

INDICE

1. TURBINAS Y AUXILIARES PROPIOS	3
1.1 OBJETIVO.....	3
1.2 ALCANCE.....	3
1.2.1 Tareas antes del desmontaje de la unidad.....	5
1.2.2 Tareas durante el desmontaje de la unidad.....	5
1.2.3 Tareas sobre las partes móviles de la turbina.....	6
1.2.4 Tareas sobre las partes fijas de la turbina.....	7
1.2.5 Tareas sobre sistemas auxiliares de la turbina.....	7
1.2.6 Tareas después del montaje.....	7
1.3 DATOS TECNICOS	8
1.4 RODETE DE TURBINA	8
1.5 CONDICIONES DE OPERACIÓN	10
1.5.1 Niveles de Operación y Saltos Netos.....	10
1.5.2 Cota de instalación de la Turbina.....	10
1.5.3 Regulación.....	11
1.5.4 Diseño Hidráulico	11
1.6 POTENCIA Y RENDIMIENTO	12
1.6.1 Potencia de la Turbina.....	12
1.6.2 Curvas del Rendimiento de la Turbina.....	12
1.7 VELOCIDAD	13
1.7.1 Velocidad Nominal.....	13
1.7.2 Velocidad de Embalamiento.....	13
1.8 ESTÁNDARES DE APLICACIÓN.....	13
1.9 DISEÑO.....	14
1.9.1 Generalidades.....	14
1.10 CONDICIONES DE CARGA.....	15
1.10.1 Condición Normal o Permanente	15
1.10.2 Condición Excepcional.....	15
1.10.3 Condición Extrema.....	15
1.11 TENSIONES DE TRABAJO	16
1.12 VIBRACIONES	16
1.12.1 Generalidades.....	16
1.12.2 Partes rotantes.....	17
1.12.3 Coordinación del Diseño.....	17
1.13 FATIGA	18
1.13.1 Generalidades.....	18
1.13.2 Condiciones de operación.....	18
1.14 ACABADO DE SUPERFICIES DE LAS PARTES DE LA TURBINA	19
1.14.1 Generalidades.....	19
1.14.2 Planilla de terminación superficial.....	19
1.15 RODETE	21
1.15.1 Generalidades.....	21
1.15.2 Balanceo de los Alabes.....	21
1.15.3 Balanceo del Rodete.....	21
1.15.4 Alabes del Rodete.....	21
1.15.5 Cubo y Cono del Rodete.....	22
1.15.6 Sellos y prensa sellos de los alabes.....	23
1.15.7 Cojinetes de los muñones de los alabes.....	24
1.15.8 Plantillas.....	24
1.15.9 Pedestal para ensamblaje del rodete.....	25
1.16 MECANISMO DE OPERACIÓN DE LOS ALABES DEL RODETE	25
1.16.1 Generalidades.....	25
1.16.2 Servomotor de los alabes.....	25
1.16.3 Cruceta.....	26
1.16.4 Control de posición de los alabes.....	26
1.17 CABEZAL DE DISTRIBUCIÓN DE ACEITE.....	26
1.17.1 Generalidades.....	26
1.17.2 Indicador de posición de los alabes.....	27

1.17.3	<i>Prensaestopas del cabezal de aceite.</i>	27
1.17.4	<i>Drenaje de pérdidas de aceite.</i>	27
1.18	EJE DE LA TURBINA	27
1.18.1	<i>Generalidades.</i>	27
1.18.2	<i>Análisis de velocidad crítica.</i>	28
1.18.3	<i>Cojinete guía de turbina</i>	29
1.18.4	<i>Dispositivo mecánico de Sobrevelocidad</i>	30
1.18.5	<i>Sello del eje de turbina</i>	30
1.19	COJINETE DE EMPUJE	32
1.20	REQUERIMIENTOS DE INSPECCION	32
1.20.1	<i>Componentes giratorios.</i>	32
1.20.2	<i>Inspección visual de componentes estacionarios (carcasa y estructura soporte).</i>	33
1.20.3	<i>Block de empuje.</i>	33
1.20.4	<i>Zapatas</i>	34
1.20.5	<i>Informe de inspección.</i>	34
1.20.6	<i>Inspección Ultrasónica de Zapatas y Casquillos - Calificaciones del inspector.</i>	34
1.20.7	<i>Equipo.</i>	35
1.20.8	<i>Bloques de referencia</i>	35
1.20.9	<i>Procedimiento.</i>	35
1.20.10	<i>Estándares de aceptación</i>	35
1.20.11	<i>Zapatas del Cojinete de Empuje</i>	36
1.21	PALETAS DEL DISTRIBUIDOR	40
1.22	MECANISMO DEL DISTRIBUIDOR	42
1.23	ANILLO DE REGULACIÓN	43
1.24	SERVOMOTORES DEL DISTRIBUIDOR	43
1.25	TAPA DE TURBINA	45
1.26	PREDISTRIBUIDOR Y CÁMARA ESPIRAL	45
1.27	ANILLO INFERIOR	46
1.28	ANILLO DE DESCARGA – ENVOLVENTE DEL RODETE	47
1.29	CONO Y TUBO DE ASPIRACIÓN	47
1.30	POZO DE TURBINA	48
1.31	PRUEBAS DEL MODELO DE LA TURBINA	48
1.31.1	<i>Alcance</i>	48
1.31.2	<i>Requisitos Generales.</i>	48
1.31.3	<i>Análisis de Flujo y Optimización.</i>	49
1.31.4	<i>Pruebas del Modelo.</i>	49
1.31.5	<i>Programa de Trabajo, Procedimientos de Prueba y Planos.</i>	49
1.31.6	<i>Pruebas Complementarias del Prototipo.</i>	50
1.31.7	<i>Modelo</i>	50
1.31.8	<i>Pruebas de modelo.</i>	51
1.31.9	<i>Velocidad de Embalamiento.</i>	53
1.31.10	<i>Momento Torsor en los Alabes del Rodete.</i>	54
1.31.11	<i>Pulsaciones de Presión y fluctuaciones de torque en el eje.</i>	54
1.31.12	<i>Presión Diferencial Winter-Kennedy.</i>	54
1.31.13	<i>Metodología de ensayo de Cavitación</i>	54
1.31.14	<i>Informe de las pruebas del modelo</i>	56
1.31.15	<i>Pruebas en el Prototipo – Medición Eficiencia Absoluta</i>	58
1.32	INSTRUCCIONES PARA LA REHABILITACIÓN DEL ANILLO DE DESCARGA Y TUBO DE ASPIRACIÓN	60
1.32.1	<i>Introducción.</i>	60
1.32.2	<i>Generalidades.</i>	60
1.32.3	<i>Secuencia de los trabajos.</i>	60
1.32.4	<i>Equipos requeridos para realizar las pruebas hidráulicas.</i>	62
1.32.5	<i>Secuencia de ejecución de las pruebas:</i>	62
1.32.6	<i>Control del proceso tecnológico (del tratamiento):</i>	64
1.32.7	<i>Requisitos de seguridad.</i>	64
1.33	REPUESTOS EXISTENTES	72
1.34	DOCUMENTOS DE REFERENCIA	73

1. TURBINAS Y AUXILIARES PROPIOS

1.1 OBJETIVO

Esta Sección establece las provisiones técnicas con respecto a la rehabilitación de las turbinas

La turbina existente tiene las siguientes condiciones nominales de diseño: Potencia Nominal 35,1 MW para un salto nominal de 14,7 m y una velocidad de rotación de 78,95 rpm.

Luego del análisis e inspecciones efectuadas, se determinó que las turbinas existentes pueden aumentar su potencia para el mismo salto nominal. Debido a que los rodets existentes no presentan signos de cavitación en aproximadamente 60 años de operación la rehabilitación de las turbinas priorizará que los nuevos rodets funcionen libres de cavitación por sobre la potencia máxima ofrecida. Se ha fijado como límite de potencia mínimo de las nuevas turbinas, la potencia de 38,5 MW, con la condición de que la operación de las mismas sea libre de cavitación en todo el rango de saltos especificados en el presente documento.

Por esta razón se han fijado requisitos a cumplir entre el valor de sigma planta y el valor de sigma incipiente para el funcionamiento de las unidades.

Si en el ensayo de modelo los valores de sigma planta no cumplieran con lo especificado en este documento, UTE podrá cancelar el Contrato y el Contratista deberá hacerse responsable de las penalidades fijadas a tal efecto de acuerdo a lo indicado en el Volumen II - Parte A - Condiciones Contractuales.

Para las turbinas rehabilitadas, se modificará también el mecanismo de operación de los álabes del distribuidor a efectos de agregar mayor seguridad al mismo ante la ruptura del elemento de seguridad, a través de un dispositivo de ruptura y fricción. Se incluirá también un sistema de inyección de presión de aceite en el cojinete de empuje.

El objetivo principal del alcance del trabajo sobre la turbina es garantizar la operación confiable a largo plazo mediante la adquisición de componentes de reemplazo de alta calidad y mano de obra de instalación.

1.2 ALCANCE

El alcance incluirá la rehabilitación de las tres turbinas de la central Baygorria, siendo el Contratista responsable del diseño, cálculo, ensayo de modelo reducido, presentación de planos y datos, fabricación, premontaje y ensayos en fábrica, transporte hasta el emplazamiento, montaje en obra y ensayos de puesta en funcionamiento de las mismas. Se incluye también el equipamiento auxiliar, en un todo de acuerdo con estos Documentos Contractuales.

La extensión del trabajo incluirá el desmontaje y montaje, la disposición de los componentes que se sustituyen, pruebas y puesta en servicio, granallado y pintado, el examen no destructivo (NDE) de los componentes a ser reutilizados, la certificación para la reutilización de dichos componentes,

Todo el trabajo deberá ser efectuado por personal experto en las profesiones y oficios conexos. El trabajo deberá ser realizado utilizando las mejores prácticas modernas en el diseño y fabricación de equipos hidroeléctricos.

En esta especificación se establecen los requisitos detallados para el diseño, ensayo de modelo de turbina, fabricación, ensayos en fábrica, transporte, montaje, ensayos en obra y puesta en operación comercial de las tres turbinas hidráulicas y accesorios, a ser suministradas y entregadas completas de acuerdo con los Documentos Contractuales.

El Contratista deberá suministrar un diseño coordinado y apropiado, que cumpla con los requisitos, las especificaciones técnicas y demás estipulaciones establecidas en estos Documentos Contractuales y se ajuste a la mejor práctica de la ingeniería. El Contratista deberá incluir cualquier elemento o dispositivo que sea necesario o deseable para proveer equipos completos, de operación satisfactoria y confiable, aun cuando no esté específicamente mencionado o no sea requerido por estos Documentos Contractuales. Es obligación del Contratista coordinar el diseño de los equipos en correspondencia con las partes empotradas en el hormigón, necesarias para la instalación y montaje del rodete de turbina. El equipo, como así también los accesorios, componentes, instrumentos y demás dispositivos de las turbinas a proveer deberá ser idéntico para todas las unidades, en cuanto a su diseño, operación y adaptación a la central y originado en un único diseño. Todas las partes y componentes de la turbina, como así también, todos los accesorios, componentes, instrumentos y demás dispositivos deberán ser intercambiables sin necesidad de ajustes posteriores en fábrica y/o en obra.

El Contratista deberá suministrar equipos y sistemas totalmente integrados entre sí y con los sistemas y equipos eléctricos y mecánicos existentes y/o suministrados por otros contratistas a fin de satisfacer los requerimientos de UTE. Los sistemas, equipos y componentes a suministrar por el Contratista deberán presentar interfaces adecuadas y compatibles con los restantes equipos ya sean de terceros o existentes, asegurando el correcto funcionamiento del conjunto en total acuerdo con los requerimientos establecidos en estos Documentos Contractuales.

Para el desmontaje de los equipos existentes, deberá utilizar los dispositivos de izaje disponibles en la central, debiendo procurar y suministrar aquellos dispositivos y elementos adicionales que considere necesarios para que el desmontaje del equipamiento existente pueda efectuarse de manera segura de acuerdo a las secuencia de desmontaje sugerida como referencia en estas especificaciones.

El alcance incluye el trabajo sobre los siguientes componentes principales, cuyo detalle se da en la sección específica de cada componente:

- A. Sustitución de los rodetes completos, que se ajusten al diámetro y perfil existente del anillo de descarga de la turbina
- B. Reemplazo de los elementos de unión entre ejes y con el rodete
- C. Modificación del mecanismo distribuidor

- D. Modificación y recuperación del cojinete de empuje
- E. Reemplazo parcial del cabezal de aceite y tubos del cabezal Kaplan
- F. Recuperación de los servomotores del distribuidor
- G. Modificación del anillo de regulación
- H. Reemplazo de bujes de alabes del distribuidor por bujes autolubricados
- I. Ensayo y certificación de reúso de componentes a reinstalar
- J. Pintura de componentes empotrados
- K. Recuperación de áreas erosionadas del tubo de aspiración
- L. Sustitución de tuberías de agua de enfriamiento
- M. Pintura de todos los componentes excepto los de acero inoxidable o galvanizado en caliente
- N. Reemplazo e instalación de nuevos instrumentos para los componentes de turbina.

1.2.1 Tareas antes del desmontaje de la unidad

El contratista deberá recopilar todas las dimensiones necesarias para el diseño detallado.

Se deberán inspeccionar todos los componentes de turbina para proporcionar recomendaciones de reparación. Esta tarea debe programarse poco después de la adjudicación del contrato.

Se deberán realizar ensayos de firma para certificar parámetros de la turbina existente previo a los trabajos de rehabilitación y antes del desmontaje de la unidad.

1.2.2 Tareas durante el desmontaje de la unidad

El Contratista deberá preparar y presentar a UTE para su aprobación un plan para el desmontaje de la turbina que incluya planes de logística y secuencia de desmontaje incluyendo los lugares de almacenamiento temporario y permanente de los principales componentes, tales como cubo del rodete, elementos del mecanismo del rodete, ejes de turbina y generador, tapa de turbina, servomotores del distribuidor, tapa de turbina y alabes y mecanismo del distribuidor.

Después de completar satisfactoriamente los ensayos de firma, el Contratista deberá desmontar los componentes de la turbina de acuerdo con las instrucciones y procedimientos en los manuales de operación y mantenimiento

existentes para este equipo. A su vez, se provee en el presente documento una secuencia de desmontaje de referencia.

Durante el período de parada 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 emergencia

1.2.3 Tareas sobre las partes móviles de la turbina

A. Reemplazo del rodete, de acuerdo a las características descritas más abajo en este documento

B. Reemplazo de los tubos de aceite del mecanismo Kaplan y modificaciones al cabezal de aceite existente

C. Remoción e inspección del eje de turbina y del bloque del cojinete de empuje

D. Reemplazo de los elementos de unión entre el eje de turbina y el eje del generador y entre el eje y el rodete

E. Remoción e inspección de los alabes del distribuidor. Modificación del mecanismo de regulación instalando perno de corte y dispositivo de fricción

F. Remoción del sistema de lubricación por grasa de los álabes del distribuidor y reemplazo por bujes autolubricados

G. Modificación del anillo de regulación y adaptación del mismo para operar sobre patines autolubricados

H. Inspección y recuperación de los servomotores del distribuidor, recambiando bujes, sellos y rectificando cilindros. Recuperación o reemplazo de las válvulas distribuidoras de los servos. Desmontaje y reemplazo del sistema de realimentación de posición por sensores electrónicos

I. Inspección y ensayo de los tanques del sistema de presión de aceite, incluyendo su limpieza y pintura. Reemplazo de los compresores de aire del sistema de presión. Se mantienen los valores de presión del sistema

J. Remoción del sello del eje, reparación o reemplazo por un nuevo sello

K. Rebabbitado del cojinete guía y del cojinete de empuje. Modificación de las zapatas del cojinete de empuje para instalación del sistema a presión.

1.2.4 Tareas sobre las partes fijas de la turbina

A. Remoción e inspección de la tapa de turbina. Modificación del sistema de apoyo del anillo de regulación. Modificación brida soporte del sello del eje para instalación nuevo sello o sello rehabilitado.

B. Extracción de los bujes existentes e instalación de bujes autolubricados sobre el anillo inferior para los álabes directrices.

C. Inspeccionar el anillo de descarga y cono de aspiración a través de golpes y efectuar agregado de anclajes e inyección de mortero en las zonas que se identifiquen necesarios de acuerdo al procedimiento explicitado en este documento.

D. En función del análisis del vórtice de von Kármán y de la frecuencia natural de las palas del predistribuidor, efectuar las modificaciones necesarias al perfil de salida de las palas. Efectuar inspección por ensayos no destructivos del predistribuidor y repintar el mismo.

E. Recuperar con mortero epoxi las partes de concreto del tubo de aspiración con depresiones del perfil o que presenten erosión y rugosidades superiores a las aceptables por la norma IEC de tolerancias de perfiles.

F. Efectuar limpieza y recuperación de las paredes de la cámara espiral con mortero epoxi donde presenten rugosidades superiores a las admisibles fijadas por el standard IEC.

1.2.5 Tareas sobre sistemas auxiliares de la turbina

A. Instalación de las bombas de presión del sistema de inyección de aceite del cojinete de empuje

B. Instalación de las bombas de recalque para el enfriamiento del sello del eje y del cojinete guía

C. Limpieza, recuperación y recambio de las tuberías de medición por el método Winter-Kennedy

D. Instalación de sensores de medición de salto neto para interconexión de control con el regulador de la turbina

E. Recambio de la instrumentación sobre cojinetes, circuito de enfriamiento de cojinetes y sello de eje y del sistema de regulación.

1.2.6 Tareas después del montaje

A. Ensayos de rechazo de carga para verificar los valores de sobrepresión y sobrevelocidad a diferentes valores de carga

B. Verificación de los datos garantizados de turbina, empuje hidráulico, deflexión de la tapa de turbina

C. Esfuerzos en los servomotores durante la operación de los alabes del rodete y del distribuidor.

D. Ensayo índice de rendimiento.

1.3 DATOS TECNICOS

La siguiente Información se ha extraído de los planos disponibles

Parámetro	Valor / Unidad
Número de Palas del Rodete	4
Número Palas del Distribuidor	24
Diámetro Anillo de Descarga al CL de alabes	6.700 mm
Diámetro Garganta anillo de Descarga	6.410 mm
Diámetro Circulo de Paletas Distribuidor	8.400 mm
Altura entre Placas Distribuidor	2.700 mm
Diámetro Cojinete Guía de Turbina	990 mm
Diámetro Brida Eje de Turbina	1.500 mm
Diámetro Servomotor Rodete	2.200 mm
Carrera Servomotor Rodete	400 mm
Diámetro Pozo de Turbina	9.400 mm
Diámetro Estar Generador	9.250 mm
Elevación Línea Centro Rodete	36,80 m
Elevación Línea Centro Distribuidor	39,90 m

Las dimensiones indicadas arriba deberán ser verificadas y confirmadas por el Contratista luego del desarme de la unidad.

1.4 RODETE DE TURBINA

El rodete de turbina deberá ser del tipo Kaplan, siendo su diámetro de 6.700 mm y deberá operar considerando los perfiles hidráulicos existentes del anillo de descarga, tubo de aspiración, caja semiespiral, predistribuidor y distribuidor. Las palas serán operadas por un mecanismo interno accionado por el regulador de la turbina.

El sentido de giro, visto desde arriba, será igual al de las agujas del reloj. El rodete de turbina deberá ser diseñado y fabricado para cumplir con los siguientes requisitos:

Acoplamiento directo al eje de turbina existente a través de una brida que deberá tener el mismo diámetro que la brida existente y en la que la transmisión del torque se efectuará a través de espigas radiales, cuyo diámetro y posición será idéntica a la brida del eje existente.

El rodete deberá estar provisto con álabes ajustables, operados mediante un servomotor ubicado en la parte superior del cubo del rodete y accionado por el aceite a presión del regulador, para mantener la inclinación óptima de los álabes respecto a la posición de las paletas directrices y al salto neto.

El montaje del rodete actual se hace apoyando el rodete en ménsulas que soportan las palas y fijadas al anillo de descarga. El rodete actual consta de 4 palas, no obstante, se acepta una modificación al número de palas si la misma ofrece una mejora sustancial en las condiciones de cavitación en cuyo caso se deberán proveer todos los dispositivos y elementos de montaje necesarios para permitir el montaje del mismo considerando una modificación angular de los apoyos. El diseño será tal que el anillo de descarga no deberá ser modificado.

El rodete de la turbina deberá diseñarse y fabricarse con huelgos suficientes para permitir el movimiento de los álabes sin interferencias ni deformaciones provocadas por las cargas actuantes y deberá permitir un desplazamiento axial para inspección, ajuste y desmontaje del cojinete de empuje. Deberán dejarse previsiones para que el mismo sea soportado a través de las ménsulas de apoyo que se instalan sobre el anillo de descarga descargando el peso del conjunto del rodete a través de los álabes.

El diseño deberá prever el ensamblaje y desarmado desde arriba de todos los componentes de la máquina, incluyendo los tubos de aceite para el servomotor de los álabes.

En el caso de una falla del sistema de regulación, el cierre de emergencia será efectuado mediante los servomotores del distribuidor a través de la presión del sistema de emergencia.

Los componentes del rodete de turbina deberán diseñarse para soportar, sin presentar deflexiones ni vibraciones excesivas ni sufrir fallas por fatiga, todas las cargas estáticas y dinámicas resultantes de la operación continua dentro de todo el rango garantizado de saltos netos y potencias y de la operación durante un período no inferior a 30 minutos, a la velocidad máxima de embalamiento fuera de leva.

Los componentes del rodete de la turbina deberán diseñarse para el mantenimiento, montaje y desmontaje de manera sencilla y económica. Las partes principales deberán diseñarse apropiadamente para su embarque, manipulación y transporte hasta la central Baygorria. Los componentes del rodete de turbina deberán ser diseñados para permitir su paso a través de la apertura existente en el techo de la central que es de 8.5 x 6.14 m utilizando los dispositivos de izaje suministrados con el mismo y considerando que la capacidad máxima del pórtico grúa externo de la central es de 50 toneladas. Las limitaciones de altura de montaje dentro de la central es la mostrada en los planos respectivos, debiendo efectuarse el montaje del rodete en las zonas específicas asignadas dentro de la central que pueden soportar las cargas de los componentes.

1.5 CONDICIONES DE OPERACIÓN

1.5.1 Niveles de Operación y Saltos Netos.

El rodete de turbina operará bajo las siguientes condiciones aguas arriba, aguas abajo y saltos netos:

Niveles Aguas Arriba en la toma de la Central

Normal	54,00m
Máximo	55,00m

Niveles Aguas Abajo (metros s.n.m.)

Normal / descarga de 750 m ³ /seg	37,77m
Normal / descarga de 1000 m ³ /seg	38,71m

Saltos brutos de referencia en la turbina (m)

Máximo	17,23m
Normal	14,29m

El nuevo rodete deberá entregar las potencias indicadas en el siguiente cuadro para los saltos que aquí se indican.

	Potencia Máxima	Potencia Mínima
	MW	MW
Salto Mínimo (m) 9,5	22.5	6.8
Salto Nominal (m) 14,7	38.5	11.6
Salto Máximo (m) 16,5	38.5	11.6

Las potencias indicadas en el cuadro precedente son potencias garantizadas.

La presión en la cámara espiral en condición transitoria (medida sobre la línea media de la cámara espiral) no deberá exceder el valor 19,2 m para un salto de 16.2 m.

1.5.2 Cota de instalación de la Turbina.

El plano medio del distribuidor de la turbina está ubicado en cota 39,90m en tanto que la línea de centro del rodete se ubica en cota 36,80 m. El Contratista deberá garantizar las prestaciones de la unidad y las referidas a la cavitación con referencia a estos niveles.

El coeficiente de cavitación Sigma del prototipo para el nuevo rodete será en todas las condiciones operacionales mayor o igual al coeficiente Sigma

incipiente asumiendo una temperatura de agua de 30°C y las restantes condiciones físicas del sitio de la obra. El cálculo del coeficiente Sigma deberá referirse a la sumergencia del plano medio del rodete.

1.5.3 Regulación

El Contratista deberá establecer la ley de cierre de las paletas directrices y de los álabes del rodete de forma tal que ante un rechazo de carga en la condición de operación más adversa resultante de cualquier combinación de aperturas del distribuidor, de los álabes, saltos netos y niveles de restitución no se excedan los parámetros indicados en esta especificación.

La combinación velocidad de apertura y cierre de los álabes y de las paletas directrices debe ser la que produzca la menor sobrevelocidad.

La velocidad de cierre de los álabes del rodete debe ser la menor posible para disminuir las fuerzas inversas sobre el cojinete de empuje durante el embalamiento.

Los valores arriba indicados deberán ser garantizados por el Oferente.

1.5.4 Diseño Hidráulico

El diseño hidráulico deberá ejecutarse utilizando métodos computacionales CFD (Computational Fluid Dynamics).

El estudio del flujo deberá contemplar la geometría completa del pasaje hidráulico de la turbina desde la toma a la salida del tubo de aspiración incluyendo la cámara espiral, alabes del predistribuidor, distribuidor, rodete y tubo de aspiración. Se simularán distintos puntos de carga en especial donde se pondere la eficiencia. A máxima carga se estudiará la distribución de presión en el lado de succión del rodete con el objeto de determinar la mínima presión sin que se produzca cavitación.

Además de la simulación numérica deberá realizarse ensayo de modelo reducido con el objeto de verificar la turbina en todo el rango de funcionamiento y contemplará los siguientes ensayos:

- A. Ensayos de rendimiento y potencia
- B. Ensayos de cavitación
- C. Ensayos de embalamiento
- D. Mediciones de fluctuaciones de presión en el circuito hidráulico
- E. Mediciones de fluctuaciones de torque en eje de la turbina
- F. Observaciones visuales de la estructura del flujo debajo del rodete
- G. Medición del torque hidráulico que actúa sobre los álabes del rodete

H. Medición del torque hidráulico que actúa sobre los álabes del distribuidor

I. Medición de la presión diferencial en la sección del Winter-Kennedy

J. Influencia de la inyección de aire en caso de haber fluctuaciones de presión importantes

K. Medición del empuje hidráulico axial

L. Estudio de la componente radial del empuje hidráulico.

1.6 POTENCIA Y RENDIMIENTO

1.6.1 Potencia de la Turbina.

La turbina deberá tener una potencia de salida nominal garantizada cuando opere bajo el salto neto nominal de 14,7m de no menos de 38,5 MW. La turbina deberá también entregar potencias de salida no menores que las garantizadas en las planillas correspondientes, para todos los saltos netos y condiciones especificados en las tablas de datos garantizados. Las tensiones no deberán exceder los valores máximos de diseño permitidos para la operación normal, cuando la turbina esté operando a salto máximo. El valor de potencia a lograr no debe condicionar la operación libre de cavitación de la turbina.

Rendimiento de la Turbina.

Las garantías de rendimiento de la turbina deberán ser declaradas en las planillas correspondientes y deberán estar respaldadas en el rendimiento determinado mediante pruebas en laboratorio de un modelo homólogo a escala, ensayado en condiciones de operación especificadas. Los rendimientos deberán corregirse por los efectos de escala del prototipo. Según la norma IEC 60193 ``Hydraulic turbines, storage pumps and pump-turbines – Model acceptance tests``.

El mayor rendimiento de la turbina prototipo deberá alcanzarse a un salto neto cercano al salto nominal de 14,7 m. La turbina deberá igualmente tener buena eficiencia en un amplio rango de apertura de paletas para todo el rango de saltos netos especificados en este documento, ``Condiciones de Operación`` y deberá operar a cualquier potencia de salida dentro de los límites de cavitación garantizados, sin vibraciones o ruidos objetables, pulsaciones de presión, cavitación perjudicial u operación inestable.

1.6.2 Curvas del Rendimiento de la Turbina.

Junto con la oferta deberán ser presentadas las curvas colineares (diagramas Modelo QED, η_{ED} y Prototipo H,Q y H,P) mostrando los rendimientos esperados de la turbina, los caudales, las potencias, valores de Sigma y posiciones de las paletas directrices y de los álabes del rodete para un rango de caudales comprendido desde aproximadamente un 20% hasta el 110% de apertura de las paletas directrices, bajo los saltos netos especificados más

arriba, ``Condiciones de Operación'', incluyendo la posición del punto de rendimiento óptimo del diagrama colinar de la turbina. Los límites de cavitación, para los niveles de operación aguas abajo establecidos en las condiciones de operación, deberán indicarse claramente en las curvas del rendimiento esperado. Una vez concluidas las pruebas del modelo, deberán entregarse las curvas de rendimiento del prototipo derivadas de los resultados finales de las Pruebas de Aceptación del Modelo.

Las garantías de prestación, así como los resultados de los ensayos de modelo deben ser presentados tomando en cuenta que la densidad del agua en la Obra a 30°C es de 995,67 Kg/m³, siendo las características del agua del Rio Negro las detalladas en la Volumen III - Parte A - Especificaciones Técnicas Generales, 3.A.01 Generalidades.

1.7 VELOCIDAD

1.7.1 Velocidad Nominal

La velocidad nominal de rotación de la turbina deberá ser 78,95 rpm.

1.7.2 Velocidad de Embalamiento

La velocidad máxima de embalamiento bajo el salto neto máximo, sin carga ni excitación en el generador, deberá indicarse en las correspondientes planillas. La máxima velocidad de embalamiento fuera de leva de la turbina actual corresponde a 260 rpm. Es responsabilidad del Contratista coordinar el diseño del generador para la máxima velocidad de embalamiento del nuevo rodete.

1.8 ESTÁNDARES DE APLICACIÓN

El Contratista deberá usar para el diseño, fabricación e instalación, los siguientes Standard de aplicación.

A. Ensayos de aceptación para la determinación de eficiencia hidráulica de turbinas y bombas. IEC 60041. (Field Acceptance Tests to Determine the Hydraulic Performance of Hydraulic Turbines, Storage Pumps and Pump-Turbines IEC Standard 60041)

B. Código Internacional para ensayos de aceptación de modelo de turbinas hidráulicas IEC 193. (International Code for Model Acceptance Tests for Hydraulic Turbines IEC Standard 193)

C. Código Internacional para ensayos de sistemas de regulación de velocidad de turbinas hidráulicas - Publicación IEC 308. (International Code for Testing of Speed- Governing System for Hydraulic Turbines IEC Publication 308)

D. Guía para el Comisionamiento Operación y Mantenimiento de Turbinas Hidráulicas. Publicación IEC 545. (Guide for Commissioning, Operation and Maintenance of Hydraulic Turbines IEC Publication 545)

E. Evaluación de erosión por cavitación, en turbinas y bombas. Publicación IEC 609. (Cavitation Pitting Evaluation in Hydraulic Turbines, Storage Pumps, and Pump-Turbines IEC Publication 609)

F. Guía para la medición en campo de vibraciones y pulsaciones de presión en máquinas hidráulicas, turbinas y bombas. Publicación IEC 994. (Guide for Field Measurement of Vibration and Pulsations in Hydraulic Machines Turbines, Storage Pumps and Pump-Turbines) IEC Publication 994

G. Máquinas de Rotación Eléctricas. Publicación IEC 34. (Rotating Electrical Machines all parts. IEC Publication 34)

H. Standard de acoplamiento de eje de generadores ANSI 810. Run out de eje. (Generator Shaft Couplings ANSI Standard 810 Shaft Run-out ANSI Standard 810)

I. Sistema de regulación de velocidad de turbinas hidráulicas. IEEE Std 125 -(Speed-Governing System for Hydraulic Turbine Generating Units IEEE Standard 125)

J. Código ASME de recipientes a presión. Sección VIII. (Boiler and Pressure Vessel Code ASME Section VIII)

K. Soldadura. Código ASME Sección VIII y Sección IX

L. Balanceo de máquinas. ISO 1940

M. Análisis de Vibración. VDI 2056

N. Pretensados. VDI 2230

O. Criterios de Inspección y aceptación de fundidos para turbinas hidráulicas CCH70-4.

1.9 DISEÑO

1.9.1 Generalidades.

Estas especificaciones requieren un diseño robusto para el rodete de la turbina, que pueda soportar con seguridad la velocidad máxima de embalamiento durante treinta minutos sin sufrir daños o disminución de la durabilidad y vida útil de servicio de la Unidad. El Contratista deberá efectuar estudios de los estados de tensión de todos los componentes principales de las turbinas utilizando programas de elementos finitos. El Contratista deberá ejecutar el

análisis de las características de vibración de los elementos de la Unidad, considerando el aumento de los factores de carga para los componentes principales.

Se deberán determinar y comparar las frecuencias de vibración, las frecuencias generadoras de vórtices y la frecuencia natural de los componentes principales entre ellos, los álabes del rodete, paletas del distribuidor, del predistribuidor y estructura de las tapas y soportes de cojinetes para comprobar que existe una separación adecuada y que la relación entre las frecuencias excitatrices y las naturales en cualquiera de sus modos, sea igual o mayor en una relación superior a 2 para evitar la resonancia dentro del rango de velocidades de trabajo (incluidas las de embalamiento y durante el arranque). Son mandatorios la alineación y el balanceo de las partes rotantes de la Unidad.

Los resultados de los estudios arriba citados deberán ser presentados en forma de memoria de cálculo y sometidos a la aprobación de UTE.

1.10 CONDICIONES DE CARGA

Tres diferentes condiciones de operación son definidas:

1.10.1 Condición Normal o Permanente

Se consideran condiciones normales de servicio a aquellas incluidas dentro del rango de operación de la turbina garantizado. Asimismo, son condiciones normales de servicio, y sin ser limitativas, las siguientes: el cierre normal, las regulaciones primaria y secundaria de frecuencia y el rechazo de 100% de la carga pertenecen a este grupo, y los esfuerzos producidos durante la instalación y el mantenimiento de los componentes.

1.10.2 Condición Excepcional

Se consideran condiciones excepcionales aquellas condiciones cuya ocurrencia es esporádica durante el funcionamiento y que sean provocadas por eventos ocasionales que no deben provoquen daños ni requerir inspección alguna de la máquina. Como ejemplo, y sin ser limitativas, se considera condiciones excepcionales de operación la activación del elemento de seguridad de la paleta del distribuidor (perno de corte) y posterior falla del dispositivo de fricción, la traba o rotura de un servomotor de accionamiento del anillo de regulación y que el otro servomotor actúe con máxima presión, las sobrecargas temporales y transitorias, el cortocircuito del generador (bifásico y trifásico).

1.10.3 Condición Extrema

Se consideran condiciones extremas aquellas provocadas por eventos que se dan en una muy baja probabilidad de ocurrencia, y que deben ser soportados sin registrar daños, y que pueden requerir una inspección de la unidad posterior al evento. Como ejemplo y sin ser limitativas a las siguientes, se considerarán condiciones extremas de operación la condición de embalamiento, de embalamiento fuera de leva (off-cam), la falla de sincronización del generador, el cortocircuito del 50% de los polos, los sismos, etc.

1.11 TENSIONES DE TRABAJO

Las tensiones máximas permisibles de los materiales utilizados para las distintas piezas de los equipos de la turbina serán las que se especifican en el Volumen III - Parte A - Especificaciones Técnicas Generales, 3.A.01 Generalidades. El Contratista tendrá la responsabilidad por el diseño apropiado, basado en los factores de seguridad comprobados en la práctica y deberá emplear tensiones menores donde sea necesario o aconsejable, o donde la deflexión sea factor de diseño predominante. En el diseño deberán controlarse y limitarse las deflexiones de las partes críticas para condiciones de carga normales, sobrecarga y emergencia, tal como embalamiento, de tal manera que las luces críticas entre partes fijas y rotantes se mantengan, sea cual fuere el nivel de esfuerzos.

Las tensiones de diseño de los materiales que no se listan en estas Especificaciones Técnicas serán elegidos por el Contratista y presentados a la UTE para su aprobación. Los componentes principales del rodete de turbina serán diseñados y fabricados de acuerdo con el Código ASME, Sección VIII, División 2 y tendrán las tensiones permitidas por dicha Norma. Las tensiones admisibles serán fijadas según las condiciones de carga de la turbina (normal o permanente, excepcional y extrema) definidas precedentemente.

Los valores de las tensiones admisibles se fijan en función de cada estado de carga.

Esfuerzos combinados que incluyan tensiones concentradas requieren análisis de fatiga, debiendo usarse para tales casos las curvas de fatiga del código ASME.

Para el caso especial del eje de turbina se fija como tensión máxima de corte por torsión el valor de 38 MPa.

Para aquellas uniones que tengan transmisión de torque, no se considerará la fricción como elemento reductor del par a transmitir. El valor de la tensión de corte admisible es un 40% de la tensión primaria de membrana admisible.

Todas las uniones pretensadas deberán ser dimensionadas en base a la norma VDI 2230.

1.12 VIBRACIONES

1.12.1 Generalidades

El Contratista deberá realizar un análisis dinámico por elementos finitos de las características de vibración de la Unidad, determinando el espectro de frecuencia y la amplitud hidráulica y mecánica de las vibraciones que se originan en la turbina y el generador, la transmisibilidad de estas vibraciones y su efecto sobre los otros componentes de la Unidad generadora. Asimismo, dentro del diseño se analizará la influencia de eventuales resonancias locales.

Los niveles de vibración del eje serán medidos y evaluados de acuerdo con la norma ISO 20816-5, "Mechanical vibration of non-reciprocating machines- Measurements on rotating shafts and evaluating criteria - Part 5; Machine sets in hydraulic power generating and pumping plants".

La medición de la vibración de la máquina se efectuará mediante detectores de proximidad de las partes rotantes, tan próximos como sea prácticamente posible a cada cojinete guía y de acuerdo con la norma ISO 20816-5. Los desplazamientos vibratorios del eje se medirán en cada cojinete, tanto en la dirección axial así como en las dos direcciones radiales (X e Y).

En el momento de la puesta en servicio de las unidades, los valores de vibración de los alojamientos de los cojinetes en las direcciones X, Y en la dirección axial caerán dentro de la Zona A de la tabla que sigue y si fuesen necesarias correcciones durante el período de garantía, luego de las mismas no excederá de los valores indicados en la columna ``Valor garantizado``.

Los límites especificados en la siguiente tabla se aplican a todo el rango de operación de las máquinas, es decir, en vacío, a carga plena y todas las temperaturas de operación desde unidad fría hasta temperatura de operación estacionaria.

1.12.2 Partes rotantes.

Magnitud máxima de vibración. Amplitud doble de vibración μm pico a pico (x, y, z).

Ítem	Zona A Al momento del montaje	Valor garantizado
Eje	< 102 μm	<180 μm

* Ver ISO 20816-5, Figura A2.

El ensayo de equilibrado del conjunto rotante de turbina y generador se ejecutará conforme con la norma IEEE 1095.

La determinación de las velocidades críticas se basará en la utilización de coeficientes de flexibilidad representativos del diseño y asumidos conservadoramente.

Durante la puesta en marcha se realizarán mediciones de las vibraciones según lo indicado en el Volumen III - Parte A - Especificaciones Técnicas Generales, 3.A.02 Trabajos en Obra.

En caso de producirse vibraciones luego de la instalación de la unidad generadora y de efectuadas las mediciones de vibraciones se especifica en el párrafo anterior, que no estén de conformidad con los requisitos de diseño mencionados más arriba, el Contratista deberá determinar la causa y deberá corregir la deficiencia sin que ello signifique costo adicional para UTE.

1.12.3 Coordinación del Diseño.

El Contratista deberá coordinar el diseño de la turbina y del generador en todas sus etapas y deberá revisar las características de vibración de la unidad desde el comienzo del diseño, de manera que la resonancia entre las vibraciones inducidas y las frecuencias naturales de los componentes se pueda prevenir con seguridad.

El Contratista deberá presentar a UTE un informe sobre la revisión del diseño, confirmando la no existencia de la posibilidad de acercamiento a la condición de resonancia, o en caso de que se determine que dicha posibilidad existe, deberá incluir recomendaciones apropiadas para remediar dicha condición antes de comenzar el diseño detallado.

1.13 FATIGA

1.13.1 Generalidades

Las cargas cíclicas y la fatiga de los componentes deberán ser consideradas en el diseño del rodete y en la verificación de reuso de los otros componentes de turbina. Las tensiones admisibles deberán reducirse según sea necesario para soportar dichas condiciones de trabajo. Las tensiones admisibles para la fatiga deberán conformar con las normas y códigos internacionales aplicables y las cargas que actúan deberán aumentarse por los factores de magnificación especificados para los cálculos de deflexión. El análisis deberá ser ejecutado de acuerdo con el código ASME BPVC, Sección VIII, División 2. Las curvas de fatiga deberán estar de acuerdo con ASME BPVC, Sección VIII, División 2. Curvas de fatiga alternativas en función de las pruebas del Contratista o normas publicadas aceptadas por UTE.

Adicionalmente se deberá considerar para el diseño de otros componentes:

A. Uniones soldadas: curvas especificadas por la norma BS EN 1993-1-9:2005 (Eurocode 3: Design of Steel Structures Part 1-9: Fatigue).

B. Forjados y Fundidos: Curvas de fatiga específicas para el material utilizado

El número de horas de funcionamiento y el número de arranques y paradas para cada unidad desde 1962 hasta 2018 se proporciona en la Sección 3 - Generadores y Auxiliares Propios, Numeral 3.7 - Generadores existentes, y se deberán tener en cuenta para determinar la vida remanente de los componentes de turbina y el daño acumulado considerando los valores anteriores.

1.13.2 Condiciones de operación.

Se deberán considerar las siguientes condiciones de operación para las cargas cíclicas y la fatiga de los componentes de la turbina y el generador.

Vida útil mínima de servicio:	50 años de operación
Arranques de la Unidad:	4/día = 73.000
Operación diaria: A plena carga:	2 h/día = 438.000 h

Ciclos de movimiento de los álabes en el modo de control de potencia.	
Variación del 5 %	525,600 ciclos por año
Variación del 10 %	52,560 ciclos por año
Variación del 25 %	2190 ciclos por año
Variación del 50 %	1095 ciclos por año
Rotura del seguro de la paleta de regulación:	3 por Unidad/año
Cierre con apriete del distribuidor:	1/ día = 18.250
Rechazo de carga: (En la peor condición)	3 /año= 150
Operación de los dispositivos de Cierre de emergencia	150
Embalamiento sostenido con velocidad máxima:	1 (30 minutos)

Las tensiones locales concentradas, actuantes en componentes de acero fundido, sometidos a esfuerzos fluctuantes en medio corrosivo (agua), determinadas mediante cálculos por elementos finitos apropiados, deberán ser lo suficientemente reducidas como para asegurar que los eventuales defectos admitidos por los procedimientos de inspección aprobados, no producirán fallas durante toda la vida útil de la turbina.

El Contratista deberá presentar los pertinentes cálculos de fatiga mostrando las curvas del material que han sido utilizadas.

1.14 ACABADO DE SUPERFICIES DE LAS PARTES DE LA TURBINA

1.14.1 Generalidades

Todas las superficies metálicas de los pasajes de agua del nuevo rodete de turbina deberán constituir una superficie hidráulica de contornos suaves. Las chapas no deberán estar desalineadas, dobladas o pandeadas, ni fuera del perfil del pasaje de agua.

Los pasajes de agua del rodete, anillo garganta del rodete, paletas fijas del predistribuidor y del distribuidor y tubo de aspiración deberán tener un acabado liso y deberán estar libres de cavidades depresiones, proyecciones u otras imperfecciones superficiales. El acabado de la superficie de los nuevos componentes deberá mostrarse en los Planos y no deberá exceder los siguientes valores máximos de rugosidad, según la Norma ANSI B46.1, "Surface Texture".

1.14.2 Planilla de terminación superficial

Superficie	Micropulgadas	Micrones
------------	---------------	----------

Superficie	Micropulgadas	Micrones
Rodete:		
Bordes de entrada y salida de los álabes	125	3,2
Superficie de la cara de succión de los álabes	250	6,3
Superficies de la aleta anticavitación	125	3,2
Superficie de transición entre álabe y plato del muñón	125	3,2
Superficie de la cara de presión de los álabes	250	6,3
Superficie del cubo del rodete	500	12,5
Superficie hidráulica de la garganta del rodete	250	6,3
Ondulaciones en cualquier dirección	<0,01 (prof/long)	
Otros Componentes		
Muñón de los alabes	64	1,6
Eje en la zona de apoyo de los cojinetes	32	0,8
Camisa de sello del eje	64	1,6
Áreas en el eje para indicadores de runout excentricidad	64	1,6
Superficies expuestas del eje	250	6,3
Chapas de revestimiento	250	6,3
Superficies de estructuras en el pasaje de agua.	500	12,5
Perfil de las paletas directrices	500	12,5
Superficie de los vástagos de las paletas directrices en contacto con los cojinetes y superficies de los sellos.	32	3,2
Chapas de los extremos superior e inferior y superficies de las paletas directrices.	32	0,8
Superficies de los tubos de suministro de aceite al servomotor de los álabes en las zonas del prensaestopas y bujes del cabezal de distribución de aceite.	32	0,8
Superficies de los bujes de los servomotores	32	0,8

Los valores aquí indicados representan los requisitos mínimos. El Contratista deberá reducir las rugosidades máximas especificadas si así lo requiere su diseño y de acuerdo a su experiencia para asegurar el funcionamiento confiable y reducir las necesidades de mantenimiento.

1.15 RODETE

1.15.1 Generalidades

El rodete deberá ser del tipo Kaplan, operados mediante un servomotor hidráulico ubicado en interior del cubo del rodete y posicionados automáticamente por el regulador por medio de aceite a presión, introducido al servomotor a través del eje mediante tubos concéntricos, desde el cabezal de distribución de aceite. La presión normal del sistema de regulación existente es de 20 kg/cm².

El sentido de giro visto de encima será igual al de las agujas del reloj. El rodete será ensamblado y ensayado completamente en fábrica enviándose a la obra desarmado.

Las dimensiones y formas hidráulicas del rodete serán homólogas con las del modelo utilizado en los ensayos de laboratorio dentro de las tolerancias especificadas en la Norma IEC 60193, ``Hydraulic turbines, storage pumps and pump turbines-Model acceptance test'' última versión.

A fin de asegurar el cumplimiento de las tolerancias el Contratista mantendrá los modelos, registros, plantillas y controlará estrictamente todas las etapas de fabricación.

1.15.2 Balanceo de los Alabes

El balanceo de los álabes deberá ser tal que, para cualquier posición dentro del rango completo de su ajuste y en cualquier velocidad mayor que la velocidad sincrónica, la resultante de las fuerzas hidrostáticas e hidrodinámicas sobre los álabes tienda a girarlos hacia la posición de máxima inclinación.

1.15.3 Balanceo del Rodete

El rodete en su conjunto será balanceado en fábrica durante los ensayos funcionales. El desbalanceo residual corresponderá a un grado 6.3 de acuerdo a la norma ISO 1940.

1.15.4 Alabes del Rodete

Los álabes del rodete deberán ser de fundición de acero inoxidable, conteniendo aproximadamente 13% de cromo y 4% de níquel, similar al ASTM A743/A743M, Grado CA-6NM. Los bordes de fuga de los álabes deberán diseñarse de manera tal que se minimice la formación de vórtices y la relación entre la frecuencia de vibración libre del álabe en cualquiera de sus modos y la frecuencia forzada de los vórtices de Von Karman debe ser igual o mayor de 2. El Contratista deberá presentar la memoria de cálculo verificando que las frecuencias de Von Karman en el borde de salida de los álabes no presentan acoplamiento con las frecuencias naturales de vibración de los álabes para todo el rango de operación especificado.

El Contratista deberá minimizar la presencia de discontinuidades asociadas con la fundición (rechupes, porosidades y segregaciones), y localizadas en la zona de mayores tensiones (ranura de alivio de tensiones) a efectos de descartar el inicio de fisuras por fatiga. Se requerirá para los álabes el empleo de técnicas

de metalurgia secundaria (AOD, VOD) y el empleo de técnicas de Ensayos No Destructivos avanzado para su inspección.

Los álabes deberán estar provistos con pestañas anti-cavitación, soldadas o fundidas integralmente en el lado de baja presión de la periferia de cada álabe y extendidas a lo largo de la luz entre su borde y el anillo garganta del rodete. El espesor mínimo una vez maquinadas será de 12 mm.

El borde exterior de los álabes y sus pestañas anti-cavitación deberán ser mecanizados para seguir el contorno del anillo garganta del rodete. Una vez desmontada la turbina existente, el Contratista deberá verificar el perfil y dimensiones del anillo de descarga existente para efectuar las correspondientes adaptaciones al perfil externo de las palas. El muñón del álabe tendrá su cuerpo bridado al álabe a través de una unión pretensada mediante espárragos y diseñado para resistir cualquier fuerza a la cual pueda estar sometido en condiciones de operación normal, transitoria o de embalamiento.

Se aceptará como diseño alternativo un muñón integrado al cuerpo del álabe, a condición de que los niveles de tensión y el análisis de fatiga de la zona de transición pala-muñón así lo permitan.

El muñón del álabe estará apoyado en dos cojinetes, uno externo en la periferia del cubo y otro interno, apoyado en la estructura interna del cubo del rodete. Se deberá disponer de un cojinete de empuje que permita absorber la fuerza centrífuga del alabe y adicionalmente un cojinete de contraempuje que absorba cualquier posible movimiento del alabe hacia el interior del cubo.

La zona de transición de la pala con el muñón será analizada por elementos finitos efectuándose además un estudio de fatiga sobre la pala considerando los ciclos de carga citados arriba respecto a la regulación de frecuencia y carga. Adicionalmente el contratista deberá determinar a través de herramientas de la mecánica de fractura el tamaño mínimo de discontinuidad admisible que no provoque crecimiento de fisuras sobre la pala. Dicha información será usada para la inspección en fábrica del rodete fundido y mecanizado. La inspección en fábrica de los alabes del rodete se efectuará con métodos de ultrasonido avanzado como Ultrasonic phase array o TOFD (time of flight diffraction).

El montaje del rodete existente se hace a través de ménsulas que permiten apoyar el rodete sobre los álabes soportándolo en el anillo de descarga. Se cuenta con dos ménsulas por álabe para apoyar el rodete. Si el Contratista efectúa una modificación en el número de palas del rodete, deberá efectuar las provisiones necesarias y fabricar los dispositivos respectivos para poder utilizar las ménsulas existentes y ejecutar el montaje de idéntica manera, compatibilizándolo con el nuevo número de palas.

1.15.5 Cubo y Cono del Rodete

El cubo del rodete deberá ser de acero fundido. El cubo del rodete estará directamente unido al eje por medio de una brida con espárragos pretensados y el torque será transmitido a través de espigas radiales. El Contratista deberá determinar la posición exacta de los alojamientos de las espigas radiales sobre el eje de turbina existente a efectos de copiar idéntica posición sobre el cubo

del rodete y efectuar su mecanizado final en obra durante el montaje del eje. Se deberá prever los dispositivos y herramientas necesarios para esta operación la que se hará una vez montado el rodete y el eje en el pozo de turbina

El cubo deberá ser fabricado en sectores considerando las limitaciones de izaje del pórtico externo a la central que es de 50 ton. El Contratista deberá prever los mecanizados, asientos y sellos de los sectores de cubo a efectos de garantizar el comportamiento de las partes como una pieza única, sin que existan deformaciones perjudiciales para el funcionamiento del mismo en diferentes condiciones de carga.

Los cojinetes del cubo deberán ser diseñados para soportar la condición más desfavorable de la combinación de fuerzas centrífugas, de los momentos de flexión debidos al peso, la máxima presión hidráulica sobre los álabes y el momento torsor desde el arranque hasta la potencia de salida máxima al salto máximo, en condiciones normales de operación, durante el rechazo de carga y a la velocidad máxima de embalamiento. Las deflexiones del cubo en las condiciones más desfavorables de operación incluyendo el embalamiento, no permitirán que el extremo de los álabes toquen las partes fijas de la turbina.

El cubo deberá ser verificado por análisis de elementos finitos, considerando las cargas hidráulicas transferidas por los álabes del rodete y las fuerzas internas del mecanismo. Se deberá verificar que las deformaciones sobre la zona de los bujes de apoyo de los álabes no generen interferencias que bloqueen el movimiento del mecanismo o generen desgastes prematuros sobre los cojinetes de los álabes. El cubo del rodete deberá tener el tamaño apropiado para alojar el servomotor de los álabes y el mecanismo de accionamiento de los mismos el que podrá ubicarse en la parte superior, idéntico al rodete existente o bien en la parte inferior del cubo.

Deberá ser lo suficientemente resistente para soportar las fuerzas centrífugas, el peso en voladizo y la presión hidráulica sobre los álabes para todas las condiciones de operación normal, excepcional y extrema, incluyendo la condición de cierre de las paletas de regulación a la máxima velocidad especificada, desde la posición de máxima potencia de salida para el salto máximo.

El cubo del rodete deberá estar lleno de aceite. Deberán incluirse dos conexiones para el llenado con aceite del cubo,

El cono del rodete será fabricado en chapa de acero al carbono y deberá estar fijado al cubo del rodete para guiar el agua en la salida del mismo. Los tornillos y dispositivos de sujeción requeridos para la conexión entre el cono y el cubo deberán ser de acero inoxidable. El cono dispondrá de una válvula para vaciado de aceite del cubo la que deberá tener traba y estará protegida para evitar su deterioro por los bivalvos existentes en el agua.

1.15.6 Sellos y prensa sellos de los alabes

Los prensa sellos para los sellos de los álabes deberán ser diseñados para facilitar el reemplazo de los mismos en la posición del rodete instalado sin remover los álabes.

Los anillos del prensaestopas deberán ser fabricados en dos piezas. Si el diseño requiere resortes detrás del anillo seguidor, los mismos deberán ser de metal resistente a la corrosión, sometidos a tratamiento térmico, y calibrados para asegurar la uniformidad de sus características. El anillo de sello deberá estar adecuadamente fijado para impedir su rotación.

Las empaquetaduras deberán ser de doble acción, para no permitir la entrada de agua en el caso de falla del sistema de presurización de aceite en el cubo ni pérdidas de aceite al agua. El diseño de los sellos será con una vida útil mínima de ocho años. Se efectuará en fábrica un ensayo de presión de cada empaquetadura a través de una bomba manual la que presurizará la empaquetadura para verificar la ausencia de pérdidas. El ensayo a efectuar en fábrica tendrá una duración de 24 horas, a una presión 150% de la de servicio, con los álabes a distintas posiciones, desde totalmente abiertos a totalmente cerrados, durante el cual se observará que la pérdida de aceite a través de la empaquetadura no supera los 5 ml/hora.

Sobre los prensa-sellos que serán de acero inoxidable deberá marcarse una escala indeleble que indique la posición de la pala del rodete en grados de apertura.

1.15.7 Cojinetes de los muñones de los álabes

El cubo del rodete deberá estar equipado con cojinetes radiales y axiales de deslizamiento de aleación de bronce para los muñones de los álabes. Los cojinetes radiales tomarán los esfuerzos radiales transmitidos por el muñón. Los cojinetes axiales exteriores tomarán las fuerzas centrífugas producidas por el álabe durante la rotación de la unidad.

En operación normal la presión de diseño no deberá exceder los 23 MPa, considerando el 70% del área de contacto entre el muñón y el cojinete. Debido a su ubicación, los cojinetes deberán diseñarse para ser lubricados por el aceite del cubo del rodete para lo cual los mismos deberán estar convenientemente ranurados. Las características del material así como los cálculos correspondientes a los cojinetes deberán ser sometidos a la aprobación de UTE.

1.15.8 Plantillas

Todos los pasajes de agua del rodete deberán ser homólogos a los del rodete modelo aprobado por UTE. La concordancia de la forma del rodete con la del rodete del modelo probado deberá ser verificada en fábrica mediante el uso de dispositivos de precisión con control numérico y de plantillas. Se deberán usar dispositivos de precisión para medir los perfiles y sus bordes de entrada y salida, así como la equidistancia entre los álabes. El Contratista deberá entregar un procedimiento detallado de verificación de la forma del rodete, definiendo los métodos de medición, dispositivos y tolerancias a ser usadas. El Contratista deberá suministrar un juego de plantillas de cada tipo, para facilitar la restauración de la forma de los álabes durante las reparaciones por soldadura de las áreas dañadas por cavitación.

1.15.9 Pedestal para ensamblaje del rodete

El contratista podrá utilizar el pedestal existente. En caso que dicho pedestal, no pueda ser utilizado, deberá definir e implementar una solución que permita facilitar el ensamblaje del rodete en la central. El peso y dimensiones del mismo deberán ser coordinados de manera que pueda ser usado el espacio dedicado al desmontaje del rodete existente. El pedestal deberá suministrarse completo, con su bases de acero ser fijado con tornillos y dispositivos de fijación a las bases existentes y deberá ser dejado en obra como dispositivo de montaje.

1.16 MECANISMO DE OPERACIÓN DE LOS ALABES DEL RODETE

1.16.1 Generalidades

Todos los dispositivos necesarios para ajustar la inclinación de los álabes deberán estar ubicados en el cubo del rodete, incluyendo el servomotor con su cilindro, pistón, vástago, bielas, pernos y cruceta con tubos concéntricos para conectar el servomotor con el cabezal de distribución de aceite a través del eje hueco de la unidad generadora.

El servomotor de operación de los álabes deberá ser de doble acción, operado por aceite a la presión de aceite del sistema de regulación y con capacidad suficiente para accionar los álabes del rodete bajo el salto más desfavorable, en toda la carrera de cierre o de apertura, en los tiempos especificados y bajo la mínima presión de aceite en los tanques del regulador. Con el propósito de reducir al mínimo el valor de la velocidad de embalamiento fuera de leva, la carrera del servomotor de los álabes deberá estar limitada de manera tal que el ángulo de los álabes nunca llegue a ser menor que el requerido para la operación en leva.

1.16.2 Servomotor de los alabes

El servomotor de los álabes deberá estar dimensionado para proporcionar la fuerza necesaria para accionar los álabes del rodete en cualquier condición operativa con la presión mínima de aceite proporcionada por el regulador.

Adicionalmente el Contratista deberá asegurar que el volumen desplazado por el servomotor para la carrera máxima de cierre y apertura sea compatible con los caudales máximos que puede erogar el regulador y con los tiempos de accionamiento de los álabes del rodete. Todas las partes activas del servomotor deberán ser de material, tamaño y resistencia suficiente, como para proporcionar un amplio factor de seguridad contra fallas por fatiga, impacto u otras causas. Deberán proveerse amplios radios en las transiciones donde el vástago del servomotor cambia de diámetro. Se deberán suministrar un cojinete de guía y un prensaestopas en el área donde el vástago atraviesa la cubierta del cilindro del servomotor. El pistón del servomotor deberá ser de acero y estar equipado con aros de hierro fundido o de materiales sintéticos sujeto a la aprobación de UTE, adecuadamente diseñados para lograr un estrecho contacto y presión uniforme sobre el cilindro y para evitar pérdidas de aceite. Deberán dejarse provisiones para drenar el aceite del servomotor. El

servomotor será probado hidráulicamente al 150% de la máxima presión de operación del sistema.

1.16.3 Cruceta

Si el diseño incorpora una cruceta, deberá proveerse un segundo cojinete de guía del vástago del pistón, ubicado cerca del extremo del vástago. El mecanismo de accionamiento de los álabes deberá incluir como mínimo 2 patines o chavetas de bronce en la parte externa de la cruceta para asegurar su guía adecuada en las correspondientes guías longitudinales y prevenir el giro durante la operación de los álabes.

Las partes de bronce susceptibles de sufrir desgaste deberán ser diseñadas de modo de poder ser reemplazadas sin recurrir a desmontar la unidad ni desacoplar el rodete con el eje de turbina. La presión específica media de los patines no deberá superar los 16 MPa para la condición más severa de funcionamiento.

1.16.4 Control de posición de los alabes

El Contratista deberá determinar sobre la base de los resultados de las pruebas del modelo, la relación inicial apropiada entre la apertura de paletas directrices y la inclinación de los álabes del rodete para todo el rango de salto y potencias. Los datos deberán ser incorporados en la programación suministrada para el Sistema de Control del Regulador de la Turbina. Los datos finales de la relación entre la apertura de paletas directrices y la inclinación de los álabes deberán ser determinados a partir de los resultados de las pruebas de índice de los prototipos y el Contratista deberá programar el regulador según sea necesario. Se efectuarán ensayos en fábrica para determinar la carrera según ángulo de giro de los álabes, verificando los puntos extremos de apertura y cierre del mecanismo y las presiones mínimas para producir el giro de los álabes.

1.17 CABEZAL DE DISTRIBUCIÓN DE ACEITE

1.17.1 Generalidades

Se modificará el cabezal Kaplan existente, contemplando el reemplazo de los tubos de aceite que provienen del servomotor del rodete. Del mismo modo, todas las bielas y palancas que permiten transmitir la posición de los álabes al regulador serán modificados y reemplazados por sensores eléctricos que llevarán señal al nuevo regulador electrónico digital. Se preverá aislar las conexiones de tuberías y conductos que llegan al cabezal.

Se verificará que la velocidad del aceite en los conductos hacia el regulador y el servomotor no supere los 5 m/seg para reducir las pérdidas de carga en el circuito de regulación. Se deberán proveer dos tubos concéntricos, extendiéndose desde el cabezal de distribución de aceite hasta el servomotor a través del eje de la unidad generadora. Se deberán proveer todos los elementos para establecer la columna de aceite estática, necesaria para asegurar una presión de aceite en el interior del rodete que impida el ingreso de agua al mismo, en cualquier situación de funcionamiento o reposo de la turbina.

Los extremos de los tubos de aceite deberán acoplarse entre sí y con el rodete mediante conexiones adecuadas para asegurar la estanqueidad de las uniones y facilitar su instalación y remoción. Los tubos a utilizar serán sin costura y con conexiones bridadas. Deberán suministrarse las válvulas y tuberías necesarias para las conexiones de manómetros y transductores de presión a las cámaras superior e inferior del cabezal.

Se deberá reutilizar la estructura de la carcasa del cabezal existente, para lo cual el Contratista deberá prever las modificaciones necesarias a la misma a fin de acomodar su diseño. La carcasa será desmontada, inspeccionada y llevada a fábrica para proceder a las modificaciones respectivas.

1.17.2 Indicador de posición de los alabes

En el cabezal de distribución de aceite deberán proveerse medios para calibrar el dispositivo de realimentación de la inclinación de los álabes del rodete. Deberán proveerse una placa calibrada y una aguja indicadora de acero inoxidable, para señalar la inclinación de los álabes. La escala correspondiente deberá ser calibrada una vez instalada en la central. Se deberá proveer en el cabezal un transductor lineal de posición de los álabes del rodete, el cual deberá cablearse hasta las cajas terminales del regulador.

1.17.3 Prensaestopas del cabezal de aceite

Se modificarán los sellos existentes del cabezal de aceite para limitar las fugas de aceite de sus cámaras. Se preverá para cada dispositivo de sello un detector de temperatura por resistencia para operar los dispositivos de alarma o de parada automática de la Unidad, y un termómetro tipo cuadrante, ubicados en el Tablero del regulador.

1.17.4 Drenaje de pérdidas de aceite

Se inspeccionará y de ser necesario se reemplazará el retorno de fugas existente al tanque sumidero del regulador para garantizar el drenaje correcto de las fugas con las nuevas condiciones de operación del servomotor.

Se instalarán nuevos sensores de nivel de aceite, para indicación de alto y muy alto nivel de aceite, de manera de controlar las pérdidas excesivas del aceite de fuga. El nivel adecuado al cual se deberá activar la alarma se ajustará en Obra. Toda la tubería y demás dispositivos deberán disponerse de manera tal que puedan ser inspeccionados fácilmente. Se verificará durante las adecuaciones del diseño que no existan posibilidades de fuga de aceite hacia el generador. Se instalará una caja de terminales para cablear las señales de todos los instrumentos y dispositivos instalados en el cabezal

1.18 EJE DE LA TURBINA

1.18.1 Generalidades

El eje de la turbina, será desmontado, retirado de la central y permanecerá en obra en forma temporaria para su posterior transporte a fábrica donde se efectuará inspección por ultrasonido avanzado y partículas magnéticas. Se

efectuará también una boroscopia a través del agujero central. Si el mismo permite ser reutilizado y certificado para reuso deberá ser recuperado a través de las tareas que se describen a continuación.

El contratista deberá rectificar y controlar el run-out de las superficies de los cojinetes y del sello del eje, verificando para los mismos la tolerancias fijadas en la norma ANSI-IEEE 810/1987 - Table 7 ``Standard for Hydraulic Turbine, Generator Coupling and Shaft Run out Tolerance``.

Se procederá también a la renovación de la camisa del sello de eje, debiendo mecanizarse la misma montada sobre el eje para lograr las tolerancias de run out mencionadas. El eje de turbina deberá tener una faja mecanizada con un acabado superficial no inferior a 1,6 micrones que sirva de asiento de la rueda dentada de medición electrónica y creep que se instale con el nuevo regulador de la turbina. Se ha previsto la ubicación de esta rueda dentada por debajo del del cojinete de empuje existente, no obstante el contratista puede proponer una ubicación diferente que sea accesible para inspección, mantenimiento y durante los ensayos y calibraciones del dispositivo.

El eje será granallado y pintado con el esquema correspondiente a superficie sumergida en las zonas de contacto con el agua de la brida inferior con el rodete. Luego será enviado nuevamente a la central con protección superficial temporaria para transporte y protegiendo convenientemente las superficies mecanizadas de asiento del cojinete y de la camisa del sello del eje.

El Contratista deberá prever los medios necesarios de izaje y transporte del eje desde y hacia la central, contando con cunas de apoyo de madera para evitar que las superficies mecanizadas sean dañadas e identificando el peso del componente y los puntos de izaje del mismo.

El Contratista será responsable de proveer en obra las herramientas y dispositivos para el escariado radial de los agujeros de las espigas radiales entre la brida inferior del eje con la brida del nuevo rodete. El material de las espigas también será previsto por el Contratista quien deberá verificar a través de una memoria de cálculo la capacidad de las mismas para transmitir el mayor torque de la turbina. No se considerará la fricción como elemento de transmisión de torque para la determinación de las tensiones sobre las espigas radiales. El Contratista deberá también prever el escariado de los agujeros de acople con el eje del generador a los efectos de considerar el mayor torque de la turbina y mayor diámetro de los elementos de transmisión de torque.

Se reemplazarán todos los elementos de unión ente ejes y del eje con el rodete. Los materiales para tales elementos serán forjados y los correspondientes certificados de ensayos deberán ser presentados a UTE para aprobación.

1.18.2 Análisis de velocidad crítica

El contratista deberá efectuar un análisis dinámico de la línea de ejes (turbina y generador) donde contemple la nueva masa del rodete, el nuevo valor de empuje hidráulico y potencia de la turbina, la nueva masa del rotor del generador como así también las cargas por desbalanceo hidráulico y por desbalanceo magnético del generador. Dicho análisis será hecho por elementos finitos y deberá determinar la nueva frecuencia natural de vibración

de la línea de ejes la que deberá ser por lo menos 1,25 veces superior a la velocidad máxima de embalamiento fuera de leva de la unidad. Dicho análisis deberá contemplar la rigidez de los cojinetes guía de turbina y generador, considerando el espesor de película de aceite para los mismos.

Se deberá verificar para la línea de ejes los movimientos de precesión tantos adelantados como atrasados con la rotación del eje y la posibilidad de resonancia entre la primera velocidad crítica en el modo torsional y la primera velocidad crítica de rotación incluyendo el movimiento de precesión adelantada. El informe de velocidades críticas será remitido a UTE para su aprobación.

Todos los espárragos y pernos de acople con el rodete y con el eje del generador serán reemplazados por materiales nuevos.

1.18.3 Cojinete guía de turbina

El cojinete guía de turbina será inspeccionado después de su desmontaje. El casquillo del cojinete será llevado a fábrica, inspeccionado visualmente y por métodos no destructivos, de tintas penetrantes y ultrasonido. Si el cuerpo del casquillo puede ser reutilizado, se procederá a su rebabbitado y posterior mecanizado.

El Contratista deberá efectuar un control dimensional del casquillo del cojinete guía para determinar si luego de rectificado, la medida del diámetro del eje y el diámetro existente del casquillo son compatibles con el huelgo radial necesario para que el cojinete guía permitan garantizar la capacidad portante de la película de aceite considerando las nuevas cargas radiales del rodete de turbina. Al mismo tiempo se deberá determinar la rigidez del cojinete guía a efectos del estudio de velocidad crítica requerido para el eje de turbina.

Las dimensiones serán registradas e informadas a UTE. El contratista deberá proceder a efectuar un rebabbitado del casquillo en fábrica, mecanizándolo al diámetro correspondiente para lograr el huelgo de diseño. Se efectuarán durante el mecanizado del casquillo las perforaciones necesarias para la instalación de termómetros de resistencia en dos lugares a 180 grados para el registro de temperatura del metal del casquillo y su interconexión con el sistema de control.

La cubierta será llevada a fábrica para mecanizado de los agujeros para alojar los instrumentos adicionales que se instalaran sobre el cojinete guía.

El resto de los componentes será granallado y pintado y almacenado en obra hasta su instalación definitiva.

Se reemplazarán todos los sellos y juntas del cojinete y se instalará nueva instrumentación de acuerdo al listado provisto con esta especificación. El Contratista deberá prever los mecanizados y modificaciones necesarias para alojar los componentes a reemplazar.

Es responsabilidad del Contratista verificar las necesidades de enfriamiento del cojinete guía de turbina. Para tal efecto deberá realizar un cálculo del calor generado por el cojinete considerando las nuevas cargas actuantes sobre la línea de ejes a fin determinar el caudal de agua de enfriamiento necesario para que la temperatura máxima del aceite de lubricación no sea superior a los 45 °C considerando que la temperatura del agua de enfriamiento es de 30°C y la

superficie del metal no deberá superar los 70°C El Contratista deberá prever modificaciones al sistema de enfriamiento existente si fuera necesario, incrementando el diámetro de las tuberías, el caudal de agua de enfriamiento y la superficie de enfriamiento. La verificación deberá incluir la operación a la velocidad de embalamiento de la unidad por un periodo de 30 minutos.

Se usarán las tuberías y materiales especificados en la sección de enfriamiento de esta especificación. El Contratista deberá prever un ensayo de presión del sistema de enfriamiento a una presión 1,35 veces superior a la de trabajo y verificar la ausencia de pérdidas durante un tiempo de 2 horas. Las tuberías interiores del casquillo deberán ser ensayadas en fábrica.

La bulonería del cojinete será reemplazada en su totalidad como así también serán reemplazadas las espigas que vinculan el cojinete a la tapa de turbina con un nuevo espigado de sobremedida que será efectuado en la central al momento del montaje.

Se inspeccionará y reacondicionará rebabitando y efectuando idénticas modificaciones el casquillo existente de repuesto. El casquillo de repuesto será mecanizado interiormente a un diámetro 0,3 mm más pequeño que el diámetro nominal de manera que puedan efectuarse ajustes futuros sobre la superficie del eje si fueran necesarios.

1.18.4 Dispositivo mecánico de Sobrevelocidad

La turbina posee un dispositivo de sobrevelocidad del tipo mecánico, que trabaja a través de un gatillo operado por fuerza centrífuga y retenido por un resorte. El mismo será recuperado, reacondicionado para el nuevo valor de sobrevelocidad. Se reemplazará la válvula de disparo que actúa el gatillo por otra nueva. El anillo rotante del dispositivo será balanceado y su asiento sobre el eje será rectificado para lograr el ajuste adecuado sobre el mismo. Todos los bujes del dispositivo serán reemplazados por nuevos. El conjunto será repintado y probado en fábrica y luego en el sitio de manera que la válvula que comanda el cierre del distribuidor pueda ser accionada a la velocidad determinada por el estudio de transitorios efectuado. Se dan mayores detalles sobre la recuperación de este dispositivo en la Volumen III - Parte B - Especificaciones Técnicas Particulares, 3.B.02 Sistema de Regulación de Velocidad de las Turbinas.

1.18.5 Sello del eje de turbina

Los componentes del sello de turbina serán desmontados inspeccionados y rehabilitados.

La camisa del sello del eje que sirve de soporte para la cuba rotante del cojinete guía inferior, será fabricada nueva y montada y mecanizada sobre el eje de turbina durante la rehabilitación del mismo. El Contratista deberá coordinar el diseño y fabricación de la misma de manera que pueda ser montada sin existir interferencias o problemas de montaje con el resto de los componentes del sello.

El cuerpo principal del sello del eje donde se alojan los elementos de grafito será inspeccionado y rehabilitado. Se instalarán nuevos sectores de sello de

grafito, nuevos anillos de separación y nuevos resortes perimetrales que permiten el ajuste de los anillos de sello.

En forma alternativa el Contratista puede considerar el uso de elementos de sello de teflón, tivar, polietileno o similar, para lo cual deberá presentar a UTE los antecedentes de su utilización satisfactoria en proyectos semejantes.

Se deberán prever las necesidades de agua de enfriamiento del sello del eje en función de las modificaciones que se implementen al mismo y considerando la presión de inyección provista a través de las bombas de recalque de presión que se habrán de instalar para tal fin.

Se cambiarán todos los tornillos y elementos de unión por elementos de acero inoxidable.

Entre el eje y la tapa de turbina existe un sello laberintico superior y otro inferior. Este sello deberá ser inspeccionado. Si por su condición el mismo no puede ser rehabilitado será reemplazado por otro idéntico fabricado de acero inoxidable. El Contratista puede considerar modificaciones al diseño del sello laberinto en función de su experiencia y criterio de manera que permitan una operación confiable del sello principal sin que se produzca un desgaste prematuro de la camisa del sello o de los elementos de sello.

El sello laberintico será mecanizado con el huelgo necesario entre la parte fija y la parte móvil para evitar el roce aun en condiciones extremas de funcionamiento de la turbina como rechazo de carga o embalamiento.

El Contratista deberá instalar para el sistema de enfriamiento del sello un filtro hidrociclónico de la capacidad que demande el caudal necesario para el sello del eje, instalará también la correspondiente instrumentación sugerida en esta especificación.

Se instalará sobre la carcasa del sello del eje dos sensores de temperatura del tipo a resistencia los que proveerán señal de medición y alarma por alta temperatura del elemento de sello.

El Contratista deberá garantizar la duración del elemento de sello por al menos 8 años de operación sin que exista un desgaste prematuro del mismo, debiendo verificar el mismo para las condiciones de embalamiento del nuevo rodete.

Se deberán tener en cuenta para el diseño las condiciones del agua citadas en la especificación general para el sitio de proyecto.

Los elementos del sello del eje se montarán a través del espacio entre la tapa de turbina y el eje por lo que deberá estar construido en sectores para facilitar la tarea de armado.

En el caso que los componentes del sello existente no puedan ser reutilizados, el Contratista deberá considerar la provisión de un nuevo sello del eje, completo, con todos sus elementos de unión, resortes, elementos de sello, y accesorios para ser montado sobre la tapa de turbina.

Las bombas de drenaje del sumidero serán reemplazadas por nuevas bombas, debiendo disponerse de una bomba de corriente continua y una de corriente alterna. Las bombas del sumidero deberán tener el impulsor de acero inoxidable y tanto sus conexiones como la tubería de desagote también serán

de acero inoxidable. Las mismas serán instaladas sobre la tapa de turbina y será de fácil desmontaje a través de elementos roscados. La descarga de dichas bombas se encuentra en el pozo de turbina, la que se combina en un colector con la descarga del cojinete guía de turbina. Dicho colector será reemplazado por un colector de acero inoxidable.

1.19 COJINETE DE EMPUJE

El alcance de este ítem implica todos los trabajos necesarios para la renovación y modificación del cojinete de empuje. El cojinete de empuje consta de 12 zapatas recubiertas de babbit las que se encuentra apoyadas en pivotes y elementos elásticos de acero endurecido.

La unidad es del tipo paraguas con el cojinete de empuje montado debajo del rotor. Será responsabilidad del Contratista verificar los datos en los planos, analizar el método de enfriamiento y su adecuación y hacer todas las mediciones de campo y verificaciones dimensionales necesarias para los cálculos de diseño.

El cojinete de empuje existente debe ser inspeccionado y evaluado para su reutilización. Los componentes que se reutilizarán deberán estar certificados para el uso del diseño. Se deberán renovar todos los elementos de sello del cojinete, debiendo el Contratista efectuar las adecuaciones necesarias para la instalación de los mismos.

El Contratista deberá confirmar que los cojinetes existentes y / o modificados deben ser adecuados para su funcionamiento con la Unidad rehabilitada en todas las condiciones de funcionamiento y deben poder soportar las velocidades de disparo específicas durante treinta minutos.

Las modificaciones y mejoras a implementar en el cojinete no deberán afectar la facilidad de inspección y el mantenimiento así como tampoco el acceso para su reparación o reemplazo.

1.20 REQUERIMIENTOS DE INSPECCION

Se efectuarán inspecciones en el block de empuje usando procedimientos aprobados por UTE, completos con verificación de inspección y hojas de datos. Los procedimientos incluirán copias de todos los diseños de inspección y hojas de control. Todas las mediciones se tomarán con los instrumentos actualmente calibrados y la certificación de calibración para todos los equipos de medición se proporcionará junto con el informe. Se deberán proteger todas las superficies ante eventuales daños o golpes.

Se notificará a UTE la fecha y hora de las inspecciones, con no menos de 15 días hábiles de anticipación.

Se realizarán las siguientes inspecciones, como mínimo, y se presentará un informe:

1.20.1 Componentes giratorios

Todas las superficies disponibles del block de empuje se deben inspeccionar visualmente mediante el método de tintas penetrantes (PT) según ASTM E165.

Se incluirá en el informe de inspección un informe de indicaciones, que incluye una descripción escrita y mapeada de daños o defectos del block de empuje, como porosidad, grietas, hilos dañados, imperfecciones de la superficie, etc.

1.20.2 Inspección visual de componentes estacionarios (carcasa y estructura soporte)

La carcasa y la estructura soporte se inspeccionarán visualmente y se informará cualquier defecto o daño. Se inspeccionarán visualmente todas las superficies de estos elementos y se mapearán y registrarán las áreas de daño o defectos. Se hará una propuesta de reparación de las áreas defectuosas la que deberá ser aprobada por UTE.

1.20.3 Block de empuje

Las medidas de planitud del block de empuje, descentramiento y perpendicularidad del block de empuje se deben realizar con la guía del bloc de empuje montada en el eje. Las mediciones se tomarán con relación al eje de rotación.

A. Bulonería del block. Se determinará por cálculo, el par de apriete adecuado para los pernos circunferenciales del block de empuje. Se presentará dicho cálculo para aprobación de UTE. La rigidez de los pernos circunferenciales será verificada al valor determinado antes de las inspecciones. Todos los tornillos de unión del block de empuje serán reemplazados por nuevos.

B. Dimensiones de la unión. La unión del block de empuje debe inspeccionarse y medirse, incluyendo las chavetas si correspondiera. El salto en la línea de unión de cada mitad se medirá y registrará. La medición debe hacerse con precisión del orden de 0,002 mm.

C. Acabado superficial. El acabado de la superficie de la cara del block debe verificarse en al menos seis lugares igualmente espaciados, utilizando un perfilómetro calibrado. El acabado de la superficie debe medirse en la dirección tangencial y radial, en la escala AA.

D. Abertura de la línea de unión. Se debe usar un calibrador de espesores de 0,02 mm para verificar el espacio entre las juntas. Cualquier espacio mayor que o igual a 0.02 mm será mapeado y registrado, dando ancho, largo y profundidad aproximada.

E. Planitud de la cara del bloque. Se debe medir la planicidad de esta superficie. La planitud debe medirse en el orden de 0,02 mm.

F. Desviación circunferencial. El descentramiento de la cara del bloque de empuje se medirá cerca del diámetro interior y del diámetro exterior y al centro de esta superficie. Las medidas deben estar en el orden de 0,02 mm.

G. El diámetro interior y exterior del bloque de empuje se medirá y se tomarán lecturas de descentramiento circunferencial en las superficies de dichos diámetros.

H. Se medirá la perpendicularidad del block de empuje con respecto al eje de rotación.

1.20.4 Zapatas

A. Antes y después de la restauración, todas las superficies metálicas básicas se deben revisar mediante un examen de líquidos penetrantes (PT) para detectar fisuras, imperfecciones de la superficie y otros defectos.

B. Inspección ultrasónica de la superficie de Babbitt. Después del rebabbitado, cada zapata se debe inspeccionar ultrasónicamente según el Volumen III - Parte A - Especificaciones Técnicas Generales, 3.A.01 Generalidades.

C. Contacto superficial Babbitt. Después del rebabbitado y del mecanizado final, el área de contacto de la superficie del babbitt con la superficie del block de empuje se debe verificar en cada zapata para determinar el porcentaje del área de contacto. Se debe usar un proceso de azulado. La planitud de la superficie debe tener un mínimo de 85% de contacto.

1.20.5 Informe de inspección

El informe de inspección incluirá recomendaciones para el método de reparación de cualquier deficiencia encontrada en cualquiera de los componentes. Si se va a extraer metal de cualquiera de las superficies de soporte de carga del conjunto de cojinete de empuje, el informe también deberá incluir el método propuesto para mantener la elevación del conjunto de rotación de la turbina.

1.20.6 Inspección Ultrasónica de Zapatas y Casquillos - Calificaciones del inspector

A. El examen del babbitt, la adherencia, porosidad y el agrietamiento deberá realizarlo un laboratorio de pruebas independiente aprobado que realice periódicamente pruebas no destructivas, o puede realizarse utilizando personal aprobado por el Contratista de UTE.

B. Los técnicos que realizan la inspección deben estar certificados de acuerdo con la Sociedad Americana de Pruebas No Destructivas (ASNT). El inspector que está realizando la prueba ultrasónica debe, como mínimo, ser ASNT SNT-TC-1A Nivel 3 calificado, o Nivel 2 calificado con un mínimo de 2 años de experiencia en los últimos 3 años. Si se solicita, el inspector deberá ubicar áreas unidas y sin uniones en los bloques de referencia en presencia de la UTE.

1.20.7 Equipo

A. Palpador

1. Frecuencia: todas las pruebas de aceptación de la unión de babbitt se realizarán con un cristal de onda longitudinal de 2,25 MHz o 5 MHz.
2. Diámetro: el diámetro del transductor debe ser de entre 6 y 25 mm.
3. Los acoplamientos utilizados para la prueba deben ser de aceite liviano o glicerina, cuya viscosidad no sea superior al aceite SAE 30.

1.20.8 Bloques de referencia

A. Los "bloques de referencia" consistirán en un bloque de acero sólidamente babbitted con una superficie de exploración y un espesor de babbitt representativos de las zapatas a ensayar. El bloque se usará para establecer la sensibilidad del instrumento. Se debe proporcionar un bloque de referencia con áreas sin uniones artificiales para comparar las indicaciones de las áreas que muestren uniones y falta de adherencia.

B. La sensibilidad de la prueba debe ser tal que la interfaz entre el babbitt y el material base se identifique fácilmente en el monitor. Los detalles de la calibración de la sensibilidad y la determinación de las áreas ligadas y no ligadas se definirán en el procedimiento UT.

C. Los bloques de referencia se mantendrán disponibles para referencia frecuente durante las pruebas reales.

1.20.9 Procedimiento

Toda la superficie del babbitt de cada zapata de cojinete debe escanearse utilizando rutas de exploración superpuestas en al menos el 20 por ciento del ancho efectivo del transductor. Las tasas de escaneo no deben exceder los 75 mm por segundo. Las áreas de babbitt no adheridas darán como resultado múltiples reflejos en la pantalla, acompañados de una pérdida parcial (al menos del 50%) o completa (100%) de la reflexión. Las áreas sobre las ranuras del sensor de temperatura o ranuras en cola de milano no necesitan ser examinadas con UT. Todas las áreas con babbitt no unidas deben ser escaneadas cuidadosamente para determinar su configuración. Los bordes exteriores de todas las áreas no unidas se marcarán en la superficie del babbitt.

1.20.10 Estándares de aceptación

Se aceptará la unión de babbitt a metal base de acuerdo con DOD-STD-2183 (SH), Sección 5.4.1, con la excepción de lo siguiente:

A. Requisitos de la zona A:

1. El área total no unida no debe exceder el 5% del área de la Zona A.

2. Las áreas no adheridas aceptables deben estar a más de 100 mm de distancia, y 12 mm de cualquier borde.

B. Requisito de la zona C:

1. el área total no unida no debe exceder el 10% del área de la zona C.

Se debe realizar un examen PT a lo largo de toda la línea de unión entre el metal base de la zapata del cojinete y el metal babbitt, en todas las zapatas de cojinetes. Las indicaciones de PT de más de 9,5 mm son rechazables. Las indicaciones de menos de 9,5 mm son aceptables si no se muestran en el UT.

1.20.10.1 Reporte de inspección

Se debe enviar un informe certificado por escrito del técnico certificado. El informe debe incluir una descripción completa de los procedimientos PT y UT utilizados, el equipo utilizado, un mapeo de las áreas evaluadas, el número de zapata y la interpretación de los resultados. El informe abordará específicamente áreas de falta de unión entre el babbitt y la zapata y su área de superficie total acumulada con relación al área superficial del babbitt total. El informe también debe abordar el porcentaje total de porosidad y cualquier fisuración que se encuentre.

1.20.11 Zapatas del Cojinete de Empuje

Las zapatas del cojinete de empuje deben inspeccionarse como se describe arriba, limpiarse, rebabbitarse, ensamblarse y ajustarse. La superficie de contacto con los pivotes deberá recuperarse ya sea por aporte de soldadura para mantener el diámetro de contacto o bien por mecanizado, incrementando el diámetro del pivote. El Contratista deberá tomar la decisión de recuperación de las mismas que garantice un funcionamiento confiable y sin fallas. Existen dos juegos de zapatas de repuesto, los que serán recuperados de igual manera que las zapatas originales.

Los planos que muestren cualquier modificación propuesta a las zapatas del cojinete de empuje se presentarán a UTE para su aprobación.

1.20.11.1 Zapatas de Repuesto

Las zapatas de repuesto del cojinete de empuje, deberán ser inspeccionadas, modificadas y re-babbitadas de igual manera que el resto de las zapatas. Las modificaciones incluyen los agujeros necesarios para el sistema de inyección de alta presión.

1.20.11.2 Pivotes y elementos elásticos

El Contratista deberá verificar las cargas sobre los pivotes en función de los nuevos valores de empuje hidráulico y efectuar modificaciones al diseño de las mismas si lo considera necesario.

Todos los pivotes y elementos elásticos serán reemplazados por componentes nuevos cuyo material, tratamiento térmico y dureza deberán garantizar el funcionamiento del cojinete de empuje para todas las condiciones de operación de la turbina y será verificadas a la fatiga. Las horquillas y pernos donde articulan las zapatas del cojinete deberán ser reemplazados por elementos nuevos, debiéndose readecuar las zapatas al diámetro de los nuevos pernos.

1.20.11.3 Caja y Tapa del Cojinete, Rascadores de Aceite

La caja del cojinete deberá ser llevada a fábrica donde se le harán las inspecciones y adecuaciones para continuar su uso. Deberá coordinarse para ello la instalación de los caños y perforaciones necesarias del sistema de inyección de alta presión del cojinete. Se inspeccionarán y renovarán de ser necesario las conducciones de aceite de lubricación. La caja será luego pintada con el esquema de aceite especificado y enviada a obra para su montaje.

Los rascadores de aceite serán recuperados. Los pernos, tornillos, tuercas y arandelas, resortes serán reemplazados por otros idénticos en su material y dimensiones. Serán pintados y enviados a obra para su montaje.

La tapa del cojinete de empuje deberá recuperarse, previéndose sobre la misma las perforaciones necesarias para la instalación de los sensores de temperatura de aceite y metal solicitados. Se harán sobre ella las modificaciones para la instalación de los nuevos sellos entre eje y tapa y para la instalación del sistema extractor de vapores de aceite del cojinete de empuje. La tapa será pintada y enviada a obra para su montaje.

Se deberá hacer un montaje en fábrica de las partes fijas del cojinete de empuje previo al despacho a obra del mismo para verificar el ajuste correcto de cada uno de los componentes, zapatas, pivotes, pernos, rascadores, caja y tapa. UTE podrá presenciar el mismo y deberá ser debidamente notificado.

1.20.11.4 Enfriadores del Cojinete de Empuje

El Contratista deberá determinar la capacidad de enfriamiento de los enfriadores considerando el incremento del empuje hidráulico del nuevo rodete. El cojinete actual consta de 4 enfriadores de casco y tubos los que serán reemplazados. Serán provistos nuevos enfriadores nuevos los que serán de tubos y carcasa de acero inoxidable y contará con válvulas y bridas de conexión para facilitar su desmontaje. Las partes en contacto con el agua de enfriamiento deberán estar fabricadas en acero inoxidable AISI 316L u otro material aprobado por UTE y apto para minimizar la adherencia de bivalvos. Los enfriadores deberán ser diseñados para una capacidad de enfriamiento de 135 % la capacidad requerida

Se reemplazarán todos los sellos y juntas del cojinete debiendo hacerse las modificaciones y reemplazos necesarias a los elementos que sirven de soporte de los sellos.

1.20.11.5 Sistema de Inyección a presión

El sistema de inyección forzada de aceite, es un circuito oleohidráulico abierto que toma aceite de un depósito o de una cañería próxima a la salida de los enfriadores, y lo impulsa hacia el interior del cojinete, haciendo que, mediante orificios existentes en las zapatas del mismo, se forme una película lubricante, que favorece la formación de la cuña hidrodinámica entre las zapatas y el rodete del cojinete, fluyendo luego hacia la cuba. La inyección forzada de aceite dejará de ser necesaria cuando la maquina gire a una velocidad superior a aproximadamente el 30% de su velocidad nominal y que deberá ser determinada por el fabricante en función de las cargas y nuevo diseño del cojinete de empuje de manera que a partir de este punto la cuña hidrodinámica se automantenga. El funcionamiento de este equipo es comandado por el sistema de control, el cual hace que la inyección de aceite comience instantes antes de la puesta en marcha de la unidad y hace que se detenga cuando se ha alcanzado la velocidad antes indicada.

El mismo sistema de control, durante la secuencia de parada de la unidad, hace que cuando la velocidad se reduce a un 30% de la nominal, se encienda el equipo y comience la inyección forzada de aceite que durará hasta que la maquina se detenga completamente.

Este equipo estará provisto de un presóstato ubicado en la cañería de presión, el cual inhibe la secuencia de arranque, hasta que se haya alcanzado la presión de aceite necesaria para la inyección forzada. El sistema se equipa con dos motobombas, una de las cuales es de funcionamiento normal y la otra es de reserva, pudiendo conmutarse entre una u otra en forma manual. Los requerimientos de presión y caudal para el equipo serán determinados por el Contratista en función de las necesidades específicas del cojinete

El equipo estará montado o bien sobre la tapa de turbina en una ménsula o bastidor que permita su fácil acceso e inspección o bien al ingreso al pozo de turbina según lo permita el espacio disponible. La ubicación definitiva se decidirá durante la ingeniería de detalle.

Las cañerías y accesorios deberán estar rígidamente fijadas a la tapa de turbina

Los instrumentos (relé de presión, manómetro, etc.), deberán quedar protegidos dentro de una caja con tapa abisagrada. El relé de presión (presóstato a pistón) deberá ser del rango apropiado, con contactos eléctricos.

El manómetro deberá tener su escala graduada en "bar" o en Kg/cm², con amortiguamiento en baño de glicerina y una capacidad mínima igual a la presión de ensayo del equipo.

La ubicación de los instrumentos será tal que permita su fácil lectura, mientras que las válvulas y filtros se dispondrán teniendo en cuenta un adecuado acceso para manipulación y mantenimiento.

Las válvulas de accionamiento manual serán del tipo esférica, las válvulas antirretorno serán con resorte.

En el circuito de aspiración, todas las válvulas deberán tener un dispositivo de seguridad (traba candado o similar) que impidan su accionamiento accidental.

La válvula limitadora de presión deberá ser ajustable entre cero y el valor de presión de ensayo del equipo, como mínimo. Los filtros de malla, tanto el de aspiración como el colocado en la salida presurizada, estarán provistos con by-pass interno e indicación visual de ensuciamiento. Los elementos filtrantes serán descartables, a base de fibras inorgánicas o de papel y de fácil reemplazo.

El equipo tendrá tres salidas o acometidas para su conexión con el resto de la instalación: aspiración, retorno de sobreflujo y salida alta presión.

Los motores serán provistos bajo la norma IEC 34-1, NEMA MG-1, VDE 0530. Los motores serán del diseño o construcción tipo "B" definido por la norma NEMA y aptos para arranque directo a plena tensión. Para definir la Potencia deberá adoptarse un factor de seguridad de 1,15 como mínimo.

Los cojinetes deberán ser del tipo de bolillas o rodillos, debiendo poder engrasarse sin necesidad de desarmar el motor. Todo motor de peso superior a 20 kg deberá estar provisto con uno o más cáncamos de izaje.

El sistema de presurización dispondrá de una bomba principal accionada por un motor de CA y una bomba de respaldo accionada por un motor de CC según se muestra en el plano de referencia. Ambos estarán previstos para funcionamiento continuo (S1). En el caso que la potencia de los motores supere los 10 KW deberán ser provistas protecciones térmicas para los mismos.

El Contratista deberá presentar el diseño de la instalación y la ubicación propuesta para aprobación de UTE.

Se ejecutarán ensayos en fábrica al sistema de inyección de alta presión previo a su despacho al sitio de proyecto. Los ensayos a ejecutar son:

A. Prueba hidrostática a una presión de 1,35 veces la presión de trabajo.

B. Duración mínima: 15 minutos sin que se verifique caída de presión.

Este ensayo se efectuará sin conectar las motobombas al ramal de aspiración y presurizando el circuito con una bomba auxiliar, haciendo intervenir a las bombas de la provisión únicamente en forma estática. Deberán aislarse el presostato y el manómetro.

Prueba funcional

Presión de ensayo = Presión de trabajo

Deberán intervenir todos los componentes del equipo verificándose su correcto funcionamiento durante 50 ciclos de arranque y parada, como mínimo.

1.20.11.6 Extractor de Vapores del Cojinete de Empuje

Se deberá instalar en el cojinete de empuje un sistema de extracción de vapores de aceite a efectos de reducir la polución por aceite en el pozo de turbina y que la misma se extienda hacia el recinto del generador.

Para tal efecto sobre la parte superior del cojinete de empuje se instalará un recinto colector, fabricado en chapa y fácilmente desmontable que permita reunir los vapores que luego serán evacuados por un sistema de tuberías a través de un filtro y un ventilador de corriente alterna cuyo control y comando se efectuará desde el tablero de bombas de inyección de aceite a alta presión del cojinete de empuje. El aire cargado de partículas de aceite en suspensión pasa por un filtro ubicado dentro del equipo extractor, delante del ventilador, antes de ser liberado limpio al exterior. Las partículas de aceite se condensan y escurren hacia el fondo del recipiente del equipo, el cual es drenado periódicamente.

El filtro de aire se fijará al cajón colector de aceite mediante guías y una tapa solidaria al filtro, provista con una manija para extracción. La tapa se atornillará al cajón interponiendo una junta de neopreno. El filtro estará constituido por un bastidor (marco) de chapa plegada, y el elemento filtrante será una malla plegada de fibra de vidrio extremadamente fina, cuya eficiencia esté en el orden del 95% considerando un tamaño de partícula de 1 micrón.

Ambos elementos irán colocados dentro de un canasto metálico. En su parte inferior, el filtro tendrá agujeros para que el aceite retenido y condensado pase a la parte inferior del cajón.

El cajón colector será un recipiente rígido y hermético, conformado en chapa de acero doble decapada plegada y soldada, de espesor no menor a 2,76 mm (BWG N° 12). El fondo deberá tener pendiente para facilitar el vaciado del aceite acumulado por condensación; para lo cual estará provisto de un niple roscado y válvula para el desagote de aceite.

Los controles del sistema de extracción se deberán alojar en una caja de lámina de acero del tipo IP-55 según IEC o mejor, con puerta abisagrada, para montaje sobre pared. El arranque y parada en forma manual deberá realizarse a través de pulsadores. El control automático deberá accionar el sistema de extracción en el momento en que el generador entre en funcionamiento.

1.21 PALETAS DEL DISTRIBUIDOR

Luego del desmontaje de las paletas directrices y de su almacenamiento temporario en obra, las mismas serán llevadas a la fábrica del Contratista donde se efectuarán diferentes trabajos.

Se efectuará un granallado para remover la pintura de las paletas directrices de manera de ejecutar una inspección minuciosa por medios no destructivos, utilizando partículas magnéticas y ultrasonido. Se pondrá especial énfasis durante la inspección de zonas críticas como la transición entre vástago y hoja a efectos de descartar potenciales fisuras en dicha zona.

Una vez finalizada la inspección se verificará la condición y dimensiones de la camisa de acero inoxidable en la zona de los bujes inferior e intermedio. Dicha camisa podrá reutilizarse si sus condiciones y dimensiones lo permiten y deberá coordinarse su diámetro exterior con el del buje autolubricado a instalar

sobre la tapa de turbina y el anillo inferior. Si por el remecanizado de esta camisa el espesor final resultara inferior a los 6 mm, deberá efectuarse el reemplazo de la misma por otra de similares características con una dureza no inferior a los 220 HB.

Los bujes deberán tener las mismas dimensiones para todos los alabes y por lo tanto ser intercambiables.

Todas las soldaduras de fijación y de sello de esta camisa deberán ser inspeccionadas por tintas penetrantes.

Se efectuará una inspección de las listas de cierre entre palas, tanto en el borde de entrada como en el de salida de la palas y se efectuarán las correcciones necesarias a las mismas durante el montaje.

Una vez finalizados los recubrimientos sobre la zona de los bujes, se procederá al mecanizado del vástago. El Contratista deberá coordinar las medidas respectivas de cada zona del vástago en relación a los diámetros de los nuevos bujes autolubricados que se instalarán sobre la tapa de turbina y sobre el anillo inferior.

Se efectuará un relevamiento midiendo la altura de cada pala y durante el mecanizado de los bujes se mecanizará los extremos de cada pala de manera que sean perpendiculares al eje de giro y que todas las palas tengan una altura uniforme, compatibles con la distancia entre la tapa de turbina y el anillo de descarga (Bo). No se prevé aportes de soldadura para los extremos de cada pala.

Se efectuará un relevamiento de la altura de cada pala y la altura disponible entre la tapa de turbina y el anillo inferior (Bo) para determinar los huelgos disponibles.

Se deberá contemplar la modificación de la longitud del vástago superior de la pala a efectos de adaptarlo al nuevo mecanismo de palanca y biela con perno de rotura.

La pala y la nueva palanca de accionamiento deberán ser espigadas durante el montaje en obra.

Al término del mecanizado se procederá a granallar y pintar las palas para su posterior despacho a la central Baygorria.

Las mismas serán convenientemente protegidas durante el transporte con protección temporaria contra la corrosión en las zonas mecanizadas y deberán estar apoyadas convenientemente sobre tacos de madera para evitar daños a las partes mecanizadas.

Las palas deberán ser identificadas con un número según su posición en el distribuidor de la turbina. Se deberán contemplar las modificaciones al mecanismo de regulación citadas más abajo a efectos de modificar el diseño del vástago superior.

Es requisito, como parte de la certificación de reúso de una pala, el efectuar una modelación por elementos finitos de la misma para determinar su vida remanente con el ciclo de cargas descripto más arriba.

1.22 MECANISMO DEL DISTRIBUIDOR

El mecanismo distribuidor existente, esto es, palancas, pernos, bujes y bielas será reemplazado completamente.

Los nuevos componentes del mecanismo deberán tener suficiente resistencia para soportar la máxima carga que pueda serles impuesta en las condiciones de operación más severas. Deberán proveerse medios para ajustar la posición de cualquier paleta independientemente de las demás, para asegurar su contacto con las paletas adyacentes en la posición cerrada y la apertura esencialmente igual y simultánea de todas las paletas. Deberá asegurarse la disponibilidad de amplios ajustes para compensar los desgastes y distorsiones debidas al uso.

El mecanismo será modificado instalando un dispositivo que ante el eventual atascamiento de una pala, por ejemplo, en una condición de cierre, se produzca su ruptura evitando transferir un mayor torque a la misma, utilizando un perno de corte con una entalla calibrada. Al mismo tiempo se instalará un dispositivo de fricción que ante la ruptura del dispositivo citado anteriormente permita retener el control de la pala para que no quede libre, permitiendo el movimiento del anillo de regulación y el movimiento de las otras palas.

La capacidad del dispositivo de restricción será al menos 2,5 veces superior al torque total sobre la pala, (torque hidráulico y fricción) en la condición cerrado y estará al menos 10% por encima del máximo esfuerzo del servomotor en dicha condición. El Contratista deberá presentar un memorial de cálculo demostrando esta condición y a su vez verificar que las tensiones de corte sobre el vástago de la paleta directriz ante la ruptura del perno de corte y actuación del dispositivo de fricción se encuentran por debajo de los valores admisibles para el material del vástago. El quiebre de un perno de corte no deberá producir la ruptura en cadena del dispositivo de la pala contigua. Se deberá instalar un sensor del tipo magnético, que provea indicación al sistema de control que se ha producido la ruptura del perno de corte de una pala.

Al mismo tiempo el contratista deberá verificar que en la condición de máxima apertura de la pala, el torque del dispositivo de fricción supera al torque hidráulico y al de fricción para permitir el control de la pala hasta su posición de cierre habiéndose producido la ruptura del perno de corte en esa condición de apertura. El dispositivo de fricción y perno de corte serán ensayados en fábrica, debiéndose verificar la ruptura del perno de corte para el torque de diseño, con posterior actuación del dispositivo. Se ensayarán no menos de tres pernos de corte para verificar el torque de ruptura y el correcto diámetro de la entalla del perno.

Se eliminarán todas las tuberías y bombas del sistema de lubricación por grasa y se instalarán bujes autolubricados tanto para los álabes del distribuidor como para las bielas.

Se dispondrá también sobre el portabuje del álabe montado en tapa de turbina, un anillo autolubricado, el que hará las veces de anillo de empuje axial y recibirá la carga correspondiente al peso del álabe y de la palanca. Se instalarán nuevos sellos elastomericos entre el vástago de la pala y los bujes inferior e intermedio.

El Contratista deberá someter a aprobación de UTE el tipo de sello a utilizar.

Todos los pernos de las bielas, serán reemplazados por pernos de acero inoxidable.

La pala del distribuidor será escariada y espigada al momento de su montaje con la nueva palanca del álabe.

Los pasadores de corte de las paletas deberán estar provistos con sensores del tipo capacitivo o magnético, para la indicación y alarma al presentarse falla del pasador. El sistema de detección deberá proveer la identificación de los pasadores que han fallado, desplegada sobre el panel ubicado próximo al pozo de la turbina y deberá emitir la señal para la indicación remota de la falla.

Los nuevos pernos de palancas y bielas serán de acero inoxidable.

Para el reemplazo de los bujes en el anillo inferior, el Contratista deberá prever los dispositivos necesarios de extracción de los bujes existentes y de resultar necesario el mecanizado del alojamiento del buje sobre el anillo de manera que este resulte concéntrico y alineado con los portabujes de la tapa de turbina.

Los portabujes de la tapa de turbina serán transportados a fábrica para el mecanizado e instalación de bujes y anillo de empuje axial y posterior granallado y pintado.

Los tornillos, tuercas y arandelas del mecanismo de regulación, incluyendo aquellos pertenecientes a los portabujes de los álabes serán reemplazados por nuevos elementos de unión, los que serán de acero al carbono zincados en caliente por inmersión.

Se reemplazarán todos los sellos de los álabes y portabujes. Los sellos de los álabes tendrán una sección en V de manera que la presión externa ejercida por el agua pueda garantizar el correcto funcionamiento del mismo.

1.23 ANILLO DE REGULACIÓN

El anillo de regulación será trasladado a fábrica para su inspección por métodos no destructivos y posterior modificación de manera de incorporar una superficie de deslizamiento que permita su apoyo sobre la tapa de turbina sobre patines de material autolubricado, de manera de eliminar el sistema de rodillos y lubricación por aceite existente.

Las superficies de deslizamiento del anillo deberán ser de acero inoxidable que podrán obtenerse por aporte de soldadura o por una placa de acero inoxidable soldada al anillo de no menos de 10 mm de espesor final. El anillo será certificado para reuso luego de las modificaciones mencionadas y posterior mecanizado, será granallado y pintado para su retorno a la central. Se reemplazarán los pernos que lo vinculan a los servomotores existentes por otros idénticos que contemplen la modificación efectuada. Todos los tornillos de unión del anillo de regulación serán reemplazados por idénticos materiales nuevos zincados en caliente.

1.24 SERVOMOTORES DEL DISTRIBUIDOR

El valor de presión del sistema de regulación será mantenido en 20 bar. También permanecerá sin modificación la presión del sistema de cierre de emergencia que es de 30 bar.

Los servomotores del distribuidor serán rehabilitados y certificados para reuso. Para ello, el Contratista procederá a su desmontaje y traslado a fábrica.

Se reemplazarán los sellos del pistón por sellos nuevos que podrán ser de material sintético probado previamente en diseños de similar presión. Se cambiarán los bujes de los servomotores que lo vinculan al anillo de regulación y donde articula el cuerpo principal del servomotor por bujes autolubricados. Los pernos asociados a dichos bujes serán reemplazados por nuevos pernos mecanizados con el ajuste adecuado. Se rectificarán los cilindros del servomotor y se inspeccionarán por medios no destructivos la condición de los ojales internos que lo vinculan al anillo de regulación.

Se eliminarán las cañerías auxiliares de lubricación existentes obturándose las salidas de aceite respectivas para la conexión con el anillo de regulación. Se eliminarán las barras que permiten transferir la posición del servo al regulador, las que serán reemplazadas por sensores eléctricos.

Se efectuará granallado y pintura del cuerpo exterior y luego de la limpieza de las partes internas se efectuará un ensayo con presión a 30 bar para verificar desplazamiento del vástago y potenciales pérdidas en los sellos.

El ensayo contemplará una carrera completa del pistón verificando y registrando las pérdidas de aceite a través de los sellos. Todas las tuberías de los servos serán limpiadas, decapadas y pintadas con el esquema correspondiente. Se instalarán nuevos sensores de posición conforme los requerimientos de apertura del distribuidor para lograr los valores de potencia garantizados.

La traba del distribuidor que actúa sobre el servomotor será desmontada e inspeccionada. Se reemplazarán los sellos del pistón de la traba y se verificarán las tolerancias y ajustes de los elementos. En caso de que existan desgastes y/o huelgos inaceptables se procederá al reemplazo del componente afectado o eventualmente su recuperación por encamisado o recargue por soldadura.

El Contratista deberá remitir a UTE un informe con los elementos que deberán reemplazarse previo a iniciar el recambio de los mismos. Se reemplazará también el fin de carrera que indica la aplicación de la traba por un sensor inductivo. La traba será ensayada en fábrica en conjunto con los servomotores con la presión de aceite de trabajo.

Los elementos de unión, tornillos y tuercas del servomotor deberán ser reemplazados por otros idénticos. Los tornillos que sirven para regular el tope de carrera en cada extremo del servomotor serán inspeccionados y de ser necesario reemplazados por otros idénticos.

Los servomotores poseen una bandeja de recolección de aceite. Esta bandeja permite recoger el aceite que se usa como lubricación para las válvulas piloto y para la articulación del servomotor con el anillo de regulación. El aceite, una vez acumulado en las bandejas es capturado por una bomba accionada por un motor de corriente continua y luego llevado al tanque sumidero del regulador.

El nuevo diseño del sistema a proveer por el Contratista deberá contemplar la eliminación de la bomba y del circuito de retorno al tanque, a través del uso de

bujes autolubricados en la articulación del anillo de regulación y la modificación de la válvula piloto.

1.25 TAPA DE TURBINA

Una vez desmontada la tapa de turbina será transportada a fábrica en sectores. Se procederá al granallado y remoción de pintura de la misma para inspección por ensayos no destructivos. Se efectuará inspección por partículas magnéticas de las zonas más críticas tales como la unión entre sectores y la zona de unión con el predistribuidor.

Deberá efectuarse sobre la misma las modificaciones necesarias para permitir la conexión con el nuevo sello del eje con los correspondientes mecanizados para su asiento. Se dispondrá sobre el sector inferior de tapa de turbina un sello del tipo laberintico como elemento de sello adicional, el que será construido en acero inoxidable.

La tapa de turbina también será modificada en su parte superior a efectos de instalar los nuevos soportes de deslizamiento del anillo de regulación, que tendrá patines autolubricados. Se dispondrán patines en posición radial y axial para el anillo en una cantidad de no menos de 10 patines en la circunferencia de deslizamiento del anillo. Los patines serán axiales y radiales, dispuestos en la periferia de la zona de apoyo del anillo de regulación. Todos los elementos de fijación de dichos patines serán en acero inoxidable. Los tornillos, tuercas y demás elementos de unión entre sectores de la tapa de turbina y entre esta y el predistribuidor serán reemplazados por nuevos elementos. El Contratista deberá proveer todas las herramientas y dispositivos necesarios para el montaje y ajuste de la tapa de turbina. Asimismo, deberá prever los soportes y pasajes de tubos sobre la tapa de turbina para el sistema de inyección de aceite a presión del cojinete de empuje como partes de las modificaciones necesarias a la tapa de turbina. Dado que se instalará un filtro hidrociclónico para el sello del eje, los soportes para el mismo serán soldados sobre el sector inferior de la tapa de turbina.

1.26 PREDISTRIBUIDOR Y CÁMARA ESPIRAL

Se removerá la pintura por granallado del predistribuidor para proceder a la inspección visual del mismo y por partículas magnéticas de las zonas de transición de la pala con el anillo superior e inferior. Se inspeccionarán las roscas de unión con la tapa de turbina y la zona de asiento de la tapa de turbina. Es responsabilidad del Contratista de verificar y acondicionar la nivelación de la brida superior del predistribuidor para garantizar un correcto asiento de la tapa de turbina.

De no existir reparaciones necesarias se procederá al pintado completo del predistribuidor con el esquema de inmersión de agua propuesto.

Durante la recuperación del predistribuidor se trabajará también en la recuperación de la cámara espiral. En primer lugar se efectuará una limpieza profunda con jet de agua para eliminar moluscos adheridos a las paredes y techo de la cámara, reparando en primer lugar con un mortero epoxi aquellas áreas que presentan depresiones y erosión pronunciada, (superior al 2%)

siendo este valor la relación entre la profundidad y el largo mayor de la depresión.

Por ejemplo, para una depresión de 1 m de largo, la profundidad no debería ser superior a 2 centímetros en la pared, pisos y techo de concreto. Se definirán dichas áreas y su extensión en conjunto entre UTE y el Contratista luego de la parada de la unidad. El Contratista deberá informar en su oferta el costo por m² de las reparaciones.

Las tomas de presión del sistema Winter-Kennedy serán inspeccionadas y de ser necesario por su condición deberán ser reemplazadas. La alternativa de reemplazo deberá ser aprobada por UTE. Se efectuará un decapado y limpieza química de las tuberías del sistema Winter-Kennedy y se ensayarán a una presión 1,35 veces la presión estática de trabajo durante una hora. El tramo expuesto de las mismas en el pozo de turbina será reemplazado por nuevas tuberías. Las tuberías existentes deberán limpiarse verificando que queden libres de suciedad e incrustaciones. Se instalará un nuevo colector para las tuberías con las correspondientes válvulas de cierre sobre cada ramal de tubería. El colector dispondrá de las conexiones para un manómetro de lectura local para la medición de la presión hidrostática y para el instrumento electrónico de medición de caudal que será provisto nuevo y calibrado luego del ensayo de modelo. El conjunto será montado en un tablero de acero inoxidable, el que será fijado a la pared del pozo de turbina. Todas las tuberías del sistema Winter-Kennedy a reemplazar serán de acero inoxidable, de igual manera, el nuevo colector y las válvulas que se utilicen. El Contratista presentará el diseño de la instalación para aprobación de UTE.

Ver el numeral 13.8 reparación de fisuras en el hormigón de las paredes de accesos al pozo de turbina en el capítulo de Obras Civiles con respecto a las inyecciones a efectuar para reducir o eliminar las fugas de agua en la zona de acceso al pozo de turbina.

1.27 ANILLO INFERIOR

EL anillo fue reparado en el año 2007 luego de las modificaciones implementadas por causa del hormigón expansivo debido a la presencia de álcali en el concreto inferior al mismo. En dicha oportunidad se instaló una placa de desgaste removible de acero inoxidable en la zona de sello con la pala directriz, a fin de lograr un huelgo uniforme en el distribuidor.

Luego de retirar los álabes del distribuidor, se procederá a remover los bujes inferiores de las paletas directrices y se efectuará un granallado para remover la pintura del anillo y proceder a una inspección visual y por medios no destructivos de las superficies.

De las inspecciones visuales efectuadas, el anillo se encuentra en buenas condiciones, sin presentar zonas con cavitación o erosión no obstante, si de la inspección por medios no destructivos surgiera la necesidad de reparaciones, las mismas serán analizadas y presentadas a UTE previo a su ejecución.

El anillo será pintado en el sitio con el esquema correspondiente a inmersión en agua. Se procederá a verificar la planitud de la zona de sello con los álabes del

distribuidor, efectuando las correcciones necesarias al momento de re- instalar los álabes del distribuidor.

Se instalarán nuevos bujes inferiores del álabe distribuidor, del tipo autolubricados, de idéntico material a los bujes superiores. El Contratista deberá asegurar un perfecto centrado entre los bujes inferiores y los superiores ubicados en la tapa de turbina, previendo el mecanizado y dispositivos necesarios de los alojamientos de los bujes, incluyendo aquellos necesarios para el sello del buje inferior del álabe.

1.28 ANILLO DE DESCARGA – ENVOLVENTE DEL RODETE

La envolvente del rodete será inspeccionada en su totalidad identificando aquellas áreas que suenan huecas a golpe de martillo. Para las mismas se implementará un procedimiento de reparación que se describe en el Anexo I de esta especificación.

De igual manera se inspeccionará con detalle el posible daño sufrido por cavitación y se efectuarán reparaciones por soldadura rellenando huecos causados por este fenómeno. Estas reparaciones serán luego suavizadas por amolado. El Contratista deberá medir y registrar el diámetro de garganta del anillo en varios puntos del mismo, el que será luego usado para definir el diámetro externo de las palas del rodete y el huelgo entre palas.

El diseño de las palas del rodete será tal que la intervención en el perfil del anillo de descarga sea mínima. De requerirse mecanizados al perfil hidráulico, el Contratista deberá prever los medios para efectuarlo procurando no reducir significativamente el espesor de la envolvente a espesores inferiores a 25 mm. Las alteraciones al perfil hidráulico de la envolvente por mecanizado deberán contemplar las rugosidades citadas más arriba en esta especificación. En estos documentos se adjunta la geometría y dimensiones de la envolvente del rodete. Si el nuevo perfil de la pala del rodete requiere modificaciones al perfil del anillo de descarga, se deberán considerar las herramientas y dispositivos para ejecutar la misma como así también para el control del perfil a efectos de conseguir los huelgos de diseño. Las modificaciones a ejecutar deberán ser presentadas a UTE para aprobación previo a su ejecución.

El Contratista deberá verificar, inspeccionar y adecuar si fuera necesario las zonas donde se apoyan las ménsulas soporte de la plataforma de mantenimiento. La inspección se hará en forma visual y por métodos no destructivos para identificar posibles fisuras en dichas zonas. De igual manera se inspeccionarán las zonas donde se soportan los dispositivos de apoyo del rodete.

1.29 CONO Y TUBO DE ASPIRACIÓN

Se inspeccionará la sección cónica y acodada del tubo de aspiración para identificar desprendimientos del revestimiento del concreto de igual manera que con el anillo de descarga. Se aplicará idéntico procedimiento de reparación al usado para dicho componente de acuerdo a lo descrito en el Numeral 1.32 - INSTRUCCIONES PARA LA REHABILITACIÓN DEL ANILLO DE DESCARGA Y TUBO DE ASPIRACIÓN de esta especificación. Se inspeccionará por ensayos no destructivos la soldadura de unión del anillo de descarga con el

cono del tubo de aspiración y se efectuarán las reparaciones necesarias efectuando transiciones suaves por amolado entre ambas piezas. Luego de estas reparaciones se procederá al pintado del cono de aspiración previo granallado del mismo. El recubrimiento de pila del tubo de aspiración también será granallado y pintado.

Las secciones del codo de aspiración que sean de concreto y que presenten erosión se repararán con mortero epoxi del tipo Sikadur 32 o similar donde la profundidad de la zona erosionada sea superior al 2% con idéntico criterios a los adoptados para la reparación de la cámara espiral. El Contratista deberá inspeccionar con UTE y determinar la extensión de las áreas afectadas, previamente informando el costo por m2 de reparación en su oferta.

La reja de drenaje del tubo de aspiración será reemplazada por otra de idéntico diseño y dimensiones en acero inoxidable.

1.30 POZO DE TURBINA

Se efectuará el desmontaje de todos los componentes de turbina, y del generador, incluyendo tuberías y bandejas con cables

Se reemplazarán tuberías y conducciones de aceite y agua, eliminándose las tuberías de los sistemas que dejarán de utilizarse. Se usará el hueco existente usados para las barras de realimentación para pasajes de cables y nuevos tubos a instalar. Al mismo tiempo se removerán los cables existentes que serán reemplazados por nuevos cables necesarios para los sensores y dispositivos de la turbina. El pozo de turbina será pintado con el esquema correspondiente previo al remontaje de la unidad.

1.31 PRUEBAS DEL MODELO DE LA TURBINA

1.31.1 Alcance

Esta Sección, especifica los requisitos detallados para el análisis del flujo, optimización del diseño, fabricación y pruebas del modelo hidráulico de la turbina.

1.31.2 Requisitos Generales.

Con el fin de optimizar el diseño y el rendimiento de la turbina y avalar las prestaciones garantizadas, el Contratista deberá efectuar una serie de análisis por computadora del flujo en los pasajes de agua de la turbina seguidos por una serie de pruebas internas en su laboratorio hidráulico, de un modelo de su propia provisión, construido a escala y homólogo de la turbina ofrecida, para verificar el rendimiento y funcionamiento. El Contratista deberá entregar el Informe de los ensayos realizados, de acuerdo a lo especificado en el Volumen III - Parte A - Especificaciones Técnicas Generales.

1.31.3 Análisis de Flujo y Optimización.

El Contratista durante el desarrollo del proyecto del rodete de turbina, deberá realizar una serie de análisis por computadora para optimizar el rendimiento y minimizar la cavitación mediante mejoras en el diseño de los álabes y cubo. Para ello deberá efectuar una modelación de los componentes del pasaje hidráulico existente, considerando la cámara semi espiral, el predistribuidor y distribuidor, anillo de descarga, cono y tubo de aspiración.

1.31.4 Pruebas del Modelo.

Las pruebas del modelo en el laboratorio del Contratista a cabo de acuerdo con las previsiones aplicables de la Publicación 60193 de IEC ``Hydraulic turbines, storage pumps and pump turbines. Model acceptance tests'', y todas las modificaciones y ajustes incluidos en la Norma Internacional IEC 60995 "Determination of the Prototype Performance from Model Acceptance Tests of Hydraulic Machines with Consideration of Scale Effects".

El modelo quedará como propiedad del Contratista, quien a su vez se compromete a conservarlo inalterado hasta cumplirse un lapso de tiempo acordado mutuamente.

1.31.5 Programa de Trabajo, Procedimientos de Prueba y Planos.

A. Inmediatamente después de la adjudicación del Contrato, el Contratista deberá comenzar con el análisis por computadora del flujo, las pruebas para la optimización del diseño hidráulico de la turbina y con los preparativos para la fabricación del modelo a escala de turbina.

B. El informe sobre el análisis de flujo y optimización, completo, incluyendo información sobre la metodología utilizada, los refinamientos sucesivos del diseño, el perfil de los pasajes de agua de la turbina y las recomendaciones para el diseño hidráulico final, deberá ser entregado a UTE dentro de los 90 días después de la fecha de adjudicación. Simultáneamente deberá presentar para la revisión de UTE, la disposición general y las dimensiones principales del modelo hidráulico a escala, junto con una descripción detallada de la metodología, procedimientos de prueba, equipos, instrumentos, calibración, métodos y cálculos de la evaluación de los resultados de las pruebas y la aplicación de los resultados para el prototipo. Una vez acordado con UTE el programa de pruebas, el Contratista deberá proceder con las pruebas preliminares y después de haber obtenido resultados satisfactorios de las mismas, deberá efectuar las pruebas presenciadas por UTE.

Las pruebas a ser presenciadas deberán cumplir con la metodología previamente acordada entre la UTE y el Contratista. Los resultados de estas pruebas, al ser aprobados por UTE, servirán de base para la aceptación del diseño hidráulico de la turbina y al convertirlos a las condiciones del prototipo, se aceptarán como evidencia del cumplimiento de las garantías de eficiencia, siempre que el rodete de turbina del prototipo sea construida geométricamente

similar al modelo, dentro de los límites de desviación entre el modelo y el prototipo permitidos por el código de pruebas aplicable. Todas las pruebas del modelo, incluyendo las presenciadas por UTE deberán completarse dentro de los 270 días, contados a partir de la fecha de adjudicación del Contrato.

1.31.6 Pruebas Complementarias del Prototipo.

Las pruebas del modelo serán complementadas por las pruebas de capacidad y de índice especificadas en el Volumen III - Parte A - Especificaciones Técnicas Generales, y la prueba de medición absoluta de eficiencia en el prototipo, la forma de las curvas de rendimiento y la relación óptima entre la apertura de las paletas y la inclinación de los álabes. Estas pruebas se harán una vez que la turbina haya sido instalada y puesta en operación a satisfacción de UTE.

1.31.7 Modelo

A. Generalidades.

Después de haber concluido satisfactoriamente los análisis por computadora, del flujo y la optimización de los componentes del rodete con los pasajes de agua existentes, el Contratista deberá fabricar un modelo. Los componentes de los pasajes de agua del modelo deberán ser homólogos a existentes en base al análisis por computadora y el modelo de la turbina deberá ser homólogo y geométricamente similar al prototipo en sus partes hidráulicamente efectivas, incluyendo la toma, la caja semiespiral, el distribuidor, las paletas directrices, el rodete, el anillo de descarga y el tubo de aspiración, y deberá incluir también las pilas de la toma y del tubo de aspiración y las ranuras de las compuertas. El fresado de los álabes del rodete y de las paletas directrices del modelo deberá ser hecho por una máquina de control numérico, para asegurar la uniformidad de los perfiles y la transferencia exacta de la forma de los mismos al prototipo. El diámetro del rodete del modelo no será menor de 300 mm y no excederá el diámetro de aproximadamente 340 mm. El modelo de los pasajes de agua se extenderá como mínimo desde un punto situado a 4,60 veces el diámetro de la garganta del rodete, medido hacia aguas arriba desde el plano medio del mismo y siguiendo la línea media de las secciones transversales de la aducción, hasta la salida del tubo de aspiración. Para todas las combinaciones de caudal y salto de ensayo, el Número de Reynolds calculado con el diámetro de la garganta del rodete no será menor de 4.000.000.

B. Requisitos Detallados.

El anillo de descarga y la sección adyacente del tubo de aspiración deberán ser de material transparente para permitir la observación visual bajo luz estroboscópica y tomar fotografías y grabaciones digitales en DVD del comportamiento del flujo en esa región. El circuito hidráulico del modelo también deberá tener ventanas para observar las condiciones del agua que entre al modelo, particularmente en lo relativo al contenido de burbujas de aire. Los detalles de diseño de las superficies que forman parte de los pasajes de agua, deberán coincidir con los del prototipo. Deberán instalarse dispositivos para facilitar la verificación de la alineación entre el rodete y el anillo de

descarga. Deberá incluirse toda la instrumentación, sensores y demás dispositivos para medir con la mayor rapidez y precisión posible, y para seleccionar e imprimir a intervalos regulares, los valores correspondientes al salto, caudal, temperatura del agua, velocidad de rotación, par torsor y carga axial impuesto sobre el eje del modelo de la turbina, altura de succión, momento hidráulico actuando sobre las paletas directrices y los álabes del rodete seleccionados, pulsaciones de presión en la entrada y en el tubo de aspiración, en el espacio entre las paletas directrices y el rodete, en el canal de aducción, presión en las tomas piezométricas del tipo Winter-Kennedy y el volumen de aire durante las pruebas de operación con aire. Las secciones de referencia para las mediciones de presión en la toma y en la salida del tubo de aspiración deberán coincidir con aquellas del prototipo. Las secciones de referencia para definir la geometría de los perfiles deberán ser virtualmente perpendiculares a la línea central de los pasajes de agua de la toma y del tubo de aspiración. Las secciones radiales de la caja semiespiral deberán ser ubicadas en planos verticales y la distancia entre cualquier par de secciones no deberá ser superior a tres metros en la escala del prototipo.

1.31.8 Pruebas de modelo

1.31.8.1 Generalidades

Después de haber completado su diseño hidráulico el Contratista deberá efectuar una serie de pruebas para avalar las prestaciones garantizadas incluidas en su oferta. Las pruebas de modelo deberán determinar el rendimiento y la potencia de salida de la turbina, los límites de cavitación, el empuje hidráulico, las velocidades de embalamiento en leva y fuera de leva, con las inclinaciones mínima y máxima de los álabes del rodete (incluyendo los caudales y el empuje hidráulico asociados), las pulsaciones de presión, la curva de momento hidráulico de las paletas directrices y de los álabes del rodete, la curva de rendimiento cero en el plano Q11 x N11 para la optimización del frenado de la turbina y la relación entre la presión diferencial en las tomas piezométricas del tipo Winter-Kennedy y el caudal turbinado. Para cada tipo de ensayo, el modelo se ensayará más allá del rango normal de operación (cuadrante completo), hasta donde sea necesario para definir el comportamiento de la turbina durante cualquier condición transitoria previsible resultante de rechazo, admisión de carga y embalamiento. Fundamentalmente se medirán y graficarán la variación de potencia, torque en el eje y caudales unitarios en función de la velocidad unitaria, con la apertura del distribuidor como parámetro. UTE podrá presenciar la ejecución de estos ensayos internos efectuados por el Contratista.

1.31.8.2 Datos del Rendimiento del Modelo

Los datos del rendimiento del modelo de la turbina deberán ser presentados en términos de valores unitarios, coeficientes y/o parámetros de caudal o descarga y de energía específica o velocidad. Los valores presentados de rendimiento del modelo deberán ser calculados de los valores medidos en las pruebas del modelo y corregidos sólo con respecto a la variación del número de Reynolds y a la Calibración de los instrumentos. Para determinar la mejor apertura de las

paletas directrices para cada inclinación de los álabes a cada caída neta en cuestión, se deberán hacer series de corridas de pruebas con un número mínimo de siete inclinaciones de los álabes, variando la apertura de las paletas para cada inclinación de los álabes en por lo menos seis puntos y midiendo el caudal y la potencia de salida del modelo en y a ambos lados del punto de mejor eficiencia correspondiente. Para cada combinación de inclinación de los álabes y apertura de las paletas directrices se variará la velocidad unitaria para cubrir el rango de saltos netos de 5 m a 19 m. Los datos de rendimiento del modelo deberán ser medidos además para los valores correspondientes a los saltos de 16,5 m, 14,7 y 9,5 m y para valores de potencia de 100 %, 80 % y 50 % que son los puntos utilizados para la determinación de la potencia ponderada.

1.31.8.3 Cálculos del Rendimiento del Prototipo

El rendimiento del prototipo deberá ser calculado sobre la base del rendimiento del modelo según los procedimientos, valores y fórmulas para el caudal turbinado, el salto neto, el rendimiento y la potencia de salida, incluidas en la Norma IEC 60193 considerando la aceleración de gravedad correspondiente al sitio de la Obra Baygorria, con la viscosidad cinemática y densidad del agua a una temperatura de 30°C. A menos que se acuerde específicamente de otra manera entre el Contratista y UTE, deberá utilizarse el método de dos pasos para la determinación del incremento del rendimiento aplicable para el prototipo.

1.31.8.4 Pruebas de Cavitación

Las características de cavitación de la turbina se deberán determinar mediante las pruebas de modelo bajo las condiciones correspondientes de los saltos netos y de los niveles aguas abajo, suficientes para cubrir todo el rango de operación esperado en servicio, incluyendo las condiciones para las cuales se dan las garantías específicas. El límite de cavitación para cada condición de operación corresponderá al valor crítico de sigma, por debajo del cual los parámetros correspondientes al rendimiento, la potencia de salida o el caudal, dejan de permanecer substancialmente constantes. El valor crítico de sigma deberá corresponder a sigma cero según está definido en el Primer Suplemento de la Publicación 60.193 de la IEC. Durante las pruebas de cavitación deberá observarse, bajo luz estroboscópica, el desarrollo de la cavitación y de los vórtices, y su significado deberá evaluarse. Se deberán observar, fotografiar y grabar en DVD, las condiciones típicas de cavitación, indicando el tipo, la localización y la intensidad de la cavitación para valores determinados de sigma, incluyendo los de sigma planta y los de sigma crítico o cercano a sigma crítico. Se deberá determinar también el valor de sigma crítico y el valor de sigma en el punto de aparición de las primeras burbujas (cavitación incipiente) dentro del rango completo de operación de la turbina. Se deberán medir y registrar por oscilógrafo, las variaciones de presión en la entrada y en el tubo de aspiración, en el cono interior y en el canal de aducción, relacionadas con la inestabilidad del flujo o con los vórtices. No deberán presentarse concentraciones fijas de burbujas de cavitación en ningún punto del pasaje de agua del rodete, en el rango de apertura de las paletas directrices

comprendidas entre la potencia máxima continua y la mínima continua para los saltos netos comprendidos entre el máximo y el mínimo para Sigma planta.

Para cada curva de sigma break se indicará el sigma planta para una unidad y tres unidades en funcionamiento. En todos los casos se determinará la relación entre sigma planta respecto del sigma incipiente, esta relación deberá ser como mínimo igual a 1. Las curvas de cavitación se harán como mínimo para seis aperturas para los saltos netos máximo, mínimo y nominal, es decir en 18 puntos.

Se aceptará solamente un 20 % de puntos ensayados donde el valor de sigma planta no sea igual al valor de sigma incipiente a condición que el valor sigma planta para dichos puntos sea 1.10 veces superior al valor sigma cero. Si en el ensayo de modelo los valores de sigma planta no cumplieran con el requisito indicado el Contratista podrá ejecutar un segundo ensayo dentro de cuatro meses, sin que esto modifique los plazos de proyecto.

Si en el segundo ensayo de modelo los valores de sigma planta no cumplieran con el requisito indicado UTE podrá cancelar el Contrato y el Contratista deberá hacerse responsable de las penalidades fijadas para tal efecto.

Empuje Hidráulico. Las características de empuje hidráulico se deberán determinar en el modelo de la turbina para permitir una predicción confiable de las cargas de empuje del prototipo en su rango completo de operación, incluyendo las condiciones normales y transitorias (fuera de leva) y para verificar la garantía de empuje máximo. Se deberá medir también el empuje axial en condiciones de embalamiento on-cam y off-cam, en el todo el campo de operación de la turbina, tanto continuo como temporario.

1.31.9 Velocidad de Embalamiento

Se deberán determinar en el modelo de la turbina, las características de velocidad de embalamiento en las condiciones en leva (on-cam) y fuera de leva (off-cam), para verificar la velocidad de embalamiento máxima garantizada del prototipo y determinar la descarga y el empuje hidráulico del prototipo en las condiciones de embalamiento.

Los ensayos a velocidad de embalamiento se efectuarán para los saltos netos máximo, nominal y mínimo, variando el coeficiente sigma desde valores altos pasando por los diferentes valores de sigma planta, llegando a sigma cero y terminando en sigma uno, según la definición de la norma IEC 60193, para diferentes valores de la apertura del distribuidor que abarquen todo el campo de operación de la turbina, tanto continuo como temporario.

Momento de las Paletas Directrices. Se deberá medir en el modelo el momento hidráulico sobre las paletas directrices en el rango de 0 a 100 por ciento de su apertura, tanto para determinar su valor máximo, como para verificar el ángulo de apertura para el cual el momento hidráulico se hace nulo. Al menos tres paletas ubicadas en diferentes cuadrantes cámara semiespiral deberán ser utilizadas para medir el momento hidráulico. El mayor momento medido en cualquiera de las paletas de los grupos estudiados será el aplicado en el dimensionamiento del mecanismo de operación del distribuidor.

1.31.10 Momento Torsor en los Alabes del Rodete

En las pruebas del modelo se deberá medir el momento hidráulico sobre los álabes del rodete en todo el rango de sus inclinaciones, para las condiciones de operación en leva y fuera de leva y con los saltos netos especificados, tanto para determinar su valor máximo, como para verificar que, en todo su rango de inclinaciones, los álabes tienen la tendencia para abrir hacia su posición de máxima inclinación.

1.31.11 Pulsaciones de Presión y fluctuaciones de torque en el eje

Las pulsaciones de presión relacionadas con la inestabilidad en el flujo o vórtices en el modelo, deberán medirse mediante tomas piezométricas y transductores colocados en los conductos de agua, en los puntos más favorables para medir las mismas. Las pulsaciones y fluctuaciones de torque en el eje deberán ser registradas en un oscilógrafo y analizadas para definir su amplitud y frecuencias en todo el rango de operación incluyendo las sobrecargas y su correlación con las variaciones de par motriz de la turbina. Los registros de medición que sean de interés particular deberán incluirse en el informe de pruebas del modelo, con una discusión de las correspondientes pulsaciones y fluctuaciones de torque en el eje esperadas en el prototipo. Las pulsaciones de presión no excederá el 3% del respectivo salto neto, en cualquier condición de operación dentro del rango garantizado. Los valores pico a pico se procesarán sobre la señal temporal según el punto 4.2.3 de la IEC 60193 con un intervalo de confianza no menor a 97%. En caso que las pulsaciones de presión sean excesivas, el Contratista deberá tomar las medidas correctivas en el diseño del modelo y de la turbina, para disminuirlas al nivel especificado.

1.31.12 Presión Diferencial Winter-Kennedy

En las pruebas del modelo se deberán medir las diferencias de presión entre las tomas piezométricas ubicadas en la sección del canal de aducción seleccionada según el prototipo para la determinación del caudal relativo mediante el método Winter-Kennedy. Las diferencias de presión deberán relacionarse con el caudal turbinado, para obtener los datos requeridos para la fórmula de cálculo del caudal relativo, a ser utilizada en las pruebas de índice de los prototipos.

1.31.13 Metodología de ensayo de Cavitación

Durante los ensayos de cavitación (sigma break), se registrarán de manera simultánea las variables dinámicas y las variables de estado.

En el caso de las variables dinámicas, estas serán adquiridas complementariamente con los transductores suministrados por el Comitente.

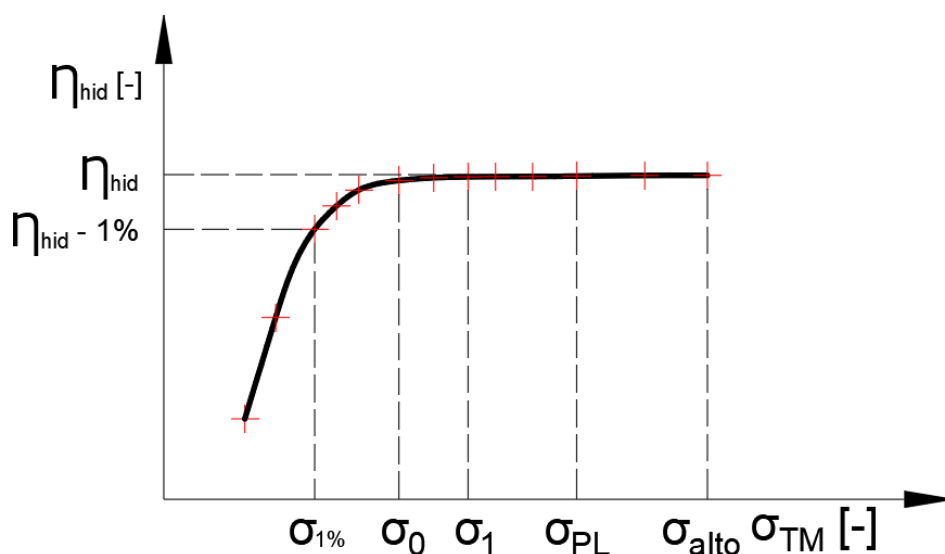
El ensayo estará compuesto por una cantidad suficiente de puntos tales que determinen en detalle la forma de la curva, comenzando con un valor de Sigma suficientemente alto, el cual será tomado como referencia a los efectos comparativos de las variables dinámicas (sin efectos de cavitación).

Los puntos Sigma Planta, Sigma Incipiente, Sigma Cero y Sigma 1 deben ser adquiridos y visualizados en particular.

Será considerado el punto de ensayo como Sigma Incipiente, cuando se presente en el primer álabe o simultáneamente en varios álabes, el fenómeno incipiente de cavitación. Si dicha cavitación incipiente presente en un álabe se interpreta como cavitación debido a imperfecciones geométricas o constructivas, la misma deberá ser corregida antes de las pruebas competitivas.

Previo ensayo, el rodete deberá poseer numeración de cada álabe visible desde el registro fotográfico. Los huelgos entre cada álabe del rodete y el anillo deberán ser registrados en los respectivos protocolos de ensayos, en forma previa al inicio de los ensayos. Los citados huelgos entre cada álabe del rodete y el anillo deberán ser verificados y sus valores registrados en los respectivos protocolos de ensayos al finalizar las pruebas. Del mismo, al finalizar estas pruebas, las calibraciones de los instrumentos deberán ser verificadas y sus valores deberán registrados en los respectivos protocolos de ensayos.

Con el objeto de medir las vibraciones en el Modelo sin los efectos propios originados por la plataforma de ensayo y partes estructurales del modelo, el Contratista deberá indicar en qué zonas de funcionamiento el banco puede presentar resonancias mecánicas.



Esquema representativo del ensayo Sigma Break

Dentro del conjunto de Sigma Break ensayados, se elegirá de común acuerdo entre el Contratista y la Inspección ciertos puntos donde se realizarán pruebas a número de Froude variable.

A. Presentación de los resultados

Como resultados del ensayo de Sigma Break, además de las curvas presentadas, el contratista realizará esquemas mostrando el desarrollo de cavitación sobre los álabes y tomarán fotografías y filmaciones (en las que se

capturen y se muestren el comportamiento de cada álabe) en los puntos característicos.

A partir de los ensayos Sigma Break, el Contratista en forma conjunta con UTE analizarán las amplitudes relativas de las variables dinámicas y graficarán de manera conjunta en función de la potencia para los siguientes saltos netos:

16,5 m, 14,7, 9,5 m y 7m.

1.31.14 Informe de las pruebas del modelo

Una vez finalizadas las pruebas del modelo el Contratista presentará un informe conteniendo todos los resultados de las pruebas internas del modelo, incluyendo la información listada en el Capítulo VII, "Informe Final", de la Publicación 60.193 de IEC. Los diagramas principales incluidos en el informe deberán estar reproducidos en colores, para facilitar su uso. Deberá incluirse en el informe la siguiente información sobre el modelo y el prototipo:

A. Descripción. Una descripción del modelo, acompañada con planos generales y detallados, descripción del procedimiento, instrumentación, calibración, con los documentos pertinentes anexos y descripción de los cálculos del rendimiento del prototipo con hojas de cálculo demostrativo.

B. Resultados de las Pruebas del Modelo.

1. Curvas características del modelo para todo el rango de condiciones de operación y mostrando el rendimiento, los valores unitarios, coeficientes y/o parámetros de caudal o descarga y de energía específica o velocidad para varias aperturas de paletas directrices, en las condiciones en leva (on-cam) y fuera de leva (off-cam), y graficadas en función de la velocidad unitaria o del coeficiente de velocidad periférica.

2. Diagrama colinar del modelo de la turbina, mostrando las curvas de rendimiento, aperturas de las paletas directrices, inclinación de los álabes, potencia y coeficiente sigma constante, en escala suficientemente grande para poder leer con precisión todos los datos incluidos.

3. Curvas de cavitación del modelo de la turbina, mostrando el rendimiento y otros parámetros significativos, graficados en función del coeficiente sigma para las distintas aperturas de las paletas directrices y saltos netos representativos, definiendo claramente los valores del sigma crítico. Además del rendimiento incluir variación de P11, Q11, Fluctuaciones de Presión en el Tubo de Aspiración, aguas arriba y aguas abajo del rodete, Fluctuaciones de Torque en el eje del grupo. Todo ello, para los saltos netos máximo, nominal y mínimo y para los valores de potencia garantizados correspondientes a las curvas de máxima y mínima, continuas y temporarias según los valores declarados. En todos los casos, el coeficiente Sigma variará desde valores altos pasando por los diferentes valores de sigma planta, llegando a sigma cero y terminando en sigma uno, según la definición de la norma IEC 60193.

Se tomarán fotografías y se filmará el flujo sobre los álabes para sigma alto, diferentes valores de sigma planta, sigma cero y sigma uno.

4. Curvas mostrando la velocidad del embalamiento y el caudal correspondiente del modelo, en función de la apertura de las paletas directrices, para las condiciones en leva (on-cam) y fuera de leva (off-cam) con las inclinaciones mínima y máxima de los álabes del rodete.

5. Las características del empuje hidráulico, incluyendo el máximo empuje hidráulico con la inclinación más desfavorable de los álabes.

6. Características del momento hidráulico sobre las paletas directrices, mostrando el momento torsor en relación con la apertura de las paletas directrices para 3 paletas ubicadas en diferentes cuadrantes del distribuidor con una paleta intermedia fuera de sincronismo.

7. Características del momento hidráulico sobre los álabes del rodete.

8. Fotografías y grabaciones en vídeo (DVD o Flash Memory) del rodete durante las pruebas de cavitación, correlacionadas debidamente con los puntos de importancia en los diagramas correspondientes.

9. Diagrama mostrando las amplitudes y las frecuencias de las pulsaciones de presión en todo el rango de operación, con una discusión de las características de vibración y las condiciones de operación esperadas en las cuales puedan ocurrir pulsaciones de presión y vibraciones elevadas de la turbina, con registros del oscilógrafo y, de ser aplicable, un diagrama mostrando la zona de operación no deseada.

10. Descripción de los valores unitarios, coeficientes o parámetros utilizados y su correlación con las caídas, caudales y potencias de salida del modelo.

C. Aplicación al Prototipo de los Resultados de las Pruebas.

1. Curvas del rendimiento esperado del prototipo derivadas de los datos de las pruebas del modelo para las condiciones de operación especificadas en las Numerales “Condiciones de Operación” y “Potencia y Rendimiento”.

2. Diagrama del rendimiento esperado del prototipo derivado de los datos de las pruebas del modelo, cubriendo todo el rango de operación de la turbina y mostrando la eficiencia, el caudal turbinado, la apertura de las paletas directrices, la inclinación de los álabes del rodete y los límites superior e inferior de la operación continua y temporal (a distintos niveles aguas abajo, si es aplicable), graficados en función de la potencia de salida de la turbina y del salto neto.

3. Diagrama de cavitación del prototipo, mostrando los valores de sigma planta, sigma incipiente sigma cero, sigma estándar y sigma uno según sugiere IEC, en función de la descarga para la operación bajo los saltos netos máximo normal, nominal y mínimo normal.

4. Curvas mostrando la velocidad de embalamiento y el caudal correspondiente del prototipo operando en leva (on-cam) y fuera de leva (off-cam), en función de la apertura de las paletas directrices, para el salto neto máximo de operación normal y con el sigma planta correspondiente al nivel mínimo normal y nivel mínimo infrecuente aguas abajo.

5. Curvas y tabulación de los datos de la relación entre la apertura de las paletas directrices y la inclinación de los álaves del rodete en el rango de los saltos netos especificados.

6. Procedimientos, resultados y hojas con ejemplos de todos los cálculos del rendimiento del prototipo derivado de los resultados de las pruebas del modelo.

1.31.15 Pruebas en el Prototipo – Medición Eficiencia Absoluta

1.31.15.1 Generalidades.

Con el objetivo de conocer el valor absoluto de eficiencia del prototipo, una vez instalado y efectuadas las pruebas de comisionamiento del nuevo rodete, el Contratista procederá a la determinación de la eficiencia absoluta de la turbina. La medición de la eficiencia absoluta permitirá:

1. Conocer la relación de transposición entre el rendimiento del modelo y el prototipo a partir del diagrama de colina del modelo, obteniendo así el diagrama de colina del prototipo.
2. Definir el campo de velocidades en la entrada a las máquinas.
3. Definir la calibración de las tomas WK.
4. Conocer la pérdida de carga en rejillas de toma.

EL método de medición a utilizar será a través de los medidores de velocidad de flujo, recomendado por el Standard IEC 60041 o bien por el (ASME) (Power Test Code) PTC18. Hydraulic Prime Movers.

El procedimiento general de ensayo consistirá en medir el caudal con molinetes instalados en cada vano de aguas arriba montados en un soporte desplazable sobre las ranuras de ataguías de aguas arriba. Dichos soportes serán desplazados a través de un dispositivo fabricado para tal fin.

El desplazamiento permitirá generar una grilla de medición que cubra la boca de entrada en la sección de medida, generando una malla de puntos que contenga al menos 312 posiciones de medición de velocidad en forma simultánea para los dos vanos.

Se efectuarán diferentes campañas de medida ajustando la posición de los álabes del rodete en forma conjugada y modificando la potencia con el limitador de apertura hasta conseguir el ángulo deseado. Es deseable medir el rendimiento en prototipo para un salto neto entre 13 m y 16 m que son los saltos mayor frecuencia de ocurrencia en la operación.

Se registrarán para cada estación:

- Velocidades de los molinetes
- Niveles aguas arriba y abajo
- Pérdida de carga en rejas
- Potencia instantánea
- Potencia media en los medidores de flujo
- Diferencia de nivel en las tomas WK
- Perfil de velocidades por vano de toma

Para la determinación de la eficiencia absoluta de la turbina, el Contratista deberá conocer la eficiencia absoluta del generador para cada valor de potencia a medir.

El ensayo de prototipo se hará para el salto neto disponible al momento del ensayo y se comparará la eficiencia medida para potencia del 100%, 80% y 50% con las eficiencias ponderadas garantizadas. Para ello, utilizando el colinar del prototipo se compararán las eficiencias respectivas al salto correspondiente.

El valor de eficiencia medido deberá ser mayor o igual al valor del colinar del prototipo considerando el error de la medición.

Si hubiese discrepancia por defecto en la eficiencia medida, UTE podrá solicitar la repetición del ensayo sobre el prototipo en ese punto particular. De ser necesario, también puede solicitar una verificación del ensayo de modelo para los puntos donde la eficiencia ha sido inferior.

Una vez verificado el caudal con el sistema WK el Contratista deberá realizar un ensayo índice con el objetivo de verificar las curvas de correlación salto neto, ángulo de la pala con la apertura del distribuidor. Este ensayo se realizará poniendo las palas del rodete en siete ángulos predeterminados y se variará la apertura del distribuidor en cinco a seis puntos alrededor del óptimo de cada ángulo.

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.

1.32 INSTRUCCIONES PARA LA REHABILITACIÓN DEL ANILLO DE DESCARGA Y TUBO DE ASPIRACIÓN

1.32.1 Introducción

La presente especificación técnica tiene por objeto establecer el procedimiento para rehabilitación del revestimiento superior del tubo de aspiración y el anillo de descarga del rodete de la central hidroeléctrica Baygorria.

Este procedimiento de reparación es una descripción general que deberá ser usada por el Contratista siendo responsabilidad del mismo la de procurar en detalle todos los elementos necesarios para la inspección, montaje y reparación.

Las desviaciones a este procedimiento, motivadas por las condiciones de obra deberán previamente ser informadas y acordadas con UTE.

1.32.2 Generalidades

Antes de iniciar la rehabilitación se deben estudiar detenidamente los planos y procedimientos de montaje respectivos, siendo el Contratista responsable de procurar todos los elementos, herramientas, equipos y materiales necesarios para lograr la rehabilitación. Los equipos de montaje, andamios y estructuras temporales también son responsabilidad del Contratista que deberá observar las normativas de seguridad en el trabajo fijadas por UTE.

1.32.3 Secuencia de los trabajos

A. Vaciar el pasaje hidráulico de la unidad.

B. Ensamblar bajo el rodete la plataforma sobre la cual se realizarán los trabajos de reparación por el personal de mantenimiento y se colocarán las herramientas necesarias. Se deberá prever una plataforma adicional en un nivel inferior que permita trabajar sobre la sección cónica del tubo de aspiración.

C. Se trazará una grilla sobre el cono del tubo de aspiración y el anillo de descarga. Para ello se marcará una red de coordenadas sobre la superficie del anillo de descarga comenzando en forma horizontal por el Nivel EL +37,30m, esto es 500 mm por encima de la línea de centro del rodete Nivel EL +36,80 siendo la separación o paso entre niveles horizontales de la grilla de 500 mm, siendo el nivel inferior del área de control el límite del revestimiento metálico del cono de succión antes de la transición a la zona de concreto. En la vertical se fijarán cuatro puntos característicos, identificados por AArr (Aguas arriba), AAb (aguas abajo), Md (Margen derecha) y Mi (margen izquierda). La grilla vertical tendrá separaciones (paso) de 1 m. El punto de partida para numerar la grilla será horario a partir de la puerta de inspección de los alabes del rodete, en la galería que se accede desde la cámara espiral.

D. Inspeccionar visualmente el estado del revestimiento metálico del anillo de descarga y del cono superior del tubo de aspiración. En caso de ser

necesario, controlar con tintas penetrantes las zonas dudosas para detectar grietas en el metal de revestimiento.

E. Para detectar las zonas despegadas del revestimiento metálico se emplearán: golpes con martillo.

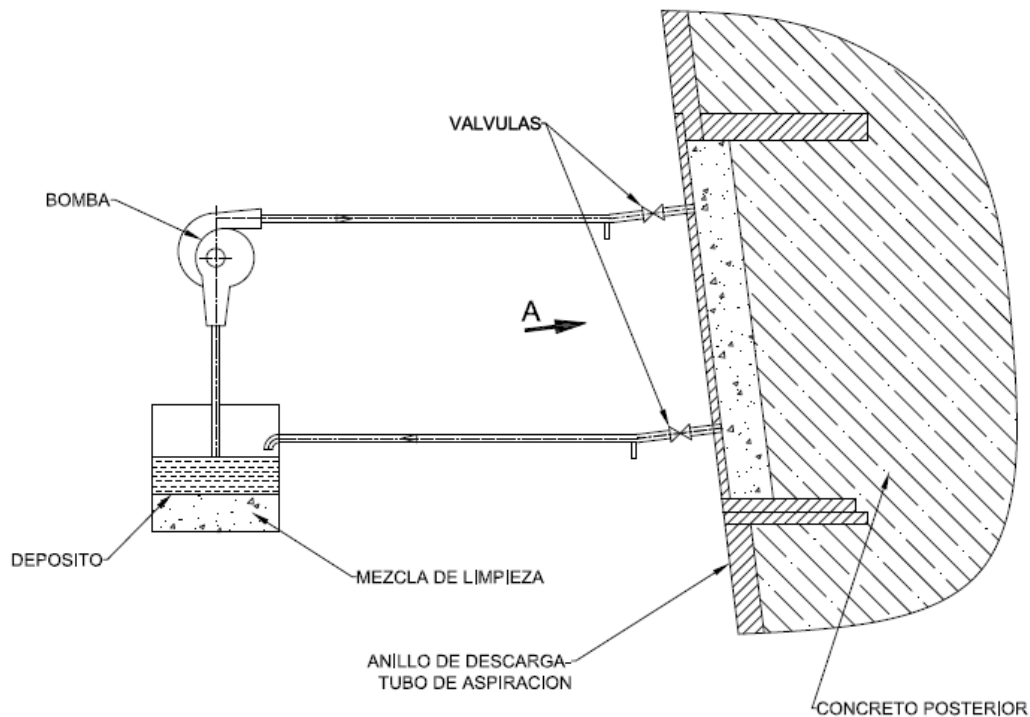
Se debe marcar el área en que están ubicados los huecos documentando y marcando la posición de los mismos, en correspondencia con la grilla previamente delimitada.

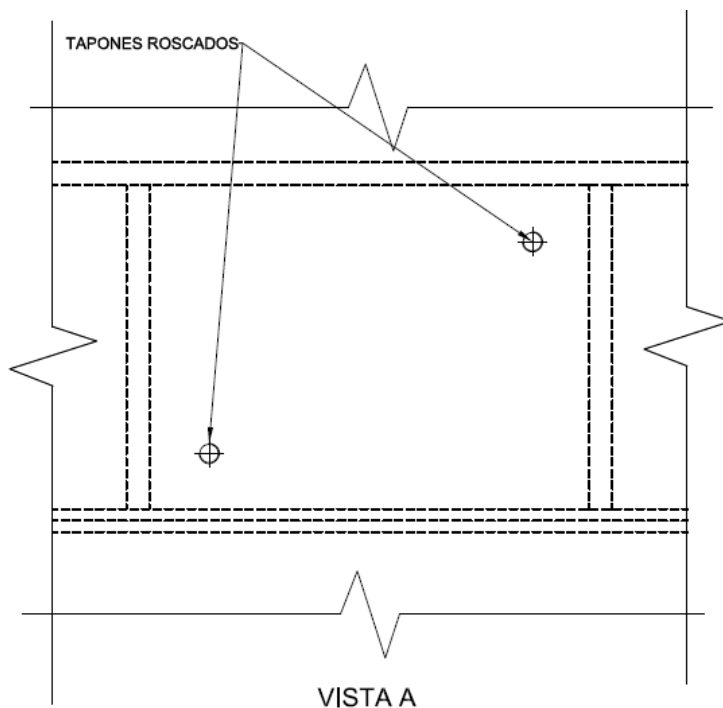
Los trabajos a efectuar en las áreas marcadas en el proceso de detección serán:

F. Pruebas hidráulicas del revestimiento del anillo de descarga y del cono superior del tubo de aspiración.

G. Dentro de los bordes marcados del hueco se debe taladrar los orificios de drenaje.

H. Cada hueco marcado debe tener en la parte inferior y superior al menos dos orificios diagonalmente opuestos uno al otro, (Ver siguientes figuras).





Dichos orificios de drenaje serán tapados en etapas diferentes de pruebas hidráulicas, por lo que deberán fabricarse suficiente cantidad de tapones para efectuar el cierre.

1.32.4 Equipos requeridos para realizar las pruebas hidráulicas.

Para efectuar la prueba hidráulica se requiere una bomba centrífuga con capacidad entre 15-30 mca y un caudal de 1.500 a 4.000 litros/hora

- A. Tanque sumidero con volumen mínimo 100 litros.
- B. Mangueras de 20-25 mm de diámetro interior, fabricadas para resistir la presión de la bomba.
- C. Válvulas esféricas para las líneas de presión y drenaje.

1.32.5 Secuencia de ejecución de las pruebas:

- A. Instalar la unidad de bombeo y el tanque sumidero sobre la plataforma de montaje.
- B. Por medio de la bomba de presión, el agua se suministra por la tubería de presión al hueco detrás del revestimiento, y se deriva por la tubería de drenaje al tanque sumidero.
- C. En caso de que se revele la conexión hidráulica entre el hueco que se llena y los huecos adyacentes, se deben identificar los huecos y las conexiones entre ellos marcándolos en los protocolos de estado de los revestimientos.

D. Para que se pueda llenar al mismo tiempo todos los huecos comunicados con agua, se debe interconectarlos por medio de mangueras de transición o tapones. La solución definitiva respecto al sistema de conexión de los huecos comunicados entre sí, deberá tomarse teniendo por base la información de sus tamaños geométricos y su posición.

E. De encontrarse fisuras en el metal del revestimiento, se deberán reparar biselando y soldando las mismas, previo al ensayo de presión.

En base a los resultados de las pruebas hidráulicas del revestimiento del anillo de descarga y del cono superior del tubo de aspiración se evaluará el volumen y el área de los huecos. Esa evaluación será necesaria para calcular, en las etapas posteriores de rehabilitación, la cantidad de materiales a consumir. La solución necesaria para el desengrasado y limpieza de los huecos serán a base de Fosfato trisódico, de uso industrial, en una concentración de 20 g/l, el que será mezclado con agua a través de un emulsificador industrial. La solución para oxidar productos orgánicos y eliminar óxidos del metal deberá ser preparada según la siguiente concentración:

Soda cáustica	100 g/l
Potasio permangánico	50 g/l
Agua	

La solución para decapar las superficies de acero será la siguiente:

Ácido ortofosfórico de uso industrial (80%)	100 g/l
Urotropina de uso industrial	5 g/l
Cloruro de sodio (comestible)	150 g/l
Agua de servicio	restante

La solución destinada para desactivar la solución utilizada en el proceso de decapado será preparada según la siguiente receta:

Nitrilotrietanol TEA de uso industrial	20 g/l
Carbonato de sodio	10 g/l
Agua de servicio	restante

Para la preparación de la solución para el decapado y para trabajar con la misma, deben utilizarse tanques y mangueras resistentes al ácido. El desengrasado deberá efectuarse bombeando en forma continua la solución de fosfato trisódico a través de las perforaciones efectuadas, durante 10-15 minutos. La temperatura de la solución bombeada será de 40- 50°C y el caudal de 0.5 l/m². El decapado deberá efectuarse bombeando continuamente la solución de ácido ortofosfórico durante 30 minutos. La temperatura de la solución en la salida deberá ser 50-60°C y el gasto 30 l/m². El óxido se elimina bombeando continuamente la solución de ácido, a través de las perforaciones

efectuadas, durante 30 minutos. La temperatura de la solución en la salida no será menor a 80°C. La desactivación deberá realizarse bombeando continuamente la solución, de carbonato de sodio, a través del hueco, a ser lavado, durante 5-10 minutos. La temperatura de la solución en la salida será 40-50°C y el caudal de 6 l/m².

Cada 10° C de descenso de la temperatura de la mezcla, deberá aumentarse al doble el tiempo de tratamiento. La temperatura de las soluciones deberá mantenerse con elementos térmicos. Después del lavado los huecos deberán secarse durante 40-60 min con aire, calentado hasta temperatura de 70-110°C y suministrado por medio del calorífero o pistola del aire, o durante 10-12 h. con aire frío suministrado desde la línea de aire comprimido. En caso de que no estén presentes las incrustaciones orgánicas en los huecos, no se deberá proceder al proceso de oxidación de productos orgánicos, eliminación de herrumbre y el decapado repetido.

1.32.6 Control del proceso tecnológico (del tratamiento)

En el proceso del lavado-desactivación se debe controlar el valor pH de la solución en la línea de drenaje por medio del indicador universal. El valor de pH de la solución debe ser no menor de 9.

1.32.7 Requisitos de seguridad

A. Todos los trabajos relativos a limpieza de las zonas despegadas del anillo de descarga y del cono superior del tubo de aspiración, deben llevarse a cabo, cumpliendo con las instrucciones de seguridad de UTE.

B. Los trabajos de limpieza deben realizarse, como mínimo, por cuatro personas, dos en el pasaje hidráulico y otras dos en la unidad de bombeo y en el tanque sumidero

Después de las pruebas hidráulicas es recomendable limpiar los huecos de la suciedad e incrustación biológica del hormigón, así como los productos de corrosión e incrustación biológica del revestimiento. La limpieza garantizará buena adhesión de las superficies en el proceso de inyección de los adhesivos en los huecos. Reparación de las zonas despegadas del revestimiento del anillo de descarga y del cono del tubo de aspiración, utilizando materiales compuestos poliméricos.

Según el registro de las zonas despegadas, deberán elegirse los huecos cuya área excede 0,2 m². A efectos de garantizar la calidad de rehabilitación hay que instalar anclas adicionales. La cantidad de anclas debe determinarse en base de la siguiente condición: la zona despegada de 0.2 m² llevará un ancla. Por ejemplo, si la zona es de 0.4 m² debe tener dos anclas; la zona de 0,6 m² será con tres anclas, etc. La cantidad y el lugar de la instalación de las anclas

serán precisados después de obtener la topografía completa de las zonas despegadas.

Las anclas serán instaladas efectuando un orificio de 20 mm de diámetro en el revestimiento metálico y el hormigón con una profundidad no menor a 200 mm.

El orificio para la instalación del ancla deberá soplar con aire comprimido y, por medio del inyector de alta presión, llenarlo con adhesivo polimérico. Se instalará el ancla y se fijará la misma hasta el endurecimiento completo del adhesivo; Para cementar las anclas se usará el material Sikadur 32 Hi-Mod – adhesivo estructural multiuso de dos componentes, tolerable a la humedad. La parte del ancla que sale del revestimiento cortarla y soldarla al mismo. La inyección de materiales compuestos poliméricos en las zonas despegadas del anillo de descarga y del cono superior del tubo de aspiración debe efectuarse con aplicación de los siguientes equipos (Ver **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**):

C. Manguera para suministrar el aire comprimido desde el compresor hasta el inyector.

D. Manguera para suministrar materiales a inyectar, de 20-25 mm de diámetro, apta para trabajar con líquidos químicamente activos bajo presión 4-5 kg/cm².

E. Tubos de unión roscados para conectar mangueras a los orificios de inyección y de drenaje.

F. Tapones roscados para sellar los orificios de drenaje.

G. Válvulas instaladas en la línea de presión, aptas para trabajar con líquidos químicamente activos.

H. Termómetro para controlar la temperatura del material a ser inyectado.

Se recomienda que los huecos sean rellenados con material polimérico compuesto Sikadur 31 CF, un adhesivo estructural tixotrópico y mortero de reparación de dos componentes a base de resinas epoxi y cargas especiales, que no contiene solventes. El material deberá ser inyectado, bajo presión 4-5 kg/cm² a través del orificio inferior M24. En caso de que el hueco tenga varias conexiones hidráulicas con otros huecos, el material deberá inyectarse en aquel hueco que tenga el número máximo de esas conexiones. Cuando el material inyectado aparezca en los orificios superiores de drenaje M12 o bien, el material deja de absorberse, hay que terminar la inyección y tapar los orificios con tapones roscados. El proceso de inyección del material compuesto no debe durar más de la mitad del tiempo de vida del adhesivo contado desde el momento de introducción del endurecedor en el mismo.

Product Data Sheet

Edition 10.13.2016

Sikadur® 32, Hi-Mod

Sikadur® 32, Hi-Mod

High-modulus, high-strength, epoxy bonding/grouting adhesive

Description	Sikadur® 32, Hi-Mod, is a multi-purpose, 2-component, 100% solids, moisture-tolerant structural epoxy adhesive. It conforms to the current ASTM C-881, Types I, II, and V, Grade-2, Class C and AASHTO M-235 specifications.
Where to Use	<ul style="list-style-type: none"> ■ Bond fresh, plastic concrete to hardened concrete and steel. ■ Grout horizontal cracks in structural concrete and wood by gravity feed. ■ Machinery and 'robotic' base-plate grout. ■ Structural adhesive for concrete, masonry, metal, wood, etc.
Advantages	<ul style="list-style-type: none"> ■ High-strength bonding/grouting adhesive. ■ Tolerant to moisture before, during and after cure. ■ Excellent adhesion to most structural materials. ■ Convenient easy-to-mix ratio A:B = 1:1 by volume. ■ Easy-to-use for bonding/grouting applications. ■ Fast initial set; rapid gain to ultimate strengths. ■ USDA-certified for use in food plants.
Coverage	Bonding Adhesive - 1 gal. covers approximately 80 ft. ² on smooth surface. Base Plate Grout - 1 gal. mixed with 1.5 parts oven-dried aggregate by loose volume yields approximately 420 cu. in. of grout. Anchoring grout - 1 gal. yields 231 cu. in. of grout.
Packaging	1, 2 and 4 gal. units.

Typical Data (Material and curing conditions @ 73°F {23°C} and 50% R.H.)

RESULTS MAY DIFFER BASED UPON STATISTICAL VARIATIONS DEPENDING UPON MIXING METHODS AND EQUIPMENT, TEMPERATURE, APPLICATION METHODS, TEST METHODS, ACTUAL SITE CONDITIONS AND CURING CONDITIONS.

Shelf Life	2 years in original, unopened containers.		
Storage Conditions	Store dry at 40°-95°F (4°-35°C). Condition material to 65°-75°F (18°-24°C) before using.		
Color	Concrete gray		
Mixing Ratio	Component 'A': Component 'B' = 1:1 by volume.		
Viscosity	Approximately 4-5,000 cps.		
Pot Life	Approximately 45 minutes. (60 gram mass). Approximately 25 minutes. (350 gram mass, 8 oz.)		
Contact Time	40°F (4°C)*:	15-16 hrs.	73°F (23°C)*: 2-2.5 hrs. 90°F (32°C)*: 1.5-2 hrs
Compressive Modulus, psi	7 day	2.1 X 10 ⁵ psi (1,449 MPa)	
Tensile Properties (ASTM D-638)			
	7 day	Tensile Strength	6,100 psi (48 MPa)
		Elongation at Break	1.9%
	14 day	Modulus of Elasticity	5.4 X 10 ⁶ psi (3,726 MPa)
Flexural Properties (ASTM D-790)			
	14 day	Flexural Strength (Modulus of Rupture)	7,000 psi (48.3 MPa)
		Tangent Modulus of Elasticity in Bending	6.9 X 10 ⁶ psi (4,800 MPa)
Shear Strength (ASTM D-732)	14 day	Shear Strength	6,200 psi (43 MPa)
Water Absorption (ASTM D-570)	7 day (24 hour immersion)	0.21%	
Heat Deflection Temperature (ASTM D-648)			
	7 day [fiber stress loading 264 psi (1.8 MPa)]	122°F (50°C)	
Bond Strength (ASTM C-882):			
	2 day (moist cure)	Plastic Concrete to Hardened Concrete	1,700 psi (11.7 MPa)
		Hardened Concrete to Hardened Concrete	2,000 psi (13.8 MPa)
		Hardened Concrete to Steel	1,900 psi (13.1 MPa)
	14 day (moist cure)	Plastic Concrete to Hardened Concrete	2,200 psi (15.1 MPa)
		Plastic Concrete to Steel	2,000 psi (13.8 MPa)
		Hardened Concrete to Hardened Concrete	2,000 psi (13.8 MPa)



PRIOR TO EACH USE OF ANY SIKA PRODUCT, THE USER MUST ALWAYS READ AND FOLLOW THE WARNINGS AND INSTRUCTIONS ON THE PRODUCT'S MOST CURRENT PRODUCT DATA SHEET, PRODUCT LABEL AND SAFETY DATA SHEET WHICH ARE AVAILABLE ONLINE AT [HTTP://USA.SIKA.COM/](http://usa.sika.com/) OR BY CALLING SIKA'S TECHNICAL SERVICE DEPARTMENT AT 800.933.7452 NOTHING CONTAINED IN ANY SIKA MATERIALS RELIEVES THE USER OF THE OBLIGATION TO READ AND FOLLOW THE WARNINGS AND INSTRUCTIONS FOR EACH SIKA PRODUCT AS SET FORTH IN THE CURRENT PRODUCT DATA SHEET, PRODUCT LABEL AND SAFETY DATA SHEET PRIOR TO PRODUCT USE.

Compressive Properties (ASTM D-695) Compressive Strength, psi (MPa)

	40°F* (4°C)	73°F* (23°C)	90°F* (32°C)
8 hour	-	140 (1.0)	1,700 (11.7)
16 hour	-	4,800 (33.1)	7,300 (50.3)
1 day	30.0 (0.2)	5,700 (39.3)	7,300 (50.3)
3 day	5,300 (36.6)	11,300 (77.9)	10,400 (71.7)
7 day	9,600 (66.2)	11,800 (81.4)	10,400 (71.7)
14 day	11,900 (82.1)	12,200 (84.1)	10,400 (71.7)
28 day	12,600 (86.9)	12,200 (84.1)	10,500 (72.4)

*Material cured and tested at the temperatures indicated.

How to Use

Surface Preparation Surface must be clean and sound. It may be dry or damp, but free of standing water. Remove dust, laitance, grease, curing compounds, impregnations, waxes and any other contaminants.

Preparation Work: Concrete - Should be cleaned and prepared to achieve a laitance and contaminant free, open textured surface by blastcleaning or other equivalent mechanical means.

Steel - Should be cleaned and prepared thoroughly by blastcleaning or other equivalent mechanical means.

Mixing

Pre-mix each component. Proportion equal parts by volume of Component 'A' and Component 'B' into clean pail. Mix thoroughly for 3 minutes with Sika paddle on low-speed (400-600 rpm) drill until blend is a uniform color. Mix only that quantity that can be applied within its pot life.

Application

To bond fresh concrete to hardened concrete - Apply by brush, roller, broom or spray. Place fresh concrete while Sikadur® 32, Hi-Mod, is still tacky. If coating becomes glossy and loses tackiness, remove any surface contaminants then recoat with additional Sikadur® 32 Hi-Mod, and proceed.

To grout baseplates - Add up to 1 1/2 parts of oven-dried aggregate to 1 part of mixed Sikadur® 32, Hi-Mod, by volume. Place grout under baseplate. Avoid contact with the underside of the plate. A 1/4 to 3/8 in. (6 to 10 mm) space should remain between the top of the grout and the bottom of the plate.

Maximum thickness of grout per lift is 1.5 in. (38 mm). If multiple lifts are needed, allow preceding layer to cool to touch before applying additional layer. The remaining 1/4 to 3/8 in. (6 to 10 mm) space should be filled with neat Sikadur® 32 Hi-Mod. Pour a sufficient quantity of neat epoxy to allow the level to rise slightly higher than the underside of the bearing plate.

To gravity feed cracks - Pour neat material into vee-notched crack. Continue placement until completely filled. Seal underside of slab prior to filling if cracks reflect through.

Limitations

- Minimum substrate and ambient temperature 40°F (4°C).
- For spray applications, consult Technical Service at 800-933-7452.
- Use only oven-dry aggregate.
- Material is a vapor barrier after cure.
- For applications on exterior, on-grade substrates, consult Technical Services at 800-933-7452.
- Do not apply over wet, glistening surface.
- Not an aesthetic product. Color may alter due to variations in lighting and/or UV exposure.

PRIOR TO EACH USE OF ANY SIKA PRODUCT, THE USER MUST ALWAYS READ AND FOLLOW THE WARNINGS AND INSTRUCTIONS ON THE PRODUCT'S MOST CURRENT PRODUCT DATA SHEET, PRODUCT LABEL AND SAFETY DATA SHEET WHICH ARE AVAILABLE ONLINE AT [HTTP://USA.SIKA.COM/](http://usa.sika.com/) OR BY CALLING SIKA'S TECHNICAL SERVICE DEPARTMENT AT 800.933.7452. NOTHING CONTAINED IN ANY SIKA MATERIALS RELIEVES THE USER OF THE OBLIGATION TO READ AND FOLLOW THE WARNINGS AND INSTRUCTIONS FOR EACH SIKA PRODUCT AS SET FORTH IN THE CURRENT PRODUCT DATA SHEET, PRODUCT LABEL AND SAFETY DATA SHEET PRIOR TO PRODUCT USE.

KEEP CONTAINER TIGHTLY CLOSED. KEEP OUT OF REACH OF CHILDREN. NOT FOR INTERNAL CONSUMPTION. FOR INDUSTRIAL USE ONLY. FOR PROFESSIONAL USE ONLY.

For further information and advice regarding transportation, handling, storage and disposal of chemical products, users should refer to the actual Safety Data Sheets containing physical, ecological, toxicological and other safety related data. Read the current actual Safety Data Sheet before using the product. In case of emergency, call CHEMTREC at 1-800-424-9300, International 703-527-3887.

Prior to each use of any Sika product, the user must always read and follow the warnings and instructions on the product's most current Product Data Sheet, product label and Safety Data Sheet which are available online at <http://usa.sika.com/> or by calling Sika's Technical Service Department at 800-933-7452. Nothing contained in any Sika materials relieves the user of the obligation to read and follow the warnings and instruction for each Sika product as set forth in the current Product Data Sheet, product label and Safety Data Sheet prior to product use.

SIKA warrants this product for one year from date of installation to be free from manufacturing defects and to meet the technical properties on the current Product Data Sheet if used as directed within shelf life. User determines suitability of product for intended use and assumes all risks. Buyer's sole remedy shall be limited to the purchase price or replacement of product exclusive of labor or cost of labor. NO OTHER WARRANTIES EXPRESS OR IMPLIED SHALL APPLY INCLUDING ANY WARRANTY OF MERCHANTABILITY OR FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE. SIKA SHALL NOT BE LIABLE UNDER ANY LEGAL THEORY FOR SPECIAL OR CONSEQUENTIAL DAMAGES. SIKA SHALL NOT BE RESPONSIBLE FOR THE USE OF THIS PRODUCT IN A MANNER TO INFRINGE ON ANY PATENT OR ANY OTHER INTELLECTUAL PROPERTY RIGHTS HELD BY OTHERS. SALE OF SIKA PRODUCTS ARE SUBJECT SIKA'S TERMS AND CONDITIONS OF SALE AVAILABLE AT [HTTP://USA.SIKA.COM/](http://usa.sika.com/) OR BY CALLING 201-933-6900.

Visit our website at usa.sika.com

1-800-933-SIKA NATIONWIDE

Regional Information and Sales Centers. For the location of your nearest Sika sales office, contact your regional center.

Sika Corporation
201 Polito Avenue
Lyndhurst, NJ 07071
Phone: 800-933-7452
Fax: 201-933-6225

Sika Canada Inc.
601 Delmar Avenue
Pointe Claire
Quebec H9R 4A9
Phone: 514-697-2610
Fax: 514-694-2792

Sika Mexicana S.A. de C.V.
Carretera Libre Celaya Km. 8.5
Fracc. Industrial Balvanera
Corregidora, Queretaro
C.P. 76920
Phone: 52 442 2385800
Fax: 52 442 2250537



Sika and Sikadur are registered trademarks. Printed in Canada.

Hoja de Datos de Producto

Edición 17/18/2007
Identificación nº: 7.1.2
Versión nº 2
Sikadur®-31 CF

Sikadur®-31 CF

Adhesivo epoxi tixotrópico de dos componentes


Descripción del Producto	Sikadur®-31 CF es un adhesivo estructural y mortero de reparación de dos componentes a base de resinas epoxi y cargas especiales, que no contiene disolventes, es tixotrópico y tolera la humedad. Está diseñado para usar a temperaturas entre +10 y +30 °C.	
Usos	<p><i>Adhesivo estructural y mortero para:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Elementos de hormigón. ■ Piedra natural. ■ Piezas cerámicas, fibrocemento. ■ Mortero, ladrillos y obras de fábrica. ■ Acero, hierro y aluminio. ■ Madera. ■ Poliéster, epoxi. ■ Cristal. <p><i>Como mortero de reparación y adhesivo:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Bordes, cantos. ■ Huecos y coqueras. ■ Aplicaciones en vertical y en techos. <p><i>Relleno de juntas y sellado de fisuras:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Reparación de labios de juntas y fisuras. 	
Características / Ventajas	<p><i>Sikadur®-31 CF tiene las siguientes ventajas:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Fácil de mezclar y aplicar. ■ Adecuado para soportes secos o ligeramente húmedos. ■ Buena adherencia sobre la mayoría de los materiales de construcción. ■ Adhesivo de alta resistencia. ■ Tixotrópico, no descuelga en aplicaciones en paramentos verticales o en techos. ■ No contiene disolventes. ■ Endurece sin retracción. ■ Los componentes son de distinto color, facilitando así el control de mezclado. ■ No necesita imprimación. ■ Altas resistencias mecánicas iniciales y finales. ■ Buena resistencia a la abrasión. ■ Impermeable a líquidos y al vapor de agua. ■ Buenas resistencias químicas. 	
Ensayos		
Certificados / Normativa	Cumple los requerimientos de la norma EN 1504-4. Cumple los requerimientos de la ASTM, C881M-02, Tipo I, Grado 3, Clase B+C.	
Datos del Producto		
Forma		
Colores	Comp. A:	blanco
	Comp. B:	gris oscuro
	Mezcla A+B:	gris hormigón

7.1.2



Presentación	Lotes predosificados 15 kg (A+B) Lotes predosificados 6 kg (A+B) Lotes predosificados 1.2 kg (A+B)																		
Almacenamiento																			
Condiciones de almacenamiento / Conservación	24 meses, desde su fecha de fabricación, en sus envases de origen bien cerrados y no deteriorados en condiciones secas a temperaturas entre +5°C y +30°C. Proteger de la acción directa del sol.																		
Datos Técnicos																			
Base Química	Resina Epoxi																		
Densidad	1.90 ± 0.1 kg/l (comp. B) (a +23°C) 1.90 ± 0.1 kg/l (mezcla A+B) (a +23°C)																		
Descuelgue	En superficies verticales no descuelga hasta espesores de 15 mm en una sola capa. (Según EN 1799)																		
Espesor de capa	30 mm máximo. Si es necesario más espesor se podrá poner en capas sucesivas. Si se usan diferentes lotes, no mezclar el lote siguiente hasta que el anterior no se haya terminado para no reducir el tiempo de manejabilidad.																		
Cambio de volumen	Retracción: Endurece sin retracción.																		
Coefficiente de Expansión Térmica	Coeficiente W: 5,9 x 10 ⁻⁵ por °C. (Rango de temperatura de +23 a +60°C) (Según EN 1770)																		
Estabilidad Térmica	Temperatura de deformación por calor (TDC): TDC = +49°C (a 7 días y +23°C) (Según ISO 75) (Espesor 10 mm)																		
Propiedades Físicas/ Mecánicas																			
Resistencia a Compresión	(Según DIN EN 196)																		
	<table><tr><td>Tiempo de curado</td><td>+10°C</td><td>+23°C</td><td>+30°C</td></tr><tr><td>1 día</td><td>25-35 N/mm²</td><td>45-55 N/mm²</td><td>50-60 N/mm²</td></tr><tr><td>3 días</td><td>40-50 N/mm²</td><td>55-65 N/mm²</td><td>60-70 N/mm²</td></tr><tr><td>7 días</td><td>50-60 N/mm²</td><td>60-70 N/mm²</td><td>60-70 N/mm²</td></tr></table>	Tiempo de curado	+10°C	+23°C	+30°C	1 día	25-35 N/mm²	45-55 N/mm²	50-60 N/mm²	3 días	40-50 N/mm²	55-65 N/mm²	60-70 N/mm²	7 días	50-60 N/mm²	60-70 N/mm²	60-70 N/mm²		
Tiempo de curado	+10°C	+23°C	+30°C																
1 día	25-35 N/mm²	45-55 N/mm²	50-60 N/mm²																
3 días	40-50 N/mm²	55-65 N/mm²	60-70 N/mm²																
7 días	50-60 N/mm²	60-70 N/mm²	60-70 N/mm²																
Resistencia a flexión	(Según DIN EN 196)																		
	<table><tr><td>Tiempo de curado</td><td>+10°C</td><td>+23°C</td><td>+30°C</td></tr><tr><td>1 día</td><td>11-17 N/mm²</td><td>20-30 N/mm²</td><td>20-30 N/mm²</td></tr><tr><td>3 días</td><td>20-30 N/mm²</td><td>25-35 N/mm²</td><td>25-35 N/mm²</td></tr><tr><td>7 días</td><td>25-35 N/mm²</td><td>30-40 N/mm²</td><td>30-40 N/mm²</td></tr></table>	Tiempo de curado	+10°C	+23°C	+30°C	1 día	11-17 N/mm²	20-30 N/mm²	20-30 N/mm²	3 días	20-30 N/mm²	25-35 N/mm²	25-35 N/mm²	7 días	25-35 N/mm²	30-40 N/mm²	30-40 N/mm²		
Tiempo de curado	+10°C	+23°C	+30°C																
1 día	11-17 N/mm²	20-30 N/mm²	20-30 N/mm²																
3 días	20-30 N/mm²	25-35 N/mm²	25-35 N/mm²																
7 días	25-35 N/mm²	30-40 N/mm²	30-40 N/mm²																
Resistencia a Tracción	(Según ISO 527)																		
	<table><tr><td>Tiempo de curado</td><td>+10°C</td><td>+23°C</td><td>+30°C</td></tr><tr><td>1 día</td><td>2-6 N/mm²</td><td>6-10 N/mm²</td><td>9-15 N/mm²</td></tr><tr><td>3 días</td><td>9-15 N/mm²</td><td>17-23 N/mm²</td><td>17-23 N/mm²</td></tr><tr><td>7 días</td><td>14-20 N/mm²</td><td>18-24 N/mm²</td><td>19-25 N/mm²</td></tr></table>	Tiempo de curado	+10°C	+23°C	+30°C	1 día	2-6 N/mm²	6-10 N/mm²	9-15 N/mm²	3 días	9-15 N/mm²	17-23 N/mm²	17-23 N/mm²	7 días	14-20 N/mm²	18-24 N/mm²	19-25 N/mm²		
Tiempo de curado	+10°C	+23°C	+30°C																
1 día	2-6 N/mm²	6-10 N/mm²	9-15 N/mm²																
3 días	9-15 N/mm²	17-23 N/mm²	17-23 N/mm²																
7 días	14-20 N/mm²	18-24 N/mm²	19-25 N/mm²																

Adherencia		(Según EN ISO 4624, EN 1542 y EN 12188)																													
	<table><tr><th>Tiempo de curado</th><th>Temperatura</th><th>Soporte</th><th>Adherencia</th></tr><tr><td>1 día</td><td>+10°C</td><td>Hormigón seco</td><td>> 4 N/mm² *</td></tr><tr><td>1 día</td><td>+10°C</td><td>Hormigón húmedo</td><td>> 4 N/mm² *</td></tr><tr><td>1 día</td><td>+10°C</td><td>Acero</td><td>6-10 N/mm²</td></tr><tr><td>3 días</td><td>+10°C</td><td>Acero</td><td>10-14 N/mm²</td></tr><tr><td>3 días</td><td>+23°C</td><td>Acero</td><td>11-15 N/mm²</td></tr><tr><td>3 días</td><td>+30°C</td><td>Acero</td><td>13-17 N/mm²</td></tr></table>	Tiempo de curado	Temperatura	Soporte	Adherencia	1 día	+10°C	Hormigón seco	> 4 N/mm² *	1 día	+10°C	Hormigón húmedo	> 4 N/mm² *	1 día	+10°C	Acero	6-10 N/mm²	3 días	+10°C	Acero	10-14 N/mm²	3 días	+23°C	Acero	11-15 N/mm²	3 días	+30°C	Acero	13-17 N/mm²		
Tiempo de curado	Temperatura	Soporte	Adherencia																												
1 día	+10°C	Hormigón seco	> 4 N/mm² *																												
1 día	+10°C	Hormigón húmedo	> 4 N/mm² *																												
1 día	+10°C	Acero	6-10 N/mm²																												
3 días	+10°C	Acero	10-14 N/mm²																												
3 días	+23°C	Acero	11-15 N/mm²																												
3 días	+30°C	Acero	13-17 N/mm²																												
* 100 % Rompe el hormigón																															
Módulo de elasticidad (E)	Tracción: ~ 5000 N/mm² (14 días a +23°C) Según ISO 527 Compresión: ~ 4600 N/mm² (14 días a +23°C) Según ASTM D695																														
Elongación a la rotura	0.4 ± 0.1% (7 días/23°C) Según ISO 75																														
Desarrollo de resistencias	Se recomienda realizar ensayos para chequear la evolución de las resistencias haciendo probetas y ensayándolas a compresión y a flexión.																														
Información del Sistema																															
Detalles de Aplicación																															
Consumo / Dosificación	~ 1.9 kg/m² y mm de espesor.																														
Calidad del Soporte	Los morteros y hormigones deben tener más de 28 días (dependiendo de los requerimientos de resistencias mínimas). Verificar la resistencia del soporte (hormigón, fábrica de ladrillo, piedra natural). La superficie deberá estar limpia, seca, compacta y libre de lechadas superficiales, hielo, agua estancada, grasa, aceites, tratamientos antiguos, partes sueltas o mal adheridas. Los soportes de acero deben estar libres de óxido y limpios hasta un grado Sa 2.5.																														
Preparación del Soporte	<i>Hormigón, mortero, piedra o ladrillo:</i> La superficie debe estar sana, limpia, libre de agua estancada o hielo, grasa, aceite, polvo, pinturas antiguas, partes sueltas o mal adheridas. Se debe eliminar la lechada de cemento y conseguir una superficie texturada con el poro abierto. <i>Acero</i> El soporte debe estar libre de aceite, grasas, óxido y otras sustancias que puedan perjudicar la adherencia. Tener cuidado con la condensación del agua (punto de rocío). <i>Otras superficies (poliéster, epoxy, vidrio, elementos cerámicos).</i> Para soportes de baja porosidad se necesita aplicar previamente Sikafloor®-156, el Sikadur®-31 CF se aplicará húmedo sobre húmedo, es decir, antes de que la imprimación esté seca.																														
Condiciones de Aplicación/ Limitaciones																															
Temperatura del soporte	+10°C mín. / +30°C max.																														
Temperature ambiente	+10°C mín. / +30°C max.																														
Temperatura del material	Sikadur®-31 CF debe estar a temperatura entre +10°C y +30°C para su aplicación.																														
Humedad del soporte	Cuando se aplica sobre hormigón con humedad mate, incidir más en la aplicación de la primera capa.																														
Punto de Rocío	¡Cuidado con la condensación! La temperatura ambiente durante la aplicación debe ser al menos 3° C por encima del punto de rocío.																														

Instrucciones de Aplicación									
Mezclado	Comp. A : Comp. B = 2 : 1 en peso o en volumen.								
Tiempo de mezclado	<div></div> <p>Mezclar los componentes A+B durante al menos 3 minutos, con una batidora de bajas revoluciones (max. 600 rpm) hasta que el producto tenga un gris homogéneo y la consistencia adecuada. Evitar la oclusión de aire durante el batido. Después, verter el producto en otro recipiente limpio y volver a remover durante 1 minuto intentando reducir al mínimo la oclusión de aire. Mezclar sólo la cantidad que pueda ser usada teniendo en cuenta el tiempo de vida del producto.</p>								
Método de Aplicación / Herramientas	<p>Para aplicaciones en capa fina como adhesivo, usar espátula, llana o llana dentada (con las manos protegidas con guantes).</p> <p>Cuando se aplica como mortero de reparación es posible que se necesite poner encofrado.</p> <p>Después de aplicarlo como adhesivo para pegado de perfiles metálicos, en superficies verticales o en techos, presionar uniformemente y mantener la presión mediante apuntalamiento durante 12 horas, dependiendo del espesor de capa (no debe ser mayor de 5 mm) y de la temperatura ambiente.</p> <p>Una vez endurecido, se comprobará la adherencia golpeando con un martillo.</p>								
Limpieza de herramientas	Limpiar todos los útiles y herramientas con Sika® Colma Limpiador, inmediatamente después de su uso. El producto endurecido solo podrá eliminarse mediante medios mecánicos.								
Vida de la mezcla (máximo tiempo abierto).	<p>Tiempo de vida (200 g) (Según EN ISO 9514)</p> <table><tr><td>Temperatura</td><td>+10°C</td><td>+23°C</td><td>+30°C</td></tr><tr><td>Tiempo</td><td>~ 145 minutos</td><td>~ 55 minutos</td><td>~ 35 minutos</td></tr></table> <p>La vida de la mezcla empieza cuando se mezclan los dos componentes y es más corta a altas temperaturas y más larga a temperaturas bajas. Cuanto más cantidad de mezcla haya, menor será su tiempo de vida. Para aumentar la vida de la mezcla a altas temperaturas se pueden enfriar los componentes antes de su mezclado (nunca por debajo de los +5°C).</p>	Temperatura	+10°C	+23°C	+30°C	Tiempo	~ 145 minutos	~ 55 minutos	~ 35 minutos
Temperatura	+10°C	+23°C	+30°C						
Tiempo	~ 145 minutos	~ 55 minutos	~ 35 minutos						
Notas	Todos los datos técnicos indicados en esta Hoja de Datos de Producto están basados en ensayos de laboratorio. Las medidas reales de estos datos pueden variar debido a circunstancias más allá de nuestro control.								
Instrucciones de Seguridad e Higiene	Para cualquier información referida a cuestiones de seguridad en el uso, manejo, almacenamiento y eliminación de residuos de productos químicos, los usuarios deben consultar la versión más reciente de la Hoja de Seguridad del producto, que contiene datos físicos, ecológicos, toxicológicos y demás cuestiones relacionadas con la seguridad.								
Notas Legales	Esta información y, en particular, las recomendaciones relativas a la aplicación y uso final del producto, están dadas de buena fe, basadas en el conocimiento actual y la experiencia de Sika de los productos cuando son correctamente almacenados, manejados y aplicados, en situaciones normales, dentro de su vida útil. En la práctica, las posibles diferencias en los materiales, soportes y condiciones reales en el lugar de aplicación son tales, que no se puede deducir de la información del presente documento, ni de cualquier otra recomendación escrita, ni de consejo alguno ofrecido, ninguna garantía en términos de comercialización o idoneidad para propósitos particulares, ni obligación alguna fuera de cualquier relación legal que pudiera existir. Los derechos de propiedad de terceras partes deben ser respetados. Todos los pedidos se aceptan de acuerdo a los términos de nuestras vigentes Condiciones Generales de Venta y Suministro. Los usuarios deben de conocer y utilizar la versión última y actualizada de las Hojas de Datos de Productos, copia de las cuales se mandarán a quién las solicite, o también se puede conseguir en la página "www.sika.es".								



OFICINAS CENTRALES Y FÁBRICA

Madrid 28108 - Alcobendas
P. I. Alcobendas
Carretera de Fuencarral, 72
Tels.: 916 57 23 75
Fax: 916 62 19 38

OFICINAS CENTRALES Y CENTRO LOGÍSTICO

Madrid 28108 - Alcobendas
P. I. Alcobendas
C/ Aragoneses, 17
Tels.: 916 57 23 75
Fax: 916 62 19 38



Sikadur®-31 CF

4/4

1.33 REPUESTOS EXISTENTES

El Contratista deberá inspeccionar y verificar el estado de los repuestos existentes y certificar su reuso de acuerdo a los criterios definidos en esta especificación. Donde sea aplicable deberá intervenir sobre el repuesto existente para adaptarlo al nuevo diseño propuesto. Se listan en esta sección los repuestos existentes que pueden ser reutilizados.

Elemento	Cantidad	N° de Plano
Alabes del Distribuidor	2	3T 11568
Suplementos intercambiables para las placas de desgaste del Anillo Inferior del Distribuidor	1 Juego	617-1-PMMO-03
Segmentos	12	0D2160-58710
Rótulas	38	0D2160-58712
Placas elástico	28	4D2160-58711
Segmentos rascadores laterales de placa espejo	12	0D2160-58716
Aros de asiento de placa elástico	21	0D2160-58710
Aros de fijación de la placa elástico	11	0D2160-58710
Conexiones flexibles acople entre cañería aceite-segmentos	14	D2160-61604
Placa espejo (Block de empuje cojinete de empuje)	1	0D2121-58693
Casquillo Cojinete Guia	1	2T22431
Zapatas Cojinete Empuje	12	0D2160-58710
Mecanismo anti endurecimiento de la válvula principal del servo	1	4T 79569
		4T 79570
		4T 79580
Horquillas de acople entre el mecanismo anti endurecimiento y válvula piloto de accionamiento de la válvula principal del servo	3	3T 79581
Tapas camisa de válvula principal del servo	2	4T 79675
Pernos de tope para carrera de válvula principal del servo	8	4T 79675
Vástago válvula principal del servo	3	3T 79672
Camisa válvula principal del servo	3	3T 79670
Pistón para cerrojo manual del Distribuidor	3	3T 72405
Conjunto válvula piloto	1	4T 100551

Elemento	Cantidad	N° de Plano
Conjunto válvula piloto cierre emergencia	1	
Tornillos fijación unión de bridas del Árbol Turbina	4	4T 39592
Camisa Sello de Turbina	1	2T 20429
Resortes para ajuste carbones del Sello de Turbina	6	NR1-10077-S
Carbones Sello de Turbina	1 Juego	NR1-10077-S
Bomba completa para vaciado del Sumidero, con motor de C.C.	1	3T 289282
Cuerpos de bombas para vaciado Sumidero, completa para montar.	2	-----

1.34 DOCUMENTOS DE REFERENCIA

Los siguientes planos y documentos de referencia están disponibles y se proporcionarán como datos adjuntos. Será responsabilidad del Contratista verificar los datos de los Documentos de Referencia y hacer todas las mediciones de campo y verificaciones dimensionales necesarias para sus cálculos de diseño.

DOCUMENTO	NOMBRE
0D 2121 58693H	Block de Empuje-Cojinete de Empuje
0D 2160 58710	Zapata Cojinete de Empuje
0D 2160 58715a	Cojinete de Empuje
0D 2160 58716C	Rascadores de Aceite
0D 2160 61602	Caja del Cojinete
0D 2160 61603	Caja de Aceite
0D 2160 62984	Caja Cojinete
0D 2198 70999	Esquema acotado del cojinete soporte
0D 2101 62735	Acople Eje Turbina - Eje Generador
0D 2160 58714	Tapa Cojinete Empuje
0D 2160 58715	Vista frontal y superior del conjunto
0D 2198 70999	Esquema acotado del cojinete soporte
0D 2160 58915	Apoyo de cojinete
1T 289259	Servomotores del distribuidor – Plano general de cañerías

DOCUMENTO	NOMBRE
2T 20429	Detalle carcaza prensaestopa
2T 11605	Cojinete superior de las paletas del distribuidor
2T 72392	Cilindro del Servomotor
2T110699	Conjunto Rodete - Secciones y Planta
2T 12842	Anillo de Garganta
2T 14364	Anillo del regulador
2T 14392	Anillo regulador
2T 22431	Cojinete Guía Inferior
2T 22432	Cojinete Guía Superior
2T 70551	Servomotor del distribuidor
2T 70552	Servomotor del distribuidor
2T 102433	Válvula reguladora rodete
2T 72391	Bastidor – cilindro del servomotor
2T 102447	Camisa – Servomotor Cabezal Kaplan
2T 102486	Control longitud válvula servomotor del rodete, válvula principal Cabezal Kaplan
2T 110553	Plataforma de mantenimiento
2T 200300	Sistema de engrase automático
2T 200301	Sistema de engrase automático
2T 200308	Conjunto del dispositivo centrífugo de sobrevelocidad
2T 13558	Tapa superior de Turbina
2T 39590	Eje de Turbina
2T 14364	Anillo Regulación
3T 102445	Cabezal de Aceite
3T 102487	Caños de válvulas
3T 102460	Pieza superior del Vástago – Servomotor del cabezal
3T 102437	Válvula reguladora
3T 102434	Camisa Válvula reguladora - rodete
3T 102390	Extractor de vapores Cabezal Kaplan
3T 13563	Carcaza de turbina Zona prensaestopa
3T 102386	Escotilla
3T 20431	Caja laberíntica superior
3T 101931	Conjunto elevación manual Tanque del Combinador

DOCUMENTO	NOMBRE
3T 102366	Carcaza válvulas relais
3T 102371	Brazo de comando Cabezal Kaplan
3T 102390	Extractor vapores – Cabezal Kaplan
3T 102460	Kaplan – Pieza superior del vástago Servomotor del cabezal
3T 72400	Cerrojo del Distribuidor
3D 38215	Dispositivo Montaje Rodete
3T 11568	Alabe Distribuidor
3T 12283	Asiento y Pernos de Tapa de Turbina
3T 13563	Tapa Inferior de Turbina
3T 153021	Herramienta para recambio de elementos fusibles de las paletas del distribuidor
4D 2160 58711	Placa elástica superior
4D 2160 58712	Suplemento Elástico
4T 102446	Vista superior mecanismo cabezal Kaplan
4T 20432	Caja Laberinto Inferior - Sello del Eje
4T 20433	Caja Laberinto Superior - Sello del Eje
4T 12924	Rodillos Anillo Regulación
4T 20436	Tubo de obturación caja laberíntica
4T 11572	Camisa Alabe Distribuidor
5T 39557	Brida Inferior Eje de Turbina
5T 13565	Liston separador tapa anillo regulador – Tapa de turbina
NR 1-10077-5	Sello de Carbones
ICM-B-II-120 b	Sección en el eje de turbina Corte V-V por turbina II
ICM-B-II-101 la	Corte Y-Y entrada turbina II
ICM-B-II-116 a	Vista Inferior del Techo de la Espiral Corte I-I Turbina II
ICM-B-II-102 la	Plano Estructural Corte X-X Turbina III
TS14A07787a	Esquema de Regulación
TS14A07176	Usina – Corte Longitudinal
TS14A06970a	Disposición general
TS14A07173	Corte transversal
TS14A07475	Corte longitudinal del rodete - Plano de conjunto
TS14A08310-1A	Circulación de agua en el cojinete de empuje
1T4734	PROVTURBIN Diam. 600 UPPSTALLNING SNITT

DOCUMENTO	NOMBRE
1T4735	PROVTURBIN Diam. 600 SAMMANSTALLININGSRITNING
1T4756	MODEL TURBINE Diam. 600 MM GENERAL ARRANGEME. IT PLAN.