

Mayo 2004

### TÍTULO

**Calderas pirotubulares**

**Parte 10: Requisitos para la calidad del agua de alimentación y del agua de la caldera**

*Shell boilers. Part 10: Requirements for feedwater and boiler water quality.*

*Chaudières à tubes à fumée - Partie 10 : Exigences relatives à la qualité de l'eau d'alimentation et de l'eau en chaudière.*

### CORRESPONDENCIA

Esta norma es la versión oficial, en español, de la Norma Europea EN 12953-10 de septiembre de 2003.

### OBSERVACIONES

Esta norma, junto con la Norma UNE-EN 12952-12 de mayo de 2004, anula y sustituye a la Norma UNE 9075 de octubre de 1992.

### ANTECEDENTES

Esta norma ha sido elaborada por el comité técnico AEN/CTN 9 *Equipos a Presión: Calderas* cuya Secretaría desempeña SERCOBE.

Editada e impresa por AENOR  
Depósito legal: M 21698:2004

© AENOR 2004  
Reproducción prohibida

LAS OBSERVACIONES A ESTE DOCUMENTO HAN DE DIRIGIRSE A:

**AENOR**

C Génova, 6  
28004 MADRID-España

Asociación Española de  
Normalización y Certificación

Teléfono 91 432 60 00  
Fax 91 310 40 32

17 Páginas

**Grupo 13**



ICS 13.060.25; 27.060.30; 27.100

Versión en español

**Calderas piro-tubulares**  
**Parte 10: Requisitos para la calidad del agua de alimentación**  
**y del agua de la caldera**

**Shell boilers. Part 10: Requirements for feedwater and boiler water quality.**

**Chaudières à tubes à fumée - Partie 10 : Exigences relatives à la qualité de l'eau d'alimentation et de l'eau en chaudière.**

**Großwasserraumkessel. Teil 10: Anforderungen an die Speisewasser- und Kesselwasserqualität.**

Esta norma europea ha sido aprobada por CEN el 2003-08-04. Los miembros de CEN están sometidos al Reglamento Interior de CEN/CENELEC que define las condiciones dentro de las cuales debe adoptarse, sin modificación, la norma europea como norma nacional.

Las correspondientes listas actualizadas y las referencias bibliográficas relativas a estas normas nacionales, pueden obtenerse en la Secretaría Central de CEN, o a través de sus miembros.

Esta norma europea existe en tres versiones oficiales (alemán, francés e inglés). Una versión en otra lengua realizada bajo la responsabilidad de un miembro de CEN en su idioma nacional, y notificada a la Secretaría Central, tiene el mismo rango que aquéllas.

Los miembros de CEN son los organismos nacionales de normalización de los países siguientes: Alemania, Austria, Bélgica, Dinamarca, Eslovaquia, España, Finlandia, Francia, Grecia, Hungría, Irlanda, Islandia, Italia, Luxemburgo, Malta, Noruega, Países Bajos, Portugal, Reino Unido, República Checa, Suecia y Suiza.

**CEN**  
**COMITÉ EUROPEO DE NORMALIZACIÓN**  
European Committee for Standardization  
Comité Européen de Normalisation  
Europäisches Komitee für Normung  
**SECRETARÍA CENTRAL: Rue de Stassart, 36 B-1050 Bruxelles**

© 2003 Derechos de reproducción reservados a los Miembros de CEN.

## ÍNDICE

	Página
<b>ANTECEDENTES.....</b>	<b>5</b>
<b>1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN .....</b>	<b>6</b>
<b>2 NORMAS PARA CONSULTA.....</b>	<b>6</b>
<b>3 TÉRMINOS Y DEFINICIONES.....</b>	<b>7</b>
<b>4 ACONDICIONAMIENTO.....</b>	<b>7</b>
<b>5 REQUISITOS.....</b>	<b>8</b>
<b>6 ENSAYO DE LA COMPOSICIÓN QUÍMICA .....</b>	<b>12</b>
<b>6.1 Generalidades.....</b>	<b>12</b>
<b>6.2 Muestreo .....</b>	<b>13</b>
<b>6.3 Puntos de muestreo .....</b>	<b>13</b>
<b>7 ANÁLISIS.....</b>	<b>13</b>
<b>7.1 Generalidades.....</b>	<b>13</b>
<b>7.2 Criterios visuales.....</b>	<b>13</b>
<b>7.3 Métodos de análisis .....</b>	<b>13</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>15</b>

## ANTECEDENTES

Esta Norma Europea EN 12953-10:2003 ha sido elaborada por el Comité Técnico CEN/TC 269 *Calderas pirotubulares y acuotubulares*, cuya Secretaría desempeña DIN.

Esta norma europea debe recibir el rango de norma nacional mediante la publicación de un texto idéntico a la misma o mediante ratificación antes de finales de marzo de 2004, y todas las normas nacionales técnicamente divergentes deben anularse antes de finales de marzo de 2004.

La serie de Normas Europeas EN 12953 relativas a calderas pirotubulares consta de las partes siguientes:

*Parte 1: Generalidades.*

*Parte 2: Materiales para las partes a presión de las calderas y accesorios.*

*Parte 3: Diseño y cálculo de las partes a presión.*

*Parte 4: Ejecución y construcción de las partes a presión de la caldera.*

*Parte 5: Inspección durante la construcción, documentación y marcado de las partes a presión de la caldera.*

*Parte 6: Requisitos para el equipo de la caldera.*

*Parte 7: Requisitos para los sistemas de encendido de combustibles líquidos y gaseosos para la caldera.*

*Parte 8: Requisitos de seguridad contra la presión excesiva.*

*Parte 9: Requisitos para los dispositivos de limitadores y los circuitos de seguridad de la caldera y sus accesorios.*

*Parte 10: Requisitos para la calidad del agua de alimentación y del agua de la caldera.*

*Parte 11: Ensayos de recepción.*

*Parte 12: Requisitos para los equipos de combustión con parrilla para combustibles sólidos de la caldera.*

*Parte 13: Instrucciones de funcionamiento.*

*CR 12953 Parte 14: Directrices para la intervención de un organismo de inspección independiente del fabricante (TR).*

De acuerdo con el Reglamento Interior de CEN/CENELEC, están obligados a adoptar esta norma europea los organismos de normalización de los siguientes países: Alemania, Austria, Bélgica, Dinamarca, Eslovaquia, España, Finlandia, Francia, Grecia, Hungría, Irlanda, Islandia, Italia, Luxemburgo, Malta, Noruega, Países Bajos, Portugal, Reino Unido, República Checa, Suecia y Suiza.

## 1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

Esta parte de esta norma europea se aplica a todas las calderas pirotubulares definidas en la Norma EN 12953-1, que se calientan por la combustión de uno o más combustibles o por gases calientes, para la generación de vapor y/o de agua caliente.

Esta parte de esta norma europea es aplicable a aquellos componentes situados entre la entrada del agua de alimentación y la salida del vapor del generador de vapor. La calidad del vapor producido está fuera del objeto y campo de aplicación de esta norma.

Esta parte de esta norma europea tiene por objeto asegurar que la caldera puede operarse para minimizar el riesgo para el personal, para la propia caldera y para los componentes de la instalación asociados y situados cerca de la misma.

NOTA 1 – Esta parte de esta norma europea no tiene por objeto lograr un funcionamiento económicamente óptimo. Para ciertos fines, será más apropiado optimizar las características químicas para:

- aumentar el rendimiento térmico;
- aumentar la disponibilidad y la fiabilidad de la instalación;
- aumentar la pureza del vapor;
- reducir los costes o gastos de mantenimiento - reparaciones, limpieza química, etc.

Esta parte de esta norma europea establece unos requisitos mínimos para los tipos específicos de agua, para reducir el riesgo de corrosión, de precipitación de lodos o de formación de depósitos que puedan desembocar en cualquier daño o en otros problemas de funcionamiento.

NOTA 2 – Esta parte de esta norma europea se ha preparado sobre la hipótesis de que el usuario de esta norma europea posee un conocimiento suficiente de la construcción y del funcionamiento de la caldera, así como una estimación adecuada de la química del agua y del vapor.

## 2 NORMAS PARA CONSULTA

Esta norma europea incorpora disposiciones de otras publicaciones por su referencia, con o sin fecha. Estas referencias normativas se citan en los lugares apropiados del texto de la norma y se relacionan a continuación. Para las referencias con fecha, no son aplicables las revisiones o modificaciones posteriores de ninguna de las publicaciones. Para las referencias sin fecha, se aplica la edición en vigor del documento normativo al que se haga referencia (incluyendo sus modificaciones).

EN 12953-1:2001 – *Calderas pirotubulares. Parte 1: Generalidades.*

EN ISO 9963-1 – *Calidad del agua. Determinación de la alcalinidad. Parte 1: Determinación de la alcalinidad total y compuesta (ISO 9963-1:1994).*

ISO 5667-1 – *Calidad del agua. Muestreo. Parte 1: Guía para el diseño de los programas de muestreo.*

ISO 5667-3 – *Calidad del agua. Muestreo. Parte 3: Guía para la conservación y la manipulación de muestras.*

ISO 5814 – *Calidad del agua. Determinación del oxígeno disuelto. Método electroquímico.*

ISO 6059 – *Calidad del agua. Determinación de la suma de calcio y magnesio. Método titrimétrico EDTA.*

ISO 6332 – *Calidad del agua. Determinación del hierro. Método espectrométrico utilizando 1,10-fenantrolina.*

ISO 6878 – *Calidad del agua. Determinación espectrométrica del fósforo utilizando molibdato amónico.*

ISO 7888 – *Calidad del agua. Determinación de la conductividad eléctrica.*

ISO 8245 – *Calidad del agua. Directrices para la determinación del carbono orgánico total (COT) y del carbono orgánico disuelto (COD).*

ISO 8288 – *Calidad del agua. Determinación del cobalto, níquel, cobre, cinc, cadmio y plomo. Métodos espectrométricos de absorción atómica de llama.*

ISO 9964-1 – *Calidad del agua. Determinación de sodio y de potasio. Parte 1: Determinación del sodio por espectrometría de absorción atómica.*

ISO 9964-2 – *Calidad del agua. Determinación de sodio y de potasio. Parte 2: Determinación del potasio por espectrometría de absorción atómica.*

ISO 10523 – *Calidad del agua. Determinación del pH.*

### 3 TÉRMINOS Y DEFINICIONES

Para los fines de esa norma europea, se aplican los términos y las definiciones dados en la Norma EN 12952-1:2001 junto con los siguientes:

**3.1 conductividad directa:** Conductividad del agua medida directamente.

**3.2 conductividad ácida:** Conductividad del agua, medida en forma de concentración de iones de hidrógeno, que fluye continuamente aguas abajo de un intercambiador catiónico fuertemente ácido.

**3.3 agua de relleno:** Agua que compensa las pérdidas de agua y de vapor del sistema.

**3.4 agua de alimentación:** Mezcla de condensados retornados y/o de agua de relleno alimentada en la entrada de la caldera.

**3.5 agua de alimentación desmineralizada:** Agua con un contenido de electrolito acorde con una conductividad ácida  $< 0,2 \mu\text{S} / \text{cm}$  y un contenido de sílice ( $\text{SiO}_2$ )  $< 0,02 \text{ mg/l}$ .

**3.6 agua de caldera:** Agua dentro de una caldera de circulación natural o asistida.

**3.7 agua de pulverización del desrecalentador:** Agua que se inyecta para controlar la temperatura del vapor.

### 4 ACONDICIONAMIENTO

Ciertas características de calidad del agua de alimentación y del agua de caldera deben mejorarse mediante el tratamiento con productos químicos.

Este acondicionamiento puede contribuir:

- a apoyar la formación de capas de magnetita y/o de otras capas de óxido protectoras;
- a minimizar la corrosión mediante la optimización del valor del pH;
- a estabilizar la dureza y a evitar y minimizar la formación de incrustaciones;
- a efectuar una reducción del oxígeno químico;
- a desarrollar recubrimientos especiales con efecto de protección mediante la formación de películas sobre las superficies metálicas.

Los agentes de acondicionamiento inorgánicos convencionales incluyen, por ejemplo, los hidróxidos sódico y potásico, el fosfato sódico, el sulfito sódico, el amoniaco y la hidracina.

NOTA 1 – El empleo de alguno de estos productos químicos puede estar restringido o limitado en algunos países.

Sin embargo, los agentes de acondicionamiento de base orgánica se han estado utilizando muchos años hasta ahora. Si se utilizan agentes de acondicionamiento de base orgánica, las cantidades y los métodos utilizables así como el método de análisis deben estar especificados por el suministrador de los productos químicos.

NOTA 2 – La geometría de las calderas piro-tubulares puede dar lugar a tensiones y/o a grietas, por ejemplo, en las uniones de tubos de humos laminados o soldados a chapas tubulares. Debido a la evaporación, tendrá lugar una concentración de ingredientes no volátiles del agua de caldera disueltos (sales, agentes de acondicionamiento sólidos). En tales condiciones, puede tener lugar una concentración local de álcalis que provocaría una corrosión por tensión. Por tanto, con agua de alimentación casi no regulada, de conductividad  $< 30 \mu\text{S/cm}$ , la alcalinización con hidróxido sódico es admisible si el intervalo de pH recomendado no puede obtenerse únicamente con fosfato sódico. En este caso, el valor del pH tendrá variaciones rápidas con el nivel bajo de hidróxido sódico.

## 5 REQUISITOS

**5.1** Los valores de las concentraciones más altas admisibles de un cierto número de impurezas y de las concentraciones máxima y mínima de agentes químicos que se añaden con el fin de minimizar la corrosión, la formación de lodos y los depósitos, deben estar de acuerdo con las tablas 5-1 y 5-2 y con las figuras 5-1 y 5-2.



**Tablas 5-1**  
**Agua de alimentación para calderas de vapor (excepto el agua de pulverización del desrecalentador) y calderas de agua caliente**

Parámetro	Unidades	Agua de alimentación para calderas de vapor		Agua de relleno para calderas de agua caliente
		> 0,5 a 20	> 20	intervalo total
Presión de servicio	bar (= 0,1 MPa)	> 0,5 a 20	> 20	intervalo total
Apariencia	–	clara, libre de sólidos en suspensión		
Conductividad directa a 25 °C	μS/cm	no especificada, sólo hay valores guía correspondientes al agua de caldera, véase la tabla 5.2		
Valor del pH a 25 °C <sup>a</sup>	–	> 9,2 <sup>b</sup>	> 9,2 <sup>b</sup>	> 7,0
Dureza total (Ca + Mg)	mmol/l	< 0,01 <sup>c</sup>	< 0,01	< 0,05
Concentración de hierro (Fe)	mg/l	< 0,3	< 0,1	< 0,2
Concentración de cobre (Cu)	mg/l	< 0,05	< 0,03	< 0,1
Concentración de sílice (SiO <sub>2</sub> )	mg/l	no especificada, sólo hay valores guía correspondientes al agua de caldera, véase la tabla 5.2		–
Concentración de oxígeno (O <sub>2</sub> )	mg/l	< 0,05 <sup>d</sup>	< 0,02	–
Concentración de aceite/grasa (véase la Norma EN 12953-6)	mg/l	< 1	< 1	< 1
Concentración de sustancias orgánicas (como COT)	–	véase nota <sup>e</sup> al pie de tabla		

<sup>a</sup> Con aleaciones de cobre en el sistema, el valor del pH debe mantenerse en el intervalo 8,7 a 9,2.

<sup>b</sup> Con agua ablandada de valor de pH > 7,0 debería considerarse el valor del pH del agua de caldera de acuerdo con la tabla 5-2.

<sup>c</sup> A presión de servicio < 1 bar debe ser aceptable una dureza total máxima de 0,05 m mol/l.

<sup>d</sup> En lugar de observar este valor, en funcionamiento intermitente o en funcionamiento sin desaireador, deben utilizarse agentes que forman película y/o un exceso de reductor de oxígeno.

<sup>e</sup> Las sustancias orgánicas son generalmente una mezcla de varios compuestos diferentes. La composición de tales mezclas y el comportamiento de sus componentes individuales en las condiciones de funcionamiento de la caldera son difíciles de predecir. Las sustancias orgánicas pueden descomponerse para formar ácido carbónico u otros productos de descomposición ácida que aumentarán la conductividad ácida y causarán corrosión o depósitos. Esto puede llevar también a la formación de espuma y/o de arrastres de agua con el vapor que deben mantenerse tan bajos como sea posible.

**Tabla 5-2**  
**Agua de la caldera para calderas de vapor y calderas de agua caliente**

Parámetro	Unidad	Agua de la caldera para calderas de vapor que utilizan			Agua de la caldera para calderas de agua caliente
		Agua de alimentación de conductividad directa >30 µS/cm		Agua de alimentación de conductividad directa ≤ 30 µS/cm	
Presión de servicio	bar (= 0,1 MPa)	> 0,5 a 20	> 20	> 0,5	intervalo total
Apariencia	–	clara, sin espuma estable			
Conductividad directa a 25 °C	µS/cm	< 6 000 <sup>a</sup>	véase la figura 5-1 <sup>a</sup>	< 1 500	< 1 500
Valor del pH a 25 °C	–	10,5 a 12,0	10,5 a 11,8	10,0 a 11,0 <sup>b, c</sup>	9,0 a 11,5 <sup>d</sup>
Alcalinidad compuesta	mmol/l	1 a 15 <sup>a</sup>	1 a 10 <sup>a</sup>	0,1 a 1,0 <sup>c</sup>	< 5
Concentración de sílice (SiO <sub>2</sub> )	mg/l	dependiente de la presión, de acuerdo con la figura 5-2			–
Fosfato (PO <sub>4</sub> ) <sup>e</sup>	mg/l	10 a 30	10 a 30	6 a 15	–
Sustancias orgánicas	–	véase la nota <sup>f</sup> al pie de tabla			–

<sup>a</sup> Con recalentador se considera como valor máximo el 50% del valor más alto indicado.

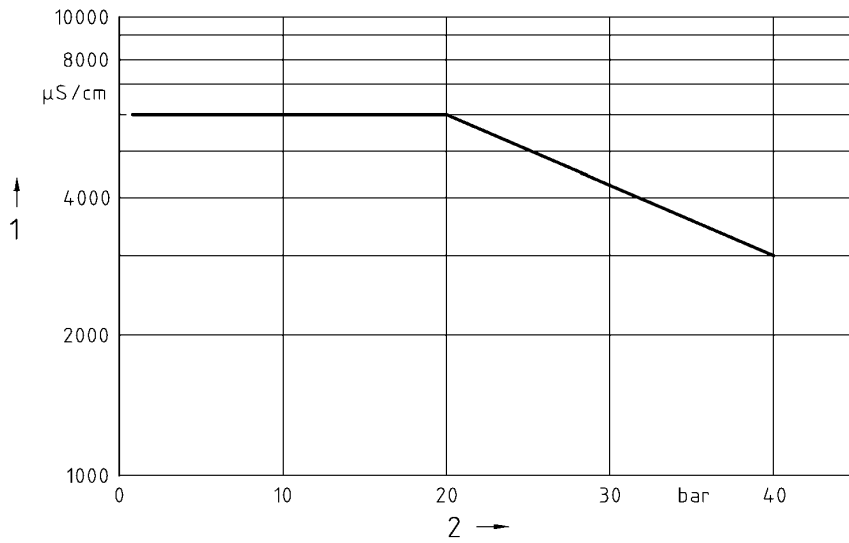
<sup>b</sup> El ajuste del pH básico se hace por inyección de Na<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>, y una inyección adicional de Na OH sólo si es el valor del pH < 10.

<sup>c</sup> Si la conductividad ácida del agua de alimentación de la caldera es < 0,2 µS/cm, y si su concentración de Na + K es < 0,010 mg/l, no es necesaria la inyección de fosfato. Alternativamente puede aplicarse AVT (tratamiento totalmente volátil, agua de alimentación con pH ≥ 9,2 y agua de la caldera con pH ≥ 8,0) cuando la conductividad ácida del agua de la caldera es < 5 µS/cm.

<sup>d</sup> Si en el sistema hay presentes materiales no ferrosos, por ejemplo, aluminio, puede requerir un valor inferior del pH y de la conductividad directa; sin embargo, la protección de la caldera tiene prioridad.

<sup>e</sup> Si se utiliza un tratamiento de fosfato coordinado; considerando todos los demás valores, son aceptables concentraciones de PO<sub>4</sub> más altas (véase también el capítulo 4).

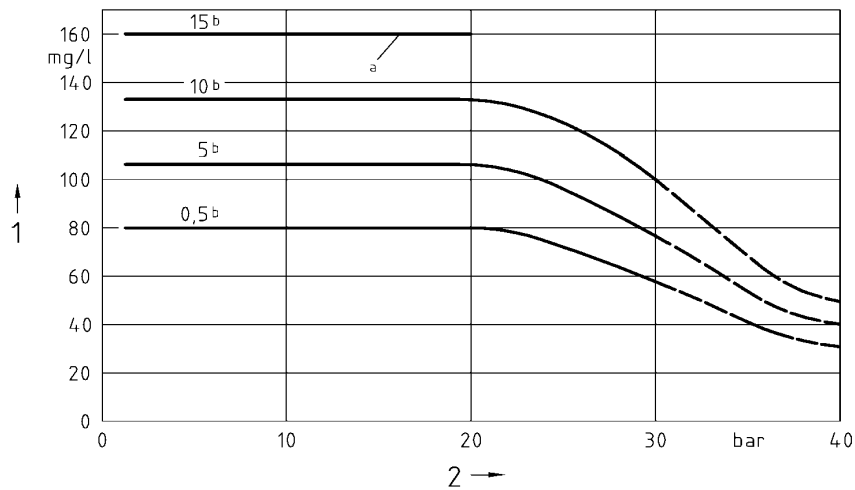
<sup>f</sup> Véase <sup>e</sup> en la tabla 5-1.



**Leyenda**

- 1 Conductividad directa
- 2 Presión de servicio

**Fig. 5-1 – Conductividad directa máxima admisible del agua de la caldera en función de la presión; conductividad directa del agua de alimentación > 30 µS/cm**



**Leyenda**

- 1 Contenido máximo de sílice
- 2 Presión de servicio

- a) Este nivel de alcalinidad no es admisible a presión > 20 bar
- b) Alcalinidad en mmol/l

**Fig. 5-2 – Contenido de sílice máximo admisible (SiO<sub>2</sub>) del agua de la caldera en función de la presión**

**5.2** Las condiciones de funcionamiento de una caldera y/o la elección de ciertos materiales o un diseño especial pueden originar una limitación adicional para algunos de los parámetros especificados en las tablas o requerir consejo de un especialista para ajustar los nuevos parámetros de control.

Tales consideraciones especiales incluyen:

- grietas y/o límites de separación de fase sometidos a flujo térmico;
- funcionamiento a presiones muy inferiores a la presión de diseño;
- materiales distintos de los aceros al carbono, por ejemplo, acero inoxidable.

El agua de pulverización del desrecalentador para el control de la temperatura del vapor debe ser agua desmineralizada y/o condensados sin contaminar dosificados únicamente con agentes químicos volátiles. La calidad requerida para el vapor no debe verse afectada negativamente.

El uso al que se destinará el agua calentada o el vapor debe necesitar limitaciones de calidad adicionales. Si se aplica, por ejemplo, en la industria alimentaria o farmacéutica o para alimentar turbinas de vapor, pueden ser necesarios requisitos especiales para la calidad el vapor. Deben cumplirse los requisitos más estrictos de la aplicación individual.

**5.3** Los valores fijados deben aplicarse para el funcionamiento continuo. Durante el arranque, la parada o los cambios importantes de funcionamiento, algunos valores pueden desviarse del valor normal durante un breve periodo de tiempo y hasta un alcance limitado dependiendo de los parámetros de funcionamiento y del tipo de caldera. El fabricante debe especificar el alcance o magnitud de cualquier desviación posible.

Los valores deben llevarse dentro de los límites de funcionamiento continuo tan pronto como sea posible.

Cuando los valores especificados se desvían durante el funcionamiento continuo, esto puede deberse a:

- un tratamiento defectuoso del agua de relleno;
- un acondicionamiento insuficiente del agua de alimentación;
- contaminación del agua originada por la entrada de fugas de impurezas procedentes de otros sistemas, por ejemplo, condensadores, intercambiadores de calor;
- corrosión de ciertas partes de la instalación.

Para garantizar un funcionamiento correcto deben hacerse inmediatamente las modificaciones apropiadas. Por ejemplo, los condensados reciclados para la alimentación no deben afectar negativamente la calidad del agua de alimentación y deben ser purificados, si es necesario.

La composición química del agua de caldera en las calderas de tambor (calderín) puede controlarse dosificando los productos químicos de acondicionamiento así como por la purga continua o intermitente de una proporción del volumen de agua, que debe hacerse de tal manera que puedan eliminarse ambas impurezas: las disueltas y las que están en suspensión.

## **6 ENSAYO DE LA COMPOSICIÓN QUÍMICA**

### **6.1 Generalidades**

Para garantizar que prevalecen las condiciones químicas apropiadas, los parámetros de la calidad deben comprobarse periódica y/o continuamente.

El agua de pulverización del desrecalentador, el agua de alimentación y el agua de caldera en las calderas de vapor y el agua de caldera en las calderas de agua caliente deben comprobarse en lo que respecta a los parámetros correspondientes, tales como pH, conductividad directa, conductividad ácida, dureza y oxígeno o reducción de oxígeno.

El fabricante de la caldera debe especificar la frecuencia de tales ensayos en las instrucciones de funcionamiento.

NOTA – Si se utilizan analizadores fiables de registro continuo puede reducirse la frecuencia de las comprobaciones manuales de la calidad del agua.

## 6.2 Muestreo

El muestreo del agua y del vapor del sistema de caldera debe realizarse de acuerdo con la Norma ISO 5667-1 y la preparación y manipulación de las muestras de acuerdo con la Norma ISO 5667-3.

## 6.3 Puntos de muestreo

Los puntos de toma de muestras deben situarse en emplazamientos representativos del sistema.

Emplazamientos típicos de puntos de muestreo son:

- agua de alimentación de la válvula de entrada;
- agua de caldera de un tubo de descenso o de una línea de purga continua;
- agua de relleno aguas debajo de la instalación de tratamiento del agua de relleno o de los tanques de almacenamiento;
- condensados de la salida del condensador, si lo hay; en caso contrario, el condensado debe muestrearse en un punto lo más próximo que sea posible al tanque de alimentación.

## 7 ANÁLISIS

### 7.1 Generalidades

La prueba de que se cumplen los valores que se dan en las tablas 5.1 a 5.2 debe proporcionarse de acuerdo con procedimientos escritos que aplican los métodos de análisis descritos en el apartado 7.3, cuando sea posible.

Si los análisis se realizan de acuerdo con otras normas o por métodos indirectos, deben hacerse las calibraciones para dichos métodos.

NOTA 1 – En algunos tipos de agua, la cantidad de materia disuelta puede estimarse a partir de la conductividad. Para el agua totalmente desmineralizada, es posible obtener un valor del pH a partir de la correlación entre las conductividades directa y ácida.

NOTA 2 – Preferentemente, deberían instalarse monitores de funcionamiento continuo para los parámetros principales. Las comprobaciones periódicas de laboratorio son esenciales y, en ocasiones, constituyen el único ensayo posible.

### 7.2 Criterios visuales

Los cambios en la apariencia o aspecto del agua en relación con los sólidos en suspensión, color o espuma pueden indicar que se han producido cambios incontrolados o que están a punto de ocurrir en la instalación.

### 7.3 Métodos de análisis

La comprobación de los parámetros debe hacerse de acuerdo con las normas siguientes, cuando sea aplicable:

Capacidad ácida

EN ISO 9963-1

Conductividad	ISO 7888
Cobre	ISO 8288
Hierro	ISO 6332
Oxígeno	ISO 5814
pH	ISO 10523
Fosfato	ISO 6878-1
Potasio	ISO 9964-2
Sílice	1)
Sodio	ISO 9964-1
COT <sup>2)</sup>	ISO 8245
Dureza total como Ca + Mg	ISO 6059

La conductividad ácida debe medirse en forma de concentración de iones hidrógeno de forma continua, de la misma manera que la conductividad después de que la muestra haya pasado a través de un intercambiador catiónico fuertemente ácido con un volumen de, al menos, 1,5 l. El intercambiador debe estar situado en un cilindro con una relación diámetro-altura de 1:3 o inferior y con el medio intercambiador ocupando, al menos, tres cuartos de cilindro. El intercambiador de iones debe regenerarse cuando se ha vaciado en sus dos terceras partes; esto puede verse utilizando un intercambiador con un indicador de color y un cilindro transparente.

---

1) Hasta ahora no se dispone de norma europea o internacional correspondiente; véase por ejemplo la Norma DIN 38405-21 Métodos normalizados alemanes para el examen del agua, agua residual y lodos; aniones (grupo D); determinación del silicato disuelto por espectrometría, (D 21).  
2) Alternativamente, la determinación del índice de permanganato de acuerdo con la Norma ISO 8467 puede medirse si se han especificado los valores.

### **BIBLIOGRAFÍA**

- [1] Directiva 97/23/CEE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 29 de Mayo de 1997, relativa a la aproximación de las legislaciones de los estados miembros sobre equipos a presión OJEC, L181.

EN 12953-6 – *Calderas pirotubulares. Parte 6: Requisitos para el equipo de la caldera.*





**ANEXO NACIONAL** (Informativo)

Las normas europeas o internacionales que se relacionan a continuación, citadas en esta norma, han sido incorporadas al cuerpo normativo UNE con los códigos siguientes:

<b>Norma Europea/Norma Internacional</b>	<b>Norma UNE</b>
EN 12953-1:2002	UNE-EN 12953-1:2003
EN 12953-6	UNE-EN 12953-6
EN ISO 9963-1	UNE-EN ISO 9963-1
ISO 5667-1:1980	UNE-EN 25667-1:1995
ISO 5667-3:1994	UNE-EN ISO 5667-3:1996
ISO 5814:1990	UNE-EN 25814:1994
ISO 7888:1985	UNE-EN 27888:1994

---

---

**AENOR** Asociación Española de  
Normalización y Certificación

Dirección C Génova, 6  
28004 MADRID-España

Teléfono 91 432 60 00

Fax 91 310 40 32

**AENOR AUTORIZA EL USO DE ESTE DOCUMENTO A ADIQUIMICA S.A.**