



ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS  
PARA EL DESARROLLO INDUSTRIAL

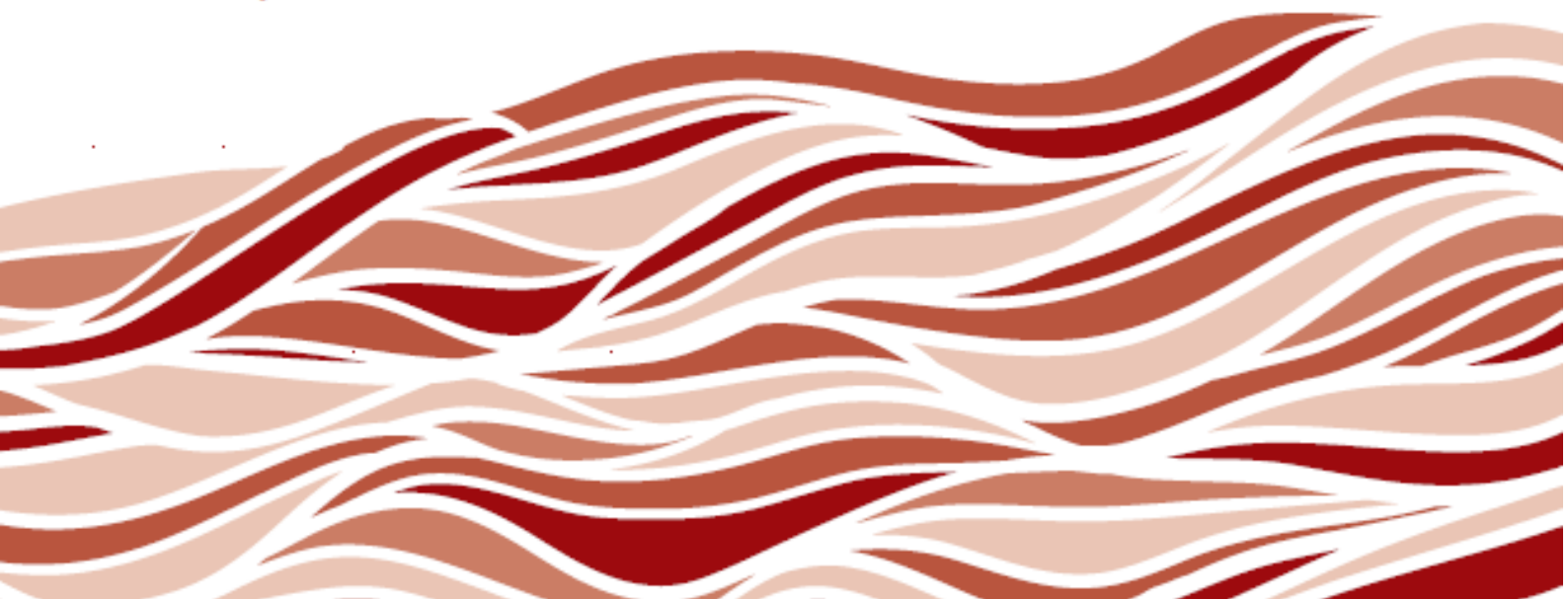


Lineamientos técnicos para el  
desarrollo de pequeñas centrales hidroeléctricas

**UNIDADES**

# **Parte 5: Válvulas principales**

PCLH/LT 003-5: 2019



## **AVISO LEGAL**

El presente documento se ha elaborado sin edición oficial de las Naciones Unidas. Las denominaciones y la forma en que aparecen presentados los datos en este documento no implican, por parte de la Secretaría de la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI), juicio alguno sobre la condición jurídica de países, territorios, ciudades o zonas, o de sus autoridades, ni respecto de la delimitación de sus fronteras o límites, o de su sistema económico o grado de desarrollo. Las denominaciones "desarrollado", "industrializado" y "en vías de desarrollo" se utilizan con fines estadísticos y no expresan necesariamente un juicio sobre la fase alcanzada por una zona o un país determinados en el proceso de desarrollo. La mención de nombres de empresas o productos comerciales no constituye ninguna aprobación por parte de la ONUDI. Aunque se ha puesto gran cuidado en mantener la exactitud de la información aquí contenida, ni la ONUDI ni sus Estados Miembros asumirán responsabilidad alguna por las consecuencias que puedan derivarse del uso del material. El presente documento podrá citarse o reproducirse libremente, pero se ruega que se cite su procedencia.

Lineamientos técnicos para el  
desarrollo de pequeñas centrales hidroeléctricas

**UNIDADES**

## **Parte 5: Válvulas principales**

**PCLH/LT 003-5: 2019**

## AGRADECIMIENTOS

Los lineamientos técnicos (LT) son el resultado de la colaboración entre la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUUDI) y la Red Internacional de Pequeñas Centrales Hidroeléctricas (INSHP). Unos 80 expertos internacionales y 40 organismos internacionales participaron en la elaboración y revisión inter pares del documento, y aportaron comentarios y sugerencias concretos para que los LT fueran profesionales y aplicables.

La ONUUDI y la INSHP agradecen enormemente las contribuciones aportadas durante la elaboración de estos lineamientos y, en particular, las realizadas por las siguientes organizaciones internacionales:

- El Mercado Común para el África Oriental y Meridional (COMESA)

- La Red Mundial de Centros Regionales de Energía Sostenible (GN-SEC), en particular el Centro de Energías Renovables y Eficiencia Energética de la CEDEAO (ECREEE), el Centro de Energías Renovables y Eficiencia Energética de África Oriental (EACREEE), el Centro de Energías Renovables y Eficiencia Energética del Pacífico (PCRE EE) y el Centro de Energías Renovables y Eficiencia Energética del Caribe (CCREEE).

El Gobierno chino ha facilitado la finalización de estos lineamientos y ha sido de gran importancia para su conclusión.

La elaboración de estos lineamientos se ha beneficiado en gran medida de las valiosas aportaciones, revisiones y comentarios constructivos, así como de las contribuciones recibidas de Sr. Adnan Ahmed Shawky Atwa, Sr. Adoyi John Ochigbo, Sr. Arun Kumar, Sr. Atul Sarthak, Sr. Bassey Edet Nkposong, Sr. Bernardo Calzadilla-Sarmiento, Sra. Chang Fangyuan, Sr. Chen Changjun, Sra. Chen Hongying, Sr. Chen Xiaodong, Sra. Chen Yan, Sra. Chen Yueqing, Sra. Cheng Xialei, Sra. Chileshe Kapaya Matantilo, Sra. Chileshe Mpundu Kapwepwe, Sr. Deogratias Kamweya, Sr. Dolwin Khan, Sr. Dong Guofeng, Sr. Ejaz Hussain Butt, Sra. Eva Kremere, Sra. Fang Lin, Sr. Fu Liangliang, Sr. Garaio Donald Gafiye, Sr. Guei Guillaume Fulbert Kouhie, Sr. Guo Chenguang, Sr. Guo Hongyou, Sr. Harold John Annegam, Sra. Hou Ling, Sr. Hu Jianwei, Sra. Hu Xiaobo, Sr. Hu Yunchu, Sr. Huang Haiyang, Sr. Huang Zhengmin, Sra. Januka Gyawali, Sr. Jiang Songkun, Sr. K. M. Dhahesan Unnithan, Sr. Kipyego Cheluget, Sr. Kolade Esan, Sr. Lamysier Castellanos Rigoberto, Sr. Li Zhiwu, Sra. Li Hui, Sr. Li Xiaoyong, Sra. Li Jingjing, Sra. Li Sa, Sr. Li Zhenggui, Sra. .Liang Hong, Sr. LiangYong, Sr. Lin Xuxin, Sr. Liu Deyou, Sr. Liu Heng, Sr. Louis Philippe Jacques Tavernier, Sra. Lu Xiaoyan, Sr. Lv Jianping, Sr. Manuel Mattiat, Sr. Martin Lugmayr, Sr. Mohamedain SeifElnasr, Sr. Mundia Simainga, Sr. Mukayi Musarurwa, Sr. Olumide TaiwoAlade, Sr. Ou Chuanqi, Sra. Pan Meiting, Sr. Pan Weiping, Sr. Ralf Steffen Kaeser, Sr. Rudolf Hupfl, Sr. Rui Jun , Sr. Rao Dayi, Sr. Sandeep Kher, Sr. Sergio Armando Trelles Jasso, Sr. Sindiso Ngwenga, Sr. Sidney Kilmete, Sra. Sitraka Zarasoa Rakotomahefa, Sr. Shang Zhihong, Sr. Shen Cunke, Sr. Shi Rongqing, Sra. Sanja Komadina, Sr. Tareqemtairah, Sr. Tokihiko Fujimoto, Sr. Tovoniaina Ramanantsoa Andriampaniry, Sr. Tan Xiangqing, Sr. Tong Leyi, Sr. Wang Xinliang, Sr. Wang Fuyun, Sr. Wang Baoluo, Sr. Wei Jianghui, Sr. Wu Cong, la Sra. Xie Lihua, el Sr. Xiong Jie, la Sra. Xu Jie, la Sra. Xu Xiaoyan, el Sr. Xu Wei, el Sr. Yohane Mukabe, el Sr. Yan Wenjiao, el Sr. Yang Weijun, la Sra. Yan Li, el Sr. .Yao Shenghong, Sr. Zeng Jingnian, Sr. Zhao Guojun, Sr. Zhang Min, Sr. Zhang Liansheng, Sr. Zhang Zhenzhong, Sr. Zhang Xiaowen, Sra. Zhang Yingnan, Sr. Zheng Liang, Sr. Sr. Zheng Yu , Sr. Zhou Shuhua, Sra. Zhu Mingjuan.

Agradeceríamos cualquier otra recomendación o sugerencia de aplicación para la actualización.

# Índice

Prólogo .....	II
Introducción.....	I
1 Alcance .....	1
2 Referencias normativas.....	1
3 Términos y definiciones.....	1
4 Requisitos técnicos.....	2
4.1 Requerimientos generales .....	2
4.2 Requisitos de estructura .....	3
4.3 Requerimientos materiales .....	5
4.4 Soldadura y requisitos de pruebas no destructivas.....	5
4.5 Serie de presión nominal .....	6
5 Alcance del suministro y piezas de repuesto .....	6
6 Documentos técnicos .....	6
7 Pruebas.....	7
7.1 Pruebas de entrega.....	7
7.2 Pruebas del sitio .....	8
8 Aceptación y garantía.....	8
8.1 Inspección y aceptación.....	8
8.2 Garantía de calidad/garantía del fabricante .....	9
9 Placa de características, embalaje, transporte y almacenamiento .....	9
9.1 Placa de identificación .....	9
9.2 Embalaje .....	9
9.3 Transporte .....	10
9.4 Almacenamiento.....	10
10 Instalación y soldadura.....	10
10.1 Requisitos generales para la instalación de la válvula principal: .....	10
10.2 Requisitos de instalación para la válvula de mariposa: .....	11
10.3 Requisitos de instalación para la válvula esférica: .....	11
10.4 Requisitos de instalación para la válvula de compuerta: .....	12
10.5 Requisitos de instalación para el acoplamiento de expansión: .....	12
10.6 Requisitos de instalación y prueba para la válvula de derivación: .....	13
10.7 Requisitos de instalación para el mecanismo operativo: .....	13
10.8 Requisitos de soldadura en el sitio para las válvulas principales:.....	13
11 Funcionamiento y mantenimiento.....	13
Apéndice A (Normativo) Piezas de repuesto para las válvulas principales.....	15

## Prólogo

La Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI) es un organismo especializado del sistema de las Naciones Unidas para promover un Desarrollo Industrial Sostenible e Inclusivo (ISID) a escala mundial. La relevancia del ISID como enfoque integrado de los tres pilares del desarrollo sostenible está reconocida por la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible y los correspondientes Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), que enmarcarán los esfuerzos de las Naciones Unidas y de los países hacia el desarrollo sostenible durante los próximos quince años. El mandato de la ONUDI para el ISID abarca la necesidad de apoyar la creación de sistemas energéticos sostenibles, ya que la energía es esencial para el desarrollo económico y social y para mejorar la calidad de vida. La preocupación y el debate internacionales sobre la energía han ido en aumento en las dos últimas décadas, en las que los problemas de la reducción de la pobreza, los riesgos medioambientales y el cambio climático han pasado a ocupar un lugar central.

La INSHP (Red Internacional de Pequeñas Centrales Hidroeléctricas) es una organización internacional de coordinación y promoción del desarrollo mundial de las pequeñas centrales hidroeléctricas (PCH), que se basa en la participación voluntaria de los puntos focales regionales, subregionales y nacionales, las instituciones pertinentes, los servicios públicos y las empresas, y tiene como principal objetivo el beneficio social. El objetivo de la INSHP es promover el desarrollo mundial de las PCH mediante la cooperación técnica y económica triangular entre países en desarrollo, países desarrollados y organizaciones internacionales, con el fin de suministrar a las zonas rurales de los países en desarrollo una solución energética respetuosa con el medio ambiente, asequible y adecuada, que permita aumentar las oportunidades de empleo, mejorar los entornos ecológicos, mitigar la pobreza, mejorar los niveles de vida y culturales locales y el desarrollo económico.

La ONUDI y la INSHP han estado cooperando en el Informe sobre el Desarrollo Mundial de las Pequeñas Centrales Hidroeléctricas desde el año 2010. Según los informes, el desarrollo de PCH en todo el mundo no ha sido suficiente para satisfacer la demanda. Uno de los obstáculos al desarrollo en la mayoría de los países es la falta de tecnologías. La ONUDI, en cooperación con el INSHP, mediante la cooperación mundial de expertos y basándose en experiencias exitosas de desarrollo, decidió desarrollar los LT de PCH para satisfacer la demanda de los Estados miembros.

Estos LT se redactaron de acuerdo con las normas editoriales de las Directivas ISO/IEC, Parte 2 (véase [www.iso.org/directives](http://www.iso.org/directives)).

Se llama la atención sobre la posibilidad de que algunos de los elementos de estos LT puedan estar sujetos a derechos de patente. La ONUDI y la INSHP no serán responsables de la identificación de tales derechos de patente.

## Introducción

Las pequeñas centrales hidroeléctricas (PCH) son objeto de un reconocimiento cada vez mayor como una importante solución de energía renovable para el reto que supone la electrificación de las zonas rurales remotas. Sin embargo, mientras que la mayoría de los países de Europa, América del Norte y del Sur y China cuentan con un alto grado de capacidad instalada, el potencial de las PCH en muchos países en desarrollo sigue sin explotarse y se ve obstaculizado por una serie de factores, como la falta de buenas prácticas o normas acordadas a nivel mundial para el desarrollo de las PCH.

Estos Lineamientos Técnicos (LT) para el Desarrollo de Pequeñas Centrales Hidroeléctricas abordarán las limitaciones actuales de la normativa aplicada a los lineamientos técnicos para PCH aplicando los conocimientos especializados y las mejores prácticas existentes en todo el mundo. Se pretende que los países utilicen estos lineamientos acordados para apoyar su política, tecnología y ecosistemas actuales. Los países que tienen capacidades institucionales y técnicas limitadas podrán mejorar su base de conocimientos en el desarrollo de PCH, atrayendo así más inversiones en proyectos de PCH, fomentando políticas favorables y ayudando posteriormente al desarrollo económico a nivel nacional. Estos LT serán valiosos para todos los países, pero sobre todo permitirán compartir experiencias y buenas prácticas entre países con escasos conocimientos técnicos.

Los LT pueden utilizarse como principios y base para la planificación, el diseño, la construcción y la gestión de PCH de hasta 30 MW.

- Los términos y definiciones de los LT especifican los términos y definiciones técnicos profesionales utilizados habitualmente para las PCH.
- Los lineamientos de diseño proporcionan directrices sobre requisitos básicos, metodología y procedimiento en cuanto a selección del sitio, hidrología, geología, diseño del proyecto, configuraciones, cálculos energéticos, hidráulica, selección de equipos electromecánicos, construcción, estimación de costos del proyecto, valoración económica, financiación, y evaluaciones sociales y medioambientales, con el objetivo, en última instancia, de obtener las mejores soluciones de diseño.
- Los lineamientos de unidades especifican los requisitos técnicos de las turbinas de PCH, los sistemas del gobernador de turbinas hidráulicas, los sistemas de excitación y las válvulas principales, así como los sistemas de supervisión, control, protección y las fuentes de alimentación de corriente directa.
- Los lineamientos de construcción pueden utilizarse como documentos técnicos de orientación para la construcción de proyectos de PCH.
- Los lineamientos de gestión proporcionan orientaciones técnicas para la gestión, el funcionamiento, el mantenimiento, la renovación técnica y la aceptación de proyectos de PCH.

# Lineamientos Técnicos para el Desarrollo de Pequeñas Plantas/Unidades de Pequeñas Centrales Hidroeléctricas (PCH)

## Parte 5: Válvulas principales

### 1 Alcance

Esta parte de los lineamientos de unidades especifica los requisitos técnicos y los requisitos básicos para el alcance del suministro, piezas de repuesto, documentos técnicos, inspección, pruebas, embalaje, transporte, almacenamiento, instalación, puesta en servicio y funcionamiento y mantenimiento para las válvulas principales de la turbina de las pequeñas centrales hidroeléctricas (PCH).

Este documento es aplicable a las válvulas principales de la turbina de la PCH de tipo mariposa, esférica y de compuerta.

### 2 Referencias normativas

En el texto, se hace referencia a los siguientes documentos, de forma tal que una parte o la totalidad del contenido de dichos documentos constituye los requisitos de este documento. Para las referencias fechadas, solo se aplica la edición citada. Para las referencias sin fecha, se aplica la última edición del documento de referencia (incluidas las modificaciones).

ISO 780:2015, *Embalaje MOD: marcado gráfico para la manipulación de mercancías*

IEC/TR 61364, *Nomenclatura para maquinaria de centrales hidroeléctricas*

AWS D1.1/D1.1M: 2008, *Código de soldadura estructural: acero*

PCH/LT 001, *Lineamientos técnicos para el desarrollo de pequeñas centrales hidroeléctricas—Términos y definiciones*

### 3 Términos y definiciones

A los efectos de este documento, se aplican los términos y definiciones proporcionados en IEC TR 61364, PCH/LT 001 y siguientes.

#### 3.1

##### **diámetro nominal de la válvula principal**

Diámetro interior del cuerpo de la válvula en la conexión entre la válvula principal y las bridas de la compuerta aguas arriba/aguas abajo; si los diámetros interiores de ambos lados son diferentes, se refiere al menor, en milímetros (mm).



### **3.2**

#### **presión hidrostática máxima**

Presión hidráulica desarrollada por la columna de agua desde la línea central horizontal de la válvula principal hasta el nivel máximo de agua aguas arriba después de cerrar la válvula principal, en MPa.

### **3.3**

#### **presión transitoria máxima**

Presión máxima generada en la línea central horizontal del lado aguas arriba de la válvula principal en el proceso de transición de cierre repentino, en MPa.

### **3.4**

#### **presión de diseño**

Presión para la cual los componentes del paso de flujo de la válvula principal están diseñados para soportar (desde el punto de vista de la resistencia) y esta no debe ser menor que la presión transitoria máxima, en MPa.

### **3.5**

#### **presión nominal**

Indicación digital de la señal relacionada con la presión especificada para la conveniencia del diseño, fabricación y uso de la válvula principal y los accesorios relevantes, que es un valor de presión de diseño serializado según la norma nacional, en MPa

## **4 Requisitos técnicos**

### **4.1 Requerimientos generales**

**4.1.1** La válvula principal debe seleccionarse de acuerdo con la presión nominal, que debe ser mayor que la presión de diseño.

**4.1.2** La válvula principal será diseñada, fabricada, inspeccionada y probada de acuerdo con los requerimientos de servicio de la turbina hidráulica y lo dispuesto sobre las características constructivas mecánicas.

**4.1.3** La válvula principal deberá poder cerrarse de manera confiable cuando la unidad esté sujeta a un apagado de emergencia.

**4.1.4** La válvula principal deberá poder cerrarse en agua corriente normal sin causar vibraciones dañinas en todas las condiciones de funcionamiento de la unidad.

**4.1.5** La válvula principal podrá abrirse normalmente cuando la diferencia de presión entre ambos lados no sea superior al 30 % de la presión hidrostática máxima.

**4.1.6** El disco/rotor de la válvula principal deberá tener sólo dos posiciones: completamente abierto o completamente cerrado. La válvula principal no deberá abrirse parcialmente para regular la descarga.

**4.1.7** El suministro de energía operativa para la válvula principal deberá ser confiable. La válvula podría cerrarse manualmente en caso de emergencia cuando se interrumpa el suministro eléctrico de funcionamiento.

**4.1.8** La válvula principal será antiséptica. La superficie de acero de la válvula (excepto el acero inoxidable) debe rociarse electrostáticamente con resina epoxi no tóxica en polvo, o rociarse o cepillarse con pintura epoxi no tóxica similar con un espesor de no menos de 0,3 mm después de haber sido tratada con eliminación de óxido o arena a Sa 2,5 mediante granallado.

## **4.2 Requisitos de estructura**

**4.2.1** La válvula principal deberá estar equipada con la válvula de derivación o emplear otra estructura con la misma función para la operación de apertura en condiciones de flujo de agua. La tubería de derivación a través del acoplamiento de expansión de la tubería forzada deberá estar equipada con el acoplamiento de expansión. El diámetro nominal de la válvula de derivación no será inferior al 10 % del diámetro nominal de la válvula principal.

**4.2.2** La línea de molde del disco de la válvula de mariposa deberá diseñarse para evitar la vibración causada por el vórtice Karman. El coeficiente de resistencia de la válvula de mariposa será inferior a 0,15 cuando la válvula esté completamente abierta.

**4.2.3** La válvula principal será finalmente montada en la fábrica del fabricante. Después del montaje final en la obra y después de la instalación en la central hidroeléctrica, la válvula principal deberá funcionar sin problemas y sus posiciones de completamente abierta y completamente cerrada serán precisas.

**4.2.4** El diseño de la válvula principal deberá garantizar que las siguientes piezas puedan reemplazarse sin desmontar la válvula:

- a) Empaquetaduras de muñón de la válvula de mariposa y sello periférico del disco de la válvula;
- b) empaquetaduras de muñón y sello de funcionamiento de la válvula esférica (si corresponde).

**4.2.5** La válvula de compuerta utilizada como válvula principal de la turbina empleará la estructura de tamaño completo. El diseño estructural de la válvula de compuerta deberá cumplir los siguientes requisitos:

- a) El disco de la válvula no se atascará y el eje de la válvula no se separará;
- b) los materiales de los sellos para el cuerpo de la válvula y el disco de la válvula deberán tener una diferencia de dureza para evitar que se aprieten;

- c) la altura de elevación del disco de la válvula no será inferior a 1,1 veces el diámetro de la válvula de compuerta cuando se abra la válvula;
- d) la superficie de sellado del disco de la válvula deberá tener suficiente margen y su centro deberá ser más alto que el centro de la superficie de sellado del cuerpo de la válvula; cuando la superficie de sellado del disco de la válvula está desgastada, las superficies de sellado del cuerpo de la válvula y el disco de la válvula deben coincidir completamente después de que el disco de la válvula se asiente completamente sobre el cuerpo;
- e) la válvula de compuerta deberá estar equipada con limitadores de apertura y cierre mecánicos ajustables y un indicador de apertura para evitar que el disco de la válvula golpee directamente contra el cuerpo de la válvula.

**4.2.6** Las válvulas principales estarán equipadas con un acoplamiento de expansión para facilitar su fácil extracción e instalación. Después de ser instalado en la central hidroeléctrica, el sello del acoplamiento de expansión deberá ser a prueba de fugas.

**4.2.7** La válvula principal podría operarse manual, eléctrica e hidráulicamente. En la central hidroeléctrica con un alto requisito de automatización, la válvula principal debe emplear el modo de accionamiento eléctrico o hidráulico.

**4.2.8** La válvula principal estará equipada con los siguientes dispositivos de señalización:

- a) Señal de posición completamente abierta y completamente cerrada del disco de la válvula;
- b) posición del eje de bloqueo: válvula principal bloqueada/desbloqueada;
- c) señal de completamente abierta y completamente cerrada de la válvula de derivación;
- d) presiones aguas arriba/aguas abajo del disco de la válvula y señales de diferencia de presión;
- e) señales que indican baja presión de aceite y presión de aceite demasiado baja del sistema hidráulico de la válvula principal;
- f) sello de revisión Se requieren dispositivos de señal activados/desactivados para revisar el sello cuando sea necesario.

**4.2.9** El dispositivo eléctrico de la válvula principal deberá cumplir con las disposiciones sobre diseño y funcionamiento de las máquinas eléctricas.

**4.2.10** La válvula principal accionada hidráulicamente debe emplear el contrapeso, el acumulador de aire-aceite de alta presión o el dispositivo de control hidráulico del tipo acumulador lleno de nitrógeno y debe estar equipada con un dispositivo de bloqueo mecánico o hidráulico para el rotor.

**4.2.11** La válvula principal operada manualmente deberá estar marcada con una flecha legible que indique la dirección de apertura/cierre.

**4.2.12** La válvula de liberación de aire debe instalarse en el lado aguas abajo de la válvula principal y su diámetro nominal no debe ser inferior al 5 al 10 % del diámetro nominal de la válvula principal. La válvula de liberación de aire deberá poder descargar automáticamente el aire atrapado cuando se llene el agua en la carcasa/distribuidor en espiral y no deberá perder agua cuando la unidad esté funcionando.

### **4.3 Requerimientos materiales**

**4.3.1** El material de la válvula principal se seleccionará de acuerdo con las condiciones de servicio y los requisitos del contrato de pedido.

**4.3.2** El cuerpo de válvula y el disco de válvula de la válvula de mariposa o el rotor de la válvula esférica pueden fabricarse mediante forja o fundición sólida, o mediante soldadura. El cuerpo de la válvula de compuerta debe estar fabricado de acero fundido. Los muñones/eje de las válvulas deben estar hechos de acero inoxidable. Los casquillos deben estar hechos de latón fundido de aluminio o de bronce de aluminio fundido.

**4.3.3** Cuando los tubos de acero de conexión delante y detrás de la válvula principal se conectan a las tuberías de carga aguas arriba y aguas abajo mediante soldadura, deben estar hechos de materiales con propiedades similares.

**4.3.4** Se deben tomar las medidas anticorrosión correspondientes para la parte de contacto entre el eje de la válvula y los sellos de cojinete y muñón de la válvula principal, como acero inoxidable o un material compuesto con función autolubrificante.

**4.3.5** Los sellos de la válvula principal estarán hechos de materiales resistentes a la corrosión, cavitación y erosión por arena. Con respecto a la válvula esférica con estructura de sellado dual, el anillo de sellado móvil y la parte deslizante correspondiente deben estar hechos de acero inoxidable. Los sellos en contacto con aceites estarán hechos de materiales selladores resistentes al aceite.

**4.3.6** El disco de la válvula de mariposa puede equiparse con un sello duro metálico o un sello blando no metálico. Los sellos móviles para el sello de operación y el sello de revisión de la válvula esférica deben estar hechos de acero inoxidable y los pares de sellos deben estar estrechamente ajustados.

### **4.4 Soldadura y requisitos de pruebas no destructivas.**

**4.4.1** Los métodos, procedimientos y soldadores de soldadura para las piezas de la válvula principal deberán cumplir con las disposiciones pertinentes en AWS D1.1/D1.1M.

**4.4.2** Todos los componentes fundidos/forjados/fabricados deben aliviarse de tensión de acuerdo con el procedimiento especificado antes del mecanizado final.

**4.4.3** Las soldaduras serán sometidas a ensayos no destructivos estrictamente de acuerdo con lo establecido en el plano y requisitos técnicos.

#### **4.5 Serie de presión nominal**

La presión nominal de la válvula principal se debe seleccionar preferentemente entre los siguientes valores, en MPa: 0,6; 1,0; 1,6; 2,5; 4,0; 6,4; 10,0 y 16,0.

### **5 Alcance del suministro y piezas de repuesto**

**5.1** El alcance del suministro y las piezas de repuesto serán especificadas por el proveedor y el usuario en el documento del contrato. Consulte el Apéndice A para conocer las piezas de repuesto.

**5.2** El paquete completo de equipamiento de la válvula principal debe incluir:

- a) Cuerpo de la válvula principal, así como el mecanismo operativo, acoplamiento de expansión, tuberías de unión delantera/trasera, válvula de derivación y tubería de derivación, válvula de aire, válvula de drenaje, otras tuberías y anillos de sellado;
- b) dispositivo de presión de aceite o mecanismo de operación electromanual y gabinete de control eléctrico;
- c) componentes e instrumentos automáticos;
- d) herramientas especiales para desmontaje, instalación y mantenimiento;
- e) piezas de repuesto para las piezas de desgaste rápido y repuestos adicionales ordenados en el contrato firmado entre el proveedor y el usuario.

### **6 Documentos técnicos**

El proveedor deberá presentar la documentación técnica necesaria al usuario, y esta deberá incluir, principalmente:

- a) Certificado de cumplimiento e informe de inspección de calidad;
- b) manual de instalación, operación y mantenimiento en el sitio o instrucciones de operación;
- c) disposición de instalación, diagrama de tensión de la base, vista exterior, diagrama esquemático del sistema de operación hidráulica, diagrama esquemático eléctrico y diagrama de cableado, diagrama del sistema de operación automática y dibujo de las piezas principales;
- d) Lista de entrega

## 7 Pruebas

### 7.1 Pruebas de entrega

#### 7.1.1 Requisitos para la prueba hidrostática de resistencia:

- a) El cuerpo de la válvula y las tuberías cortas de conexión aguas arriba/aguas abajo se someterán a la prueba hidrostática de resistencia. La presión de prueba será al menos 1,5 veces la presión nominal de la válvula principal y tendrá una duración de 30 min. Después de la prueba, estarán libres de cualquier deformación o fuga permanente dañina;
- b) el disco de la válvula se someterá a la prueba hidrostática de resistencia. La presión de prueba será al menos 1,2 veces la presión nominal de la válvula principal y tendrá una duración de 30 min. Después de la prueba, deberá estar libre de deformaciones permanentes dañinas o fugas (excepto el sello del disco de la válvula);
- c) el acoplamiento de expansión de la válvula principal debe someterse a pruebas hidrostáticas en fábrica junto con la válvula principal.

#### 7.1.2 Requisitos para la prueba de sellado:

- a) Con respecto a la válvula principal diseñada y fabricada según la presión nominal serializada, la presión de prueba del sello será 1,1 veces la presión nominal, la duración será de 30 min y se inspeccionará la fuga; con respecto a la válvula no serializada, la presión de prueba de sellado será 1,1 veces la presión de diseño, la duración será de 30 min y se inspeccionará la fuga. El sello del muñón y la superficie dividida del cuerpo de la válvula no deberán tener fugas; las fugas por goteo o por inmersión son aceptables en el sello de revisión y en el sello de funcionamiento, pero se rechazarán las fugas por pulverización;
- b) El acoplamiento de expansión de la válvula principal debe someterse a pruebas de sellado en fábrica junto con la válvula principal.

#### 7.1.3 Requisitos para la prueba operativa de la válvula principal:

- a) Todas las pruebas eléctricas se realizarán para el gabinete de control eléctrico de la válvula principal en fábrica;
- b) las pruebas operativas de apertura/cierre se realizarán después de ensamblar la válvula principal. El proceso de apertura/cierre deberá ser fluido y libre de cualquier fenómeno de interferencia;
- c) después de la prueba, la válvula principal y sus accesorios se inspeccionarán cuidadosamente y estarán libres de cualquier fenómeno anormal como deformaciones permanentes dañinas y fugas.

**7.1.4** Requisitos para la prueba del servomotor de la válvula principal:

- a) Después del montaje, el servomotor se someterá a la prueba de estanqueidad a la presión. La presión de prueba será 1,5 veces la presión máxima de aceite soportada por la válvula principal operada en cualquier condición de trabajo y la duración será de 30 minutos;
- b) el sello del pistón del servomotor será sometido a la correspondiente prueba de estanqueidad. La presión de prueba será la presión máxima de aceite soportada por la válvula principal operada en cualquier condición de trabajo, y la duración será de 30 minutos; El sello del pistón debe estar libre de filtraciones o fugas de remojo.

**7.2 Pruebas del sitio**

**7.2.1** Si el disco de la válvula y la válvula de derivación se operan con la bomba de aceite cuando no hay agua en la tubería forzada, sus operaciones deben ser constantes y el tiempo de apertura/cierre debe cumplir con los requisitos de diseño. La desviación permitida de la posición real completamente abierta del disco de la válvula será de  $\pm 1^\circ$  y se registrará el valor mínimo de presión de aceite requerido para el funcionamiento.

**7.2.2** La válvula principal operada con contrapeso o aceite a presión del acumulador de presión, será sometida respectivamente a pruebas de funcionamiento de acuerdo con los requisitos de diseño cuando no haya agua en la tubería forzada o el agua esté quieta, y se registrará el tiempo de cierre de la válvula.

**7.2.3** Las tuberías de petróleo, aire y agua soldadas en el sitio serán sometidas a pruebas de presión hidráulica. La presión de prueba será 1,5 veces la presión nominal de la tubería correspondiente y la duración será de 30 min.

**7.2.4** Para la prueba de cierre en agua corriente en el sitio, se debe preparar el programa de prueba detallado para garantizar la seguridad. Después de la prueba, la válvula principal y sus accesorios se inspeccionarán detalladamente y estarán libres de daños perjudiciales.

**8 Aceptación y garantía**

**8.1 Inspección y aceptación**

**8.1.1** Los productos de válvulas principales, así como sus partes principales y el gabinete de control eléctrico, deberán pasar la inspección por parte del fabricante antes de ser entregados y deberán ir acompañados de los documentos pertinentes que acrediten la conformidad del producto.

**8.1.2** Se proporcionarán informes de pruebas no destructivas para las soldaduras principales de las piezas soldadas de la válvula principal realizadas en fábrica; Para las demás soldaduras se deberá proporcionar al menos el informe de inspección del aspecto de la soldadura.

**8.1.3** Los contenidos de prueba especificados en el contrato de pedido se completarán en fábrica y se proporcionarán los informes de prueba correspondientes para el cuerpo de la válvula principal, las piezas principales y el gabinete de control eléctrico.

## **8.2 Garantía de calidad/garantía del fabricante**

**8.2.1** Bajo la premisa de que el producto se almacene, instale y utilice correctamente, el periodo de garantía de calidad del producto será de un año después de la fecha en que se complete la operación de ensayo de 72 horas, o dos años después de la fecha de entrega del último lote de mercancías, o lo que ocurra antes.

**8.2.2** Dentro del período de aseguramiento/garantía de calidad, la fuga de agua de las válvulas principales en condiciones normales de servicio deberá cumplir con las disposiciones del contrato de pedido.

## **9 Placa de características, embalaje, transporte y almacenamiento**

### **9.1 Placa de identificación**

Cada producto deberá estar equipado con la placa de identificación del producto en una posición obvia. Sus principales contenidos incluirán:

- a) Nombre del producto;
- b) nombre del proveedor;
- c) modelo del producto;
- d) diámetro nominal;
- e) presión nominal;
- f) número de fábrica;
- g) fecha de producción.

### **9.2 Embalaje**

**9.2.1** Antes del embalaje se deberá realizar la siguiente preparación:



- a) Tome las medidas anticorrosión necesarias para la superficie acabada expuesta del producto;
- b) retire los componentes y medidores frágiles y sensibles a las vibraciones y embálelos por separado;
- c) fije las partes móviles del producto al cuerpo de la máquina;
- d) encuaderne la documentación técnica y las piezas de repuesto suministrados junto con el producto y luego fíjelos en las posiciones adecuadas.

**9.2.2** El embalaje, transporte y almacenamiento del producto deberá cumplir con las disposiciones pertinentes de la norma ISO 780.

**9.2.3** El contenedor de embalaje se fabricará según el plano de embalaje. Las marcas deberán cumplir con las disposiciones pertinentes de la norma ISO 780.

**9.2.4** El nombre y la cantidad que figuran en la lista de embalaje deberán ser coherentes con los objetos materiales y los dibujos del contenedor.

### **9.3 Transporte**

La válvula principal se transportará entera, si los límites de transporte lo permiten. El transporte y la manipulación se realizarán de acuerdo con las marcas en el contenedor de embalaje. El número de bultos, el número de cajas, las marcas, el tiempo de entrega y el número de tren serán notificados por el proveedor al usuario en el momento de la entrega.

### **9.4 Almacenamiento**

**9.4.1** Los productos se conservarán en almacenes libres de polvo y a prueba de lluvia, con una temperatura ambiente de -5 °C a +40 °C, una humedad relativa no superior al 85 % y sin ácidos, álcalis, sal ni gases corrosivos o explosivos ni campos electromagnéticos fuertes.

**9.4.2** A partir de la fecha de entrega por parte del proveedor, el proveedor deberá garantizar que el producto está libre de corrosión y reducción de precisión debido a un embalaje inadecuado dentro de 1 año en condiciones normales de almacenamiento.

## **10 Instalación y soldadura**

### **10.1 Requisitos generales para la instalación de la válvula principal:**

- a) La instalación se realizará en el sitio de construcción de acuerdo con los planos de diseño y los requisitos de los documentos técnicos pertinentes;
- b) el juego del rodamiento deberá cumplir con los requisitos de diseño;
- c) las superficies de unión del cuerpo de la válvula deben ser lisas y sin rebabas. El hueco deberá cumplir los siguientes requisitos:

- 1) La separación de la junta se inspeccionará con una galga de espesores de 0,05 mm y la galga no deberá atravesarla;
  - 2) los espacios locales son aceptables y cuando se inspecciona con una galga de espesores de 0,10 mm, la profundidad no excederá 1/3 del ancho de las superficies de unión y la longitud total no excederá el 20% del perímetro;
  - 3) no habrá espacios alrededor de los pernos y pasadores de montaje;
- d) cuando se instala la válvula principal, la línea central a lo largo de la dirección del flujo de agua se determinará de acuerdo con el centro real de la caja en espiral y la compuerta y la diferencia con la ubicación de diseño no será mayor de 3 mm; la desviación entre la línea central transversal de la válvula de mariposa y la válvula esférica (posiciones aguas arriba y aguas abajo) y la línea central diseñada no debe exceder los 10 mm; la horizontalidad y la perpendicularidad se medirán después de soldar la brida y su desviación permitida será de 1 mm/m;
- e) se debe reservar suficiente espacio entre el perno de base y el orificio del perno del cuerpo de la válvula principal en la dirección opuesta del acoplamiento de expansión, y su valor no debe ser menor que el espesor del material de sellado entre las bridas.

#### **10.2 Requisitos de instalación para la válvula de mariposa:**

- a) Con respecto a la válvula de mariposa con sellos dobles, la holgura entre el sello de reacondicionamiento y la carcasa de la válvula será uniforme cuando el disco de la válvula esté en la posición cerrada, y la desviación permitida será  $\pm 20\%$  del valor de holgura promedio real;
- b) si se utiliza el sello de caucho inflable, la holgura del sello de agua deberá cumplir con el requisito de diseño y la desviación permitida será  $\pm 20\%$  del valor de holgura de diseño cuando el disco de la válvula esté en la posición cerrada y el sello de agua de caucho no esté inflado. Bajo la presión del aire de funcionamiento, el sello de agua de goma no deberá tener espacio libre;
- c) los pernos de base del cuerpo de la válvula soportan todo el peso de la válvula principal y la fuerza y el torque generados durante el funcionamiento de la válvula principal. Se reservará un espacio de 30 mm a 50 mm a lo largo de la dirección axial de la válvula principal en el espacio entre los pernos de cimentación y los orificios.

#### **10.3 Requisitos de instalación para la válvula esférica:**

- a) El contacto de la superficie de sellado del sello de operación y el sello de revisión de la válvula esférica debe ser hermético. Cuando se inspecciona con una galga de espesores de 0,05 mm, la galga no debe pasar;
- b) la dimensión de recorrido y ajuste de la tapa del sello deberá cumplir con los requisitos de diseño, su recorrido real no deberá ser menor al 80% de su válvula de diseño y su acción deberá ser suave;
- c) la rotación de la válvula será suave y la holgura con respecto al componente fijo no será inferior a 2 mm;

- d) el espacio libre máximo entre la cubierta del sello y el anillo de sellado deberá ser menor que el recorrido real de la cubierta del sello;
- e) la válvula esférica se someterá a la prueba de estanqueidad a la presión después de su instalación en el sitio. Bajo la presión hidrostática máxima, la fuga de agua de los sellos delantero y trasero no excederá el valor permitido de diseño en un período de 30 minutos.

**10.4 Requisitos de instalación para la válvula de compuerta:**

- a) Antes de la instalación, es necesario inspeccionar si las especificaciones y el modelo son consistentes con el diseño; inspeccionar si los componentes de la válvula están intactos y si la superficie de sellado no está dañada;
- b) la desviación central de la válvula de compuerta no deberá ser superior a 3 mm y la instalación del mecanismo operativo deberá cumplir con los requisitos del fabricante y de diseño.

**10.5 Requisitos de instalación para el acoplamiento de expansión:**

- a) La holgura entre los manguitos interior y exterior del acoplamiento de expansión se ajustará para que sea uniforme y no se atasque; la desviación permitida del ancho de la ranura del sello será inferior a 2 mm;
- b) la distancia de expansión entre el acoplamiento de expansión y los manguitos interior/exterior deberá cumplir con los requisitos de diseño, su desviación permitida será de  $\pm 6$  mm y se considerará la dimensión de retracción de la soldadura del ajustador;
- c) el acoplamiento de expansión se conectará a la válvula principal con pernos de brida. El anillo de sellado se instalará en la junta de expansión y se presionará con el anillo de compresión para evitar fugas de agua de la junta de expansión.

**10.6 Requisitos de instalación y prueba para la válvula de derivación:**

Después de la instalación, la válvula de derivación se someterá a la prueba de estanqueidad junto con la tubería de derivación.

**10.7 Requisitos de instalación para el mecanismo operativo:**

- a) La instalación del dispositivo de presión de aceite deberá cumplir con los requisitos de diseño;
- b) la instalación del servomotor que acciona la válvula principal deberá cumplir con los requisitos de diseño. Además, la instalación de la placa de cimentación y la base del servomotor de tipo oscilante se determinará de acuerdo con la posición real del orificio del pasador de conexión del brazo del cigüeñal cuando el disco/rotor de la válvula esté en la posición completamente cerrada; la desviación posicional de la placa de cimentación no deberá ser superior a 3 mm. Después de la instalación, la desviación horizontal o vertical del servomotor no deberá ser superior a 1 mm/m, la desviación permitida de la elevación de la base será de  $\pm 1,5$  mm y la conexión del eje del pasador deberá ser flexible.

**10.8 Requisitos de soldadura en el sitio para las válvulas principales:**

- a) Con respecto al acoplamiento de expansión y la tubería de conexión soldada a la carcasa de la turbina y a la compuerta en sitio, se deberá evitar la deformación por soldadura durante el proceso de soldadura para asegurar la perpendicularidad de la superficie de la brida y la coaxialidad con la línea central de la tubería principal. válvula;
- b) el espacio libre alrededor del acoplamiento de expansión deberá ser uniforme. Después de soldar, se debe inspeccionar la distancia de expansión del acoplamiento de expansión; su desviación no debe exceder el  $\pm 15\%$  de la válvula de expansión de diseño.

**11 Funcionamiento y mantenimiento**

**11.1** Antes de llenar con agua el sistema de desviación de agua/cámara de carga de la central hidroeléctrica por primera vez, los materiales diversos en el sistema de desviación de agua se deben limpiar a fondo para evitar que dichos materiales dañen las válvulas principales.

**11.2** Para evitar daños a la válvula principal causados por el llenado de agua, se debe realizar un llenado lento con flujo ligero en las centrales eléctricas con una cabeza hidráulica y en las centrales eléctricas de tubería forzada larga. En el proceso de llenado de agua, se inspeccionará de cerca la situación de la válvula principal. En caso de cualquier situación anormal, se deberá detener inmediatamente el llenado de agua para su inspección y tratamiento. La prueba de llenado de agua no pudo continuar hasta que se hayan solucionado todos los problemas.

**11.3** La operación y el mantenimiento diario de la válvula principal se realizarán de acuerdo con los documentos técnicos pertinentes y los procedimientos de operación automática. Los equipos principales y accesorios de la válvula principal deberán recibir mantenimiento periódico.

**11.4** Para la válvula principal equipada con el dispositivo de bloqueo mecánico manual, verifique si el dispositivo de bloqueo mecánico manual se ha puesto en funcionamiento antes de revisar la unidad. Verifique si el dispositivo de bloqueo mecánico manual se retira antes de abrir la válvula principal una vez completada la revisión.

**11.5** Para las centrales eléctricas con mucho sedimento y condiciones de operación duras, se debe prestar atención al mantenimiento y reparación de la válvula principal.

**Apéndice A**  
**(Normativo)**

**Piezas de repuesto para las válvulas principales.**

Tabla A.1 Piezas de repuesto para las válvulas principales

Unidad: establecer

N.º	Nombre de las piezas de repuesto	Cantidad		Observaciones
		1-2 unidades	3 unidades o más	
1	Junta tórica de varias especificaciones	1	2	
2	Empaquetadura del diario del disco de válvula	1	2	
3	Juntas circunferenciales del disco de válvula	1	2	Solo limitado a la válvula de mariposa
4	Juntas en el anillo de sellado móvil	1	2	
5	Sello del pistón del servomotor	1	2	
6	Junta del vástago del pistón del servomotor	1	2	
7	Sello del acoplamiento de expansión	1	2	
8	Anillo de sellado fijo y anillo de sellado móvil	1	1	
9	Clave dividida o pin	1	1	
10	Manga del eje de las distintas especificaciones	1	2	
11	Casquillos de rodamiento de varias especificaciones	1	2	En el eje de la válvula
12	Resortes de varias especificaciones	1	2	
13	Interruptor de viaje	1	2	