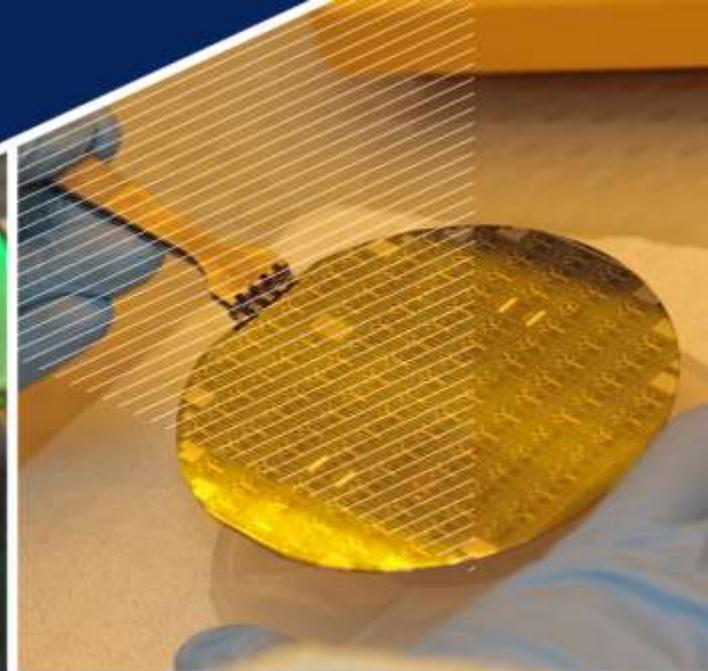




INTI



Planificación de inspecciones en calderas humotubulares

Alejandro Dominguez



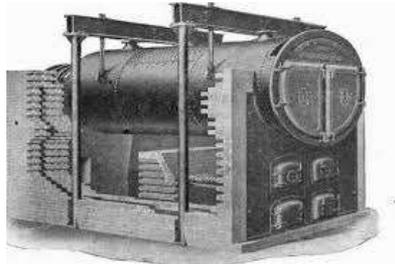
Presidencia
de la Nación

Ministerio de
Producción

Introducción

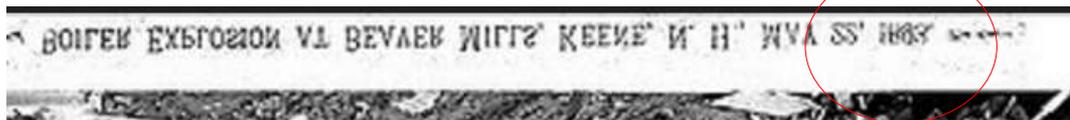
Las calderas permitieron el progreso industrial en el siglo 19, al proveer potencia por medio de vapor a barcos, locomotoras y servir como los impulsores principales en acerías, fábricas y aserraderos.

Desde mediados hasta finales de los 1800 vieron una rápida expansión en la utilización de calderas y un crecimiento de su capacidad. En 1890 habían cerca de 100.000 calderas comerciales en servicio en EEUU.



Introducción

No existían en ese tiempo reglas ni lineamientos que cubriesen el diseño, fabricación y operación de calderas, y las fallas e incidentes eran comunes.



Aftermath of boiler explosion at Rose Bank Bleachworks, Ramsbottom, Lancashire, 7th April 1873, none killed: *Helmsshore Local History Society*

Introducción

En las décadas siguientes hubieron miles de explosiones de calderas, varias con consecuencias importantes para la vida y las propiedades (hasta 50.000 muertes por año). Hasta el año 1911 no se pudo encontrar una solución viable a esa situación.



Boiler explosion at Beaver Mills, Keene, New Hampshire, USA.
22nd May 1893

Introducción

Un pequeño comité de voluntarios de la industria produjo la primera edición del código ASME de calderas, reglas para la construcción de calderas fijas y para la presión de trabajo admisible.

Esta publicación, del año 1914, evolucionó en el código ASME de calderas y recipientes a presión, el cual actualmente comprende calderas industriales y residenciales, así como también componentes de reactores nucleares, tanques de transporte y otros tipos de recipientes a presión.

Introducción

Si bien el código proporcionaba una referencia sólida de estándares de construcción, le faltaba un componente fundamental: la autoridad para regular. Esto **se complicaba por la existencia de jurisdicciones locales y estatales las cuales tenían sus propias reglas y reglamentaciones**. El resultado fue un trabajo confuso sin fundamento ni consistencia.

Introducción

El 2 de diciembre de 1919, el inspector jefe de Ohio Carl Myers convocó a una reunión con inspectores jefes de otras jurisdicciones para discutir la creación de un consejo de representantes de inspectores de cada una de las jurisdicciones existentes. Ese fue el origen de la Junta Nacional de Inspectores de Calderas y Recipientes a Presión (National Board) de USA y Canadá

Introducción

Una vez implementado el Código ASME y sus sistema asociado, el número de explosiones de calderas disminuyó continuamente, aun con incrementos importantes en la presión de operación.

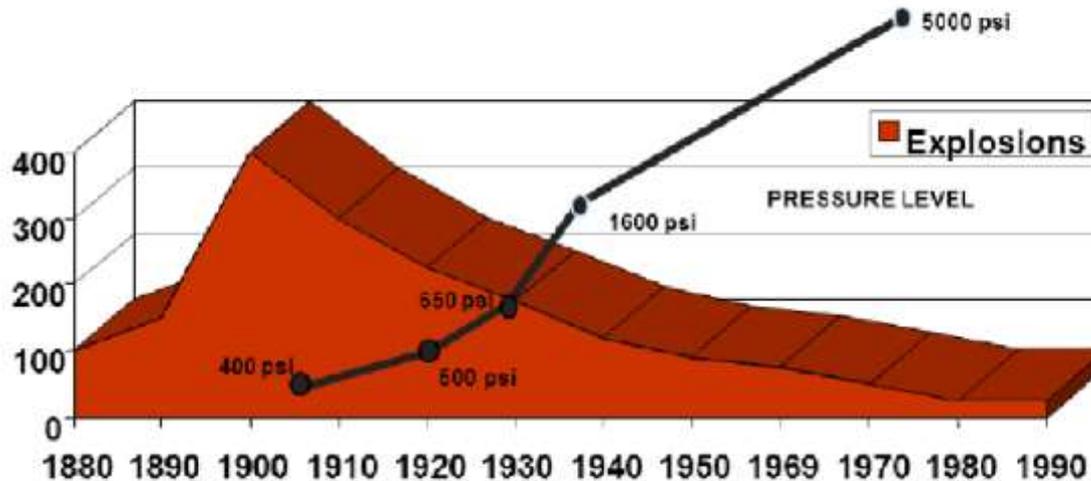


Figure 2 – Boiler Explosion Trends in the U.S.¹

Introducción

Caldera destruida al producirse una explosión como resultado de que la caldera trabajó con bajo nivel de agua, debido a que fallaron los dispositivos de enclavamiento por bajo nivel de agua y los dispositivos de seguridad



Introducción



Un operario no debidamente entrenado puede tener como reacción ante esto el encendido del sistema de alimentación, provocando que el agua que ingresa a la caldera se transforme casi instantáneamente en vapor al entrar en contacto con el metal caliente



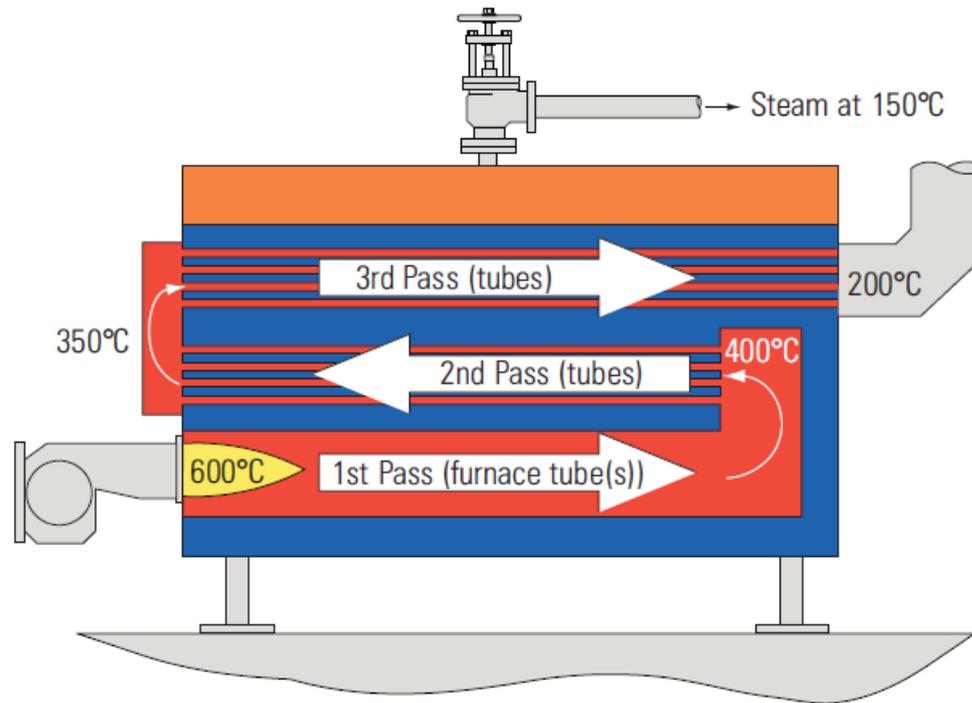
Introducción



Boiler explosion at St Mary's Hospital, Passaic, New Jersey, USA
(15th July 2006)

Calderas humotubulares

Cuáles son las temperaturas de los gases en una caldera?



Calderas humotubulares

Y cuáles son las temperaturas del metal de una caldera?

Caldera escocesa

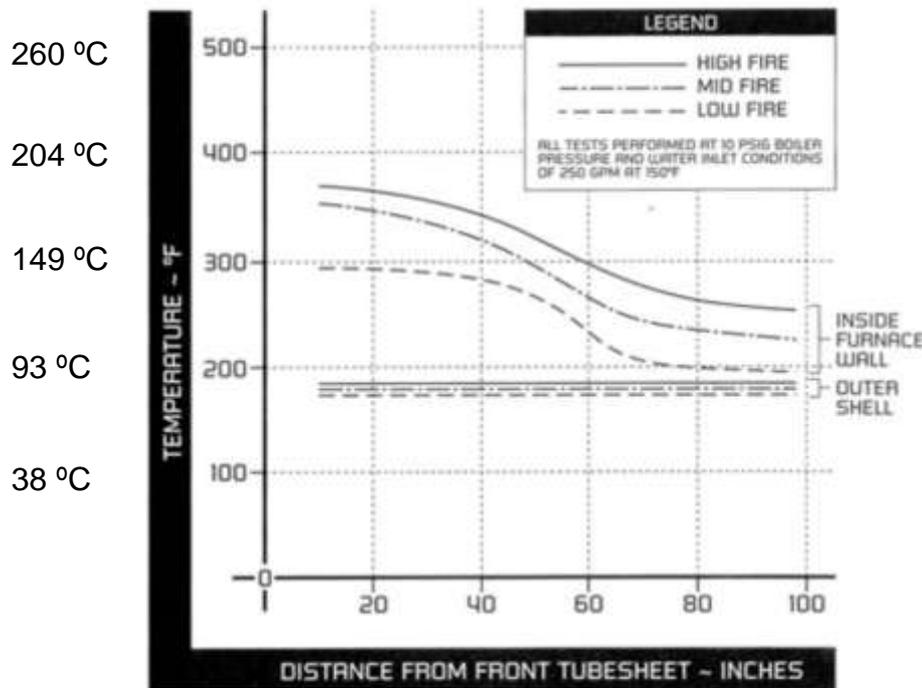


FIGURE 3 – VARIATION OF FURNACE AND OUTER SHELL TEMPERATURES ALONG LENGTH OF BOILER AT VARIOUS FIRING RATES

Calderas humotubulares

Y las tensiones?

- 0,24 MPa
- 0,20 MPa
- 0,17 MPa
- 0,13 MPa
- 0,10 MPa
- 0,07 MPa
- 0,03 MPa

Caldera con caja de fuego, riostras ubicadas en la pierna de agua lateral

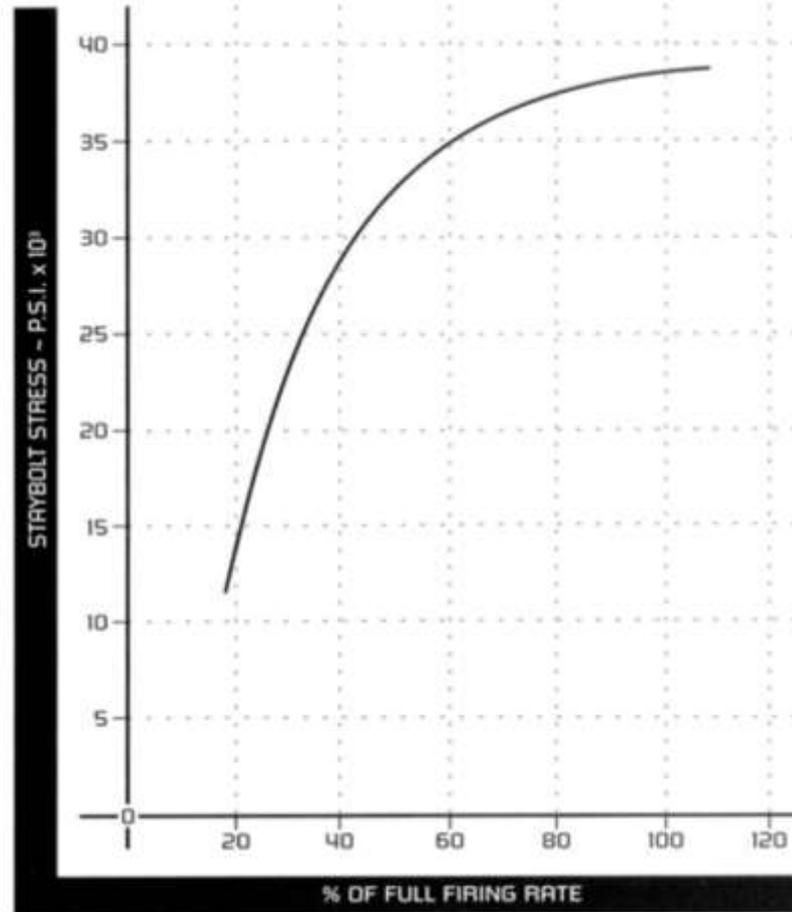


FIGURE 5 - VARIATION OF STAYBOLT STRESS WITH FIRING RATE

Calderas humotubulares

Y si agregamos agua fría?

- 0,24 MPa
- 0,20 MPa
- 0,17 MPa
- 0,13 MPa
- 0,10 MPa
- 0,07 MPa
- 0,03 MPa

Caldera con caja de fuego, riostras ubicadas en la pierna de agua lateral

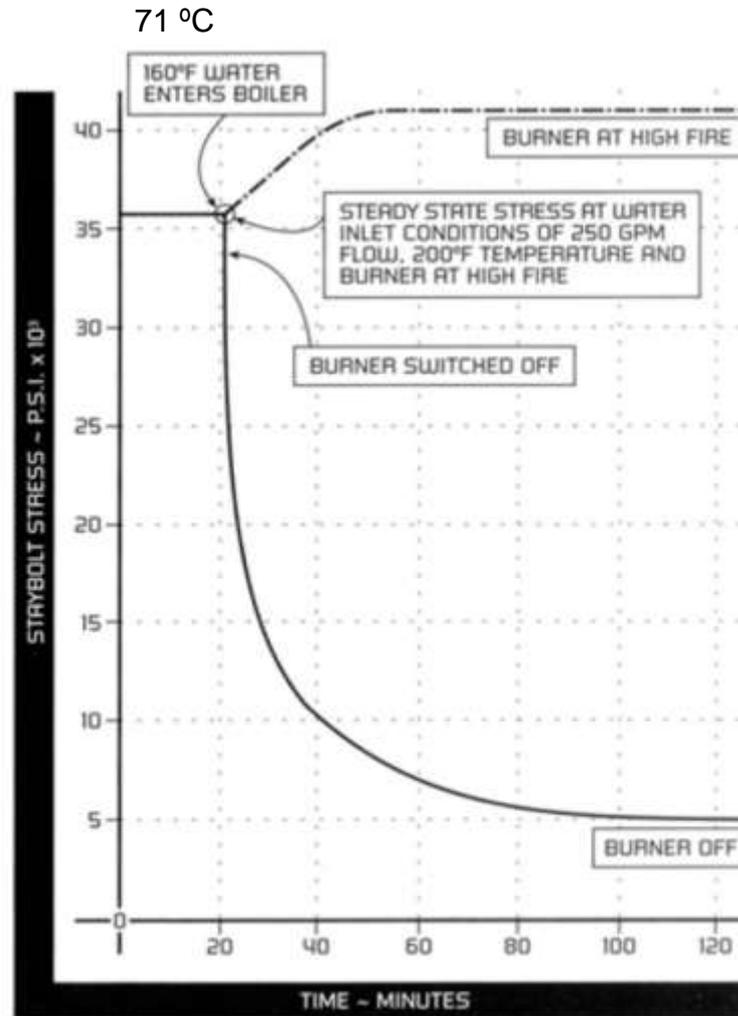


FIGURE 6 - CHANGE IN STAYBOLT STRESS DUE TO COOL WATER ENTERING THE BOILER

Calderas humotubulares

Entonces una caldera es una máquina térmica compleja, en la cual las condiciones de trabajo varían permanentemente durante su utilización



Qué dicen las reglamentaciones?

Provincia de Córdoba

DE LAS INSPECCIONES DE GENERADORES DE VAPOR Y ARTEFACTOS

Artículo 26.- Serán objeto de inspección regular y obligatoria, por lo menos cada dos años, los generadores de vapor y artefactos alcanzados por este Decreto.

Artículo 30.- La inspección constará de las siguientes operaciones:

a) **INSPECCION OCULAR:** consistirá en comprobar que el generador o artefacto, y sus accesorios, se hallen instalados y funcionen en condiciones satisfactorias. Cuando el generador tenga revestimiento se podrá exigir el retiro de parte del mismo, para verificar el estado de la chapa.

Qué dicen las reglamentaciones?

Provincia de Córdoba

b) INSPECCION INTERIOR: entiéndase por tal la constatación, tan cuidadosa como sea practicable, de la acumulación de sedimentos y del estado de las planchas del hogar, placas tubulares, tubos, uniones con los aparatos y todo cuanto atañe al cuerpo del generador o artefacto.

Qué dicen las reglamentaciones?

Provincia de Córdoba

c) VERIFICACION DE ESPESORES: se verificarán los espesores de las chapas mediante la utilización de técnicas adecuadas, pudiendo perforárselas, en caso necesario y en los lugares que se juzgue conveniente.



INTI



Presidencia
de la Nación

Ministerio de
Producción

Qué dicen las reglamentaciones?

Provincia de Córdoba

d) DETERMINACION DE LA PRESION MAXIMA DE TRABAJO: realizados los cálculos de presiones máximas admisibles correspondientes a cuerpos cilíndricos, cielo de horno, placas tubulares, placas planas o de las zonas que se crea conveniente para cada tipo de generador o artefacto, se adoptará como presión máxima de trabajo la de menor valor. Los cálculos serán realizados utilizando fórmulas técnicas adecuadas de reglamentos o códigos internacionalmente reconocidos. EL Departamento Técnico tomará como referencia las que figuren en la última edición del Código A.S.M.E. (SOCIEDAD AMERICANA DE INGENIEROS MECANICOS)

Qué dicen las reglamentaciones?

Provincia de Córdoba

e) PRESION DE TIMBRE DE LAS VALVULAS DE SEGURIDAD: no superará en ningún caso la presión máxima de trabajo; a solicitud del propietario, o cuando a juicio de la inspección hubiesen elementos defectuosos, se adoptará un valor menor que aquél.

Qué dicen las reglamentaciones?

Provincia de Córdoba

f) ENSAYO HIDROSTATICO: consistirá en someter al generador de vapor o artefacto a la presión hidráulica de prueba que corresponda a su norma de construcción. En general, la presión de prueba será 1,5 veces la presión de trabajo adoptada, cuando ésta sea inferior a 1400 kPa. Para presión igual o mayor de dicho valor, el límite del ensayo hidrostático se fijará en 500 kPa por encima de la presión máxima de trabajo

Qué dicen las reglamentaciones?

Provincia de Córdoba

g) PRUEBA EN CALIENTE, Y SELLADO DE LA VALVULA: estas acciones se efectuarán una vez que las verificaciones anteriores hayan resultado satisfactorias. El inspector constatará que el funcionamiento del generador o artefacto y sus accesorios sea correcto. Alcanzada la presión de timbrado, el inspector regulará la válvula de seguridad para esa presión, y procederá al sellado de la misma.

Qué dicen las reglamentaciones?

Ciudad Autónoma de Buenos Aires

SEGURO OBLIGATORIO PARA CALDERAS
(Ordenanza 33677- Municipalidad de Buenos Aires)

Artículo. 4º - ...

En el caso de tratarse de instalaciones que utilicen gas natural, también será exigible al profesional encontrarse inscripto como instalador ante la empresa Gas del Estado

Entonces: LOS EQUIPOS ALIMENTADOS A GAS NATURAL REQUIEREN INSCRIPCIÓN DEL INSTALADOR ANTE EL ENARGAS (Art. 4).

Qué dicen las reglamentaciones?

Ciudad Autónoma de Buenos Aires

SEGURO OBLIGATORIO PARA CALDERAS
(Ordenanza 33677- Municipalidad de Buenos Aires)

Artículo 6º- Las comprobaciones efectuadas deberán ser volcadas en un informe, cuyo original deberá quedar en poder de la Compañía de Seguros y un duplicado en poder del asegurado. Esta Municipalidad podrá requerirlo a las partes en cualquier momento.

VERIFICACIONES PERIÓDICAS Y TAREAS DE MANTENIMIENTO

Tareas a realizar	Frecuencia
Comprobación del funcionamiento del dispositivo de corte de combustible por bajo nivel de agua.....	S
Verificación del funcionamiento del sistema de carga de agua a la caldera.....	S
Verificación del funcionamiento del dispositivo de corte de combustible por falta de llama y/o ignición.....	S
<u>Verificación del funcionamiento de las válvulas de seguridad.....</u>	S
<u>Inspección del estado de las superficies de calentamiento.....</u>	M
Verificación del funcionamiento de los dispositivos límites y operativos.....	M
Inspección del sistema de suministro de combustible y quemador.	M
<u>Control de las características del agua en los generadores de vapor de baja presión (en los de alta presión la operación debe ser mensual).....</u>	T
Inspección de las entradas de aire a la sala de calderas.....	T
Limpieza de sedimentos.....	A
Pruebas de la eficiencia de la combustión y tiraje.....	A
Limpieza interna y externa de las superficies de calentamiento.....	A
Mantenimiento del equipo de combustión.....	A
Mantenimiento de los dispositivos de corte de combustible por bajo nivel de agua.....	A
Mantenimiento de los dispositivos de corte de combustible por falta de llama y/o ignición.....	A
Mantenimiento de los dispositivos límites y operativos.....	A
<u>Recalibración de las válvulas de seguridad.....</u>	A
<u>Mantenimiento completo del sistema de control.....</u>	A
<u>Verificación de espesores.....</u>	D
<u>Prueba hidráulica a la presión fijada por el artículo Ensayos de Resistencia del Código de la Edificación para las Calderas de Alta Presión* y a 1,5 veces la presión de trabajo para las de baja presión y de agua caliente.....</u>	D

Referencias:

*Ensayos de resistencias (vapor alta presión).

S = semanal, M -- mensual; T = trimestral; A = anual y D = cada 10 años.

Qué dicen las reglamentaciones?

Provincia de Buenos Aires

Resolución 231/96

Resolución N° 1126/07. Modificatoria

Artículo 11º: Todos los recipientes alcanzados por la presente serán sometidos a los ensayos no destructivos y controles de los elementos de seguridad que forman parte de su instalación, en los plazos y condiciones que se pautan en el Apéndice 1 de la presente. Estos ensayos periódicos serán llevados a cabo por profesionales de la Ingeniería habilitados a tal fin.

Qué dicen las reglamentaciones?

EQUIPO	ENSAYO	PERIODICIDAD	OBSERVACIONES
Generadores de vapor	Prueba Hidráulica o emisión acústica Medición de espesor Control del funcionamiento de los elementos de seguridad y rendimiento térmico	Anual Anual Semestral	A la presión de diseño o apertura de la primera válvula de seguridad
Recipiente para aire comprimido	Prueba Hidráulica o emisión acústica Control de Espesor Control de funcionamiento del los elementos de seguridad Inspección visual interna y externa	Quinquenal Anual Anual Anual	A la presión de diseño
Recipientes para contener amoníaco	Control de espesores Control de funcionamiento de los elementos de seguridad	Anual Anual	
Recipientes para contener cloro	Prueba Hidráulica o emisión acústica Control de espesores Control visual	Quinquenal Anual Semestral	A la presión de diseño
Recipientes	Prueba Hidráulica o emisión	Cuando se realice	A la presión de

Qué dicen las reglamentaciones?

REGLAMENTACIÓN NACIONAL

Decreto N° 351/79, Reglamentación de la Ley N° 19.587 - HIGIENE Y SEGURIDAD EN EL TRABAJO

Anexo I, Cap. 16, Arts. 138 AL 144

Artículo 140. — Las calderas, ya sean de encendido manual o automático, serán controladas e inspeccionadas totalmente por lo menos una vez al año por la empresa constructora o instaladora y en ausencia de éstas por otra especializada, la que extenderá la correspondiente certificación la cual se mantendrá en un lugar bien visible.

Qué dicen las reglamentaciones?

Provincia de Santa Fe

Normativa Complementaria del Decreto Reglamentario 605/16 de la Ley 1373

Art 1.- Inscripción de Calderas y Aparatos Sometidos a Presión:

Para la inscripción de una caldera o aparato sometido a presión (CyASP), el propietario deberá presentar en la Empresa Normativa Complementaria del Decreto Reglamentario 605/16 de la Ley 1373

Art 1.- Inscripción de Calderas y Aparatos Sometidos a Presión:

Para la inscripción de una caldera o aparato sometido a presión (CyASP), el propietario deberá presentar en la Empresa ...

Qué dicen las reglamentaciones?

Provincia de Santa Fe

Art 2.- Habilitaciones:

2.1- Habilitación de una CyASP:

Una CyASP estará habilitada a funcionar cuando:

- a) Esté inscripto en el registro de la EPESF.
- b) Haya abonado la tasa anual correspondiente.
- c) Para el caso de calderas: Contar con la presencia de un foguista habilitado.
- d) Cumplido con las verificaciones periódicas.

Qué dicen las reglamentaciones?

Provincia de Santa Fe

Art 3.- Placa Identificatoria:

Todos los CyASP que se instalen en la provincia de Santa Fe llevarán una placa identificatoria grabada en forma indeleble donde conste:

- a) Nombre del fabricante y domicilio del mismo.
- b) Número y serie de fabricación.
- c) Presión de Trabajo, Presión de Diseño y Presión de Prueba.
- d) Temperaturas de diseño máxima y mínima.
- e) Fecha de fabricación.
- f) Norma a la que responde su fabricación.
- g) Número de Registro de Habilitación suministrado por EPESF

Qué dicen las reglamentaciones?

Provincia de Santa Fe

Art 4.- Registros

4.1 - Registro de Profesionales:

Los Profesionales que deseen inscribirse en el Registro para realizar trabajos de habilitación/inspección de CyASP, deberán presentar:

...

4.2 – Registro de Empresas de Reparaciones

...

Qué dicen las reglamentaciones?

Provincia de Santa Fe

Art 5.- Elementos de control y seguridad...

5.3.- Calderas

5.3.1.- Lugar destinado a la instalación de calderas:

- a) Preferentemente el recinto donde se instalen las calderas será del tipo techo volable.
- b) Las calderas deberán instalarse en terreno firme.
- c) Las calderas se instalarán a una distancia no inferior a 1 (uno) metro de las paredes, ejes de medianera y línea ...

Qué dicen las reglamentaciones?

Provincia de Santa Fe

Art 5.- Elementos de control y seguridad...

5.3.2.- Dispositivos de seguridad:

Las calderas deberán poseer como mínimo los siguientes dispositivos de seguridad:

a) Dos (2) válvulas de seguridad independientes, calibradas y precintadas, una de ellas a resorte. Para aquellas válvulas que no puedan precintarse, deberán llevar una marca indeleble descripta en el certificado de calibración. Estas deberán estar conectadas directamente al cuerpo de presión, sin interposición de ninguna otra válvula o dispositivo que interfiera en su accionar. La presión de apertura de las válvulas deberá cumplir con lo indicado en el código de diseño.

Qué dicen las reglamentaciones?

Provincia de Santa Fe

Art 5.- Elementos de control y seguridad...

b) Dos (2) indicadores de nivel de líquido, independientes, comunicados con el interior de la caldera de tal manera que no se interfiera, distorsione o falsee la medición; de lectura visual directa y fácilmente observables por el operador desde cualquier sitio de su operación habitual. Uno debe ser de cristal, que deberá contar con dispositivos de protección contra posibles roturas y pérdidas de vapor. En casos de equipos de gran altura deberá contar con otro dispositivo que ofrezca una señal exacta del nivel de líquido en el interior de la caldera. Deberá estar indicado con marcas indelebles: nivel máximo y nivel mínimo. Deberán contar con las válvulas necesarias para realizar las operaciones de mantenimiento y recambio del nivel o parte del mismo, y válvula de purga.

Qué dicen las reglamentaciones?

Provincia de Santa Fe

Art 5.- Elementos de control y seguridad...

c) Un manómetro de 100 mm de diámetro mínimo. Debería preverse la conexión a manómetro patrón. La presión de trabajo debería estar indicada de manera clara e indeleble en la escala. La presión de trabajo deberá encontrarse dentro del tercio medio de la escala. Entre el manómetro y la Caldera no debe existir ningún elemento o dispositivo que interfiera, distorsione o falsee la medición. Debería estar protegido de las altas temperaturas.

Qué dicen las reglamentaciones?

Provincia de Santa Fe

Art 5.- Elementos de control y seguridad...

- d) Dos (2) sistemas de alimentación de líquido, cada uno trabajando de manera autónoma con capacidad suficiente para proveer con exceso toda la cantidad de líquido cuando la caldera funcione a carga máxima, siendo la entrada a la caldera independiente, salvo en caso en que teniendo una sola entrada a criterio del profesional actuante, no ofrezca peligro de obstrucción.
- e) Válvula de retención automática instalada en la cañería de alimentación, lo más cerca posible de la caldera.
- f) Válvula de vapor de cierre hermético.

Qué dicen las reglamentaciones?

Provincia de Santa Fe

Art 5.- Elementos de control y seguridad...

g) Tapón fusible: las calderas que lo posean instalados de fábrica, deberá estar en correctas condiciones operativas, aquellas que no lo posean (por diseño), se podrá instalar a solicitud justificada del profesional actuante, o cuando la EPESF lo considere necesario. ...

Qué dicen las reglamentaciones?

Provincia de Santa Fe

Art 5.- Elementos de control y seguridad...

h) Electrodo de seguridad o bujía de corte: en las calderas que lo posean instalados de fábrica deberá estar inmediatamente debajo del nivel mínimo de líquido y por encima de la superficie de calefacción de tal forma que la caldera no quede expuesta a los peligros que puede ocasionar la falta de líquido. Deberá cumplir con lo establecido en las normas de diseño y fabricación de la caldera.

Qué dicen las reglamentaciones?

Provincia de Santa Fe

Art 5.- Elementos de control y seguridad...

- i) Para Calderas humotubulares cuya superficie de calefacción sea menor o igual a 10 m² se permitirá la instalación de una única válvula de seguridad, una única bomba de alimentación con capacidad suficiente para proveer con exceso toda la cantidad de líquido cuando la caldera funcione a carga máxima, un único indicador de nivel de líquido comunicado con el interior de la caldera de tal manera que no se interfiera, distorsione o falsee la medición; de lectura visual directa y fácilmente observables por el operador desde cualquier sitio de su operación habitual.

Qué dicen las reglamentaciones?

Provincia de Santa Fe

Art 5.- Elementos de control y seguridad...

j) EL profesional actuante podrá solicitar la autorización ante la EPESF por nota debidamente justificada para reemplazar algún dispositivo de control o seguridad por otro que ofrezca mayor seguridad. La EPESF notificará de manera fehaciente la resolución que tome al respecto.

Qué dicen las reglamentaciones?

Provincia de Santa Fe

Art 5.- Elementos de control y seguridad...

5.3.3.- Alarmas:

Las Calderas mayores a 10 m² de superficie de calefacción deberán contar alarma sonora y visual por bajo nivel de agua, siendo audibles desde los lugares habituales de trabajo del foguista.

Qué dicen las reglamentaciones?

Provincia de Santa Fe

Art 5.- Elementos de control y seguridad...

5.3.4.- Concepción tecnológica de la caldera:

Además de los elementos de control y seguridad obligatorios mencionados en los artículos precedentes, una caldera será considerada automática si cuenta con sistemas que cumplan las siguientes funciones sin necesidad de la intervención del foguista:

- a) Control de nivel de agua.
- b) Purga de fondo automática y purga continua.
- c) Corte por sobre presión.
- d) Detección de llama.
- e) Sistema de encendido.
- f) Otras que a criterio de la EPESF ofrezcan mayor seguridad.

También deberá contar ...

Qué dicen las reglamentaciones?

Provincia de Santa Fe

Art 6.- Habilitación de Foguistas

6.1.- Aspirantes a foguistas:

Los aspirantes a certificados de competencia que otorga la EPSF (foguistas), deberán reunir las condiciones siguientes...

Qué dicen las reglamentaciones?

Provincia de Santa Fe

Art 7.- Inspecciones Periódicas

Las definiciones formuladas deberán estar basadas y seguir las normas, fórmulas de cálculo y prácticas relacionadas con la construcción, instalación reparación y seguridad de CyASP. Por tal motivo se adoptarán las siguientes Normas y Códigos incluyendo sus adendas o actualizaciones:

- Norma de diseño de Calderas: ASME I en Español.
- Norma de diseño de ASP: ASME VIII Div 1 en Español.
- Norma de inspección: API 510 en Español.
- Norma de inspección: NB-23 en Español

Qué dicen las reglamentaciones?

Provincia de Santa Fe

7.1.- Generalidades:

- a) Los primeros ensayos y controles periódicos deberán realizarse contando a partir de la fecha de inscripción de las CyASP ante la EPESF. Los ensayos y controles periódicos posteriores se realizarán a partir de la fecha del último ensayo y control.
- b) Los plazos de ensayos y controles periódicos establecidos en la presente reglamentación se considerarán como períodos máximos, debiendo disminuirse si el estado de la CyASP así lo requiere según el criterio del profesional interviniente o de la EPESF.
- c) Cuando el profesional encargado de realizar los ensayos y controles periódicos detecte un riesgo grave e inminente en una CyASP deberá notificar a la EPESF en forma inmediata. La CyASP quedará automáticamente declarada fuera de uso.

...

Qué dicen las reglamentaciones?

Provincia de Santa Fe

7.2.- Ensayos y Controles:

Se definen los siguientes de Ensayos y Controles:

Como mínimo consistirá en:

- Control visual de las partes sometidas a presión, esfuerzo y corrosión, especialmente en las uniones.
- Control de pérdidas, hinchamientos, hundimientos, deformaciones, pérdida de redondez.
- Control visual de los soportes y la estructura asociada.
- Control visual del estado de la aislación si la tuviere.
- Control de los elementos de seguridad y control.
- Regulación y precintado de las válvulas de seguridad.

Qué dicen las reglamentaciones?

Provincia de Santa Fe

- Control de las condiciones reglamentarias
- Medición de espesores por ultrasonido y/o cualquier otro ensayo no destructivo de las partes sometidas a presión.
- Control y ensayo de accesorios de control y seguridad, incluidos los automatismos, provocando su intervención
- Estimación de la vida remanente de acuerdo a norma adoptada.

Qué dicen las reglamentaciones?

Provincia de Santa Fe

- Prueba de presión hidrostática, si a criterio del Profesional actuante y/o EPESF se considera oportuna, se deberá ajustar a las prescripciones de la norma de inspección adoptada, caso contrario no será aceptada. La prueba de presión hidrostática podrá reemplazarse por una prueba neumática cuando por alguna razón aquella resulte impracticable, como por ejemplo: razones de proceso que se vean perjudicadas por trazas de líquido, que los soportes o fundaciones no sean seguros al ser llenados con agua, etc. La prueba de presión neumática deberá ajustarse a las prescripciones de la norma de inspección adoptada, caso contrario no será aceptada.
- Todo otro Control y Ensayo recomendado en los códigos de diseño e inspección de los equipos.
- Ensayos no destructivos que a criterio del Profesional actuante y/o EPESF se consideren oportunos con el objeto de poder determinar daños potenciales.

Qué dicen las reglamentaciones?

Provincia de Santa Fe

- Prueba de presión hidrostática, si a criterio del Profesional actuante y/o EPESF se considera oportuna, se deberá ajustar a las prescripciones de la norma de inspección adoptada, caso contrario no será aceptada. La prueba de presión hidrostática podrá reemplazarse por una prueba neumática cuando por alguna razón aquella resulte impracticable, como por ejemplo: razones de proceso que se vean perjudicadas por trazas de líquido, que los soportes o fundaciones no sean seguros al ser llenados con agua, etc. La prueba de presión neumática deberá ajustarse a las prescripciones de la norma de inspección adoptada, caso contrario no será aceptada.
- Todo otro Control y Ensayo recomendado en los códigos de diseño e inspección de los equipos.
- Ensayos no destructivos que a criterio del Profesional actuante y/o EPESF se consideren oportunos con el objeto de poder determinar daños potenciales.

Qué dicen las reglamentaciones?

Provincia de Santa Fe

7.3.- Periodicidad de los Ensayos y Controles:

7.3.3.- La periodicidad de los Ensayos y Controles a realizar en las Calderas será de 3 (tres) años como máximo.

Estos tiempos son máximos, quedando a criterio del profesional o la EPESF.

Qué dicen las reglamentaciones?

Y las provincias sin reglamentación?

Según la Superintendencia de Riesgos del Trabajo para todos los establecimientos en que sea aplicable la Ley 19587 se deberá considerar lo que dice el

Art.42, Cap. 5, Anexo I, Dto. 351/79

“En aquellos municipios donde no existieran códigos en la materia o éstos no fueran suficientes, se adoptará como base el de la Municipalidad de la Ciudad de Buenos Aires”.

Cuáles son?

Ordenanza N° 33.677 del GCBA.

Decreto N° 887/79.

Reglamentación AD 630.143

Decreto N° 977/74. (foguistas)

Qué dicen las reglamentaciones?

DECRETO N° 887/MCBA/79

**REGLAMENTACIÓN DE LA ORDENANZA N° 33.677, SOBRE
SEGURO PARA INSTALACIONES DE VAPOR DE ALTA PRESIÓN.
REGLAMENTO - RESPONSABILIDAD CIVIL - INSTALACIONES -
INSTALADORES - INGENIEROS - TÉCNICOS - CALDERAS - AGUA
CALIENTE**

Qué dicen las reglamentaciones?

Artículo 1° .- La certificación, por parte de un profesional, que permita a las entidades aseguradoras la concertación del seguro obligatorio de responsabilidad civil sobre las instalaciones de vapor y/o agua caliente y las de combustible que las alimentan, implicará que se hallen cumplidas, como mínimo, las siguientes condiciones:

a) Las instalaciones se encuentran habilitadas por la Municipalidad de la Ciudad de Buenos Aires o con gestión de habilitación ante la misma. En este último caso el profesional certificante deberá ser el instalador. Cuando se use gas natural como combustible, deberá contarse con la habilitación de Gas del Estado S.E

Qué dicen las reglamentaciones?

b) No se han alterado las condiciones que fijan las reglamentaciones municipales para el local de calderas (Art. 4.8.4.2 “Locales para calderas, incineradores y otros dispositivos térmicos” del Código de la Edificación).

Qué dicen las reglamentaciones?

- c) Se produce una entrada permanente y adecuada de aire por las ventilaciones del local, las que no deberán encontrarse obstruidas.
- d) El generador, durante una revisación interna (del lado del agua o vapor) y externa (del lado del fuego), no deberá acusar la formación de incrustaciones, corrosiones, depósitos de sedimentos, picaduras, grietas, reducción de espesores o debilitamiento del material.
- e) La no existencia de pérdidas de fluido en el generador, tuberías, accesorios y dispositivos cerrados que lo utilizan.

Qué dicen las reglamentaciones?

- f) Existencia, correcto funcionamiento y estado de conservación de los instrumentos y dispositivos: manómetros, termómetros, nivel de agua, válvulas de seguridad, sistema de alimentación, válvulas de vapor o agua caliente, grifos de extracción de fondo y verificación de agua, etc,
- g) Correcto estado de conservación y funcionamiento del dispositivo de corte del suministro de combustible por bajo nivel de agua, que deberá encontrarse instalado en los generadores de vapor cualquiera sea la presión de trabajo. Correcto estado de conservación y funcionamiento de otros dispositivos de control límites y operativos con que cuenta la instalación, como ser por alta presión del vapor, alta temperatura del agua, deficiente tiro, alta temperatura de los gases en la chimenea, alta o baja presión o temperatura del combustible, falta de energía eléctrica, etc.”

Qué dicen las reglamentaciones?

- h) Correcto estado de conservación y funcionamiento del equipo de combustión y de los dispositivos de corte por falta de llama y de ignición.
- i) Correcto estado de conservación y ausencia de pérdidas en las instalaciones de almacenamiento y suministro del combustible al quemador del generador.
- j) Correcta eficiencia de la combustión y tiraje. Limpieza y falta de obstrucción en los conductos de humo.
- k) Ausencia de ruidos anormales durante el funcionamiento.

Qué dicen las reglamentaciones?

- l) Utilización de agua adecuada y/o convenientemente tratada para la alimentación de la caldera.

- m) Cumplimiento de las disposiciones municipales y de Gas del Estado S. E., referidas a seguridad y que tengan relación con la instalación.

Qué dicen las reglamentaciones?

Art. 2° .- En la sala de calderas deberá fijarse en lugar bien visible una planilla donde se asentarán las operaciones de verificación y mantenimiento realizadas. Estas operaciones y su frecuencia serán como mínimas las indicadas en planilla adjunta y que a todos sus efectos forma parte del presente decreto, sin perjuicio de todas aquellas otras que podría indicar el fabricante de la caldera o que por las características de la instalación sea necesario efectuar a fin de garantizar el seguro funcionamiento de la misma.

Será obligación del profesional actuante convalidar trimestralmente dicha planilla, implicando ello que las comprobaciones previstas han dado resultados satisfactorios y se han realizado los mantenimientos correspondientes a ese lapso.

Qué dicen las reglamentaciones?

Art. 3° .- Será obligación del profesional actuante impartir al personal que operará las instalaciones, las instrucciones necesarias y suficientes para el correcto manipuleo y servicio de las mismas. Las instrucciones impartidas deberán indicarse y fijarse juntamente con la planilla indicada en el artículo 2° .-

Art. 4° .- La designación del profesional mencionado en el artículo 3° de la Ordenanza N° 33.677 será efectuada por el propietario de las instalaciones.

Qué dicen las reglamentaciones?

Art. 5° .- La comunicación por parte de las compañías de la contratación del seguro de calderas se hará ante la Mesa de Entradas de la Dirección de Fiscalización Obras de Terceros, en formularios por duplicado que expresamente se habilitarán para tal fin. La comunicación deberá acompañarse con copias de la póliza y de la certificación prevista en el artículo 1° , debiendo en esta última figurar constancia de la designación y la información de las reparticiones competentes, que el firmante se halla en condiciones de ejercer su profesión.

Los modelos de la comunicación y certificación indicados se incluyen como Anexos 1 y 2, respectivamente, del presente artículo y forman parte, a todos sus efectos, de este decreto.

Qué dicen las reglamentaciones?

Art. 7° .- Las aseguradoras deberán comunicar a la Municipalidad de la Ciudad de Buenos Aires, la contratación del seguro en un plazo no mayor de treinta (30) días hábiles, contados a partir del momento de producirse la misma.

Por esta única vez el citado plazo se extenderá a seis (6) meses, contados a partir de la vigencia de la obligación, sin que ello modifique la responsabilidad de las partes creada por la legislación, desde ese momento.

Qué dicen las reglamentaciones?

DECRETO N° 977/74 AD 648.4

BM: 14.734 Publ.: 5/3/1974

Artículo 1° - Con el efecto de actualizar el procedimiento por el que se otorgan permisos para desempeñarse como foguistas de calderas a vapor de agua, créase un nuevo cuerpo reglamentario cuyo texto es el siguiente:

1.1. Toda caldera de vapor de agua deberá ser puesta y mantenida en funcionamiento por personas que posean matrícula expedida por la Dirección General de Fiscalización Obras de Terceros, que lo acrediten como foguista de calderas.

Qué dicen los códigos de inspección?

Inspection of Fired Boilers and Heaters

API RECOMMENDED PRACTICE 573
THIRD EDITION, OCTOBER 2013

Qué dicen los códigos de inspección?

PRÁCTICA RECOMENDADA API 573

Alcance

Esta práctica recomendada cubre las prácticas de inspección para calderas con fuego y calentadores de proceso (hogares) utilizados en refinerías de petróleo y en plantas petroquímicas. Las prácticas descritas en este documento están enfocadas en mejorar la confiabilidad de los equipos y la seguridad de la planta describiendo las variables operativas que impactan en la confiabilidad, y para asegurar que las prácticas de inspección permitan obtener la información apropiada, ya sea en línea o fuera de línea, para evaluar el comportamiento presente y futuro de los equipos

Qué dicen los códigos de inspección?

PRÁCTICA RECOMENDADA API 573

5.4 Inspección de calderas con fuego

Los requisitos que gobiernan la inspección de calderas pueden variar ampliamente de una ubicación a otra desde el momento en que estos equipos están frecuentemente regulados por las jurisdicciones. En ciertas jurisdicciones, las inspecciones son realizadas por inspectores de los gobiernos de los estados o de los municipios, o de compañías aseguradoras. Otras jurisdicciones permiten inspecciones realizadas por inspectores calificados del dueño-usuario. En cualquier caso, el inspector ha sido aceptado por la autoridad regulatoria y debe presentar los informes de las inspecciones al funcionario responsable de hacer cumplir la ley de seguridad en calderas. Si la caldera está asegurada, la inspección que realiza el inspector de la compañía de seguros también sirve para convencer a dicha aseguradora de que la caldera está en condición asegurable

Qué dicen los códigos de inspección?

PRÁCTICA RECOMENDADA API 573

9 Programas de inspección en paradas

9.1 General

Las paradas de mantenimiento son una oportunidad para tener acceso a los tubos y otros internos de manera de evaluar su condición actual y de permitir obtener información para predecir la confiabilidad futura de sus componentes. Las inspecciones que se pueden realizar durante las paradas incluyen:

- a) inspección visual,
- b) medición de espesores de pared,
- c) mediciones de diámetro o de circunferencia de los tubos,
- d) medición de flechas o deformaciones en los tubos,
- e) medición de profundidad de picaduras,
- f) intelligent pigging,
- g) radiografía,

Qué dicen los códigos de inspección?

PRÁCTICA RECOMENDADA API 573

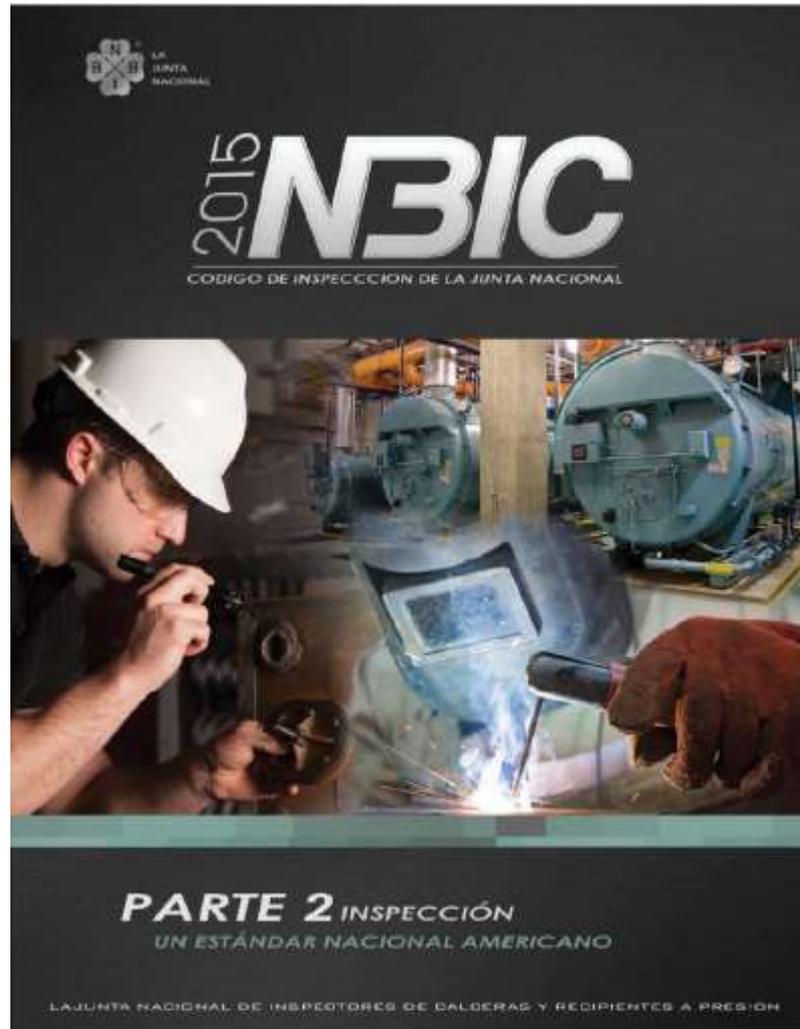
- h) mediciones de dureza,
- i) videoscopía y boroscopía,
- j) metalografía in-situ toma de réplicas,
- k) examen por líquidos penetrantes,
- l) examen por partículas magnetizables,
- m) corte de muestras de los tubos para ensayos de creep,
- n) corte de muestras de los tubos para metalografía,
- o) corte de muestras de los tubos inspección visual detallada, y
- p) prueba de las termocuplas de piel de tubo.

La Tabla 4 resume algunos de los mecanismos típicos de deterioro, las técnicas asociadas de inspección, criterios de aceptación, y consideraciones para mitigar los mecanismos de deterioro.

Table 4—Recommended Inspection and Acceptance Criteria for Deterioration Mechanisms

Deterioration Mechanisms	Manifestation	Inspection Techniques	Typical Acceptance Criteria	Prevention Methods
Creep and stress rupture	Bulge in tube	Strapping Gauging Circumference Shadows from flashlight	Maximum 1 % to 5 % growth (see 12.3)	Reduce operating metal temperature and operating stresses
Creep	Bulge in tube	In-situ metallography	No defined criteria. Assess significance and severity of creep voids and cracks	Reduce metal operating temperature and operating stresses
Creep (or simple yielding)	Tube sagging	Measure amount of sag (e.g. with straight edges)	Maximum of 5 tube diameters	Review metal operating temperatures, tube support systems
Metallurgical transformation of ferritic materials	High hardness	Hardness testing- TeleBrineller, Microdur, Equotip	Maximum 220 BHN for carbon steel and 280 BHN for Cr-Mo steel	Prevent temperature excursions, review burner operation and control and process flow indicators
PASCC of austenitic stainless steels	Branched cracks	PT examination UT shear wave Eddy current	No defined criteria Can consider fitness-for-service analysis	Use stainless steel not susceptible to PASCC Use preventative measures (i.e. soda ash washing). Refer to NACE RP 01 70
Thinning-external oxidation	General metal loss	UT thickness gauging	Predicted to be above minimum required thickness at next outage	Reduce tube metal temperatures; upgrade tube material with high oxidation resistant material
Thinning-erosion	Localized metal loss particularly at bends	UT thickness scanning Profile radiography	Predicted to be above minimum required thickness at next outage	Review flow rates, review process fluid composition Consider material upgrade
Thinning-sulfidic corrosion	General and localized metal loss	UT thickness gauging Profile radiography	Predicted to be above minimum required thickness at next outage	Review operating conditions (i.e. concentration of sulfur compounds in process, metal temperatures) Consider material upgrade

Qué dicen los códigos de inspección?



Qué dicen los códigos de inspección?

NBIC

1.5 ACTIVIDADES DE INSPECCIÓN

Una inspección apropiada de un componente retenedor de presión requiere la planificación de muchas actividades previas a la inspección, incluyendo: consideraciones de seguridad, un plan de inspección que considere los mecanismos de daño potenciales, selección de los métodos apropiados de inspección, y revisión de los requerimientos jurisdiccionales. Esta Sección describe las actividades pre-inspección y post-inspección aplicables a todos los componentes retenedores de presión. Los requerimientos específicos de inspección para componentes retenedores de presión están identificados en la Parte 2 del NBIC, 2.2 para Calderas, 2.3 para Recipientes a Presión, 2.4 para Tuberías y Sistemas de Tuberías, y 2.5 para Dispositivos de Alivio de Presión

Qué dicen los códigos de inspección?

NBIC

1.5.2 ACTIVIDADES DE PRE-INSPECCIÓN

a) Antes de realizar la inspección, se deberá llevar a cabo una revisión de la historia conocida del componente retenedor de presión y una valoración general de las condiciones actuales. Esto deberá incluir una revisión de información tal como:

- 1) Fecha de la última inspección;
- 2) Certificado de la inspección jurisdiccional actual;
- 3) Símbolo de Estampe del Código ASME o la marca del código de construcción;
- 4) Número de registro de la Junta Nacional (National Board) y/o de la jurisdicción;
- 5) Condiciones operacionales y contenidos normales del recipiente (discutir cualquier peligro particular con el dueño/usuario):



INTI



Presidencia
de la Nación

Ministerio de
Producción

Qué dicen los códigos de inspección?

NBIC

1.5.2 ACTIVIDADES DE PRE-INSPECCIÓN

...

- 6) Informe de la inspección anterior, registros de operación y mantenimiento e informes de ensayos, y toda recomendación importante de la inspección anterior;
- 7) Registros de mediciones de espesores de pared, especialmente donde la corrosión o erosión es un factor importante;
- 8) Evaluación del cumplimiento con los requisitos aplicables de las reparaciones o alteraciones y todo informe asociado; y
- 9) Observación de la condición de la instalación completa en general, incluyendo los registros de operación y mantenimiento.

Qué dicen los códigos de inspección?

NBIC

b) Las siguientes actividades deberían ser consideradas para apoyar la inspección:

- 1) Remoción de los manómetros y otros dispositivos para su prueba y calibración; y
- 2) Accesibilidad para inspeccionar y probar cada componente retenedor de presión y sus accesorios.

Qué dicen los códigos de inspección?

NBIC

1.5.2.1 PLANIFICACIÓN DE INSPECCIÓN

Se debería desarrollar un plan de inspección para asegurar la operación segura continuada del componente retenedor de presión (CRP).

Un plan formal de inspección es un documento que proporciona el alcance de las actividades de inspección necesarias para determinar si han ocurrido daños en servicio. Dicho plan identifica los métodos de examen, las calificaciones de los examinadores y la frecuencia de examen necesaria para asegurar que el CRP es apto para continuar en servicio. Puede proporcionar un intervalo de tiempo para la inspección externa e interna, así como también describir los métodos de reparación y mantenimiento para un CRP.

Qué dicen los códigos de inspección?

NBIC

Un plan puede incluir lo siguiente, en tanto sea apropiado para un determinado CRP:

- 1) Los mecanismos de deterioro conocido o esperados que afectan al equipo. Ver NBIC Parte 2,3.3 Corrosión, 3,4 Mecanismos de deterioro, y 4,4,6 Identificación de mecanismos de deterioro;
- 2) La extensión y la ubicación de los métodos END y las inspecciones requeridas para detectar y evaluar los mecanismos de deterioro. Ver 4.0 Exámenes, métodos de ensayo, y evaluaciones;
- 3) Las actividades necesarias de monitoreo de corrosión y erosión, tales como END y cambios en las condiciones del proceso; y/o

Qué dicen los códigos de inspección?

NBIC

- 4) La preparación requerida para realizar las actividades de examen e inspección.
- 5) El intervalo de tiempo proyectado para las actividades de inspección y evaluación. Ver 4.4.7 Determinación los intervalos de inspección y 4.4.8 Evaluación de intervalos de inspección de componentes retenedores de presión expuestos a mecanismos de deterioro en servicio, de la Parte 2 del NBIC.



INTI



Presidencia
de la Nación

Ministerio de
Producción

Qué dicen los códigos de inspección?

NBIC

Se deberían revisar la historia operacional reciente (ejemplo, alteraciones en el proceso o cambios en el proceso o excursiones operacionales) y los registros de gestión de cambios durante la preparación del plan de inspección.

Se pueden utilizar los los procedimientos de la industria para preparar un plan de inspección. Un plan puede ser un documento único simple o puede ser complejo, incluyendo numerosos documentos. Se puede incluir en el plan una evaluación basada en el riesgo. Ver 4.5 Programas de evaluación basada en el riesgo.

Qué dicen los códigos de inspección?

NBIC

Una vez que un plan haya sido implementado, se debería evitar el aplazamiento de una inspección programada o de las actividades de evaluación especificadas en el plan. Cualquier desviación de los intervalos planeados o actividades de inspección necesita ser justificadas y documentadas. El monitoreo adicional del CRP durante un periodo de aplazamiento podría ser empleado para asegurar la operación segura del CRP hasta que la actividad planeada pueda ser completada.

Qué dicen los códigos de inspección?

NBIC

1.5.4 ACTIVIDADES POST-INSPECCIÓN

- a) Durante toda inspección o prueba de componentes retenedores de presión, deberían ser tenidas en cuenta por el inspector las prácticas de operación y mantenimiento actuales, y el inspector debería tomar una decisión en cuanto a su aceptabilidad.

- b) Cualquier defecto o deficiencias en la condición, operación, y prácticas de mantenimiento del componente retenedor de presión deberán ser discutidos con el dueño/usuario al momento de la inspección y se deberán hacer recomendaciones para su corrección. Deberían realizarse inspecciones de seguimiento, según sea necesario, para determinar si las deficiencias han sido corregidas satisfactoriamente.

Qué dicen los códigos de inspección?

NBIC

c) La documentación de inspección deberá contener toda la información relevante, tal como descripción de componente, clasificación, números de identificación, intervalos de inspección, fecha de inspecciones, tipo de inspección y ensayos realizados, y cualquier otra información requerida por la agencia de inspección, jurisdicción, y/o dueño/usuario. El Inspector deberá firmar, fechar, y anotar cualquier deficiencia, comentarios, o recomendaciones en el reporte de inspección. El Inspector debería retener y distribuir copias del reporte de inspección, según sea requerido.



INTI



Presidencia
de la Nación

Ministerio de
Producción

Qué dicen los códigos de inspección?

NBIC

2.2.12 DESCRIPCIÓN Y PROBLEMAS DE TIPOS ESPECÍFICOS DE CALDERAS

Los siguientes detalles son únicos para tipos específicos de calderas y deberían ser considerados cuando se realicen inspecciones, junto con los requerimientos generales que se han indicado previamente.

Qué dicen los códigos de inspección?

NBIC

2.2.12.2 CALDERAS HUMOTUBULARES

a) La característica distintiva de una caldera humotubular es que los productos de la combustión pasan por dentro de los tubos, los cuales están rodeados por el agua que está siendo calentada. La combustión ocurre dentro del área del hogar, con los productos resultantes de la combustión viajando a través de uno o más grupos de tubos antes de salir de la caldera. Las calderas humotubulares son clasificadas, por el arreglo del hogar y los tubos, como caldera tubular de retorno horizontal, caldera humotubular con caja de fuego, o caldera tubular vertical. El número de pasos que los productos de combustión hacen a través de los tubos también es usado en la clasificación de la caldera, tales como una caldera de dos pasos o de trespasos.



INTI



Presidencia
de la Nación

Ministerio de
Producción

Qué dicen los códigos de inspección?

NBIC

b) Las calderas humotubulares se pueden utilizar en aplicaciones de agua caliente o vapor. Pueden ser de construcción para baja presión o para alta presión, pero típicamente no son diseñadas para presiones superiores a 250 psig (17,6 kg/cm²). Las capacidades de vapor son generalmente menores a 30.000 lb/hr (13.500 kg/h). Las calderas humotubulares son encontradas en una amplia variedad de aplicaciones que van desde el calentamiento, al vapor de proceso, y hasta para generación de potencia en pequeña escala.

Qué dicen los códigos de inspección?

NBIC

c) Las calderas humotubulares están sujetas a esfuerzos térmicos debido a los ciclos de carga, los cuales pueden causar fugas de tubos y corrosión de juntas. Los siguientes elementos son áreas comunes de inspección:

1) Lado agua — Acumulación de incrustaciones en el hogar. Incrustaciones en los tubos en el primer paso, luego del hogar (temperaturas de gas $> 1.800^{\circ}$ F [980° C]). Acumulación de incrustaciones y corrosión en los pernos de riostras ocultando el diámetro real. Corrosión por picaduras en todos los límites de presión;



Qué dicen los códigos de inspección?

NBIC

2) Lado fuego— Fugas en la unión tubo a placa tubular. Buscar rastros de herrumbre dejadas por puntos con fugas. Cuando se esté en duda de donde viene la fuga, realizar un examen de líquidos penetrantes. Prestar atención a las zonas en las cuales el refractario protege el acero y que no son enfriadas por el agua. Puede ser necesaria la remoción parcial o total del refractario para la inspección. Se puede esperar que se produzca condensación de gases con el consiguiente goteo de las empaquetaduras del lado fuego, durante un arranque en frío de la caldera. Sin embargo, si esto continúa luego que la temperatura del agua en la caldera es al menos 150° F (65° C), se deberá investigar para identificar la fuente de agua;





INTI



Presidencia
de la Nación

Ministerio de
Producción

Qué dicen los códigos de inspección?

NBIC

3) Las superficies lado fuego de los tubos en calderas humotubulares horizontales usualmente se deterioran más rápidamente en los extremos más cercanos al fuego. El Inspector debería examinar los extremos de los tubos para determinar si han habido reducciones importantes de los espesores. Las superficies de los tubos en algunas calderas de tubos verticales son más susceptibles a deterioro en los extremos superiores cuando son expuestos al calor de la combustión. Estos extremos de los tubos deberían ser examinados detenidamente para determinar si han habido reducciones importantes de los espesores. La placa de tubos superior en una caldera vertical de “tope seco” debería ser inspeccionada por evidencias de sobrecalentamiento;

Qué dicen los códigos de inspección?

NBIC

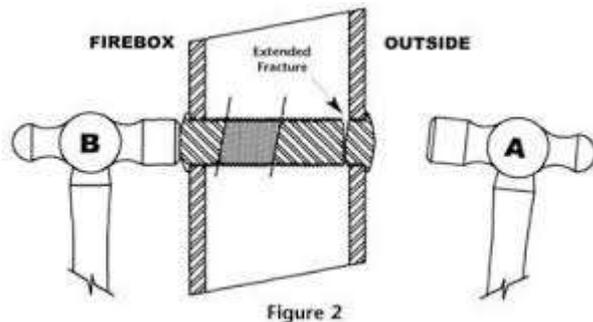
4) Todas las riostras, ya sean diagonales o pasantes, deberían ser inspeccionadas para determinar si ellas están o no tensionados de manera pareja. Los extremos de los pernos de riostras y las placas arriostradas deberían ser examinados para determinar si existen discontinuidades tipo fisura. Adicionalmente, las placas arriostradas deberían ser inspeccionadas por abombamiento en el área de las riostras. Cada extremo de perno de riostra debería ser revisado por trabajo en frío excesivo (encabezamiento) y soldaduras de sello, como evidencia de un posible problema de fuga. Las riostras o los pernos de riostras que no están tensionados o ajustados deberían ser reparados. Las riostras o los pernos de riostras rotos deberán ser reemplazados;



Qué dicen los códigos de inspección?

NBIC

5) El Inspector debería probar los pernos de riostras de la caja de fuego golpeando un extremo de cada perno con un martillo y, donde sea practicable, debería ser sostenido en el extremo opuesto un martillo u otra herramienta pesada de manera de hacer la prueba más efectiva. Un perno sano debería dar un sonido como campanada mientras que un perno roto dará un sonido hueco o sordo. Los pernos de riostras con orificio testigo deberían ser examinados por evidencia de fugas, los cuales indicarán un perno roto o agrietado. Los pernos de riostra rotos deberán ser remplazados.





INTI



Presidencia
de la Nación

Ministerio de
Producción

Qué dicen los códigos de inspección?

NBIC

d) Consideraciones prácticas conducen al uso de cuerpos cilíndricos básicamente. Las superficies planas de las placas de tubos en los extremos son soportadas por varios métodos: riostras diagonales, tornillos pasantes, o los mismos tubos. La unión de los tubos a la placa tubular puede ser mandrilada, soldada, o mandrilada y con soldadura de sello . Para aplicaciones de vapor, el nivel de agua es mantenido varias pulgadas por encima de la fila más alta de tubos, lo cual permite un espacio de vapor en la porción superior del cuerpo de la caldera. Hay varios tipos diferentes de calderas humotubulares:



INTI



Presidencia
de la Nación

Ministerio de
Producción

Qué dicen los códigos de inspección?

NBIC

1) Humotubular escocesa marina (FTSM)

a. Una caldera humotubular escocesa consiste de un cuerpo cilíndrico horizontal con un hogar interno. El combustible es quemado en el hogar con los productos de combustión haciendo dos, tres o cuatro pasadas a través de los tubos de la caldera. La puerta trasera bien pudiera ser del tipo recubierto de refractario seco (fondo seco) o enfriado con agua (fondo húmedo). Comúnmente se utilizan dos diseños del hogar : el tipo corrugado es conocido como un hogar Morrison; el otro es el hogar liso.



INTI



Presidencia
de la Nación

Ministerio de
Producción

Qué dicen los códigos de inspección?

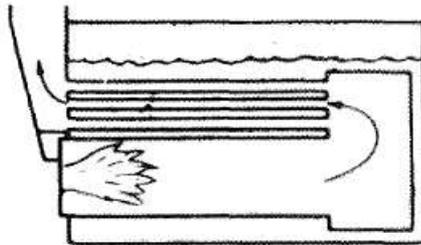
NBIC

1) Humotubular escocesa marina (FTSM)

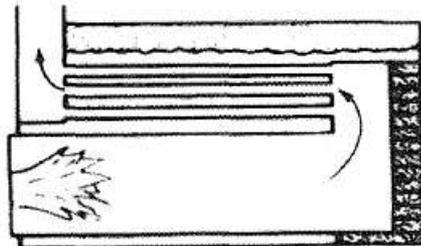
b. El diseño de caldera FTSM es uno de los diseños de caldera humotubulares más viejos con hogares internos. El uso extensivo al principio del servicio marino añadió al nombre de este tipo de calderas el “marina”. Actualmente ambos, el diseño de fondo húmedo y el diseño de fondo seco pueden ser encontradas en aplicaciones estacionarias. Las calderas humotubulares escocesas son usadas tanto para aplicaciones de vapor de alta presión y baja presión y son también usadas para servicio de agua caliente.

Calderas humotubulares

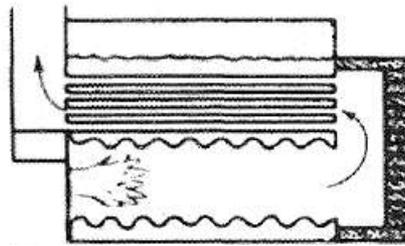
Calderas escocesas



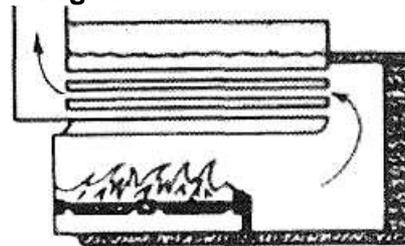
Fondo húmedo, dos pasadas



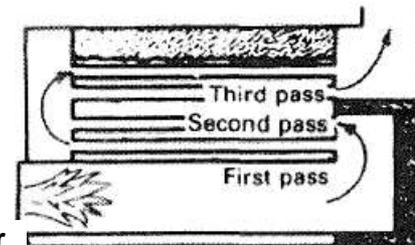
Fondo seco, dos pasadas



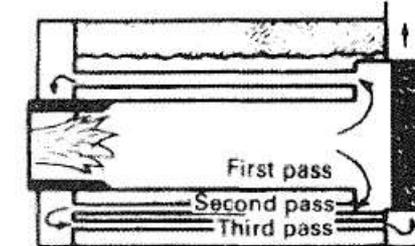
Fondo seco, dos pasadas, hogar
corrugado



Fondo seco, dos pasadas, a carbón



Fondo seco, tres pasadas



Fondo seco, tres pasadas

Qué dicen los códigos de inspección?

NBIC

2) Tubular de retorno horizontal (HRT)

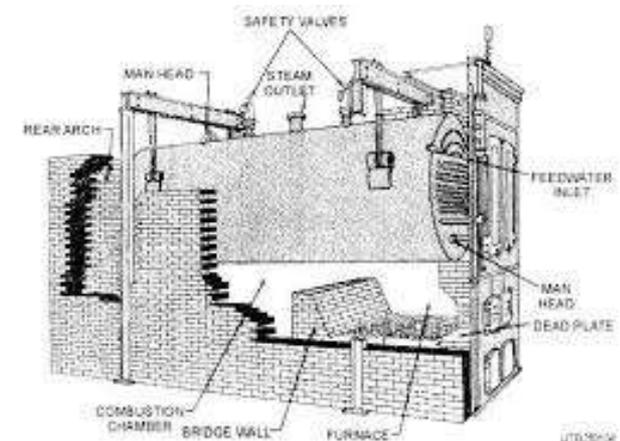
a. Las calderas tubulares de retorno horizontal consisten de un cuerpo cilíndrico con placas de tubos planas en los extremos. Los tubos ocupan los dos tercios más bajos del cuerpo, con un espacio de vapor por encima de los tubos. La porción más baja del cuerpo está encerrada por ladrillos de refractario formando el hogar de la caldera, el cual es normalmente bastante largo para acomodar el quemado de combustibles sólidos. El cuerpo es soportado por el refractario o por vigas de soporte que están conectadas por riostras de amarre a orejas de suspensión montadas en el cuerpo.

Qué dicen los códigos de inspección?

NBIC

2) Tubular de retorno horizontal (HRT)

...Este tipo de caldera es altamente susceptible a sobrecalentamiento de la porción más baja del cuerpo debido a la acumulación de incrustaciones que previene la transferencia de calor desde el cuerpo al agua. Otra área de cuidado es la línea de purga de fondo, la cual pasa a través de la parte trasera del hogar. Esta debe ser protegida con un deflector refractario para prevenir contacto directo con los productos de combustión. Otro problema potencial es el deterioro del refractario del hogar, permitiendo escapar a los productos de combustión y por lo tanto reduciendo la eficiencia.





INTI



Presidencia
de la Nación

Ministerio de
Producción

Qué dicen los códigos de inspección?

NBIC

b. Las calderas HRT fueron originalmente usadas para ambas aplicaciones, vapor de alta presión y baja presión. Las calderas HRT fueron muy comunes de principio hasta mediados de los 1900. Estas calderas son frecuentemente de construcción remachada. El diseño es bastante ineficiente debido al diseño de un paso y la gran cantidad mampostería que es calentada por los productos de combustión. Las unidades que están aún en servicio son típicamente encontradas en instalaciones industriales viejas y son generalmente solo usadas para aplicaciones de vapor de calefacción.

Qué dicen los códigos de inspección?

NBIC

3) Humotubular con caja de fuego (FTFB)

a. Las calderas humotubulares con caja de fuego fueron populares a mediados de los 1900, aunque muchas pueden ser aun encontradas en servicio. Una caldera FTFB consiste de un hogar externo que está encerrado por piernas de agua en tres o cuatro lados. Las piernas de agua se extienden hacia arriba hasta la lámina de corona (techo del hogar) para formar la parte inferior del cuerpo de la caldera, mientras que la parte superior del cuerpo está formada por la extensión del cuerpo exterior exterior de las piernas de agua.

Qué dicen los códigos de inspección?

NBIC

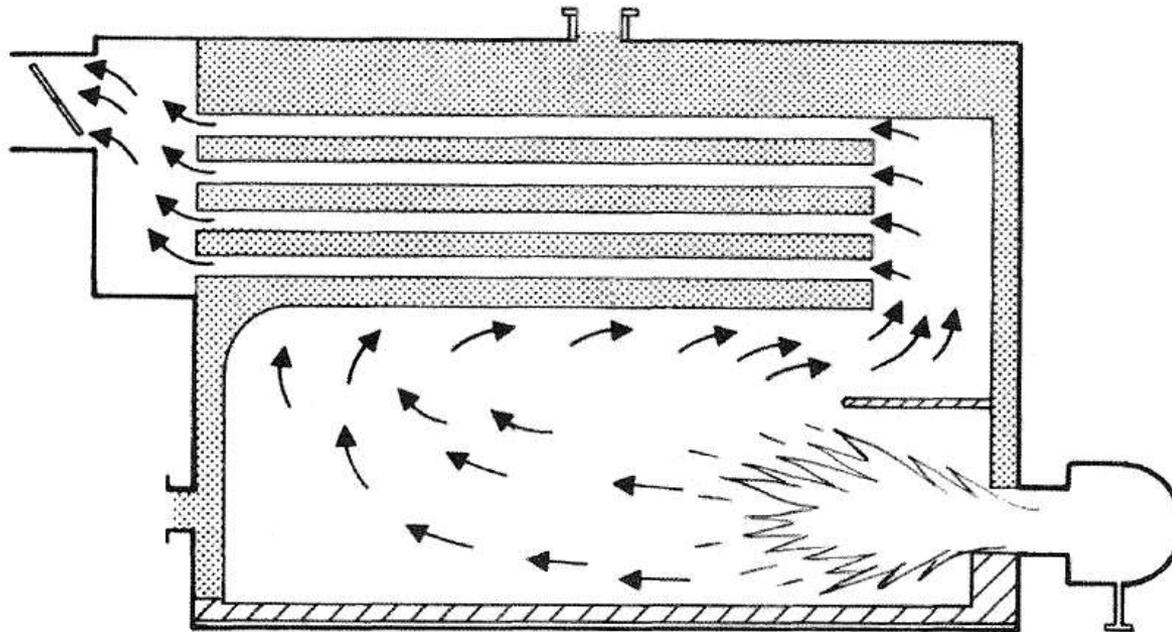
3) Humotubular con caja de fuego (FTFB)

En ambos extremos del cuerpo de la caldera se utilizan tapas planas son . Las calderas pueden ser de dos, tres, o cuatro pasos.

b. Debido a que las piernas de agua de las calderas FTFB son el punto más bajo del lado agua, incrustaciones sueltas y sedimentos tienden a acumularse en ellas. Además de interferir con el flujo del agua, los sedimentos acumulados pudieran acelerar la corrosión de los pernos riostra de las piernas de agua o de las propias piernas de agua. Las entradas de mano en las piernas de agua deberían estar abiertas durante una inspección interna.

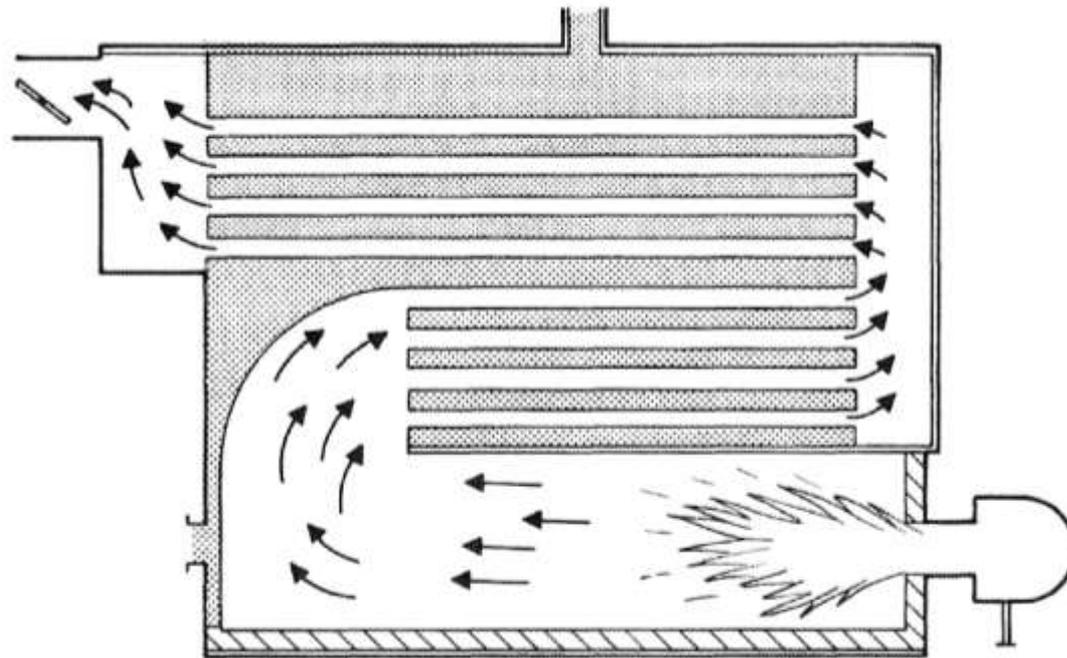
Calderas humotubulares

Caldera con caja de fuego tipo C



Calderas humotubulares

Caldera con caja de fuego de tres pasadas



Qué dicen los códigos de inspección?

NBIC

4) Locomotora

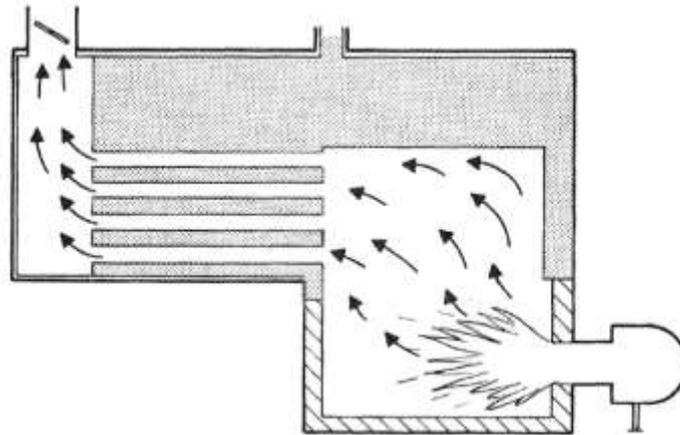
Las calderas tipo locomotora son similares en diseño a las calderas en las viejas locomotoras de vapor. Este diseño vio limitadas aplicaciones estacionarias y pocas permanecen en servicio hoy. La mayoría son de construcción remachada. Ver el Suplemento 1 para dibujos detallados.

Qué dicen los códigos de inspección?

NBIC

4) Locomotora

Las calderas tipo locomotora son similares en diseño a las calderas en las viejas locomotoras de vapor. Este diseño vio limitadas aplicaciones estacionarias y pocas permanecen en servicio hoy. La mayoría son de construcción remachada. Ver el Suplemento 1 para dibujos detallados.



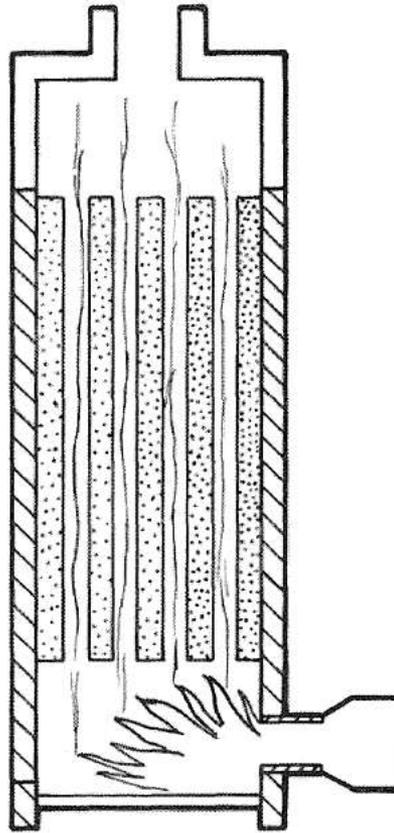
Qué dicen los códigos de inspección?

NBIC

5) Humotubular vertical

Como el nombre implica, las calderas humotubulares verticales están arregladas con un cuerpo y tubos en la orientación vertical. Estas calderas son generalmente pequeñas (< 10,000 lb/hr [$< 4.535,92$ kg/hr] de capacidad) y son usadas donde el desarrollo rápido de vapor es necesario para operación. Calderas humotubulares verticales se encuentran en muchas aplicaciones de alta y baja presión. El quemador pudiera estar ubicado en el tope o en el fondo de la caldera. Debido a su pequeño tamaño y a que frecuentemente se utiliza cuando se utiliza mucha agua de reposición, la formación de incrustaciones es un factor importante a tener en cuenta

Qué dicen los códigos de inspección?





INTI



**INDUSTRIA
ARGENTINA**
ORGULLO NACIONAL

¡Muchas Gracias!

domingue@inti.gob.ar

