancias utilizadas en la fabricación del equipo. El Contratista establecerá las elevaciones y líneas centrales apropiadas para los equipos. En el caso que existieran componentes a ser empotrados, como las placas base del estator del generador se deberá verificar el alineamiento, el espacio libre y el ajuste del equipo antes de empotrar las piezas en concreto.

2.8.3 Recepción, manejo y almacenamiento de equipos

A. El Contratista recibirá, descargará, almacenará, limpiará, instalará, pintará, ajustará, mantendrá y realizará una verificación completa de cualquier material o equipo entregado en el Sitio y destinado a ser utilizado para las Obras.

B. Todos los envíos que lleguen al Sitio deberán verificarse con los respectivos números de embarque y la lista de embalaje, y deberán inspeccionarse por daños que puedan haberse producido durante el envío. Las omisiones, daños y otras discrepancias se deben informar inmediatamente a UTE por escrito. Las piezas dañadas o rotas deberán restaurarse a su condición original, ya sea por reparaciones locales o de fábrica, a satisfacción de UTE y sin costo adicional. Las piezas faltantes se reemplazarán rápidamente de fábrica, a menos que UTE apruebe lo contrario.

C. El Contratista y UTE deberán realizar inspecciones visuales conjuntas de los equipos en el sitio antes de la instalación o la recepción como piezas de repuesto. Cualquier equipo o componente que sea cuestionable deberá ser examinado en mayor detalle y deberá cumplir con los requisitos del Contrato antes de permitir su instalación o recepción.

D. Las superficies mecanizadas deberán estar libres de todo óxido, material extraño, rebabas y obstrucciones inmediatamente antes del ensamblaje y deberán mantenerse libres de dichas condiciones de superficie a lo largo de las Obras.

E. Las piezas que se hayan deformado durante el transporte, almacenamiento y/o manipulación deberán, si la supervisión de UTE lo aprueba, ser cuidadosamente reacondicionadas por el Contratista a su exclusivo costo. Cualquier pieza readaptada debe cumplir con todos los requisitos del Contrato, de lo contrario será reemplazada. Si UTE no aprueba la reinstalación, la pieza debe ser reemplazada.

F. Los nuevos componentes del equipo que se instalarán se entregarán pintados y se retocarán, y/o pintarán de acuerdo con las disposiciones aplicables de la Parte A, Sección 1 – Generalidades.

G. El Contratista deberá almacenar el equipo, ya sea nuevo o existente, de una manera que proporcione protección contra la corrosión, la distorsión, el clima, las lesiones y el robo. El Contratista restaurará el equipo dañado por almacenamiento inadecuado a la condición original de fábrica, mediante reparación local o reemplazo a satisfacción de UTE y sin costo para esta.

H. Se debe proporcionar una protección adecuada para piezas mecanizadas con tolerancias ajustadas para evitar la distorsión de sus superficies críticas. Los objetos pesados de gran radio deben almacenarse con su eje vertical para mantener la redondez. Los artículos pesados se deben

apoyar adecuadamente de manera que se evite el daño a las superficies de los cojinetes y se debe mantener una distribución uniforme del peso.

I. Si los ejes de la turbina y el generador, se almacenan temporalmente en posición horizontal, se deben rotar cada 15 días en 180 grados y se deben levantar de manera que se pueda aplicar material adicional de prevención oxido para evitar pitting en los puntos de soporte. No obstante, esta recomendación, la secuencia de desmontaje provista como referencia al Contratista en este documento prevé un espacio dentro de la casa de máquinas para disponer de los ejes en forma vertical, evitando la necesidad de una grúa móvil para su manipulación

J. Las tuberías se deben controlar de manera que los tapones y tapas de cierre instalados sean removidos evitando la entrada de cuerpos extraños, Las tuberías, los accesorios y las válvulas deben revisarse durante el almacenamiento y periódicamente a partir de ese momento para asegurarse de que las cubiertas y los tapones de protección estén colocados correctamente.

K. Se debe tener cuidado en todo momento para proteger el generador, los cubículos del sistema del regulador y otros cubículos de control similares del daño, la suciedad o la corrosión. Los esparcidores de eslingas deben usarse cuando se manejan equipos de este tipo. Los equipos electrónicos y otros equipos de precisión o delicados deben almacenarse en un lugar limpio, seco y bien protegido equipado con calentadores de resistencia. Dichos equipos deberán programarse para su instalación luego de eliminar la suciedad y la contaminación incidental de la construcción, para evitar daños al equipo.

2.8.4 Supervisión del Sitio

A. El Contratista designará un representante en el Sitio como Jefe de Obra quien residirá en la proximidad del sitio de obras, de acuerdo a lo requerido en el Volumen I - Parte A - Instrucciones a los oferentes.

2.8.5 Layout, Mediciones y Referencias

A. El Contratista establecerá su referencia a partir de mediciones en la Casa de máquinas. También deberá proporcionar el equipamiento para medición y ejecutar con toda precisión los diseños detallados, incluido el ajuste y la alineación del equipo y la maquinaria. El Contratista deberá proteger todos y cada uno de los puntos de referencia establecidos por UTE y deberá proporcionar instalaciones suficientes, seguras y adecuadas en todo momento para el diseño y la medición de las Obras.

B. El Contratista instalará 4 juegos de marcas (tapones de referencia, cuatro tapones por juego) en la superficie interna del pozo de la turbina en diámetros de 90 grados entre sí, y los usará durante el alineamiento y las comprobaciones de rotación de ambos. turbina y generador para verificar otros

métodos que pueden adoptarse para medir los desvíos y la alineación. El Contratista puede usar cualquier referencia existente, según corresponda.

2.8.6 Medidas de instalación y registros

En el curso de la erección, el Contratista deberá realizar comprobaciones repetidas, periódicas y cuidadosas de alineaciones y niveles, concentricidad y veracidad. El Contratista deberá proporcionar hojas de verificación ilustradas y deberá registrar en ellas todas las mediciones de instalación. El supervisor del Contratista deberá firmar dichos registros, y se le deberán proporcionar copias a la supervisión de UTE inmediatamente después de que se haya recopilado la información.

2.8.7 Soldadura

A. El Contratista deberá realizar todas las soldaduras requeridas de acuerdo con la Parte A, Sección 1 – Generalidades. Los requisitos adicionales se especifican aquí.

B. Se requieren las soldaduras de campo en las piezas para unir las secciones de envío de los nuevos componentes y para sujetar anclajes, placas base, conectores, tuberías y cualquier soldadura requerida para la reparación y/o modificación de componentes existentes o para la correcta instalación/montaje del equipo las que estarán a cargo del Contratista. El Contratista proporcionará los electrodos y/o alambre – varilla de relleno y demás consumibles necesarios para soldar los nuevos componentes y para la modificación en el sitio de los componentes existentes a los requisitos de las especificaciones establecidas. El Contratista deberá presentar lo siguiente para la aprobación de UTE.

Procedimientos de soldadura para todas las soldaduras de campo junto con mapas de soldaduras de estructuras a soldar:

1. Calificación de los procedimientos de soldadura,
2. Operadores de soldadura y soldadores,
3. Cualquier requisito especial para la calificación del operador,
4. Secuencia de soldadura,
5. Requisitos para la soldadura por puntos,
6. Martillado, precalentamiento y granallado,
7. Equipos de soldadura y material de soldadura,
8. Otros detalles relevantes.

2.8.8 Mecanizado

Todo el mecanizado en el sitio que se requiere para lograr los niveles, redondez, concentricidad, perfiles y ajuste adecuados de los componentes del equipo existente y modificado debe ser realizado por el Contratista. Todos los operadores de equipos, herramientas, accesorios y equipos de mecanizado requeridos se incluirán en la Oferta del Contratista. El equipo de mecanizado utilizado para los trabajos debe ser del tipo, la capacidad y la precisión adecuadas, y los operadores del equipo deben estar calificados para que la calidad de todas las superficies mecanizadas en el sitio cumpla con todos los requisitos especificados.

2.8.9 Aceite y grasa

El Contratista deberá suministrar, entregar, instalar y filtrar el aceite y la grasa nuevos para el equipo antes y después de la instalación para cumplir con los requisitos del fabricante del equipo. El aceite y la grasa deben ser similares o iguales a los grados de productos existentes en uso en el Sitio. Las muestras de aceite deben tomarse antes de la entrega, después de la entrega pero antes de la instalación y después de la instalación en el equipo. Las muestras se enviarán a los laboratorios para su análisis según los estándares apropiados. El Contratista proporcionará el equipo de procesamiento de aceite requerido para circular, calentar y filtrar el aceite.

2.8.10 Tuberías

Todas las tuberías nuevas, tuberías, conexiones y accesorios requeridos para los nuevos medidores y termómetros, y todas las demás tuberías, conexiones y accesorios requeridos para los componentes del equipo reacondicionado deberán ser suministrados e instalados por el Contratista de acuerdo con los requisitos de la Parte B, Sección 7 – Sistemas Auxiliares Mecánicos. Todas las tuberías de aceite, sumideros de aceite y tanques de presión deben limpiarse y lavarse a fondo antes de colocar el aceite final en el sistema. Después de llenar con el aceite final, el Contratista circulará, filtrará y purificará el aceite a satisfacción del supervisor del Contratista y luego demostrará mediante pruebas de muestra con la presentación a la supervisión de UTE para su aprobación que el aceite cumple con el requisito de limpieza para aceite nuevo.

2.8.10.1 Limpieza Tubería de Lubricante y de Tubería de Aceite del Sistema Regulador.

A. General. La limpieza deberá cumplir con los requerimientos de la norma ASME D6439.

B. Procedimientos.

1. El aceite para lavado deberá calentarse entre 65°C y 82°C.
2. La velocidad mínima para el lavado de aceite deberá ser 4,5 metros por segundo.

3. La limpieza del aceite deberá cumplir con las condiciones siguientes:

a. Durante el proceso de limpieza y una vez alcanzadas las condiciones de régimen se deberán tomar tres muestras con una separación de al menos media hora entre ellas y se deberá realizar un recuento de partículas en cada muestra;

b. Para partículas con tamaño de 5 a 10 micrones y de 10 a 25 micrones, ninguna de las tres muestras deberá exceder a la norma SAE Clase 4;

c. Para partículas con tamaños de 25 a 50, de 50 a 100, y de 100 a 250 micrones, el promedio de los tres recuentos de partículas no deberá exceder a la norma SAE Clase 2 y ningún recuento individual de partículas deberá exceder a la norma SAE Clase 3;

d. No deberá haber partículas con tamaños mayores a 250 micrones.

2.8.11 Trabajos eléctricos

Todos los trabajos eléctricos necesarios para completar la instalación, incluidos los cables de alimentación y control, deben ser suministrados e instalados por el Contratista de acuerdo con los requisitos de la Parte A, Sección 1 – Generalidades.

2.8.12 Limpieza

A. El Contratista mantendrá en todo momento el sitio libre de acumulaciones de material de desecho o basura causada por sus empleados o las Obras, y, al finalizar el trabajo en cada Unidad, eliminará toda la basura, herramientas, equipos y material excedente.

B. La limpieza de todos los restos y escombros de las Obras se completará inmediatamente después de la finalización del trabajo en cada unidad. La limpieza de las envolturas del almuerzo, la basura, las piezas del equipo, los filtros de aceite y similares se debe hacer a diario. Deberá asegurarse de que los filtros de aceite, trapos aceitosos y otros desechos oleosos estén separados de la basura común en contenedores separados y bien marcados. El combustible, el aceite, los desechos oleosos y los desechos de equipos, como el aceite de drenaje, se deben eliminar únicamente en áreas de eliminación aprobadas

C. Además de la limpieza continua de las áreas de trabajo activas del Contratista, el Contratista será responsable de la limpieza final de la Casa de Máquinas y el Sitio después de la finalización de todas las Obras. El trabajo final de limpieza debe incluir la eliminación de basura, escombros y materiales de desecho; remoción de las instalaciones y materiales remanentes del Contratista; limpieza general de las instalaciones de la casa de máquinas

D. Una vez completadas las Obras, el Contratista deberá:

1. Reparar todas las aberturas, orificios, anclajes y similares que se realizarán en cualquier estructura existente para la comodidad del Contratista para facilitar la construcción.

2. Restaurar cualquier superficie, incluidas, entre otras, paredes, pisos, superficies de concreto y superficies de los equipos, que se dañaron durante la construcción; hacer reparaciones para combinar el color y la textura para que coincida con las superficies existentes; y para que coincida con precisión, los contornos de la estructura existente.

3. Reparar/reemplazar el piso en la casa de máquinas después de la modernización para restaurarlo a su condición original, forma y apariencia.

2.8.13 Planos Conformes a Obra

El Contratista deberá entregar a UTE todos los planos "Conforme a Obra" de los equipos puestos en Operación Comercial, en un plazo máximo de 90 días calendario desde la fecha de la Recepción Provisoria correspondiente.

2.8.14 Instrucciones de instalación especiales

El Contratista será responsable de las alineaciones, autorizaciones, ajustes, pruebas y otros asuntos relacionados con la calidad de la instalación.

2.9 INSTALACIÓN

2.9.1 General

El Contratista deberá:

- A. Instalar la turbina completa con todas las piezas y accesorios.
- B. Instalar el generador completo con todas las partes y accesorios.
- C. Alinear el generador con respecto a la turbina asociada.

El Contratista podrá subcontratar a Terceros de firmas calificadas aprobadas por UTE para realizar trabajo de campo.

2.9.2 Obra Civil

En caso de que sea requerido el reemplazo de las placas base del generador, el Contratista deberá realizar la eliminación del hormigón de segunda etapa existente y deberá suministrar e instalar todos los anclajes requeridos, barras de refuerzo, soportes y tensores; y colocará todo el hormigón de segunda etapa alrededor de las nuevas placas de anclaje como parte de las Obras.

2.9.3 Reparaciones en Pasaje de Agua

A. Las reparaciones, a los pasajes de agua existentes se completarán dentro de los tiempos requeridos para cada Unidad en particular según lo establecido en el Cronograma. Cada Unidad se pondrá a disposición del Contratista de acuerdo con el Cronograma.

B. Las reparaciones serán hechas por el Contratista de acuerdo con las inspecciones de las áreas identificadas a reparar y los procedimientos aprobados. Todas las reparaciones se realizarán de manera ordenada, precisa y profesional. Todo el trabajo debe ser realizado por trabajadores calificados en sus diversos oficios y completado de manera exhaustiva siguiendo las mejores prácticas modernas. Todos los accesorios y herramientas de nivelación, andamios, escaleras, soportes temporarios y misceláneos necesarios para realizar las Obras deberán ser suministrados por el Contratista.

C. El Contratista deberá registrar todas las reparaciones de los pasajes de agua para mantener un registro de ubicación y extensión de las mismas. Tan pronto como se haya completado las reparaciones, el Contratista enviará una copia firmada de dicho registro a UTE quien se reserva el derecho de solicitar la verificación e inspección de cualquier reparación efectuada.

2.9.4 Ajustes de Sincronización de las paletas guía.

El Contratista determinará los ajustes necesarios para la sincronización de las paletas del distribuidor y/o para el sistema de control de sincronización y deberá proporcionar y supervisar la instalación de cualquier pieza nueva requerida. El Contratista realizará los ajustes de tiempo requeridos al sistema del regulador para garantizar que la Unidad generadora operará de manera adecuada, segura y confiable en todas las condiciones operativas especificadas y dentro de los límites operativos de diseño especificados en la Parte B – Especificaciones Técnicas Particulares.

2.9.5 Control de Polvo y Humos

El Contratista mantendrá toda el área de trabajo libre de polvo, humos nocivos que pueda causar un peligro o molestia a las operaciones de UTE, o las operaciones de terceros que realizan actividades en el área, mediante métodos satisfactorios. No se realizará ningún pago adicional al Contratista por el control de polvo y humos nocivos, el Contratista deberá proporcionar dicho control. Todos los costos relacionados con el control de polvo y los humos nocivos se incluirán en el precio del contrato. En el caso de que el Contratista no cumpla adecuadamente con sus obligaciones de control de polvo y humo, UTE se reserva el derecho de contratar por separado a un tercero para el control de polvo y los humos nocivos, y deducir el costo involucrado del Precio del Contrato y ajustar los pagos periódicos según sea necesario para contabilizar adecuadamente dichos costos. UTE no se hará responsable por cualquier daño a las Obras que resulte de operaciones de control de polvo separadas que sean necesarias debido a la falla del Contratista de proporcionar el adecuado control de polvo y humos nocivos.

2.10 CONTROLES Y PRUEBAS DURANTE LA INSTALACIÓN

A. En el transcurso de la instalación y puesta en servicio de la unidad renovada, el Contratista será responsable de garantizar que las pruebas e inspecciones que se indican en este documento, y las pruebas adicionales que requieran los procedimientos de instalación aprobados, los Planos de Ingeniería de Detalle y la Especificación se completen satisfactoriamente. Todas las pruebas se realizarán de acuerdo con los procedimientos de prueba aprobados por UTE presentados por el Contratista. El Contratista proporcionará todos los equipos, instrumentos, materiales y servicios de asesoría técnica requeridos para las pruebas. Deben realizarse ajustes para el correcto funcionamiento del equipo según sea necesario. El Contratista mantendrá registros completos y registros de cada prueba con todos los datos registrados adecuadamente. Las copias de todos los registros de prueba se enviarán a UTE.

B. Después de completar satisfactoriamente las pruebas e inspecciones, el equipo debe prepararse, configurarse y etiquetarse según lo exijan las pruebas operativas y los procedimientos de puesta en marcha de UTE. Al etiquetar el equipo, el Contratista certifica que todo el equipo ha sido revisado. Todos los auxiliares e interconexiones requeridos han sido hechos apropiadamente; el estado de las válvulas, interruptores y otros dispositivos similares es el requerido por los procedimientos y el equipo está listo para las posteriores pruebas y operaciones.

C. Los ensayos que se le realizarán a los equipos deberán incluir todas las revisiones y pruebas que se pueden realizar antes del llenado de la Unidad incluidas aquellas que se pueden realizar en conjunto con el regulador.

2.10.1 Métodos de instalación, procedimientos y planos

A. El Contratista desarrollará y presentará, para aprobación de UTE, procedimientos y métodos detallados paso a paso que se utilizarán en la instalación de componentes de reemplazo y reutilización, y modificaciones a los componentes existentes, incluidos, sin limitación, los planos detallados del Contratista, diagramas, y especificaciones. Las tolerancias requeridas para las modificaciones serán las indicadas en los Planos, especificaciones y procedimientos del Contratista.

B. Los métodos y procedimientos de instalación deben cumplir estrictamente con los procedimientos, los Planos de Ingeniería de Detalle, la Especificación y otras instrucciones aprobadas por UTE.

C. La instalación de todas las piezas y equipos se realizará de acuerdo con los procedimientos detallados presentados por el Contratista y aprobados por UTE.

D. El Contratista verificará todos los diseños de precisión y detalle, incluido el ajuste y la alineación de piezas y equipos.

E. Las tolerancias requeridas para la instalación del equipo suministrado serán las indicadas en los procedimientos aprobados.

2.10.2 Controles y Pruebas Generales de la Unidad

- A. Nivelación y configuración adecuada de las partes embebidas.
- B. Poner a plomo el eje de la unidad.
- C. Lavado - limpieza de tuberías.
- D. Pruebas hidrostáticas.
- E. Pruebas de continuidad de cables y resistencia de aislamiento.
- F. Prueba para la fase correcta.
- G. Alineación inicial y run out de equipos rotativos.
- H. Pruebas funcionales de dispositivos de control y circuitos.
- I. Calibración de instrumentos.

2.10.3 Controles y Ensayos de Turbinas

A. El huelgo entre palas del rodete y anillo de descarga deberá ser medido y registrado. Las mediciones se realizarán en 8 posiciones igualmente espaciadas.

B. Operación y ajuste de las paletas guía del distribuidor para un cierre uniforme y ajuste de las palas.

C. Movimiento de las paletas guía del distribuidor y de las palas del rodete, verificando la adecuada operación del regulador.

D. Comprobación del funcionamiento de los dispositivos de bloqueo manual tanto en posición cerrada como abierta y verificación de los indicadores de posición.

E. Comprobación del indicador de posición de la paleta guía y las escalas mecánicas.

F. Pruebas y ajustes de todos los subconjuntos, como el sello del eje y el cojinete guía y el mecanismo de movimiento de las palas del rodete.

G. Verificación y registro de todos los huelgos, ajustes, caudales y pérdidas.

2.10.4 Verificaciones del Generador, Inspecciones de Campo y Pruebas

Las siguientes inspecciones y pruebas específicas del generador serán realizadas por el Contratista.

A. General. Las pruebas de campo se realizarán en presencia de UTE. Se debe mantener informado a UTE de los cronogramas de montaje y ensayos para que la inspección y las pruebas puedan realizarse adecuadamente. En el momento del envío de equipos y materiales probados en el taller, se debe proporcionar una copia de la documentación de ensayos a UTE.

B. Inspecciones de placas base del estator (si fueran reemplazadas)

1. Detalles de la excavación en concreto.
2. Nivelación y alineación de la placas base.
3. Colada de concreto de las placas base.
4. Alineación de chavetas radiales.
5. Tensado de las placas base.
6. Ajuste de los pernos del estator.

C. Inspecciones de apilado del estator.

1. Medición del radio interno del núcleo y de la verticalidad. En al menos 18 ubicaciones igualmente espaciadas. Verificar los valores de radio a distancias de 1/5 de cada paquete de apilado. Comprobar y cotejar nuevamente valores después de cada compresión.

2. Rectitud de cada ranura, usando una galga de ranura (verificar por paquetes)

3. Verticalidad de ranuras (verificar por paquetes de apilado)

4. Verticalidad del núcleo (verificar por paquetes de apilado)

5. Compresión de paquetes del núcleo

6. Nivelación del núcleo y adición de suplementos de apilado

7. Circularidad del núcleo en por los menos 18 puntos. Controlar cada cuarto de paquete en posiciones inferior, media y superior a aproximadamente 15 cm de los extremos.

8. Altura final del núcleo.

9. Compresión del núcleo, determinado por estiramiento de los espárragos de compresión y confirmado por el ensayo de penetración con hoja de cuchillo entre láminas.

10. Resistencia a tierra de las ranuras del núcleo.

D. Pruebas del núcleo del estator.

1. General. El Contratista deberá realizar una prueba del lazo del núcleo una vez que se haya instalado el núcleo en la estructura estatórica. Esta prueba se llevará a cabo como se describe en la Parte B, Sección 3 – Generadores y Auxiliares Propios. Detección de puntos calientes del núcleo. Se realizará mediante una cámara infrarroja provista por el Contratista, capaz de medir cambios en temperaturas de 1/2 °C. Cualquier condición insatisfactoria o anormal encontrada deberá ser reportada para una decisión sobre el procedimiento de reparación a seguir. Ningún punto deberá estar más de 5°C más caliente que el área circundante. Las fotografías del espectro visual e infrarrojo del núcleo que muestran los puntos calientes infrarrojos con temperaturas absolutas y diferenciales indicadas se enviarán UTE después de la conclusión de la prueba. No se aceptará una prueba EL CID en lugar de la prueba de lazo. El procedimiento de prueba se presentará por adelantado para la aprobación de UTE. Las fuentes de energía disponibles para la prueba son el servicio de estación de 400 Vca.

2. Equipo de Soporte. El Contratista proporcionará el siguiente equipo para respaldar las pruebas de lazo

a. Voltímetro, amperímetro, interruptor controlado a distancia, fuente de baja tensión, transformadores de corriente y potencia.

b. Madera de protección para cable.

c. Prueba de aislación

d. Equipos de visión térmica con la capacidad descrita anteriormente

3. Cálculos de Prueba.

a. El Contratista deberá proporcionar cálculos que sustenten las pruebas de lazo. Los cálculos deben indicar la densidad de flujo de operación, cómo se debe alcanzar y medir esta densidad de flujo, la corriente de prueba de lazo y el voltaje que se aplicará.

b. El cálculo determinará el requerimiento de alimentación y planificará una fuente de alimentación para proporcionar la alimentación. A menos que se apruebe lo contrario, el Contratista será responsable de proporcionar un grupo generador temporal para entregar la energía requerida.

4. Ingeniero de ensayos. El Contratista deberá designar un ingeniero para el ensayo experimentado para efectuar el ensayo de lazo. debiendo presentar el currículum vitae del ingeniero de pruebas para su aprobación, indicando que ha realizado al menos 10 ensayos de lazo.

5. Reparación de Daños en el Núcleo. Todo el daño del núcleo detectado por el ensayo de lazo se corregirá. Posteriormente, durante la instalación del bobinado y el acuñado se debe prestar la debida atención para proteger el núcleo del estator de daños por impacto, daños causados por las cuñas, objetos afilados u otras anomalías que puedan afectar la integridad del sistema de aislamiento interlaminar. Cualquier daño visible al núcleo del estator se reparará a satisfacción de UTE. Se deben desarrollar procedimientos de reparación adecuados para este propósito y se deben presentar para su aprobación cuando se requieran

6. Recompresión del núcleo luego del ensayo de lazo.

7. Inspección visual del núcleo del estator utilizando al menos 10 aumentos. Cualquier daño visible al núcleo debe ser reparado a satisfacción de UTE. Identificado por número de paquete y ranura, documentado por fotografías digitales.

8. Cualquier daño visible se corregirá a satisfacción de UTE.

E. Concentricidad del Núcleo sobre el Centro de la Turbina. Montaje Final.

F. Inspecciones y Pruebas del Devanado del Estator.

Las siguientes pruebas se realizarán en el devanado del estator durante el curso de la instalación de los devanados en el núcleo del estator:

1. Examen visual de las barras de estator entregadas.

2. Limpieza de las conexiones finales.

3. Ubicación de la barra por número de ranura.

4. Resistencia de contacto de la superficie de la barra a la pared de la ranura.

a. La adecuación de la conexión a tierra de la superficie de la barra a las paredes de la ranura debe verificarse en todas las barras después de que sus porciones de ranura se hayan apretado correctamente a lo ancho.

b. Las medidas de resistencia de contacto se tomarán utilizando un óhmetro con un cable conectado al núcleo y el otro cable conectado a un electrodo autorizado sobre la barra o en la superficie expuesta de la barra de tal manera que no haga contacto con el núcleo.

c. Las mediciones se realizarán en tres ubicaciones: en cada extremo del núcleo y en el centro axialmente.

d. Se debe indicar el rango aceptable de resistencia de contacto. No se aceptarán valores en exceso de 5.000 ohmios. La corrección se hará mejorando el contacto. Los valores finales serán registrados y presentados.

5. Pruebas de alta tensión de devanado del estator.

a. Se deben realizar pruebas preliminares de alto potencial de las barras durante el proceso de bobinado para asegurar razonablemente que las barras no deben fallar en las pruebas de aceptación final. Antes de aplicar cualquier potencial alto, preceda la prueba con un ensayo de resistencia de aislamiento e índice de polarización (PI) con una PI mínima de 4. Las pruebas y los voltajes de prueba que se incluirán en el procedimiento de instalación incluirán típicamente:

- Pruebas de Hi-Pot: antes del enclavamiento y las conexiones de la barra
 - A medida que las barras se instalan, se colocan y se embalan lateralmente, al final de cada turno, las barras instaladas se probarán con al menos 25,5 kV [$1,7 \times (2U + 1)$ kV] DC o prueba de CA de baja frecuencia equivalente.
 - Después de la instalación completa de todas las barras del estator inferior, incluidos los rellenos de ranuras y el sidepacking (o su equivalente), todas las barras inferiores deben conectarse y someterse a una prueba de alta potencial de CC de al menos 25,5 kV o de prueba CA de baja frecuencia equivalente.
 - Después de la instalación completa de todas las barras del estator inferior, incluidos los rellenos de ranuras y el sidepacking (o su equivalente), todas las barras inferiores deben conectarse y someterse a una prueba de alta potencia de CC de al menos 25,5 kV o al voltaje de prueba de CA de baja frecuencia equivalente. Después de que todas las barras del estator se acúñen, pero antes de la interconexión, las barras se someterán nuevamente a una prueba de alto potencial de CC o de baja frecuencia

b. Pruebas Hi-Pot: después de que se hayan completado las cuñas y las conexiones, el devanado se someterá a una tensión de prueba de 14,5 kVca rms a una frecuencia nominal durante un minuto para barras nominales de 7 kV.

6. Confirmación del espesor de relleno entre barras incluyendo RTD (5 mm como mínimo)

7. Ajuste de cuñas.

8. Medición de resistencia de cada conexión de estator soldada con óhmetro digital de baja resistencia.

9. Resistencia de todos los paralelos en cada fase antes de la conexión a la barra de anillo (+1% utilizando puente doble compensado). Si la variación de resistencia entre los paralelos o fases más altos y más bajos excede el 1% o se desvía del valor calculado en más del 1%, el Contratista investigará el motivo y presentará una explicación por escrito a UTE

10. Medición del factor de pérdida por disipación de todo el devanado del inducido del generador.

11. Medición de la capacitancia del devanado del inducido entre cada fase y tierra y entre cada par de fases.

12. Prueba de resistencia de devanados de armadura.

a. Después de completar cada devanado paralelo y antes de la conexión al anillo del circuito, el Contratista medirá la resistencia.

b. También después de completar cada devanado del inducido y antes de completar las conexiones del cable principal, el Contratista medirá la resistencia del devanado del inducido de cada fase.

c. Las mediciones se realizan de acuerdo con la última revisión del IEEE 115, Procedimientos de prueba para máquinas síncronas.

d. La diferencia de resistencia en corriente continua calculada a 75 °C entre las fases del devanado de la armadura no debe ser superior al 2% de la resistencia mínima después de corregir las diferencias en la longitud de los cables.

13. Ensayo de prueba corona

a. Se realizará una prueba de descarga parcial a 5,5 kV, probando una fase a la vez con las otras dos fases conectadas a tierra. Los resultados de las pruebas de corona que están más de un 15% por encima del valor promedio son inaceptables. La prueba medirá la intensidad de las descargas parciales asociadas con las barras en cada ranura del estator.

b. La prueba se realizará con al menos el 100% del voltaje de línea a tierra de operación nominal aplicado a todos los conductores del devanado del estator.

c. Las mediciones, en unidades de picocoulombs de carga aparente, se realizarán en tres ubicaciones axialmente para cada ranura.

d. La causa de cualquier medida anormalmente alta debe investigarse e intentarse la corrección mejorando los tratamientos de la superficie de la barra y/o el ajuste de la anchura de la barra. Los criterios de aceptación se especificarán sujetos a aprobación. Las lecturas finales se registrarán y proporcionarán a UTE.

G. Prueba RTD

1. Los RTD de los cojinetes y de la temperatura del estator integrado se someterán a una prueba de resistencia de aislamiento. Todos los cojinetes guía, el cojinete de empuje y los detectores de temperatura integrados deben estar aislados de tierra respectivamente. La resistencia de aislamiento medida por un megger de 1.000 V a 10°C a 30°C no debe ser inferior a 1,0 MΩ

H. Inspecciones de Rotor.

1. Nivelación del rotor en el pedestal del rotor.
2. Inspección visual de la llanta después de quitar los polos.
3. Redondez de la llanta del rotor y verticalidad sin los polos montados. Redondez y verticalidad compatible con la tolerancia de entrehierro.
4. Calentamiento para ajuste de la llanta e inserción de las chavetas.
5. Medición de concentricidad de la llanta redondez y verticalidad, luego de reajustar la llanta.
6. Inspección por ensayos no destructivos END de los espárragos de ajuste de la llanta.
7. Se debe verificar una muestra representativa para determinar el estiramiento existente del borde del rotor a través de los pernos. Los pernos existentes se deben volver a tensar usando el patrón apropiado y en al menos tres pasos con el estiramiento medido en el 100% de los pernos. Se registrará el estiramiento de todos los pernos después de volver a tensar.
8. Instalación de segmentos de la pista de frenos, registrar planitud, nivelación y diferencias entre segmentos.
9. Instalación de polos y chavetas.

10. Determinación de la circularidad sobre los polos en la parte superior, media e inferior.

I. Prueba de Campo de los Polos.

1. Prueba de sobretensión. Se realizará una prueba de comparación de sobretensiones en cada polo antes y después de la instalación en el rotor.

2. Determinación de la resistencia de la bobina de campo.

3. Confirmación del peso de los polos para determinar ubicación en la llanta

4. Las pruebas de resistencia de aislamiento se realizarán de acuerdo con IEEE 43. La resistencia de aislamiento se registrará. Se realizará una prueba de índice de polarización en el rotor completado. El PI mínimo aceptable es 3.

5. Prueba dieléctrica (High-Pot). Los polos de campo deben probarse utilizando una tensión alterna a 10 veces el valor nominal de la tensión de excitación, pero no inferior a 1.500 V durante un minuto. Referencia IEEE C50.12. Esta prueba se realizará después de que todos los polos de campo estén montados en el rotor e interconectados, pero antes de la inserción del rotor en la Unidad. El colector y los cables de los polos pueden ser excluidos de esta prueba.

6. Caída de tensión del polo. Se medirá la caída de voltaje en cada polo con un suministro de CA constante aplicado al circuito en serie de polos de campo. Los resultados deben estar dentro de las tolerancias o correcciones estándar que deben realizarse

7. Prueba de polaridad para polos de campo.

8. Medición de la resistencia de campo. Medición a tomar en anillos colectores con doble puente.

J. Enfriadores de Aire de Superficie.

1. Prueba de fugas hidrostática a una presión nominal del sistema del 150% durante al menos 30 minutos.

2. Prueba de caída de presión de agua en enfriadores de aire de superficie entre los cabezales de admisión y descarga.

K. Cableado eléctrico.

1. Prueba de continuidad y aislamiento de todo el cableado dentro de la carcasa del generador

2. Pruebas de funcionamiento de relés térmicos, termómetros, interruptores de velocidad, detectores de temperatura de resistencia, interruptores de flujo.

3. Prueba de equilibrio dinámico de las piezas rotativas combinadas de turbina y generador según IEEE 1095.

2.10.5 Comprobaciones y Pruebas del Sistema del Regulador

Las pruebas que se realizarán en el Regulador incluirán todas las pruebas del sistema de aceite del Regulador y todas las pruebas funcionales del Regulador y los dispositivos indicadores que pueden realizarse en el Regulador en relación con las turbinas, antes del llenado de las Unidades. Las pruebas incluirán, pero no se limitarán a, lo siguiente:

A. Ensayo del sistema de presión de aceite al 150% de la presión máxima de operación, incluida la prueba de fugas de todas las tuberías y conexiones asociadas (si corresponde).

B. Operación de prueba de todas las válvulas y manómetros de presión del tanques.

C. Operación de prueba de todas las bombas de aceite del regulador, control de escalón y válvulas de descarga/alivio.

D. Prueba de funcionamiento de la válvula de purga de aire del tanques de presión.

E. Ensayo de la función y los ajustes adecuados de todos los controles del Regulador, los interruptores de posición y límite y los dispositivos indicadores en la medida en que puedan probarse antes del llenado de la Unidad.

F. Ensayo del recorrido de las válvulas de control del regulador.

G. Ensayo del tiempo muerto del Regulador y la velocidad de respuesta.

H. Verificación del funcionamiento correcto de los dispositivos indicadores y los controles del gabinete del actuador.

2.10.6 Comprobaciones y pruebas del sistema de excitación

A. Cubículo de excitación.

1. Inspección física de anclaje, conexión a tierra, ajuste de conexiones, placa de identificación y apariencia general.

2. Cableado eléctrico.

a. Prueba de continuidad y aislamiento de todos los cables de campo en la central eléctrica

b. Pruebas de operación de instrumentos, dispositivos y relés asociados al sistema de excitación

3. Todas las fuentes de alimentación funcionales.

B. Transformador de excitación.

1. Megado y prueba de aislamiento. PI debe ser mayor que 3.

2. Pruebas de operación de instrumentos, dispositivos y relés asociados con el transformador de excitación.

3. Inspección física de anclaje, conexión a tierra, placa de identificación y apariencia general

2.10.7 Pruebas de presión de tuberías

Después de la instalación, el Contratista deberá realizar una prueba de presión hidrostática en cada sistema que haya sido modificado o recientemente suministrado bajo las Obras. La prueba se realizará a una presión 50% mayor que la presión de diseño del sistema correspondiente durante un período de 1 hora. No se permiten fugas ni reducciones de presión durante el período de prueba.

2.10.8 Montaje y Centrado

Todo el conjunto de la Unidad debe centrarse alrededor de la línea central de la turbina sin eje, centrado en el paso del agua, siguiendo la metodología de tolerancia de montaje de CEATI y las tolerancias especiales adicionales incluidas en esta Especificación.

2.10.9 Comprobación de desviación de ejes combinados

A. Después de que los ejes de la turbina y el generador restaurados se hayan instalado, conectado, alineado y conectado, se les debe realizar una verificación de desviación bajo la dirección del constructor supervisor del Contratista de acuerdo con ANSI/IEEE 810.

B. El control de rotación debe ser presenciado por UTE y aprobado por escrito por los fabricantes del generador y la turbina y el Contratista.

2.11 CONTROLES PRELIMINARES, PRUEBAS Y PREPARACIÓN PARA LA PUESTA EN MARCHA

A. Preparación para el arranque de la unidad.

1. Inspección de todas las conexiones atornilladas y de tuberías, espacios libres de piezas móviles y otros parámetros físicos. El Contratista preparará las listas de verificación de inspección en detalle, que, como mínimo, deberán ser equivalentes a la norma de UTE para la inspección normal antes de la puesta en marcha de las Unidades generadoras existentes después del mantenimiento principal.

2. El Contratista y UTE revisarán cuidadosamente todos los equipos, incluidos los medidores, instrumentos, controles, válvulas, dispositivos de lubricación, indicadores, filtros y bombas antes de iniciar la Unidad.

3. Todas las líneas de aceite se lavarán y el aceite se hará circular a través de un purificador provisto por el Contratista. Las bombas de aceite y las tuberías deben someterse a un período de operación e inspección de 24 horas para verificar el correcto funcionamiento y la ausencia de fugas.

4. Todas las líneas de suministro de agua, incluidos los filtros, deben ser revisadas para determinar el flujo adecuado por parte del Contratista

5. Los sistemas de lubricación deben ser probados por el Contratista para verificar su correcto funcionamiento.

6. Los tiempos de cierre y apertura del regulador deberán ser controlados para garantizar los valores de sobrevelocidad, sobrepresión y límites de empuje hidráulico en las condiciones transitorias. El tiempo de amortiguamiento del servomotor se debe configurar para evitar golpes en el mecanismo.

7. El Contratista deberá realizar las siguientes comprobaciones y ajustes funcionales, que UTE deberá presenciar antes de llenar la unidad para la operación inicial:

- a. Operación del sistema de suministro de presión de aceite.
- b. Rango de descarga.
- c. Funcionamiento de válvulas de seguridad y alivio.
- d. Ajuste de presostatos y relés.
- e. Manejo de paletas directrices con control de límite de apertura.
- f. Comprobación eléctrica de funcionamiento de los sistemas auxiliares del sistema de control de la pala.
- g. Solenoides.
- h. interruptores de velocidad.

- i. Finales de carrera.
- j. Dispositivos indicadores remotos.
- k. Ajuste de finales de carrera.
- l. Tensión en los anillos colectores del generador.
- m. Dispositivos indicadores remotos.

8. Una vez que el responsable del montaje haya indicado su conformidad con las verificaciones de turbina, generador y sistema de control se continuará con los preparativos para el arranque.

B. Sistema de excitación estática. El nuevo sistema de excitación estática provisto como parte de este Contrato deberá ser comisionado simultáneamente con la Unidad. Los ingenieros de montaje/instalación del Contratista deben supervisar todas las actividades con la puesta en servicio del sistema de excitación. Todos los ajustes se deben realizar en presencia de UTE y se deben demostrar mediante ensayos.

2.12 RECEPCIÓN PROVISORIA (POR UNIDAD)

A. Después de que se hayan completado las actividades de montaje, instalación de la turbina, el generador, el sistema de regulación y el sistema de excitación, y después de completar las pruebas de puesta en marcha, la Unidad debe ser inspeccionada, probada y puesta en servicio antes de emitir el Certificado de Aceptación para la unidad. Como paso siguiente, cada Unidad deberá pasar con éxito el Período de Operación de Prueba (por Unidad).

B. Si en algún momento durante la puesta en servicio, se descubren deficiencias que impiden que la puesta en servicio continúe satisfactoriamente, los defectos se deben corregir antes de que continúen las actividades de puesta en servicio. El tiempo requerido para la corrección de defectos no dará como resultado una extensión en el plazo establecido en el Cronograma. Cualquier impacto en los costos asociado con la corrección de defectos correrá a cargo del Contratista.

C. UTE emitirá la aceptación por escrito de una Unidad después de que se alcance el hito de Recepción Provisoria (Por Unidad), como se define en la Volumen II – Parte A – Condiciones Contractuales. Los siguientes elementos deben verificarse como completados según corresponda para cada sistema:

1. Finalización de la instalación y montaje de la Unidad de acuerdo con el Contrato y cualquier Orden de Variación.

2. Registros de control de calidad completos.

3. Los planos "conforme a obra" están disponibles para UTE.
4. Pruebas completadas (por unidad).
5. Demostración de que la Unidad es capaz de operación continua (Ejecución de prueba).
6. Completar todos los elementos de la lista de pendientes.

D. Las pruebas de rendimiento no son una condición de aceptación, sino una condición para establecer si se han cumplido las garantías de rendimiento.

2.13 PRUEBAS DE CAMPO DE LA UNIDAD

2.13.1 Generalidades

A. Requisitos.

1. Durante el montaje/instalación, puesta en marcha y puesta en servicio, el Contratista realizará todas las pruebas necesarias para determinar que las garantías del Contratista y los requisitos de UTE se han cumplido. UTE tendrá derecho a presenciar y participar en todas estas pruebas.

2. Esta Sección describe las pruebas de campo mínimas a las que se someterá el equipo antes de emitir el Certificado de Recepción para que la Unidad comience el Período de Operación de Prueba. Además de las pruebas enumeradas a continuación, el Contratista realizará cualquier otra prueba requerida para establecer la conformidad del equipo con las garantías y el Contrato.

3. El Contratista coordinará con UTE para establecer fechas satisfactorias para las pruebas de campo y para dar tiempo suficiente para que los testigos de la prueba estén presentes en representación de UTE.

B. Responsabilidad. El Contratista será responsable de la supervisión y de proporcionar los procedimientos de prueba para todas las pruebas de campo en la turbina, el sistema de Regulación, el Generador y el Sistema de Excitación, y proporcionará los instrumentos y equipos de prueba calibrados necesarios y el equipo de prueba eléctrico especificado más adelante. El Contratista proporcionará ingenieros calificados para realizar las pruebas de campo. El Contratista deberá proporcionar el personal necesario para la instalación del equipo de prueba y la realización de las pruebas.

C. Equipo de prueba. El Contratista proporcionará todo el equipo de prueba necesario, incluido el cableado y las conexiones temporales. El equipo de prueba debe cumplir con los requisitos de los estándares especificados aquí, debe estar correctamente calibrado en un laboratorio calificado y debe llevar una etiqueta de calibración. UTE recibirá catálogos y especificaciones

completas de todos los equipos de prueba y certificados de calibración completos. El equipo de prueba seguirá siendo propiedad del Contratista después de las pruebas, a menos que se especifique lo contrario. El Contratista tomará todas las medidas necesarias y proporcionará todo lo necesario para conectar transductores o medidores de tensión para medir y registrar todos los datos.

D. Esquema y calendario de pruebas.

1. Al menos 21 días antes del comienzo de la prueba, el Contratista preparará el cronograma propuesto para realizar las pruebas especificadas y lo presentará a UTE para su aprobación. El horario será coordinado por el Contratista con todas las partes involucradas.

Con la presentación del cronograma, el Contratista también presentará un resumen completo de los métodos propuestos y los procedimientos de campo que se seguirán para las pruebas especificadas, que se presentarán a UTE para su revisión y aprobación, incluidos:

- a. Lista de equipos requeridos para cada prueba.
 - b. Número de personal calificado y no calificado requerido para cada prueba.
 - c. Diagramas esquemáticos y de circuitos que muestran las conexiones que se utilizarán para cada prueba.
 - d. Formularios de prueba y hojas de resumen que se utilizarán para registrar datos.
 - e. Los valores de prueba mínimos/máximos aceptables para cumplir con los requisitos especificados para el equipo.
2. Después de la revisión y aprobación de UTE, se enviarán 6 copias a UTE para su distribución a las partes participantes.

E. Estándares de prueba. Las pruebas de turbinas y generadores se realizarán de acuerdo con las normas de la industria enumeradas en la Parte B, Sección 1 - Turbinas y Auxiliares Propios y Sección 3 - Generadores y Auxiliares Propios.

F. Datos de prueba e informes de prueba. Al finalizar cada prueba se enviarán a UTE, 6 copias de los resultados de la prueba, momento en el cual los comentarios o correcciones se pueden devolver al Contratista para su incorporación al informe final. Después de completar todas las pruebas, se proporcionarán 6 informes completos de todas las pruebas de campo realizadas en el equipo, incluidas la operación inicial, la ejecución de la prueba y las pruebas de rendimiento. El informe incluirá una descripción de cada artículo probado y de la instrumentación; una lista de personal de prueba; calibraciones de equipos de medida; procedimientos de prueba; métodos de

prueba; tabulaciones de las medidas tomadas; cálculos de muestra; resultados de las pruebas, incluidos los ajustes finales, la configuración y las curvas de rendimiento; y una discusión de los resultados de las pruebas y conclusiones.

G. Prueba de Campo. En caso de que se requiera una nueva prueba debido a un mal funcionamiento, corrección de partes u otros problemas del equipo, la nueva prueba se realizará a expensas del Contratista. En el caso de que las características de rendimiento índice garantizadas del equipo no se cumplan durante las Pruebas de rendimiento, se aplicarán las penalidades establecidas en los requisitos Contractuales.

H. Prueba de campo. Tolerancias de incertidumbre.

1. La incertidumbre en la medición de la eficiencia y la capacidad de la turbina será igual o menor que los valores indicados en los códigos aplicables y acordados por las partes en la prueba.

2. Si el valor de incertidumbre calculado excede el valor de tolerancia permisible indicado anteriormente, el Contratista deberá tomar las medidas correctivas adecuadas y repetir la prueba.

2.13.2 Pruebas de puesta en servicio

A. General.

1. Esta Sección especifica los requisitos detallados para los Ensayos de Comisionamiento que se requieren para obtener la aceptación del equipo que se ha proporcionado bajo este Contrato. El equipo debe ser ensayado por el Contratista, con la participación de UTE, de acuerdo con los procedimientos establecidos en los procedimientos de prueba aprobados por UTE para confirmar que se han cumplido las características garantizadas del equipo y que se cumplen los requisitos de la Especificación. El ingeniero de ensayos del Contratista estará presente durante todas las pruebas de puesta en servicio.

2. Las demoras por interrupciones causadas por el Contratista o la necesidad de repetir las pruebas debido al incumplimiento de los requisitos de las Especificaciones que afectan las fechas de finalización contractuales someterán al Contratista a los daños liquidados especificados en las Condiciones contractuales.

3. La exclusión o la realización de cualquiera de las pruebas no eximirá al Contratista de su responsabilidad de cumplir con los requisitos del Contrato. El Contratista cooperará con UTE y con otros Contratistas y entidades involucrados para establecer las fechas más convenientes para realizar las pruebas.

4. La participación de UTE en las pruebas del sitio no eximirá al Contratista de su responsabilidad de la correcta ejecución de las pruebas

B. Giro Inicial sin Carga.

1. Después de llenar la Unidad, la primera operación será el giro inicial sin carga, con un tiempo amplio para verificar las temperaturas de los cojinetes, y la operación correcta del eje de la unidad.

2. Durante el funcionamiento sin carga, la turbina será detenida a petición de UTE o del supervisor del Contratista para realizar los ajustes deseados. En algunos casos, es posible que se requiera la extracción e inspección de las piezas internas de la turbina.

3. Durante la operación sin carga, el Contratista con UTE deberá realizar las siguientes comprobaciones y ajustes, salvo que se indique lo contrario:

a. Ajuste para el funcionamiento del sistema de regulación a la velocidad nominal.

b. Operación de los controles de arranque y parada, incluidos los solenoides de parada de emergencia.

c. Operación de interruptores de velocidad

d. Ajuste de todos los dispositivos de indicación del generador, como tacómetros, termómetros, manómetros, instrumentos de indicación eléctrica, RTD e instrumentos de presión de vapor.

e. Condición de los filtros. Los filtros serán verificados en forma frecuente y serán mantenidos limpios.

f. El balanceo del rotor del generador debe ser verificado por el Contratista y, si es necesario, cualquier cambio en el peso de balanceo debe ser colocado por el Contratista. El balanceo dinámico del rotor debe cumplir con los requisitos de la norma ISO 21940-11, nivel de calidad 6.3 e IEEE 1095 Sección 12.

g. En la preparación para la sincronización, realizar la verificación de la secuencia de fases del generador.

C. Giro inicial con carga.

1. Pruebas de rechazo de carga y de aceptación de carga: Deben realizarse pruebas de rechazo de carga y de aceptación de carga para ajustar los elementos de temporización del regulador y la configuración de los interruptores de velocidad y otros dispositivos de protección. Todos estos ajustes y los parámetros relacionados se registrarán e incluirán en el informe de prueba de campo. El Contratista deberá proporcionar un instrumento de grabación de alta velocidad multicanal y los transductores para medir y registrar los diversos parámetros transitorios durante las pruebas de rechazo de carga y

de aceptación de carga. Además de las funciones del sistema de control que deben medirse y registrarse, otros parámetros que se deben medir y registrar incluyen: velocidad de la unidad, posición de la pala del distribuidor, carga de la unidad, presión de la cámara espiral, presión del tubo de aspiración, presión de la cubierta superior, descentramiento del eje, vertical y la vibración horizontal de la cubierta superior, la temperatura o el aumento de la temperatura del cojinete guía, la carga del cojinete de empuje. El Contratista también proporcionará un medidor de nivel de sonido para medir el nivel de sonido en ubicaciones seleccionadas en la turbina durante la operación.

2. Pruebas del sistema de Regulación: El Contratista deberá realizar estudios de transitorios hidráulicos y realizar ajustes en la sincronización de las paletas guía. El Contratista probará los tiempos de apertura y cierre de la paleta guía, tanto en el estado sin agua como en el estado con agua, para confirmar que los valores de diseño para el aumento de la presión de la caja en espiral, el aumento de la velocidad y el empuje hidráulico no se excedan en todo el rango de condiciones de operación especificadas. Todos los instrumentos requeridos para registrar la respuesta del regulador y los parámetros transitorios relevantes serán suministrados por el Contratista y seguirán siendo propiedad del Contratista. A menos que se acuerde mutuamente lo contrario, las pruebas se realizarán de acuerdo con las siguientes normas:

a. Publicación IEC 60308: Código Internacional para Pruebas de Regulación de Velocidad Sistemas para turbinas hidráulicas

b. IEEE 125: Práctica recomendada para la preparación de especificaciones de equipos para la regulación de la velocidad de turbinas hidráulicas destinadas a impulsar generadores eléctricos

D. Pruebas de carga. Después de que la Unidad se haya sincronizado y conectado al sistema eléctrico, las pruebas de carga incremental se realizarán incrementando la carga en pequeños pasos y observando el aumento de temperatura y la operación del equipo. Cuando se haya alcanzado la carga completa, se debe mantener durante un tiempo adecuado para permitir una revisión cuidadosa del aumento de temperatura de los cojinetes y los devanados del generador, las observaciones de la operación general de la Unidad y realizar los ajustes necesarios para asegurar una operación exitosa continua.

E. Pruebas operacionales de turbinas. El Contratista deberá realizar pruebas operativas de la turbina que verifiquen el cumplimiento de los requisitos especificados con respecto a la vibración, la pulsación de presión, la estabilidad de la Unidad, el empuje hidráulico, el par de paletas guía y la ausencia de adherencia, el nivel de ruido y otras garantías y los datos operativos esperados.

F. Pruebas operativas de la turbina. Se realizarán junto con las pruebas operacionales del generador. Se registrarán los datos básicos de la operación. Estos deben incluir presiones, temperaturas, flujos y otros

parámetros similares a los registrados durante los ensayos de firma, antes de la renovación de la Unidad. Como mínimo, el Contratista deberá realizar las siguientes observaciones, mediciones y pruebas:

1. Compruebe la vibración del eje por encima del cojinete guía superior.
2. Mida la presión diferencial del servomotor de las paletas directrices. Calcule la torsión de la paleta guía.
3. Verificar el correcto funcionamiento del sistema de regulación.
4. Verifique el funcionamiento correcto del cojinete de guía de la turbina, monitoree la temperatura de los casquillos.
5. Verifique el funcionamiento correcto del sello del eje de la turbina, controle la temperatura del sellos, mida el flujo de agua de refrigeración/lubricación.
6. Determine el empuje hidráulico mediante la medición de la desviación del soporte del cojinete de empuje.
7. Se medirán las fluctuaciones de presión.
8. Se medirá el nivel de ruido en lugares específicos.

G. El Contratista comparará los resultados de las pruebas operativas con los de las Pruebas de firmas y hará todos los esfuerzos para corregir las áreas donde los resultados después de la renovación son peores que antes de la renovación.

H. Pruebas operacionales del generador. Las siguientes pruebas operativas del generador se realizarán junto con las pruebas operativas de la turbina. Se registrarán los datos básicos de la operación. Estos deben incluir presiones, temperaturas, flujos y otros parámetros similares a los registrados durante las Pruebas de firmas antes de la renovación de la Unidad. Como mínimo, el Contratista deberá realizar las siguientes observaciones, mediciones y pruebas:

1. Pruebas de presión y funcionales del sistema de frenos y gatos.
2. Comprobar el tiempo requerido para que los frenos de fricción mecánica detengan la máquina de manera segura cuando los frenos se aplican a una velocidad nominal del 25% y del 35% con las paletas directrices cerradas, interruptor automático del generador abierto, y generador de campo descargado.
3. Determinación de la temperatura del metal del cojinete.

4. Prueba de características de saturación de circuito abierto.
5. Prueba de características de saturación de cortocircuito.
6. Medición del espacio de aire que utiliza el sistema de monitoreo del espacio de aire del rotor sin carga y con una salida nominal de kVA para verificar que las tolerancias del espacio de aire se encuentran dentro de los requisitos de la Especificación y para obtener una firma de la máquina para futuras referencias de mantenimiento.
7. Mediciones de vibración de distintas partes de la unidad.
8. Detección de descarga parcial. Medición de valores de referencia para comparación con mediciones futuras
9. Pruebas de potencia para verificar la capacidad de la Unidad como generador para operar dentro de los requisitos especificados bajo las condiciones nominales máximas de factores de potencia iniciales y retardados, incluida la prueba de capacidad de carga de línea como generador
10. Prueba de sobrevelocidad,
11. Prueba para determinar el aumento de temperatura máximo (prueba de funcionamiento térmico) de las diversas partes del generador cuando funciona continuamente a una potencia nominal (MVA), con el suministro de agua a los enfriadores de aire regulados de manera que la temperatura del aire que sale de los enfriadores sea aproximadamente 40°C
12. Prueba para determinar los caudales y la temperatura del agua de refrigeración entrante y saliente, para los cojinetes y los enfriadores de aire.
13. Prueba para determinar el factor de desviación de la forma de onda. Los oscilogramas deberán tomar de la forma de onda la tensión de cada fase del devanado de armadura cuando el generador esté funcionando a la tensión nominal y la frecuencia sin carga.
14. Prueba para determinar los niveles de ruido en 5 ubicaciones, 1,0 m verticalmente por encima de la placa de cubierta superior del generador. Las ubicaciones en las que se determinarán los niveles de ruido serán seleccionadas conjuntamente por el Contratista y UTE. El nivel de ruido en cada ubicación debe ser el promedio de al menos 12 lecturas. El nivel de ruido más alto entre 5 ubicaciones no debe exceder los 80 dB(A).
- I. Pruebas operativas del sistema de excitación. Someter todo el sistema de excitación a pruebas operativas y ajustes para demostrar el cumplimiento de todos los requisitos de rendimiento de la Especificación. Las pruebas incluirán, pero no se limitarán a lo siguiente:
 1. Controlar la comprobación del circuito lógico de los siguientes:

- a. Control de potencia y fusibles.
- b. Control de arranque-parada de excitación.
- c. Control automático de elevación y descenso del regulador desde todas las ubicaciones de control.
- d. Control manual de elevación y descenso del regulador desde todas las ubicaciones de control.
- e. Circuito de alarma de excitador estático.
- f. Alarma del transformador de excitación.
- g. Cableado del transformador de corriente.
- h. Paradas normales.
- i. Paradas de emergencia.

2. Checkout en el inicio.

- a. Fase de confirmación de secuencia a sistema de excitación.
- b. Funcionalidad de barrido de campo (Field flashing).
- c. Inicio manual de la excitación con la unidad en el regulador automático y confirmación de la funcionalidad.
- d. Cuando se detiene la excitación, confirmar que los módulos de des excitación eliminen el voltaje del campo del generador
- e. Realizar el arranque automático de la unidad con sistema de excitación en automático. Confirmar que la unidad alcanza la velocidad nominal y la tensión nominal automáticamente
- f. Sincronizar la unidad y cerrar el interruptor del generador. Aplicar una pequeña carga positiva. Realizar pruebas de respuesta a pasos en el regulador para confirmar la respuesta correcta.
- g. Habilitar PSS (Power System Stabilizer) y confirmar que es funcional.

3. Pruebas PSS. El rendimiento del PSS se verificará con las siguientes pruebas mínimas:

a. Establecer los parámetros del estabilizador del sistema de energía según los resultados de la frecuencia en línea del generador/excitador y la respuesta de fase.

b. Realizar respuestas de frecuencia y fase compensadas en línea y fuera de línea del generador/excitador/estabilizador del sistema de energía.

c. Realizar una respuesta de frecuencia del estabilizador solo del sistema de potencia

d. Verificar el rendimiento del estabilizador del sistema de energía con las pruebas de respuesta a pasos en línea con y sin el estabilizador en servicio.

e. Determinar los valores de los parámetros del modelo de estabilizador de sistema de potencia IEEE apropiado.

f. Verificar los parámetros con una comparación de una respuesta medida y modelada.

J. Período de operación de prueba (Ejecución de prueba).

Antes de que UTE acepte provisionalmente una Unidad, el Contratista deberá realizar una prueba de funcionamiento según sea necesario para garantizar que el equipo se haya instalado y ajustado correctamente y que funcione de manera segura, adecuada y confiable en un funcionamiento continuo. La ejecución de la prueba se realizará en el modo de control automático, sin ningún ajuste o corrección. La duración de la prueba debe ser por un período continuo de 30 días (720 horas), con interrupciones debido a un mal funcionamiento del equipo que no exceda un total de 14 horas, 4 horas por vez como máximo, con un número total de 4 interrupciones como máximo. Si la Unidad no pasa la prueba, el Contratista realizará las modificaciones y/o reparaciones necesarias en el equipo y se iniciará una nueva prueba de 30 días.

2.13.3 Pruebas de rendimiento del generador

A. Se efectuarán los siguientes ensayos en el generador bajo la dirección del ingeniero de ensayos del Contratista. Todas las disposiciones para conectar sondas, transductores, medidores de tensión y otros equipos necesarios para medir y registrar los datos deseados deben ser seleccionados y suministrados por el Contratista.

1. Medida de inercia rotativa (WR2),

2. Pruebas para determinar los siguientes parámetros del generador:

a. Reactancia Sincrónica de eje directo y cuadratura,

- b. Reactancia transitoria no saturada de eje directo,
 - c. Reactancia subtransitoria de eje directo no saturada,
 - d. Reactancia de secuencia negativa, no saturada,
 - e. Reactancia de secuencia cero,
3. Prueba de eficiencia del generador.

B. Dentro del Período de Responsabilidad por defectos de la unidad se realizará una prueba de eficiencia en una Unidad, seleccionada por UTE, para determinar si se han cumplido las garantías de eficiencia del generador. Esta prueba incluirá la determinación de las pérdidas de I^2R en los devanados de armadura y de campo, las pérdidas por fricción, las pérdidas por ventilación, las pérdidas en el hierro del núcleo, las pérdidas del sistema de excitación, incluidas las pérdidas del transformador de potencia de excitación y del rectificador.

C. Las pérdidas anteriores se determinarán mediante un ensayo de eficiencia calorimétrica realizado de acuerdo con los requisitos de IEEE 115 o IEC 60034-2A. Las pérdidas de ventilación deben incluir la potencia requerida para impulsar cualquier ventilador adicional requerido para la operación.

D. El Contratista preparará y presentará procedimientos de prueba detallados para la revisión y aprobación UTE.

2.13.4 Pruebas de rendimiento de turbinas

A. General. El Contratista será responsable de completar las pruebas, incluida la provisión de toda la mano de obra, los materiales, los instrumentos, la calibración del instrumento y el costo de los ingenieros de prueba.

B. Prueba de Eficiencia Absoluta y Ensayo Índice

1. Después de que la Unidad haya sido puesta en operación satisfactoria, el Contratista deberá realizar los ensayos de eficiencia absoluta e índice. Dichas pruebas de rendimiento se realizarán de acuerdo con los procedimientos y normas indicadas en la Parte B, Sección 3, Numeral 31.15. Los ensayos se harán por unidad.

2. La potencia de salida de la turbina se determinará a partir de la potencia de salida del generador medida y las eficiencias garantizadas del generador proporcionadas por el Contratista o de la prueba de eficiencia del generador según lo estipulado en el Numeral 2.13.3 - Pruebas de rendimiento del generador. La prueba de apertura de los álabes directrices cubrirá el rango de capacidades y eficiencias garantizadas.

3. A partir de la medición de eficiencia absoluta y habiéndose determinado la pérdida de carga en rejas se determinará el salto neto y se efectuarán las calibraciones de las tomas WK. para verificar la correlación entre el salto neto, el ángulo de pala del rodete y la apertura del distribuidor.

4. Los registros de la medición de la eficiencia absoluta como los del ensayo índice serán presentados en un informe de ensayo para aprobación de UTE.

C. Pruebas de Cojinetes. Las pruebas para determinar los caudales y la temperatura del agua de refrigeración entrante y saliente para los Cojinetes se realizarán con el generador funcionando aproximadamente a plena carga. La línea de suministro de agua tendrá una sección que se puede quitar para la instalación de un medidor de agua de prueba.

2.13.5 Pruebas de rendimiento del regulador

A. General. Después de que se haya instalado el equipo, se le hayan dado controles preoperacionales y pruebas operativas iniciales, y se haya puesto en funcionamiento de manera satisfactoria, debe ser probado bajo la dirección del ingeniero de pruebas del Contratista para verificar sus características de rendimiento. El Contratista será responsable de completar las pruebas, incluida la provisión de toda la mano de obra, los materiales, los instrumentos, la calibración del instrumento y el costo de los ingenieros de prueba. Todos los instrumentos requeridos para registrar la respuesta del regulador y los parámetros transitorios relevantes serán suministrados por el Contratista. Las pruebas se realizarán en coordinación con UTE. El Contratista someterá un procedimiento de prueba por escrito para su aprobación.

B. Pruebas. Se probarán los sistemas del regulador para demostrar que cumplen con la Parte B, Sección 2, Numeral 12 – Ensayos en Sitio. Se suministrarán todos los instrumentos necesarios para registrar cada respuesta del sistema del regulador y los parámetros transitorios relevantes. A menos que se acuerde lo contrario, se realizarán las pruebas de acuerdo con IEC 60308.

C. Informes de prueba. El Contratista deberá presentar un informe completo de todas las pruebas de campo realizadas en el equipo. Los informes incluirán una descripción de los elementos probados y de la instrumentación; una lista de personal de prueba; calibraciones de equipos de medida; procedimientos de prueba; tabulaciones de las medidas tomadas; cálculos de muestra; resultados de las pruebas, incluidos los ajustes finales, los ajustes y las curvas de rendimiento de la turbina; y una discusión de los resultados de las pruebas y conclusiones.

2.13.6 Pruebas de Rendimiento del Sistema de Excitación

A. Prueba de Eficiencia. Se probará el sistema de excitación para determinar las pérdidas del sistema de excitación. Las pérdidas deben incluirse con la potencia total suministrada a los auxiliares del sistema de excitación

cuando están en servicio en condiciones de estado estable. Si el valor comprobado de eficiencia cae por debajo de los valores garantizados, se puede requerir que el Contratista ejecute pruebas similares en los otros sistemas de excitación cubiertos por el contrato sin costo adicional.

B. Prueba de factor de desviación de la forma de onda. Se registrarán oscilogramas de la forma de onda del voltaje de cada fase del devanado del estator cuando el generador esté funcionando a la tensión nominal y a la frecuencia sin carga.

C. Pruebas de rendimiento del sistema de excitación.

1. Todas las pruebas deben estar de acuerdo con IEEE 421.2 y IEEE 421.5. El rendimiento se verificará a través de las siguientes pruebas, como mínimo. Proporcione oscilogramas digitales para cada prueba utilizando la función de grabación del sistema de excitación.

- a. Respuesta nominal
- b. Ajustes de limitador de excitación por encima y por debajo
- c. Frecuencia sin conexión lazo abierto y respuesta de fase
- d. Frecuencia de circuito cerrado fuera de línea y respuesta de fase con carga del generador al 75% o más.
- e. Respuesta offline y en línea del excitador.
- f. Determine los valores de los parámetros del modelo de excitador IEEE apropiado
- g. Verificar los parámetros con una comparación de una respuesta medida y modelada.

2. El alcance de estas pruebas consiste en tomar oscilogramas de las variaciones del generador a medida que se introducen errores escalonados de hasta el 20% en el circuito de detección del regulador. Las variaciones se introducen tanto en condiciones de carga como en circuito abierto, y con cargas de hasta el 100% de la carga nominal al factor de potencia nominal rechazado en los terminales de la máquina. El exceso de voltaje máximo del terminal debe limitarse al 5% en condiciones de carga. El exceso de voltaje máximo del terminal para la condición de circuito abierto es del 15%. En todos los casos, la respuesta deberá estar bien amortiguada.

3. Pruebas de limitador de excitación mínima. Se probará el limitador de excitación mínimo operando el generador en varias configuraciones de potencia real y disminuyendo la excitación hasta que el limitador funcione. Se registrará una tabla de niveles de potencia real y

reactiva, voltaje de terminal y corriente de campo, y construya una gráfica de los puntos de operación.

4. Pruebas de limitación de excitación máxima. El limitador de excitación máximo puede probarse a un nivel reducido, y luego volver a su ajuste adecuado. Se probará el límite de excitación máximo cronometrado colocando un gran paso en el regulador de voltaje y observando los niveles de excitación. Verificar la curva de tiempo inverso probando el limitador instantáneo en varios valores y programando el regreso al ajuste del límite de excitación máximo.

5. Prueba de respuesta de frecuencia. Realizar una prueba de la respuesta de frecuencia general del sistema de control de regulación de voltaje, con la Unidad en línea, para verificar el desempeño del regulador en línea. Incluir las cantidades medidas: voltaje y corriente de campo, voltaje de terminal y potencia real y reactiva de terminal.