

CALDERAS

Año 1 No. 2

GUÍA DEL USUARIO (en la Industria y Comercio)

Octubre 2020

ISSN 2710-754X

**¿SEGUIREMOS REPORTANDO
ACCIDENTES O APRENDEREMOS
DE LOS ERRORES?**

SEGURIDAD FUNCIONAL ...

¿LLEGAREMOS A LA CALDERA 4.0?

ACCIDENTES / SEGURIDAD FUNCIONAL / NORMALIZACIÓN /
EFICIENCIA / CUIDADOS / TUBERÍAS EXTERNAS

EDITORIAL

¿Seguiremos reportando accidentes o Aprenderemos de los Errores?

Seguridad Funcional ...

¿Llegaremos a la Caldera 4.0?

¡Gracias...Muchas Gracias a todos ustedes! que se suscribieron y descargaron la revista **"Calderas...Guía del Usuario (en la industria y comercio)"**. A la semana de haberla lanzado ya había sido leída 2.337 veces en 39 países y para el cierre de agosto ya tenía 4.046 lectores en 51 países y esto, estamos seguros, que se debe a su acción de compartir esta iniciativa con colegas usuarios de calderas.

Como indicamos en nuestra "Presentación Inicial", **"Calderas...Guía del Usuario (en la industria y comercio)"**, se ha planteado ser abierta a las opiniones, consultas y sugerencias de todos ustedes, lectores, autores y anunciantes, para mejorarla y llevarla a cumplir con sus expectativas y cubrir las necesidades que tenemos en la región. Con su participación y aportes esperamos llegar a ser el **Centro de Encuentro – Club Técnico – Red de Seguridad** para el análisis, la discusión, intercambio y la generación de valor agregado, con el fin de optimizar el desempeño de los responsables de la Generación de Vapor, la Confiabilidad, Eficiencia y Seguridad de las Calderas.

Además, agradecemos la confianza que los autores y las empresas patrocinantes le dieron a la propuesta inicial de este emprendimiento, y la valoración que ustedes como lectores interactivos le dieron a los varios artículos publicados. Entre los artículos mejor posicionados en su valoración estuvieron los relacionados con las Organizaciones Invitadas ABMA (1), NFPA (3) y el National Board (4), lo que nos indica que debemos mantener estas interacciones y desarro-

llar muchas otras con Asociaciones que tienen relación con nuestra actividad como Usuarios de Calderas. Por otro lado, de los artículos de nuestros autores – colaboradores regionales, vale resaltar que los mejor valorados fueron los de "Calderas, Emisiones y la Capacitación de los Operadores" (2), "Aplicación de Seguros en Calderas" y "Un desconocido amigable – el CO₂" ambos en la valoración (5).



En este segundo número de **"Calderas...Guía del Usuario (en la industria y comercio)"**, lamentablemente se reporta el más reciente accidentes de calderas ocurrido en Manta Ecuador, el pasado mes de agosto y a continuación se plantea la conveniencia de "aprender de nuestros errores" y las consideraciones que se deben tener, como usuarios, para asegurar y cubrir los riesgos de calderos, para luego manteniendo el énfasis en la seguridad operacional, enfocar la atención en su Seguridad Funcional y la posibilidad real de ir hacia lo que sería La Caldera 4.0, siguiendo las tendencias actuales de la Industria.

Contamos también con muy interesantes artículos sobre Ahorro Energético, relacionando este factor con la disminución de la contaminación ambiental, Limpieza inicial de las calderas nuevas o luego de un mantenimiento mayor, la importancia de llevar adelante un proceso de Preservación de las calderas fuera de servicio y la Inspección de las calderas pirotubulares más allá de una simple inspección visual.

En este segundo número se le está dedicando un importante espacio a las Tuberías Externa de las calderas, ya que son un elemento crítico del Sistema de Generación y Uso del Vapor. De hecho, por esta importancia, **ASME** cuenta entre sus reconocidos Estampes con el de **Tuberías de Potencia "PP" (Power Piping)** y titulamos en la Carátula **"Cuando se trata de Tuberías Externas de la Caldera ... ¡Nada de improvisar ni Descuidar!**

En esta edición contamos con **Noticias** relacionadas con el esfuerzo que está llevando adelante el **Instituto Argentino de Normalización y Certificación (IRAM)** en la generación de Normas sobre temas de Sistemas de Combustión y la notificación, para nuestros lectores del área de Inspecciones, por parte de la ASNT – con relación a la Nueva Edición 2020 de la SNT-TC-1A, entre otras.

Esperamos haber satisfecho y seguir satisfaciendo sus expectativas y Gracias a Ustedes seguir creciendo en el número de lectores.



Carlos Lasarte - Director
**"Calderas...Guía del Usuario
(en la industria y comercio)"**
Combustión, Energía & Ambiente, S.A.

RECONOCIMIENTOS

A quienes han Colaborado con la Revisión y Comentarios de Artículos:

Ing. FRANCISCO RUIZ FALLAS
Ing. LUIS A. CUETOS
Ing. AGUSTÍN MARTUCCI
Ing. GUILLERMO ALBERTO MOLINA
Ing. GUILLERMO CEBA

A nuestra Diagramadora que ha recibido muy buenos comentarios por su Trabajo y que le ha dado a la Revista una imagen muy profesional:

Lic. CARLA RAUSEO MARTUCCI

Fe de Erratas

En nuestra Primera Edición, en la **"Relación de accidentes del primer semestre 2020"**, Tabla #1 "Relación de Accidentes de Calderas en el primer semestre del 2020", página 6, se reportó por duplicado, en las posiciones primera y novena, el Accidente ocurrido en "Argentina - Carmensa Mendosa" – los dos accidentes son el mismo, por lo que les pedimos a todos nuestros lectores que nos disculpen y lo tomen en cuenta.

CONTENIDO

OCTUBRE 2020

- 5 Calderos: una cuestión de tiempo.
- 8 Accidentes en calderas. ¡¡Aprendamos de los errores!!
- 12 Póliza de seguro de rotura de maquinaria para cubrir los riesgos de calderos
- 16 Niveles de Conocimiento sobre cuáles son los Códigos que Regulan la Seguridad de los Sistema de Control y Combustión en las Calderas
- 18 Caldera 4.0: La tecnología de hoy que puede mejorar una caldera
- 20 Seguridad funcional en calderas
- 24 Pasado, presente y futuro de las normativas sobre sistemas de combustión en la Argentina
- 26 Ahorro energético en plantas de combustión
- 30 Necesidad del hervido alcalino Boil-out en calderas (parte 1)
- 34 Preservación de calderas en condiciones fuera de servicio
- 39 Tuberías Externas de Calderas Parte 1 – Tuberías de Vapor
- 43 B31.1 Código de Tuberías de Potencia y Análisis de Esfuerzos de Tuberías
- 46 Soportes de resortes en tuberías. (Pipe Hangers) Guía para su mantenimiento.
- 50 Noticias y Cierres

Calderos: una cuestión de tiempo.



EDUARDO CARRERA C.

Inspector Autorizado por National Board1
Representante de Hartford Steam Boiler
Ecuador

E-mail: edu.carrera@outlook.com

El accidente de un caldero en una fábrica procesadora de atún ocurrido en la ciudad de Manta a inicios del mes de Agosto 2020 desnuda esta realidad y, a su vez, abre una serie de cuestionamientos ante los cuales ya no se puede mirar para otro lado.



Es factible que en alguna ocasión nos hayamos cruzado con la consabida muletilla de la seguridad ocupacional: “...te esperamos en casa.” Nuestros seres queridos dependen del sustento que -a través de nuestro trabajo- logramos llevar para nuestros hogares; me cuestiono, sin embargo, sobre el porcentaje de los trabajadores que conocemos los riesgos a los que nos exponemos en pos del pan nuestro de cada día. En ese contexto, existen riesgos sobre los cuales podemos hacer algo que está a nuestro alcance (utilizar equipos de protección, por ejemplo) y hay otros, desafortunadamente, para los cuales dependemos de las acciones de terceras partes; el siguiente ejemplo cotidiano quizás pueda explicar el objetivo de estas líneas.

Cuando entramos a un ascensor, lo hacemos con la confianza de que fue construido con los criterios técnicos que van desde su diseño, uso de materiales y partes, técnicas de fabricación y sistemas de control acordes con la tecnología actual. Se debe entender que las municipalidades revisan todo esto al momento de otorgar el permiso de funcionamiento de los mismos. Podríamos discurrir *-a priori-* de que el riesgo que un ascensor nuevo y recién instalado se desplome es prácticamente nulo. El tema empieza a tomar tonalidades cuando hablamos de extender la vida útil del mismo en el tiempo y se tiene que hablar de otra parte no menos importante: el mantenimiento: sería un completo disparate el no hacer el reemplazo de las piezas mecánicas o eléctricas (electrónicas) que se desgastan

por el uso o por no hacer las verificaciones o los cambios de lubricante. En efecto, las tareas de mantenimiento preventivo buscan que la disponibilidad de su servicio sea lo más cercana al ciento por ciento y que, sobre todo, más allá aún, no existan atrapados o peor aún fatalidades que lamentar.

Entrando al tema y empezando por casa, quizás más de una persona tuvo una anécdota desagradable con la otrora olla de presión, un modelo en miniatura de un caldero; estos artefactos son recipientes a presión cuya función es generar cantidades 'considerables' de agua caliente o vapor a presión -valga la redundancia- para una gran variedad de servicios que van desde la cocción de alimentos, procesos de limpieza e inclusive la generación de electricidad. Los controles que se deben ejercer desde las etapas de *fabricación, instalación, operación, mantenimiento e intervención* de los calderos deben llevarse a cabo siguiendo alguna reglamentación basada en estándares y criterios netamente técnicos; la omisión de alguno de estos "eslabones" tarde o temprano suele materializar los riesgos. El accidente de un caldero en una fábrica procesadora de atún ocurrido en la ciudad de Manta a inicios del mes de Agosto 2020 desnuda esta realidad y, a su vez, abre una serie de cuestionamientos ante los cuales ya no se puede mirar para otro lado; la industria y el sector servicios pueden incorporar en sus instalaciones estos equipos cuya eventual falta de control y estandarización en los "eslabones" pondrían en riesgo y afectarían -si se contase con suerte- solamente las instalaciones en las que operan. Cuando no se

cuenta con fortuna, los riesgos se materializan de manera cruel también con personas heridas o quemadas y -mas allá- con desenlaces fatales. Para volver sobre el ejemplo del ascensor, resulta completamente inverosímil pensar que alguien se sienta seguro entrando en un ascensor cuyas puertas no cierran de manera adecuada, sus mecanismos crujen por falta de lubricación o que -peor aún- conoce que los cables presentan corrosión, aplastamientos o roturas fibrilares. Esto último, de presentarse, no sería tan evidente para los usuarios o para el público en general; quizás tampoco lo sea para la persona propietaria del edificio donde funciona el ascensor o para la persona encargada de su mantenimiento. Casi como *un axioma*, aquí se explica sola la necesidad de *una inspección independiente de tercera parte*.

La sociedad confía en el derecho declarado en la Constitución de la República respecto de la obligatoriedad del Estado en velar por el bienestar público y bien común. Entonces, todos pudiéramos dar por hecho que existe algún ente estatal encargado de que *los 'consabidos' calderos no vayan a ocasionar problemas*. Empiezan las preguntas tipo examen: *parte primera: ¿Existe algún ente estatal encargado de reglamentar alguno de los "eslabones" antes mencionados?* Siguiendo: *¿Cumplen los calderos instalados con algún estándar nacional o internacional de fabricación que abarque los criterios de diseño, materiales, procesos de manufactura y protocolos de pruebas?* Además: *¿Están las municipalidades y los gobiernos seccionales conscientes de que se debe regular los lugares de instalación y operación de*



estos equipos? Lo anterior abre otro tema en el cual -haciendo una odiosa comparación- diríamos que no es lo mismo conducir una moto, un automóvil o conducir un camión de carga de más de dos ejes. Entonces, **parte segunda:** *¿están las personas -que trabajan con estos equipos- capacitadas para operarlos en sus fases de arranque, carga máxima, parada y/o emergencia en sus respectivos lugares de trabajo? ¿cuentan con los conocimientos actualizados de todos los sistemas y circuitos para la operación de los mismos?* Volviendo sobre la anécdota casera, muy pocos sabemos lo que en realidad sucedía cuando alguien colocaba un peso (una piedra) sobre la válvula (de alivio) que estaba en la tapa de la olla de presión y que desalojaba el vapor presurizado producido dentro de la misma. Es muy probable que el manual de instrucciones prohibiera aquella "buena práctica" en pos de la rapidez de cocción; sin embargo, me pregunto si tanto a nivel doméstico o a nivel industrial nos preocupamos de leer las instrucciones de los artefactos y equipos que utilizamos. A nivel industrial no se deberían tener salvedades pero para seguir con el 'examen' pregunto: **parte tercera:** *¿los fabricantes de calderos suministran un manual de funcionamiento el cual es seguido al pie de la letra por la empresa que lo opera?; además, ¿se tienen inspecciones periódicas y un plan de mantenimiento preventivo para constatar y asegurar, respectivamente, que todo está funcionando dentro de los parámetros establecidos en los manuales de funcionamiento mas las regulaciones existentes? ¿se cuenta con personal para una inspección independiente y calificada -de tercera parte- para determinar que el caldero se encuentra en condiciones seguras de ser operado -digamos- por un año más?* Si algún cambio sobre la marcha por cuestiones económico-operativas se requiere, por ejemplo, cambiar el tipo de combustible (o a su vez el tipo de quemador) o, por otra parte, se debe incrementar la presión, temperatura o el caudal de vapor de un caldero, con los avances técnicos al año en curso, se debería hacer algo más que "probemos a ver si" (ensayo-error). Finalmente, **parte cuarta:** *¿están debidamente calificadas y cuentan con los conocimientos técnicos necesarios las empresas que hacen reparaciones y modificaciones a los calderos o a sus sistemas?*

¿se respetan los parámetros y criterios que se tuvieron -digamos- durante el proceso de diseño y fabricación iniciales? ¿se lleva un registro e historial de estas?

Alrededor del mundo y desde la Revolución Industrial hasta la actualidad se han tenido un sinnúmero de accidentes de las mas variadas magnitudes y repercusiones; con el advenimiento de la informática y el internet, resulta sumamente sencillo buscar un historial y los reportajes de prensa al respecto. Las cavilaciones proceden de todas partes sobre *¿qué es lo que tiene que ocurrir en Ecuador para que los cuestionamientos enunciados anteriormente tengan siempre una respuesta afirmativa en todos los equipos de esta índole que están instalados y operando?* Tan solo una fracción -respetable sin duda del universo de estos equipos instalados puede resolver parte de dichos cuestionamientos; mayoritariamente, la generación de electricidad utilizando turbinas de vapor y, en menor escala, ciertos grupos del sector industrial no pueden 'darse el lujo' de sufrir un fallo en momentos en donde *se demanda su disponibilidad y productividad.* En tal virtud, y dadas las eventuales políticas de seguros por lucro cesante y pérdida de activos, se 'invierte' en ciertos controles e inspecciones para garantizar dicha disponibilidad y reducir al mínimo los tiempos de parada y como consecuencia una cantidad considerable de eventuales accidentes. *¿Están los otros actores, es decir los hospitales, las pequeñas industrias de alimentos o los hoteles, etc. al mismo nivel, especialmente cuando se pudieran encontrar instalados sus equipos en medio de nuestras ciudades?* Vamos por partes: *¿en qué nivel nos encontramos?; ¿saben siquiera nuestras autoridades municipales la cantidad de calderos instalados?* Las personas fallecidas en el último accidente en Manta además de trabajadores y ciudadanos eran padres, esposos, hijos de alguien y también *"...los esperaban en casa."* *¿quién proveerá ahora el sustento en sus familias?* Definitivamente, lo que tenga que ocurrir para controlar este tema debe estar totalmente alejado de las palabras *herido, quemado o fallecido;* al mismo tiempo, todas las instancias que pueden hacer algo para formalizar definitivamente y tener un control permanente de este tema deben dejar de mirar para otro lado.

¹ National Board of Boilers and Pressure Vessels Inspectors (tr. Junta Nacional de Inspectores de Calderas y Recipientes a Presión de Estados Unidos)

Accidentes en calderas. ¡¡Aprendamos de los errores!!



JUAN CARLOS CARDINALI

HIVE GROUP, equipo de Formación de Operadores de Calderas.
Rosario, Argentina

E-mail: fliacardinali@hotmail.com – jcardinali@hivegroup.com.ar

Cuando analizamos los distintos tipos de accidentes en calderas humotubulares ocurridos en las últimas tres décadas en Argentina, ellos nos presentan la valiosa oportunidad de *aprender de nuestros errores*. Si bien esto no garantiza que no los repitamos una y otra vez, de todas maneras, queremos compartir con los lectores qué lecciones aprendimos y cómo poner en práctica este aprendizaje para evitar accidentes en la operación de calderas.

En primer lugar, identificaremos cuál es el tipo de accidente más común, más peligroso y que han causado lamentables daños materiales, heridos y pérdidas de vidas humanas.

En segundo lugar, estableceremos las causas que condujeron a estos accidentes y analizaremos la mecánica de los mismos.

Y, por último, veremos qué medidas prácticas podemos tomar para no *repetir los errores cometidos*.

Ya definidos los objetivos, comenzamos por identificar el tipo de accidente más común en calderas humotubulares. Se trata del *colapso o aplastamiento del hogar* de la caldera.

¿Qué factores llevan a producir este evento?

Tienen que darse tres factores de manera simultánea. En la mayoría de las estadísticas publicadas, los computan como factores individuales, en cambio en la provincia de Santa Fe (Argentina), optamos por computarlos como una única causa de accidente y representan un 95 % de los accidentes en la provincia.

Veamos de qué se trata:

- 1° Falta de capacitación o ausencia del operador de caldera
- 2° Falla en los elementos de control y seguridad.
- 3° Falta de agua en la caldera.

Estas tres, son condiciones necesarias para que se produzca el accidente. Si una o dos no se cumplen, no se produce el accidente.

En la foto N°1 se muestra el resultado final de este tipo de evento y ya podemos comenzar a plantearnos algunas preguntas para razonar sobre la mecánica del mismo.

Este ejemplo que proponemos estudiar, es un accidente ocurrido en la provincia de Santa Fe (Argentina), se trata de una sala donde operaban tres calderas y la caldera siniestrada es la que estaba ubicada en el centro y que luego del evento se encontró desplazada hacia la parte exterior de la sala tal como se puede observar en la foto N°1. También se alcanzan a observar hacia ambos laterales, las dos calderas restantes en perfectas condiciones.

Esta situación final, nos hace plantear algunas preguntas como, por ejemplo:

¿Por qué, luego del evento, la caldera se encontraba desplazada de su emplazamiento original?

¿Por qué la caldera no parecía haber sufrido una explosión que la destruyera por completo, sino que se observaba su estructura general conservada, excepto la pérdida de las tapas anteriores y del quemador?



FOTO N°1 – Caldera siniestrada

Para responder estas preguntas, tenemos que remitirnos a unos instantes antes del accidente.

Un primer aspecto importantísimo que destacamos, es que en este evento y en la mayoría que tenemos registrados, es que **el operador de calderas nunca sufre heridas o muere**, sino que los heridos o muertos fueron operarios de las plantas ajenas a la atención de la caldera y en algunos casos resultaron heridos vecinos de las empresas donde se encontraban instaladas las calderas siniestradas.

Tal como dijimos al comienzo del artículo, la primera condición necesaria para que se produzca este tipo de eventos es la **ausencia del operador de la caldera**.

A esto ahora se le suma una **falla en los elementos de control y seguridad**, tales como fallas de corte en los niveles automáticos debido a la acumulación de barros e incrustaciones en el botellón que aloja los electrodos o bujías, obstrucciones en el flotante del nivel magnético, bloqueo de la bomba de agua por desperfectos mecánicos o eléctricos, etc.

En estas condiciones, con el fuego encendido a toda su potencia y la planta consumiendo vapor, se llega a la situación ilustrada en la figura N°1.

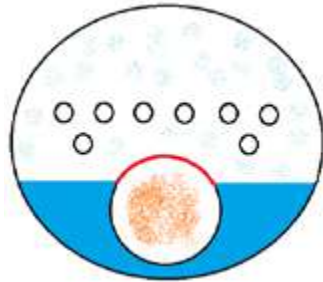


FIGURA N°1
Bajo nivel de agua.
Hogar no refrigerado.

Llega el instante en que baja el nivel de agua hasta el punto en que deja sin refrigeración la parte superior del hogar de la caldera y comienza a elevarse la temperatura a valores suficientemente altos como para que el acero pierda resistencia mecánica, y entonces la presión del lado agua aplasta o colapsa el hogar. Este colapso admite dos resultados con efectos totalmente distintos. En el primer caso, como notamos en la foto N°2, el aplastamiento se produce en la zona central del hogar, por lo tanto, la deformación no es tan crítica como para alcanzar los extremos del hogar y producir una rotura o desgarrado de la unión placa tubular con el hogar. No hay fuga de vapor, no hay expansión y el único efecto que se produce es un fuerte estampido al colapsar el hogar y allí termina todo. Se resuelve de manera simple, cambiando el hogar.



FOTO N°2 – Hogar colapsado

En el segundo caso, el incidente ya sí es gravísimo y se produce cuando el colapso del hogar alcanza la suficiente criticidad como para romper la unión hogar – placa tubular, como se muestra en la foto N°3.

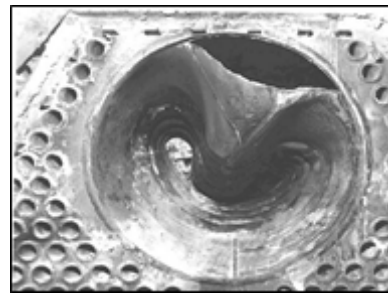


FOTO N°3 – Colapso típico de un hogar por bajo nivel de agua (Foto de archivo)

Este desgarrado, se produce en la parte delantera de la caldera, del lado del quemador. Esto se debe a que en esa zona es donde se alcanzan las mayores temperaturas en el caso de bajo nivel de agua.

A su vez esta rotura hace las veces de una tobera por la que sale vapor y el agua a presión que se encuentra en el interior.

La energía liberada por esta mezcla de agua y vapor, en primer lugar, genera en el interior del hogar y de las cajas de humos, una presión tal que despiden con muchísima violencia el quemador y las tapas delanteras, como podemos observar en la foto N°4.



FOTO N°4 – El quemador y ambas tapas de las cajas de humos son expulsadas.

En segundo lugar, la energía liberada por la "tobera" (chapa desgarrada), produce un empuje tal, que es capaz de hacer desplazar la caldera mientras ésta se despresuriza, cortando anclajes y arrasando con todo obstáculo que se interponga.

Otra observación importante en este evento que estudiamos (bajo nivel de agua), es que la deformación del hogar comenzó en este caso a partir de la generatriz superior del cilindro hogar, ya que ésta es la zona que alcanza mayor temperatura en menor tiempo de exposición.

Hasta aquí, hemos razonado acerca de la mecánica de este tipo de accidentes, pero quedan algunas preguntas iniciales que planteamos y las pasaremos a responder a manera de resumen de lo tratado hasta el momento.

1. ¿Por qué la caldera se encuentra desplazada de su emplazamiento original?

Porque el escape de la mezcla agua – vapor por el desgarramiento en la unión hogar-placa hace las veces de tobera que produce un empuje en la caldera que la desplaza derribando cualquier obstáculo que se interponga.

2. ¿Por qué la caldera no parece haber sufrido una explosión, sino que se ve su estructura conservada, salvo la pérdida de las tapas anteriores y del quemador? (Foto N°4)

Porque solamente se produce el colapso del hogar, pero no se evidencian daños en los tubos, placas porta tubos, ni envolvente.

Dicho esto, llegó el momento de aprender de estos errores, así que saquemos algunas conclusiones para evitar que nos sucedan estos incidentes lamentables.

Cuando observe una caldera humotubular desplazada de su posición original por un accidente **¡Ya sabe las causas!**

1º No se encontraba el operador de la caldera en su puesto atento o no estaba capacitado para actuar. ¿Por qué?

Porque muchas veces, tanto los propietarios, los supervisores y los mismos operadores piensan que como la caldera es automática puede cuidarse por sí sola. Este pensamiento, aunque la experiencia demuestra que es erróneo, muchas veces con las actitudes del día a día estamos diciendo que es verdadero y por lo tanto incurrimos en un exceso de confianza que nos lleva a este primer eslabón de una cadena de sucesos que nos conducen al accidente.

¿Cómo evitarlo?

Capacitación y compromiso

2º) Falla en los elementos de control y seguridad. ¿Por qué?

Porque no se realizan en los elementos de control y seguridad las purgas periódicas con la frecuencia necesarias ni los mantenimientos y chequeos de rutina como para que garantizar el correcto funcionamiento.

¿Cómo evitarlo?

Cumpliendo con el régimen de purgas, mantenimientos y comprobaciones establecidas en el manual provisto por el fabricante, o en su defecto, en códigos y normas tales como: **Sección VII ASME "Recommended Guidelines for the Care of Power Boilers", ASME CSD-1 y NFPA 85.**

También solicitando a la empresa que realiza la inspección anual de la caldera que certifique el correcto funcionamiento de dichos elementos, incorporando el resultado de estas pruebas en el informe final de inspección.

3º) Falta de agua en la caldera. ¿Por qué?

Por ejemplo, parada intempestiva de la bomba de agua, falla en los dispositivos de regulación o de medición, etc.

Ésta, sumada a las dos situaciones anteriores, completa un círculo vicioso que culmina indefectiblemente con el accidente.

Lo expuesto hasta aquí, es solamente una de las tantas causas de accidentes en calderas, pero debemos tener presente que es la que en mayor porcentaje se produce y que además genera importantes daños materiales, lesiones y muertes, tengamos siempre presente que podemos hacer mucho por evitarlas, por eso tratemos de no caer en excesos de confianza y recordemos siempre estas exclamaciones:

¡Aprendamos de los errores!

¡No los repitamos!

CAPACITACIONES

AHORA EN MODALIDAD A DISTANCIA

- CURSOS SOBRE CALDERAS -



Combustión,
Energía &
Ambiente, s.a.

EN EL ÁREA ESPECÍFICA DEL CUIDADO DE CALDERAS:

Ha sido el área de especialidad de Combustión, Energía & Ambiente, S.A. y de Carlos Lasarte, la auditoría, evaluación de la confiabilidad y seguridad de las Calderas, para lo que contamos con un equipo de especialistas - instructores que podrían darle forma a un programa de especialización en cuidados, operación, inspección, análisis de fallas y mantenimiento de calderas, algunos ejemplos de los cursos que se pueden ofrecer se presentan a continuación.

TALLERES TEÓRICOS Y PRÁCTICOS

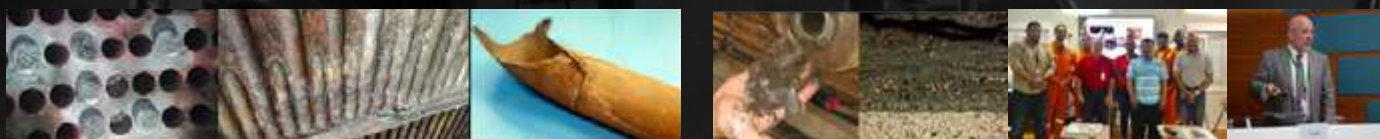
- ✓ **"ANÁLISIS DE FALLAS DE CALDERAS ACUATUBULARES Y/O PIROTUBULARES":**
¿Su caldera ha tenido fallas repetitivas y quiere implantar entre su personal la "Metodología de Análisis Causa Raíz"?
- ✓ **"DESARROLLO DE UN PLAN DE INSPECCIÓN PARA CALDERAS USANDO HERRAMIENTAS DE LA METODOLOGÍA DE RBI Y CONDITION ASSESSMENT":**
¿Ha decidido llevar a cabo una inspección extraordinaria de su caldera, para definir su evaluación de condición y establecer los alcances de mantenimientos mayores a corto y mediano plazo?
- ✓ **"VENTANAS DE INTEGRIDAD OPERACIONAL DE CALDERAS": (Práctica Recomendada de API 584)**
¿Realmente la información recogida en el sistema de control de sus calderas es utilizada para ubicarse en los niveles de confiabilidad y modificar o definir los planes de inspección de sus calderas?

CURSOS

- ✓ **"¿CÓMO EXTENDER LA VIDA DE UNA CALDERA?": (ACUATUBULARES Y/O PIROTUBULARES)**
Concluido el curso los participantes han de estar en capacidad de estructurar un plan de auditoría interna para generar las mejoras y acciones correctivas de su propio sistema de generación de vapor.
- ✓ **"DESARROLLO DE UN PLAN DE INSPECCIÓN PARA CALDERAS PIROTUBULARES"**
- ✓ **"LAS MEJORES PRÁCTICAS EN REPARACIONES MECÁNICAS DE CALDERAS"**
- ✓ **"TRATAMIENTO DE AGUAS CICLO VAPOR Y CONDENSADO"**
- ✓ **"COMBUSTIÓN DE COMBUSTIBLES LÍQUIDOS Y GASEOSOS"**
- ✓ **"SISTEMAS DE CONTROL Y SEGURIDAD DE CALDERAS"**
- ✓ **"LIMPIEZA QUÍMICA Y PRESERVACIÓN DE CALDERAS"**

CURSOS ADAPTADOS A SUS INSTALACIONES, PROCESOS Y NECESIDADES

En función de las necesidades específicas del solicitante, si el curso se requiere bajo la modalidad de In-Company (presencial o a distancia), se presentará el requerimiento de información de sus calderas para adaptar el curso a los requerimientos particulares: fallas de equipos, casos de planta.



CONTACTO: ☎ +34 625 89 82 25

✉ capacitacion@ceaca.com

SUSCRÍBETE:
www.ceaca.com

SOMOS UNA
COMUNIDAD DIGITAL

Póliza de seguro de rotura de maquinaria para cubrir los riesgos de calderos



CARLOS QUEVEDO

Seajuste S.A. Asistencia técnica en Seguros
Guayaquil - Ecuador

E-mail: seajuste@gmail.com

“ASESÓRATE BIEN SI VAS A COMPRAR UNA PÓLIZA DE SEGURO, RECUERDA QUE EXISTEN CONDICIONES PARTICULARES QUE DEBES PONER CON EL FIN DE CUBRIR TUS RIESGOS Y EVITAR EXCLUSIONES QUE TE PONE LA ASEGURADORA PORQUE SI NO SE CUMPLEN CON LAS CONDICIONES ESTABLECIDAS EN LA PÓLIZA DE SEGURO, NO SE GARANTIZA QUE ANTE LA OCURRENCIA DE UN SINIESTRO, LA ASEGURADORA INDEMNICE LOS DAÑOS OCASIONADOS, POR LO QUE ES MUY IMPORTANTE QUE TANTO LOS PROPIETARIOS COMO EL PERSONAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO CUMPLAN CON LO ESTABLECIDO EN LA PÓLIZA DE SEGURO”.

“SE INSISTE EN QUE SE RECUERDE QUE LAS CONDICIONES PARTICULARES PREVALECEAN SOBRE LAS CONDICIONES GENERALES DE LA PÓLIZA DE SEGURO, Y SOBRE ESTAS SE DEBE PONER LO QUE MEJOR CONVENGA A SUS INTERESES PARA QUE PROTEJAN SUS RIESGOS, LAS GENERALES SON LAS QUE PONEN LAS ASEGURADORAS”.

Una de las Condiciones Generales de la Póliza de Seguro de Rotura de Maquinaria, que *obliga la aseguradora al asegurado* es la siguiente:

*“El asegurado deberá efectuar en presencia de un representante de la aseguradora, **por su propia cuenta**, revisiones de las calderas siguiendo las instrucciones y manuales de mantenimiento de los fabricantes.”*

COMENTARIO: En esta parte se debe considerar lo siguiente:

a. El efectuar la inspección en presencia de un representante de la compañía de seguros: en el mercado asegurador las compañías de seguros tienen las siguientes opciones:

1. Que sea un inspector que labore en la compañía de seguros.
2. Contratar un experto en calderos que sirva como perito que tenga conocimiento de calderos y que pueda hacer un seguimiento de las actividades que realiza el tercero contratado por el asegurado y genere recomendaciones que debe cumplir el asegurado con el fin de disminuir y/o evitar un agravamiento del riesgo.

b. Que el asegurado contrate por su cuenta un inspector/perito (el tercero al que se hace referencia en (a.2)), para que realice la inspección y diagnóstico de los riesgos propios de un caldero. Es criterio generalizado del propietario de la empresa asegurada que dicha actividad la realice el personal de planta, generalmente el de mantenimiento, con el error de que no participe el personal de operación que es quien conoce el comportamiento del caldero.

c. En lo que respecta a las instrucciones y manuales de mantenimiento del fabricante, el inspector de la aseguradora generalmente no tiene conocimiento pleno de los diferentes tipos de mantenimiento que debe realizarse al caldero, estando supeditado a lo que le indique el personal de planta, quienes per se, si saben los planes de mantenimiento, y suele ocurrir que al delegado de la aseguradora, no se le pone en conocimiento del comportamiento y estado real del caldero, o que además, el inspector de la aseguradora, no lo entienden por desconocimiento del tema.

A esto se debe considerar el agravante de que por requerimiento de producción o por órdenes de los propietarios, se extiende el período de tiempo requerido para realizar el mantenimiento, que debe realizarse según los manuales del fabricante, prolongándolo y desfasando a veces exageradamente, los períodos de mantenimientos obligatorios.

Punto de vista del seguro:

Mientras no exista un siniestro, la aseguradora, generalmente, cree que el caldero está operando en condiciones normales, pero cuando se presenta un siniestro es cuando, al no haberse realizado los mantenimientos correspondientes, **la aseguradora niega el reclamo basada en que existió un agravamiento del riesgo asegurado sin que dé lugar a pago de ningún tipo de indemnización.** Ese es el grave riesgo que corre el asegurado al no efectuar los mantenimientos de manera oportuna.

Adicional a lo indicado, en las Condiciones Generales de la póliza de seguro de rotura de maquinaria, señala textualmente: **“Si el asegurado no cumple con los requerimientos de estas condiciones, la compañía de seguros quedará liberada de toda responsabilidad.”** Lo cual no requiere comentario dado que se explica por sí solo.

El asegurado puede recurrir a una salvedad contemplada en las Condiciones Generales de la póliza de Rotura de Maquinaria, como es:

“Si en casos muy especiales, las revisiones periódicas que deben efectuarse de acuerdo a los manuales del fabricante, se deben extender los plazos, el asegurado deberá solicitar por escrito a la compañía de seguros, y ésta dará su consentimiento por escrito solamente si, en su opinión, no presenta peligro para los equipos.”

Como ya se dijo, las Condiciones Generales de la póliza se establecen de forma generalizada y son elaboradas por la aseguradora, documento que, en el Ecuador, es aprobado por la Superintendencia de Compañías, Valores y Seguros; en cambio las condiciones particulares no requie-

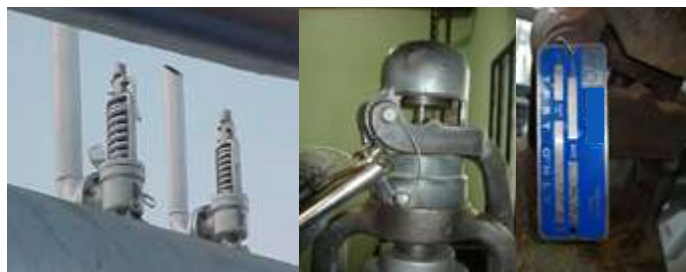


Figura # 1: Mantenimiento y Verificación de las Válvulas de Alivio de Presión – Frecuencia.

ren aprobación sino una aceptación entre las partes, esto es, asegurado y asegurador, es por eso que cada usuario debe considerar sus riesgos y reglamentación propia que exista en cada país, lo cual servirá de soporte para establecer “sus condiciones” en las Condiciones particulares de la póliza de seguro que va a contratar.

Debido a la falta de conocimiento técnico esta salvedad suele ser riesgosa para la aseguradora, dado que se incrementa el riesgo y consecuentemente existe mayor probabilidad de que ocurra un siniestro.

Lo barato sale caro

Continuando con las Condiciones Generales de la Póliza de Rotura de Maquinaria, se tiene:

“Las revisiones deberán ser efectuadas por técnicos calificados e independientes del asegurado. El asegurado deberá informar con siete días de anticipación la fecha en que iniciará la revisión, **para que la compañía de seguros pueda enviar un experto que lo represente”.**

En esta parte se debe considerar lo siguiente:

a. Debido al valor de las primas por concepto de pago de un seguro de rotura de maquinaria, lo que suelen hacer las compañías de seguro es trasladar el riesgo a un reasegurador y ganar su comisión por la emisión de dicha póliza de seguro, dado que le implicaría un gasto adicional el tener que contratar un perito calificado en calderos, razón por la que traslada al asegurado dicha responsabilidad.

b. Los problemas nacen cuando ocurre un siniestro, donde se designa un ajustador de siniestros, quien no suele ser especialista en calderos, y empieza a hacer preguntas capciosas al personal de planta, quien ingenuamente o a veces

por sobresalir de respuestas que no están debidamente soportadas desde el punto de vista técnico, encontrándolas luego en el informe del ajustador a su manera, por lo que **se recomienda** que cuando concurra el ajustador a la planta se le debe indicar que lo que desee saber lo solicite por escrito, con el fin de evitar errores de apreciación que hagan que **el reclamo** no esté cubierto por la póliza de seguro y consecuentemente la aseguradora niegue el reclamo.

Se recuerda que una de las Condiciones Generales indica que:

“Los informes de revisión y/o inspección deberán ser enviados de inmediato a la compañía de seguros”. **Mismos que en caso de un siniestro los usará la aseguradora en su favor, en caso de que no estén acordes a las recomendaciones del fabricante.**

Una de las recomendaciones es que los dueños de la empresa y sobre todo los encargados de la operación y mantenimiento de las calderas estén debidamente capacitados, por lo que nos permitimos recomendar se tomen cursos cuyo contenido comprenda:

- a) Conocer las fuentes de condiciones inseguras y accidentes de calderas.
- b) Cuidados, prácticas, rutinas operacionales y de mantenimiento, con fallas y accidentes en las calderas.
- c) Cuidados fundamentales que minimicen y prevengan las fallas y accidentes en calderas.
- d) Coberturas de pólizas de seguro de incendio y de rotura de maquinaria conjuntamente con sus exclusiones.



Figura #2: Revisiones de los Controles de Parámetros Límites-Extensión

Representaciones Oficiales Autoflame en Latinoamérica

ARGENTINA

AMERICAN BURNERS
JORGE GUERRA
director@rubcar-borghia.com.ar
+54 11 4682 9114

BRASIL

SANTEC ENGENHARIA
CARLOS EDUARDO
comercial03@santec.ind.br
+55 (11) 96482 9809

BRASIL

TECNO BURNER
OSCAR BASILIO
comercial@tecnoburner.com.br
+55 (19) 98116 0864

CHILE

FLAMEGROUP
LUIS FORGHIERI
lforghieri@flamegroup.cl
+56 2 2942 2092

MÉXICO ZONA NORESTE

CYPROS
LUIS LEÓN
contacto@calderasyproyectos.com
+52 81 1521 2219

COLOMBIA

IT AUTOMATIZACIÓN
ANTONIO ACOSTA
y.acosta@itautomatizacion.com
+57 1 8104 425

COSTA RICA

TECNOSAGOT
JOSÉ MANUEL SALAZAR
ventas5@tecnosagot.com
+506 2290 1664 Ext. 124

MÉXICO ZONA NORESTE

SICAB
SAMUEL HERNÁNDEZ
samuel.hernandez@sicab.com.mx
+52 81 1678 62711

ECUADOR

MASUSA
CARLOS GAVILANES
masusa@masusaecuador.com
+593 99637 5297

MÉXICO ZONA NOROESTE

CASEI
CARLOS CISNEROS
carlos.cisneros@casei.com.mx
+52 644 414 5845

EL SALVADOR

CADINSA
WILLIAN MARTÍNEZ
wmartinez@cadinsa.com.sv
+503 2264 1555

MÉXICO ZONA CENTRO OESTE

ECOVIS
JAIME HERNÁNDEZ
jhorduno@ecovismexico.com
+52 33 3601 1940

GUATEMALA

GRUPO SINPRO
EFRAIN CHAMO
echamo@gruposinpro.com
+502 2270 3338

PUERTO RICO

BASE CORP.
ROBERTO BURGOS
rbd@basepr.net
+1 787 725 9440

MÉXICO ZONA SUR Y CENTRO ESTE

GPIT
CARLOS A. CARRILLO
gpit@gpit.com.mx
+52 55 5782 3316 Ext. 221

PERÚ

AC CALDERAS
WYLBERT CONSUELO
wconsuelo@ac-calderas.com
+51 934 065 617

VENEZUELA

BOILER SERVICE INVERSIONES
HORACIO MOLINA
horacio.molina@boilerserviceinversiones.com
+58 426 511 4208

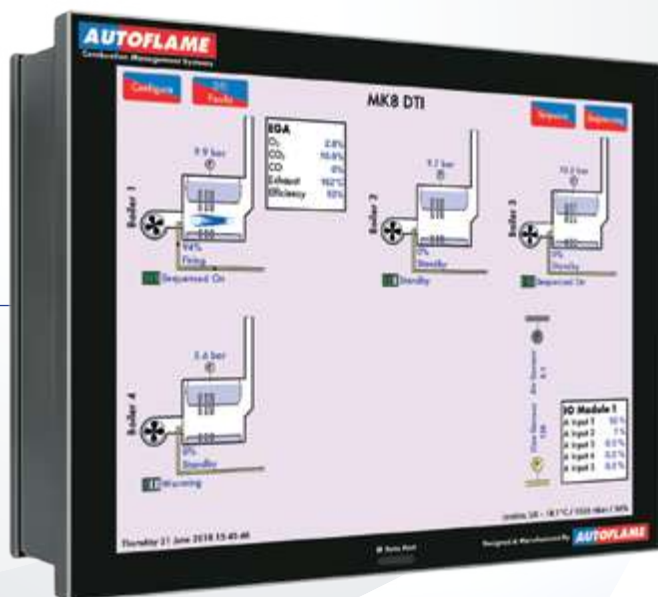




Conexión a Red Local
vía RS422 o Ethernet



Acceso a Sala de
Calderas desde 5 PCs
diferentes



10x MMs



10x EGAs



10x Sensores de
Presión Gas/Aire



10x Módulos
In/Out

PORTAL DE COMUNICACIÓN Y SISTEMA DE CONTROL REMOTO PARA SALA DE CALDERAS

MK8 DTI

El Interfaz de Transferencia de Datos Autoflame DTI perteneciente a la generación Mk8, posee una pantalla táctil capacitiva de 12.1". Actúa como portal de comunicación entre el usuario final y hasta 10 calderas completas, incluyendo toda la información gestionada por los controladores, analizadores de gases, sensores de presión de gas y/o aire, etc. de dichas calderas, pero también permite la conexión y comunicación de cualquier tipo de actuador, sensor o detector de nuestra planta y sin tener por qué estar directamente relacionado con la sala de calderas.

Toda esta información monitoreada por el Mk8 DTI se almacena durante 3 años, y es accesible en tiempo real a través de conexión Modbus o BACnet a través del uso de cable de datos RS422 o ethernet. El DTI incluye de serie el DTI Manager Software, encargado de hacer visible toda esta información de manera rápida y sencilla desde hasta 5 laptops distintos, desde una sala de control a través de una red local, o desde la otra punta del mundo a través de internet.

Pero el Mk8 DTI de Autoflame no solo monitorea, si no que su función de portal de comunicación permite también al usuario final controlar remotamente ciertos aspectos de la caldera, como apagado y encendido de quemadores, cambios de setpoints, cambios en el orden y programación temporal de las calderas en secuenciamiento, etc. pero nunca ninguna modificación de aspectos críticos del proceso de combustión, los cuales siempre se deben realizar a pie de la propia caldera.

Otra de las características diferenciadoras del Mk8 DTI, es la posibilidad de integrarle hasta 100 reglas de actuación ante el suceso de cualquier evento, y teniendo como origen la información recogida por cualquier de los dispositivos conectados a dicho DTI. Gracias a la posibilidad de conectarle hasta 10 módulos de entradas/salidas, es capaz de reunir en un mismo equipo el tráfico de una grandísima cantidad de información y señales.

Todo lo mencionado anteriormente, hacen de este equipo el ideal para la incorporación de toda nuestra sala de calderas en sistemas de control, supervisión y manejo de información, como SCADA o similares, o incluso la integración de la cada vez más presente Industria 4.0, gracias al Internet de las Cosas (IoT), donde se propone una automatización en continuo de las practicas tradicionales de producción y operación.

Guillermo Ceba

Latin America Technical Account Manager

+44 7786 732 012 (WhatsApp) | gceba@autoflame.com

www.autoflame.com



Caldera 4.0: La tecnología de hoy que puede mejorar una caldera



GUILLERMO ALBERTO MOLINA

Ingeniero electrónico especialista en combustión
Argentina

E-mail: gamolinaar@gmail.com

En este artículo se propone mostrar cómo se puede combinar la realidad tecnológica disponible actualmente en los controles de combustión que permiten expandirse y comunicarse con distintos equipamientos muy fácilmente para mejorar la eficiencia y el beneficio del usuario de calderas en la información disponible.



CALDERA 4.0

Primeramente, es necesario aclarar algunos conceptos a manera de introducción, para entender esta nueva tecnología que está ya y ahora disponible en el mercado. Si observan el pictograma propuesto para Caldera 4.0, verán una caldera del tipo acuotubular con una señal de WIFI en lugar de llama. Quiero aclarar que Caldera 4.0 no se limita a solamente a las calderas acuotubulares sino que abarca a todos los tipos de calderas, con un único quemador o con varios.

La señal de comunicación hace referencia directa a Industria 4.0, estado en que está o según algunos especialistas, ya atravesó la industria actualmente. Industria 4.0 es la cuarta revolución industrial también llamada como Industria Inteligente, contando a partir de la Primera Revolución Industrial, que se inició en la segunda mitad del siglo XVIII en Gran Bretaña. Sin intención de profundizar sobre este tema y debido a que existe gran cantidad de información, simplemente dejaré el concepto:

Industria 4.0 apuesta por una mayor automatización, conectividad y entrega de información para ser procesada y analizada.

Muchos de nosotros le tememos a los cambios tecnológicos, pero sin quererlo los hemos incor-

porado, saltando barreras que, si nos decían, nunca lo haríamos. Un ejemplo es la comunicación telefónica, que pasó de ser desde un aparato fijo y conectado a un cable a ser actualmente hasta una video llamada solamente con la restricción en el alcance de señal.

Entonces ¿por qué no incorporar esta nueva tecnología en el invento de James Watt? conocido usualmente como caldera y para que esta incorporación sea realmente efectiva nos debe entregar un beneficio. Dentro de esos beneficios podemos nombrar los más importantes que son la mejora en la Seguridad Funcional y en la Eficiencia.

Al hablar de eficiencia en una caldera, la misma es función directa de la calidad de la combustión, como factor predominante, por consecuencia el punto a tratar va a ser el control de la *combustión*.

En estos últimos diez años, los controles de combustión han tenido un avance y crecimiento importante ya dejaron de ser "cajas funcionales aisladas", conocidos en idioma inglés como Burner Management System (BMS), que solamente se encargan del encendido y verificar que exista presencia de llama en el quemador. Actualmente, incorporaron dentro del mismo, al control de estanqueidad de válvulas y la mejora más importante fue la de tener además al Relacionador Aire-Combustible (Air/Fuel Ratio Controller) en un control relacional.

Independientemente de las mejoras surgidas en los sensores de llama, donde el tubo de vacío ha sido reemplazado por el sensor electrónico, que posee una vida útil 20 veces mayor y un grado de confiabilidad que da como resultado una operación segura de la combustión.

La ventaja más IMPORTANTE en los controles de combustión, es la de tener una configuración del tipo "componible", es decir que se pueden ir agregando parámetros adicionales en el control, como control de O_2 y CO , o incorporarle módulos, como comunicación a otros sistemas en diferentes protocolos, control de variadores de velocidad para ventiladores y todo esto con el mismo equipo base y sin disminuir la seguridad del control que generalmente es SIL 3 según IEC 61508 (SIL Safety Integrity Level en español Nivel de Integridad de Seguridad) donde el máximo es 4.

La incorporación de la detección y discriminación de fallas e información de alarmas, debidamente anunciadas e indicadas para determinar rápidamente el problema o causal que pudiese ocurrir, reduce rápidamente los tiempos para volver a poner a la caldera en servicio.

Existen modelos de controladores que además permiten, con módulos de expansión la incorporación de señales digitales y analógicas para mediciones de proceso, combinado con una interfaz gráfica, permitiendo no solamente que estos datos sean informados, sino que además, se puedan realizar lógicas y cálculos de procesamiento para ser analizados de manera continua, con la posibilidad de realizar gráficos de tendencias sobre las variables principales, como por ejemplo nivel de agua y presión de vapor durante horas.

Si comparamos esta tecnología con aplicaciones existentes en la automatización, un ingeniero de procesos dirá que esto es solamente aplicable si se dispone de un PLC (Controlador de Lógica Programable), quien recopile los datos, asociado a un sistema SCADA (Supervisión, Control y Adquisición de Datos) que los analiza y registra, sumatoria de inversiones de alto costo en equipamiento adicional al ya existente solamente

para que la caldera entregue información. Resumiendo, sería un proyecto de inversión que ni el más aventurado y optimista lector de este artículo podría defender y justificar el retorno de la misma, donde cada actualización requeriría un costo importante en la modificación de programas y actualizaciones de pantallas.

Volviendo al día de hoy y a la realidad cotidiana, la caldera que no informa, o que tiene paradas no previstas por fallas sin saber el causal es cosa obsoleta en la era actual de la comunicación. Todos sabemos que el operador realiza generalmente muchas tareas dentro de la empresa. Sería muy beneficioso para él, recibir un mensaje de alerta o solamente con acceder a una pantalla de su celular, poder ver cómo está trabajando la caldera, las condiciones del vapor que se está produciendo y que además, esta información sea compartida con los demás usuarios de la planta para que sepan regular sus procesos de acuerdo al estado de producción de la planta de vapor.



El saber los parámetros de funcionamiento óptimos permite prever los mantenimientos ya que se pueden ver "en línea" las variables que se generan durante el funcionamiento de la caldera, como por ejemplo la temperatura de salida de gases, que con la variación de ésta, alertar tempranamente sobre posibles problemas, generalmente relacionados con el ensuciamiento o limitaciones en la transferencia de calor.

Se reitera la ventaja de la componibilidad en el control, lo que permite obtener resultados importantes a muy baja inversión inicial en comparación con los sistemas indicados, que muy frecuentemente no son seguros y con un retorno de inversión menor a 5 años ya que se parte de mejorar la eficiencia.

Se reitera la ventaja de la componibilidad en el control, lo que permite obtener resultados importantes a muy baja inversión inicial en comparación con los sistemas indicados, que muy frecuentemente no son seguros y con un retorno de inversión menor a 5 años ya que se parte de mejorar la eficiencia.

Como resumen final, un control de combustión moderno, que nos permita ser expandido en etapas y en el que se incluyan los controles de la caldera, incorporando mediciones, cálculos y alarmas, resultará en un beneficio de alta disponibilidad y seguridad de la caldera, transformándola en una Caldera 4.0.

Niveles de Conocimiento sobre cuáles son los Códigos que Regulan la Seguridad de los Sistema de Control y Combustión en las Calderas

Tips de los Códigos (Reseña del Editor)

NFPA 85 "Código de Riesgos de Calderas y Sistemas de Combustión"

ASME CSD-1 "Dispositivos de Control y Seguridad para Calderas de Encendido Automático"

Entre los años 2011 y 2012 se llevó a cabo en varios países de la región latinoamericana (Argentina, Colombia, México, Uruguay y Venezuela) a Usuarios de Calderas Industriales (medianas y grandes), una encuesta de la que se concluyó que el 80% de los Usuarios de estas Calderas no conocían cual es el Código a partir del que se diseña el Sistema de Seguridad, Control y Combustión de sus calderas. Del 20% que conocían los Códigos, un 35% eran personas del área de ingeniería que habrían estado relacionados con proyectos de nuevas calderas y un 18% era personal de operaciones. Lo que indicaba que menos del 4% de los operadores conocían la existencia de estos Códigos.

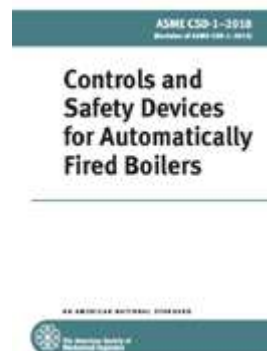
Recientemente, en nuestro Network de lectores de Calderas Guía del Usuario (en la Industria y Comercio), gracias a las actuales facilidades de comunicación, se desarrolló una encuesta en línea, para verificar el nivel actual de conocimiento del Código de Riesgos de Calderas y Sistemas de Combustión, planteando varias opciones y de 100 participantes en la encuesta se obtuvo como resultado lo presentado en la siguiente Tabla:

Opción de Fuentes de Estos Diseños	% de Opinión
NFPA 85	5 %
Diseño del Fabricante basado en Experiencia	28,5%
Otras ABMA y API	23,8%
ASME Secciones I, VII y el National Board	19%
Combinación de Normas relacionadas	14%
Ninguna Norma lo Rige	9,5%

La mayoría de los encuestados (usuarios de calderas medianas y grandes) asumían que estos sistemas son diseñados por el fabricante de las calderas y/o de los quemadores, basado en sus buenas prácticas de ingeniería y experiencias.

Se desconocen las fuentes de los requerimientos de los Sistema de Seguridad, Control y Combustión que deben tener las calderas. Este es un resultado alarmante, ya que el desconocimiento de las fuentes, requerimientos de los Códigos, le da al usuario de calderas un cierto nivel de despreocupación en la desatención y le deja la "libertad" de tomar decisiones sobre alteraciones de estos sistemas, basándose en recomendaciones de "supuestos expertos" en el tema.

Entre los Códigos americanos contamos con dos opciones dependido de la Capacidad Térmica de sus Calderas. La Frontera entre la **ASME CSD-1 (2018) "Dispositivos de Control y Seguridad para Calderas de Encendido Automático"** y el **NFPA 85 (2019) "Código de Riesgos de Calderas y Sistemas de Combustión"** es la capacidad térmica de la caldera: 12.500.000 BTU.



¿Son sus calderas de un solo quemador, múltiples quemadores, son calderas de lecho fluidizado atmosférico junto con cargadores automáticos de carbón (stokers), cuentan con sistemas de combustible pulverizado, o son generadores de vapor de recuperación de calor (HRSG)? ... Sepa lo que el Código propone y Compárelo con lo que se tiene en sus Calderas - la NFPA 85 "Código de Riesgos de Calderas y Sistemas de Combustión"

La NFPA le permite leerla libremente: [pulse aquí](#)

Sensores y sistemas para la Ingeniería en Combustión

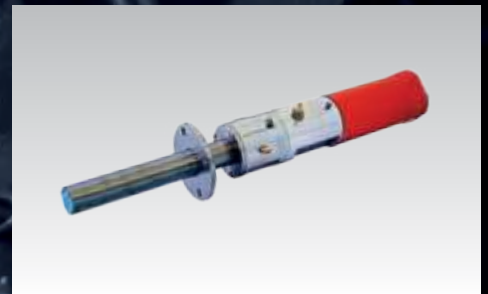
Sistema de gestión para combustión - el siguiente paso evolutivo en la Gestión de la Combustión.

Analizadores de O_2 y CO_e para gases de combustión.

Medición y para la optimización de la Combustión en línea

Amplia gama de Detectores de llama para aplicaciones simples y complejas.

Quemador piloto de la serie GFI - Sistemas de ignición de última generación.



LAMTEC America
Sensores y Sistemas para
la Ingeniería en Combustión

1807 Market Blvd.
Hastings, MN 55033
info@lamtecamerica.com
www.lamtecamerica.com

CASA CENTRAL
LAMTEC Meß- und Regeltechnik
für Feuerungen GmbH & Co. KG

Wiesenstraße 6
D-69190 Walldorf
info@lamtec.de
www.lamtec.de



Seguridad funcional en calderas



HERNÁN RICARDO CEJAS

Spirax Sarco
Argentina

E-mail: hernan.cejas@ar.spiraxsarco.com

Cuando hablamos de calderas, debemos tener en cuenta tres pilares relacionados con su funcionamiento: **eficiencia energética, performance** y el pilar fundamental: **seguridad**.

Ninguna caldera debería trabajar en condición insegura, pudiendo poner en riesgo, personas y equipos.

Las calderas son recipientes sometidos a presión con fuego, en la cual el agua, originalmente en estado líquido, recibe calor proveniente de la combustión - un combustible gaseoso, líquido o sólido, para transformarlo en vapor para distintos procesos de intercambio térmico.

De este simple análisis, se desprende que existen riesgos asociados en dos aristas diferentes, por un lado, el recipiente sometido a presión y por otro lado el fuego, como resultado de la combustión.

Es importante destacar que también debemos tener en cuenta las calderas de agua caliente, que aunque no sean recipientes sometidos a gran presión, también pueden generar vapor flash en caso de presentarse fugas.

Aspectos humanos

Muchos accidentes se han producido por operación inadecuada del personal a cargo de la sala de calderas. Las calderas, tanto piro-tubulares, como acuotubulares, tienen distintos grados de automatización acorde a diseño y antigüedad, sin embargo, la mano del operador de caldera estará siempre presente.

Existen normativas, como por ejemplo la NFP 85 y normativas europeas que evalúan el grado de automatismo de una caldera en función de su antigüedad.

No es posible evaluar con normas actuales (por ejemplo 2019) calderas que tengan 20 años de antigüedad.

Los operadores que tienen por misión manejar las calderas, deberían recibir en forma periódica capacitaciones de buenas prácticas de mantenimiento preventivo y correctivo asociados a las calderas y sus equipos auxiliares.

Existen normativas tales como la NFPA 85 (Capítulo 1 Administración) y ASME sección VII del Código de Calderas y Recipientes a Presión

(Artículo 101 – Operación de Calderas), en donde se hace referencia a los lineamientos de capacitación a tener en cuenta, para la puesta en marcha, operación y apagado de calderas.

Dado que las calderas no son máquinas que puedan ser seteadas en origen, cada dispositivo debe ser puesto en marcha "in situ" por personal capacitado para tal fin.

Los fabricantes de calderas solo podrán simular señales en sus fábricas, será el personal de comisionamiento el encargado de setear los parámetros de funcionamiento y requerimientos por parte de los fabricantes de calderas y quemadores.

No existen por parte de entidades de inspección, adecuados controles que permitan verificar que el personal de comisionamiento de calderas, realice las tareas de acuerdo a listas de verificación preestablecidas y den cumplimiento a procedimientos de puestas en marcha de equipos.

La experiencia nos indica que dentro de las tareas de puesta en servicio (start up) de calderas, deberían cumplirse los siguientes pasos:

- Verificación de conexionado eléctrico de caldera y quemador.
- Verificación de funcionamiento de controles de nivel de agua.
- Pruebas de secuencia.
- Puesta en marcha de la caldera.
- Prueba de todas las seguridades de quemador y caldera.
- Ajuste de combustión, verificación de caudales de combustible, tanto mínimos como máximo.
- Entrega de protocolos de puesta en marcha.
- Entrega de planos de final de obra.
- Capacitación de personal cargo.

Los usuarios finales, deben verificar que los puntos descritos sean cumplidos, para tener certeza que las calderas cumplen con todas las seguridades con las que han sido provistas.

Existen normativas tales como el código ASME sección VII en donde se hace mención de los lineamientos necesarios para la puesta en servicio de calderas.

Seguridades de bajo nivel de agua

Mantener el nivel de agua dentro de los parámetros establecidos por el fabricante de caldera, de acuerdo con la Sección I del Código ASME de calderas y recipientes a presión, es de fundamental importancia.

La energía de entrada a la caldera, está dada por la combustión de combustibles, sólidos, líquidos o gaseosos, también puede darse el caso de combustión mixta de combustibles. En cualquiera de los casos, las temperaturas de llama superan las temperaturas de fusión del acero con que se haya construido el hogar de la caldera.

Puede considerarse como una excepción, las calderas de recuperación, que generan vapor a partir del intercambio de calor de gases de escape de grandes motores, en los cuales recupera la energía del calor sensible de los mismos.

De este simple análisis, se desprende que el nivel de agua de la caldera siempre se debe mantener por encima del último tubo de caldera ya

que cualquier situación de muy bajo nivel de caldera estará poniendo en riesgo el recipiente sometido a presión.

El código ASME en su Sección I, hace referencia al nivel mínimo de agua permitido, dentro del recipiente de la caldera.

Existen diferentes dispositivos que permiten mantener un nivel de agua estable dentro del recipiente, sin embargo, muchos de ellos no cumplen la condición de ser intrínsecamente seguros y/o autoverificables. Para garantizar una muy baja posibilidad de riesgo de bajo nivel de agua dentro del recipiente, los controles de nivel de agua deben combinar ambas condiciones: ser intrínsecamente seguros y ser autoverificables. Actualmente existen controles de nivel de agua con Niveles de Integridad de Seguridad, SIL (Safety Integrity Level).

Existen cuatro niveles de SIL: 1-2-3-4, conceptualmente es una determinación de la tasa de falla aceptada acorde a la demanda. Las certificaciones SIL son otorgadas por entidades independientes como por ejemplo Exida y TÜV. La asignación del grado SIL es una decisión corporativa basada en la filosofía de manejo del riesgo. La verificación del grado SIL se realiza mediante métodos cuantitativos.

Respecto a equipos eléctricos y electrónicos están regidas por las normas de diseño de Sistemas de Seguridad tales como la IEC61508, FM (Factory Mutual) y otros.

Se recomienda instrumentar las calderas, tanto en funciones de bajo nivel como en instrumentación de quemadores, con instrumentos intrínsecamente seguros y con certificaciones SIL.

Control de nivel de agua

A medida que la caldera genera vapor, su nivel de agua va descendiendo, por lo que el sistema está obligado a suplementar el nivel de agua para mantenerlo constante. Podemos encontrar: sistemas On/Off y sistemas modulantes.

Un sistema On/Off consiste en un sistema "todo/nada" en donde la bomba de agua es encendida cuando llega a un nivel mínimo de funcionamiento. El mismo será el encargado de apagar la bomba cuando llega a un nivel máximo. La diferencia de entre el nivel máximo y mínimo es llamada histéresis.

En principio es de suponer que las calderas de baja capacidad son las adecuadas para un control "On/Off", aunque en la realidad, no existe un valor de generación pre establecido que limite esta modalidad de alimentación de agua.

A medida que las calderas tienen mayor tasa de generación de vapor, el control de agua modulante es altamente recomendado.

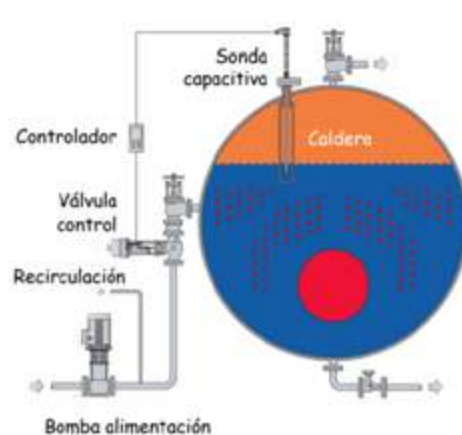
Dentro de los beneficios de un sistema modulante respecto de un sistema "On/Off" podemos encontrar:

- Una mejor calidad de vapor, ya que se minimizan los riesgos de arrastre de agua.
- Se minimizan la posibilidad de golpes de ariete en circuito de vapor.
- Se mejora el título de vapor.
- La presión de vapor más estable, debido a que no se suspende la vaporización al momento del arranque de la bomba de agua.
- Mayor seguridad operativa, debido a que la caldera nunca trabajará en un valor cercano al nivel mínimo.
- Se minimizan los riesgos de bajo nivel de agua ante un consumo repentino de vapor, sobre todo en aquellas calderas que abastecen consumos de vapor en procesos intermitentes.
- Se minimizan los riesgos de cavitación de bomba de agua, debido a que el caudal de agua impulsado por la bomba, será solo el correspondiente al consumo real de vapor de la caldera.
- Aumento de eficiencia de la caldera, si el agua de alimentación no tiene precalentamiento o control de temperatura, ya que se mantiene la alimentación controlada y se evita la condensación del vapor producido cuando arranca de nuevo la bomba.

Sistema modulante



Sistema on off



Por lo expuesto, los beneficios de un sistema modulante de agua, justifican su implementación sobre todo en calderas de gran porte.

Monitoreo de impureza dentro de las calderas.

A medida que la caldera va entregando el vapor generado, las impurezas dentro del recipiente se van concentrando. Este fenómeno se produce debido a que la masa de vapor generado no contiene sales, por lo que las impurezas van incrementando su contenido dentro del seno de la masa líquida. Existen excepciones a esta regla, uno de ellas es la sílice, que en función del pH y la presión de trabajo se vaporiza junto con el vapor. Sin embargo, en calderas de gran capacidad de generación para uso motriz, la contaminación con sílice, es la más crítica, pudiendo generar incrustaciones dentro la caldera como en alabes de turbinas de vapor.

La sílice en la caldera tiende a adherirse e incrustarse en las superficies de intercambio, generando una barrera a la transferencia térmica tendiente a sobrecalentar el material de los tubos de manera prematura, produciendo una reducción de la eficiencia de la caldera.

Un adecuado control de impurezas dentro de las calderas, no solo garantizarán la vida útil del recipiente evitando corrosión e incrustaciones, sino que ayudarán a que los controles de nivel de agua funcionen adecuadamente.



Altos niveles de ensuciamiento e incrustaciones pueden generar la reducción de la vida útil de la caldera y el aislamiento o atascamiento de los controles de nivel con piezas móviles, dando falsas señales.

Las impurezas no controladas dentro del recipiente, pueden generar atascamientos en los controles de nivel con piezas móviles, pudiendo dar información errónea al panel de control del quemador de presencia de agua, cuando en realidad la caldera puede tener un nivel de agua menor al mínimo.

La combinación de un inadecuado control de impurezas dentro de la caldera, junto con sistemas de control de agua que no sean intrínsecamente seguros, puede llevar a la caldera a una situación de riesgo.

Se recomienda que las calderas posean sistemas de controles automáticos de purgas de superficie o continuas, para garantizar la vida útil de la caldera, minimizando la posibilidad de corrosiones e incrustaciones que atentan, en definitiva, con la seguridad y eficiencia de las calderas.

Los controles automáticos de purgas de superficie basan su funcionamiento en la medición sólidos disueltos totales (TDS). Es altamente recomendable, verificar el origen de las impurezas para determinar cuál es el contaminante crítico para determinar la tasa de purga adecuada, que permita mantener las impurezas por debajo de los valores máximos establecidos.

La forma correcta consiste en realizar una evaluación de los ciclos de concentración de cada contaminante y así poder determinar cuál es el contaminante con mayor grado de concentración.

Un ciclo de concentración para una impureza determinada, es la relación entre la máxima concentración permitida en caldera, dividida la concentración de la impureza del agua de alimentación.

Los sistemas de control automáticos de TDS (total de sólidos disueltos) mantienen las impurezas dentro de los valores establecidos por el fabricante, con un mínimo de atención por parte de los operadores de calderas.

Los valores máximos de impurezas permitidos en calderas están definidos por entidades tales como ABMA (Asociación Americana de Fabricantes de Calderas): Boiler Water Quality Requirements and Associated Steam Quality for Industrial/Commercial and Institutional Boilers o ASME (Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos): CRTD- Vol. 34 Consensus on operating practices for the control of feedwater and boiler water chemistry in modern industrial boilers

Las buenas prácticas, apego a las normas y códigos hacen que los operadores de calderas y sus equipos, puedan hacer de su lugar de trabajo un espacio más seguro.

Pasado, presente y futuro de las normativas sobre sistemas de combustión en la Argentina



PABLO ERBINO
Líder del estudio de IRAM 60001.



CARLOS MARTÍNEZ
Secretario del Subcomité de Sistemas de Combustión



JOAQUÍN A. A. GARAT
Coordinador del Subcomité de Sistemas de Combustión

Nuestro país ha sido favorecido con disponibilidad de un valioso recurso como es el **gas natural**. Esta situación, ha generado la necesidad de administrar y legislar su uso. Hacia 1945, se funda la primera compañía relacionada con esta actividad, cuyo nombre fue Primitiva de Gas y que al año siguiente, se la conoció como Gas del Estado. Esta empresa pública argentina, que por su envergadura y desarrollo tecnológico llegó a ser considerada la tercera en el mundo, estaba dedicada a la distribución y comercialización de gas natural en todo nuestro territorio.



De esta forma, **Argentina fue precursora, he hizo escuela respecto a las reglamentaciones y normativas**, que incluso más adelante se hizo extensivo al gas licuado de petróleo (GLP) comercializado a través de redes. Años más tarde, muchos de aquellos requerimientos normativos fueron tomados como base para la creación de sus propias reglas o hasta utilizados sin modificaciones, por varios países de la región.

El contexto actual mostraba que, en el uso de otros combustibles, no disponíamos de normativas que contemplen las exigencias mínimas de seguridad de las instalaciones, que permitiera evitar siniestros así como, proteger a las personas y recursos que interactúan con dichas plantas, existiendo así, un vacío legal.

Estaba claro, que alguien tenía que tomar las cartas en el asunto. Desde el **Instituto Argentino de Normalización y Certificación (IRAM)**, y como parte de su propósito de facilitar, mejorar y hacer más segura la vida de las personas, y a través del Subcomité Sistemas de Combustión, conformado por un grupo de expertos con experiencia y formación, que entendiendo las necesidades de sus sectores **trabajaron** en la elaboración de **una serie de normas que contribuyeran al uso seguro de estos recursos**.

Luego de varios años de arduo trabajo, **en 2017 se publicó la norma IRAM 60000**, que establece las exigencias que deben cumplir los sistemas de combustión que utilizan combustibles líquidos, sus requisitos de fabricación y métodos de ensayo.

Concluido este importante hito, **el camino continuó** hacia el biogás, gas de alto horno, gas de coque, gas de alcantarillado, hidrógeno, monóxido de carbono, GLP distribuido a granel, entre otros. Gracias a la dedicación e interés de este mismo grupo de expertos **hoy se encuentra en las etapas finales de aprobación la norma IRAM 60001** que establece requisitos esenciales que deben cumplir los sistemas de combustión que utilizan gases de cualquier clase como combustible, sus requisitos de fabricación y métodos de ensayo. Y ya publicada **la norma IRAM 60002**, sobre máquinas auxiliares para uso con gases de procesos y sus exigencias de seguridad.

La diversidad hace la diferencia y permite alcanzar los más altos logros. Y sin dudas, aún en tiempos de pandemia y gracias al uso de plataformas virtuales que permitieron continuar con las funciones en el ámbito que, ofreció IRAM, lo antes mencionado, ha sido un éxito. **El trabajo articulado entre representantes** de importantes universidades, organismos de certificación, departamento de bomberos, cámaras empresarias, fabricantes de estos sistemas y fabricantes de componentes **permitió generar estos documentos de valor para el sector y la sociedad en su conjunto.**

Como las necesidades son constantes, el mismo subcomité está trabajando sobre los requisitos constructivos y de seguridad que deben cumplir los principales componentes que conforman los sistemas de combustión. En concreto, se trata del delineamiento de una norma que aplicará sobre los programadores de seguridad de llama que controlan la operación de los sistemas alcanzados, teniendo además proyectadas otras normas para el futuro.

Hasta la actualidad el Subcomité de Sistemas de Combustión del IRAM cuenta con cuatro normas, dos publicadas y dos en proceso de publicación, a saber:

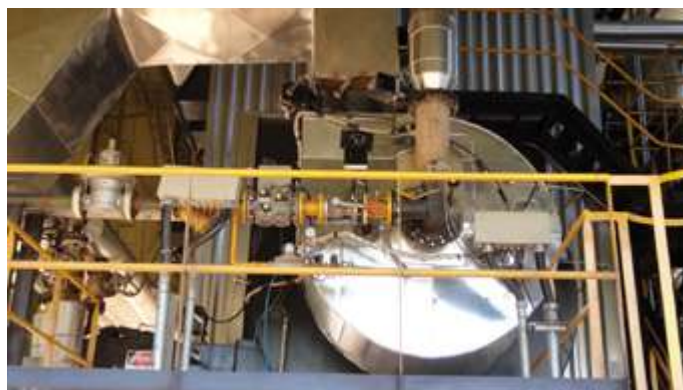
IRAM 60000:2017 Sistemas de combustión. Sistemas de combustión para combustibles líquidos. Requisitos y métodos de ensayo. (ed. 1) **Publicada**

IRAM 60001 Sistemas de combustión. Sistemas de combustión de aire forzado que utilizan combustibles gaseosos. Requisitos y métodos de ensayo. **En Discusión Pública**



IRAM 60002:2019 Sistemas de combustión. Máquinas auxiliares para uso con gases de procesos. Requisitos de seguridad. (ed. 1). **Publicada**

IRAM 60004 Sistema de combustión. Sistemas de encendido y seguridad de llama (SESdeL). Requisitos de seguridad. En estudio - pre discusión pública.



Concluyendo y basados en la visión del IRAM, de posicionarse como referentes en el ámbito nacional, regional e internacional para agregar valor a organizaciones de todo tipo y tamaño en materia de competitividad, sostenibilidad y acceso a mercados anhelamos que estas normativas contribuyan en esa tarea.

Más Información: www.iram.org.ar

Ahorro energético en plantas de combustión



PABLO ERBINO

*Departamento de Ingeniería de Saacke South America S.A.
Argentina*

Correo electrónico: paerbino@saacke.com.ar

Las empresas de hoy día, deben tener una estructura productiva competitiva como condición imprescindible para sobrevivir a la competencia local y global. En otras palabras, si la competencia es más eficiente, tendrá mejores costos productivos, mejores márgenes y todas las posibilidades dadas para quedarse por completo con el mercado.

Simultáneamente la actualidad ambiental demanda no sólo a las empresas, sino a todos los habitantes, la urgente reducción de las emisiones contaminantes directas, así como la de los gases del efecto invernadero. Evitar la emisión de monóxido de carbono, hidrocarburos sin quemar, hollín, dióxido de azufre, u óxidos de nitrógenos no basta. Adicionalmente es necesario reducir las emisiones de dióxido de carbono (CO₂) y la innecesaria emanación de elevadas temperaturas hacia la planta de los pies de San Pedro. Y esto, sólo se logra con eficiencia.

El uso eficiente de la energía contribuye significativamente la disminución de la contaminación, así como a alcanzar la imprescindible mejora en la competitividad de la industria.

Por lo general, en la mayoría de las industrias suele haber al menos una caldera o un horno de proceso. Grandes o pequeños, sobre estos equipos hay un gran potencial de mejoras en cuanto a la eficiencia energética y la disminución de las emisiones. Lo increíble del caso es que muchas veces una simple solución suele estar al alcance de la mano, y a menudo sólo comprende un conjunto acciones de optimización sobre los parámetros de los sistemas de control existentes.

En promedio, dichas medidas de optimización sobre las plantas industriales de combustión pueden permitir aumentos en la eficiencia global, de hasta un 10 % y con ello también la disminución de efluentes nocivos para el medio ambiente.

Además, estas pequeñas medidas casi siempre mejoran las características del control de la planta, aumentando consecuentemente su vida útil. El estrés de los materiales, con calderas que arrancan y paran permanentemente, el exceso de fuego para compensar ineficiencias y el ensuciamiento inexplicablemente continuo de las superficies de intercambio de calor, basadas en malos ajustes de la combustión, o la falta de criterio para efectuarlos, harán que la caldera viva menos años. Ninguna de las acciones para contrarrestar estos efectos, requiere más inversión que algo de tiempo para su ajuste, o tan solo el estar alertas para corregir desviaciones.

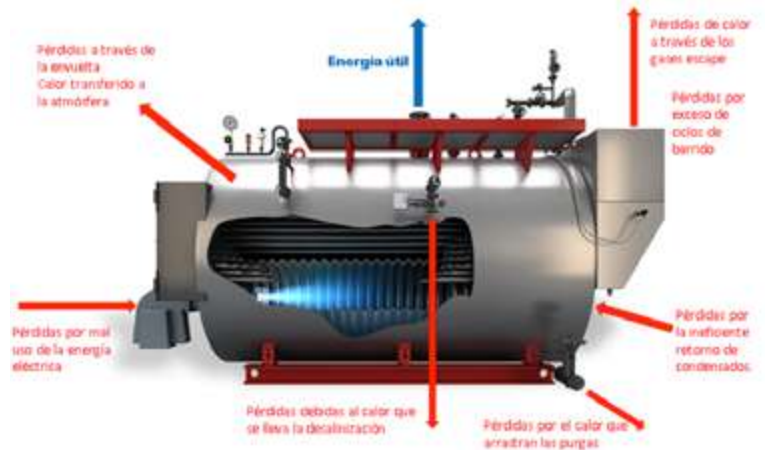


Esto a primera vista puede sonar como una exageración, pero es el resultado de decenas de pequeñas acciones. Estas van desde la sintonía de la combustión, el criterio de selección de la correcta presión de operación y la configuración del control PID, hasta el de la combinación adecuada de las diferentes calderas disponibles.

El primer paso en el camino de mejora es efectuando una auditoría para detectar las oportunidades y el consecuente asesoramiento en base a las acciones que brindarán un mayor beneficio. Indefectiblemente basados en cálculos precisos del ahorro energético posible de la planta.

Se debe tener en cuenta que en cada planta la situación seguramente es diferente. No existen recetas genéricas para curar los males de cualquier planta. Cada una de ellas requiere de un análisis particular de su modo de operación, de sus requerimientos, así como del estado de los equipos que utilizan y sus respectivos ajustes.

A continuación, la siguiente tabla expresa valores medios, como ejemplo de los ahorros potenciales.



Algunos ejemplos de las fugas de dinero

TIPO DE PÉRDIDAS	SOLUCIÓN	POTENCIAL AHORRO
A través de los gases de escape	<ul style="list-style-type: none"> • Economizador • Precalentador de aire • Tecnología de condensación 	3 - 15 %
A través de las superficies	<ul style="list-style-type: none"> • Aislaciones bien pensadas • Bajas presiones de operación • Aire de combustión tomado desde las zonas más altas del edificio 	0,3 - 1 %
Debidas al prebarrido	<ul style="list-style-type: none"> • Optimización del lazo de control • Caldera en "standby" caliente • Amplio rango de modulación del quemador 	0,2 - 5 %
Debidas a la incrustación en la caldera	<ul style="list-style-type: none"> • Correcta preparación del agua de alimentación • Limpieza de la caldera • Monitoreo de la temperatura de gases de escape 	Hasta 10 %
Por consumo eléctrico	<ul style="list-style-type: none"> • Variador de frecuencia en ventiladores • Variador de frecuencia en bombas • Iluminación por LED 	30 - 75 % (energía eléctrica)
Debidas a fugas de agua	<ul style="list-style-type: none"> • Reemplazo de tuberías • Renovación de sellos • Cambio de válvulas y grifos 	0,2 - 1 %
Debidas a purgas de agua	<ul style="list-style-type: none"> • Purga continua controlada • Intercambiador de calor para el agua purgada • Correcto ajuste de la válvula de purga 	0,5 - 5 %
Debidas al exceso de aire	<ul style="list-style-type: none"> • Regulador compound electrónico • Sistema de control de O₂ • Sistema de control de CO 	0,5 - 3,5 %
Debidas al vapor flash	<ul style="list-style-type: none"> • Condensador de venteos • Unidad de control del desaireador • Válvula de bloqueo del venteo 	0,3 - 4 %

Otras interesantísimas alternativas de ahorro están dadas en el aprovechamiento de subproductos de proceso. Se trata de sustancias derivadas de los procesos productivos, que teniendo cierto poder calorífico pueden ser utilizadas como reemplazo parcial o total de los combustibles tradicionales.

Los subproductos industriales se convierten en valiosas fuentes de energía que reemplazan el gas natural y otros caros combustibles primarios y por lo tanto reducen sustancialmente los costos productivos. Adicionalmente en muchos casos, evitan el costo por contratar a empresas que los retiren para su disposición final.

La inversión para adquirir tales sistemas de combustión, por lo tanto, se recupera rápidamente. En muchos casos, esto también da lugar a una reducción significativa de las emisiones de gases de efecto invernadero, en particular el CO₂.

Dichos ahorros potenciales pueden encontrarse en varios sectores. Las plantas de combustión para elementos alternativos se utilizan, por ejemplo, en la industria del acero, la industria alimenticia y en la química.

Como ejemplo, Durante la destilación de la soja y el azúcar para bioetanol se genera melaza o vinaza. Estos subproductos líquidos, que tienen

un poder calorífico muy bajo, pueden ser energéticamente utilizados. Así, se puede ahorrar el 80% de los combustibles fósiles requeridos para la producción de bioetanol.

Para la combustión de subproductos industriales secos, fósiles y no fósiles y fósiles con un poder calorífico muy bajo, como aserrín o lijado de madera o carbón pulverizado, se emplean sistemas de combustión especiales. Esto permite utilizar la energía térmica contenida en el polvo y muchos otros productos de desecho seco para fines industriales a través de la combustión rentable y de baja contaminación.

Ejemplos de subproductos utilizados exitosamente en las industrias:

COMBUSTIBLE	SECTOR
GASEOSO	
Gas de Alto horno	Industria Siderúrgica
Biogás	Industria Alimenticia
Biogás	Tratamiento maderas
Biogás	Industria Alimenticia
Biogás	Industria Alimenticia
Gas de refinería	Refinería de petróleo
Gas de refinería	Industria Química
Gas de refinería	Industria Alimenticia
Gases de venteo de tanques	Industria Química
Gas de coquería	Industria Siderúrgica
Gas de mina	Energía eléctrica / calefacción
LÍQUIDO – ELEVADO PODER CALORÍFICO	
Grasa animal	Industria Alimenticia
Grasa animal	Incineración de residuos
Grasa animal	Incineración de residuos
Aceite vegetal	Industria Alimenticia
Glicerina	Industria Alimenticia
Bio oil / biodiesel	Energía eléctrica
BPA (Bisfenol A)	Industria Química
Tolueno	Industria Química
Estireno	Industria Química
Estireno	Industria Química
Alcohol de descarte / fusel oil	Industria Química
Aceite de cocina	Industria Alimenticia
Aceite de colza	Otros

LÍQUIDO – BAJO PODER CALORÍFICO	
Viñazas	Industria Alimenticia
Solución de polímeros (ACN)	Industria Química
Agua residual concentrada	Industria Química
COMBUSTIBLE PULVERIZADO	
Aserrín	Tratamiento de maderas
Polvo de lijado de madera	Tratamiento de maderas
Harina de extracción de colza	Otros
Substrato de fermentación	Industria Alimenticia
Cáscara de café	Materiales de construcción
Cáscara de soja	Industria Alimenticia
Cáscara de maní	Industria Alimenticia
Cáscara de girasol	Industria Alimenticia

Conclusiones:

1. Mejorar la eficiencia es una necesidad y por lo tanto, una obligación.
2. Dependiendo del estado actual de la planta, la mejora puede ser pequeña o significativa.
3. En el 99 % de los casos, siempre hay algo que se puede mejorar. Es cuestión de analizar cada caso.
4. En muchos casos, las mejoras se logran sin inversiones, con solo mejorar la sintonía de los equipos y estableciendo adecuados criterios de uso.
5. En otros casos, las mejoras requieren cierta inversión. Pero, de cualquier manera, los beneficios lo justifican.



OFRECEMOS ÓPTIMAS SOLUCIONES PARA LA INDUSTRIA

Eficiencia energética, seguridad y respeto al medio ambiente son las premisas que caracterizan a todas nuestras plantas. Nuestra gama incluye quemadores para diversas industrias, combustibles y aplicaciones, así como para generadores de gases calientes y cámaras de combustión. Adicionalmente, suministramos el proceso asociado de medición de parámetros y tecnología de control. Ofrecemos una amplia gama de productos, desde 1 hasta 100 MW (capacidad individual), y su posterior mantenimiento y calibración.

OPTIMIZAR LA EFICIENCIA REDUCIR LAS PÉRDIDAS

Las pérdidas generadas a partir de una mala combustión no solo son una carga para el presupuesto, sino también para el medio ambiente. En muchos casos, hasta el 10% de todos los combustibles utilizados se desperdician. Esto significa, que las industrias modernas deberán usar el combustible de la manera más eficaz posible.

Pero la optimización no necesariamente tiene que resultar en un mayor gasto para la industria o, por ejemplo, tiempos de inactividad prolongados. Con frecuencia, pequeños cambios en los quemadores, calderas o controles ya son suficientes para producir un aumento de la eficiencia de su planta.

Aquí es donde SAACKE puede proporcionar soporte con una amplia selección de herramientas para la modernización; desde un análisis profundo de puntos débiles hasta la optimización de componentes relevantes en el suministro.

Nuestros servicios

- Cálculos de costos y potencial reducción de emisiones utilizando la Calculadora de Eficiencia Energética SAACKE
- Análisis preciso y personalizado
- Optimización de operaciones y control de parámetros
- Variadores de Velocidad en motores
- Controladores de O₂/CO
- Economizadores e Intercambiadores de calor

Vuestros beneficios

- Aumento considerable de la eficiencia del combustible
- Mejora del comportamiento del control de la planta
- Puede ser aplicado en todos los quemadores, controladores y generadores de calor
- Retorno de la inversión a corto plazo
- Larga vida útil de los componentes

Sector de Aplicación de nuestros productos

Producción de acero y metal

Inceneración de residuos

Procesamiento de madera

Suministro de energía y calor

Industria química y Refinerías

Barcos y Plantas en altamar

Industria alimenticia

Ind. materiales de construcción



SAACKE South America
Alberto Einstein 156
CABA, Argentina
Tel. +54 9 11 4911-1480
saacke@saacke.com.ar
www.saacke.com

Necesidad del hervido alcalino

Boil-out en calderas (parte 1)



JOSÉ MALDONADO

Gerente Técnico - Servicios Químicos Oriente, C.A.
Venezuela

Correo electrónico: maldonadojz@gmail.com

¿Porque el Boil-Out Pre-Operacional?

Una Caldera nueva normalmente contiene en su interior aceites, grasas y otras sustancias y residuos indeseables. Para remover el remanente de estos productos es mandatorio según las mejores prácticas y normas, que una caldera nueva o con remplazo de tubos se le aplique un Hervido Alcalino o "Boil-Out".

El Boil-Out "hervido alcalino" se identifica como uno de los procesos más importantes, previos a poner en servicio la Caldera (nueva o reentubada), sin exportación de vapor. La solución química alcalina se somete a condiciones de presión y temperatura suficientes para generar la circulación natural y burbujas, de manera que facilita el desempeño de la solución asistiéndola por acción mecánica, para eliminar compuestos extraños no deseables de dentro de la caldera y de las superficies metálicas de intercambio de calor que quedan acondicionadas para el tratamiento químico posterior, que dependiendo del plan y el procedimiento usado se genera un pasivado ya sea temporal (provisional) o permanente, para entonces generar condiciones adecuadas para mitigar procesos corrosivos y aumentar su confiabilidad operacional.

El Boil-Out Pre-Operacional, con el fin de Asegurar confiabilidad operacional y evitar posibles daños por:

- Taponamiento de tubos: Fallas subsecuentes
- Falla por corrosión: Evitar zonas anódicas y catódicas
- Formación de espuma: Arrastre que induce problemas de ensuciamiento de sobrecalentadores o intercambiadores de calor.

¿Qué es la costra o cascarilla de laminación en Calderas nuevas?

La costra o cascarilla de laminación es un tipo de óxido de hierro que se forma en la superficie del acero como un recubrimiento, durante el proceso de laminado en caliente y el enfriamiento en contacto con el oxígeno del medio ambiente. La temperatura superficial muy alta, combinada con altas presiones del rodillo da como resultado una superficie lisa, gris o azulado oscuro.

¿Puedo poner en servicio una Caldera con la costra o cascarilla de laminación (MILL SCALE)?

Si la costra o cascarilla de laminación fuera una película uniformemente y bien adherida al sustrato del acero, entonces sería una barrera protectora ideal contra la corrosión, pero desafortunadamente, la costra o cascarilla de laminación no es uniforme ni está bien adherida y en ciertas zonas se encuentran desprendidas y/o fracturadas, generando zonas anódicas y catódicas (pares galvánicos) que promueven la corrosión localizada.

Toda la costra o cascarilla de laminación debe eliminarse para crear una superficie sin irregularidades y limpia. En caso de no removerse previo al Boil-Out y la puesta en servicio, esta cascarilla actúa en la promoción de corrosión localizada, como anclaje para el depósito de sólidos suspendidos y al delaminarse y desprenderse genera altas concentraciones de hierro disuelto en el agua de la caldera. Un ejemplo se puede observar en las imágenes # 1, 2 y 3 a continuación.



Figura #1: Vista de uno de los Caps del tambor superior. Desconchamiento de las costras de laminación, cuando alcanzan altos espesores.

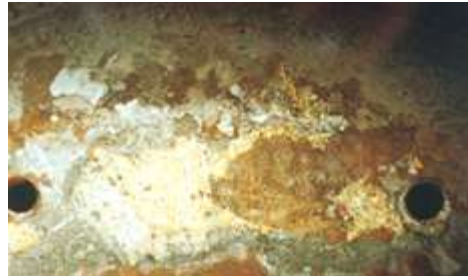


Figura #2: Superficie de la Figura #1 luego de intentar su limpieza con herramientas manual-mecánicas – Resultado inefectivo



Figura #3: Vista de la irregularidad de la superficie en otra área del tambor superior

¿Qué ocurre con el ensamblado de Caldera nueva o entubada total o parcial?

En el ensamblaje de los componentes y partes que integran la Caldera, estos son sometidos a diversos manejos, manipulaciones y tratos físicos y químicos, que ocasionan ciertas irregularidades al sustrato metálico, y como en el caso de la cascarilla de laminado deben eliminarse y corregirse para no generar corrosión y daños durante su operación, entre los cuales se resaltan:

- Uso de aceites minerales de las herramientas mecánicas y de corte de tubería.
- Uso aceites mineral y vegetal y grasas o manteca animal durante los trabajos de expandido de los tubos en tambores o placas (espejos).
- Uso de productos de limpieza y removedores de óxidos
- Oxidación de la metalurgia ocasionada por el medioambiente durante almacenamiento y transporte.
- Formación de escorias, salpicaduras y capa de residuos con alto contenido de compuestos de silicio, en áreas sometidas a soldadura.
- Rallado o daños mecánicos en las superficies de los tambores y placas.
- Residuos y escombros de los trabajos realizados (trapos, arena, papel, resto de varilla de soldadura, etc.).
- La presencia de costra o cascarilla de laminación del proceso de fabricación en las superficies de tubos y otros componentes importantes.
- Protectores filmicos orgánicos para la preservación durante almacenamiento y transporte.

En la siguiente imagen se muestran algunas vistas en un proceso de re-entubado



Figura # 4: Vistas varias del proceso de re-entubado

Existen casos donde los tubos y componentes de presión de la caldera se recubren con protectores filmicos orgánicos (pinturas o grasas), aplicados directamente sobre la costra o cascarilla de laminación y/o superficie metálica preparada inadecuadamente, para evitar corrosión atmosférica durante los periodos de almacenamiento y transporte, que de no removerse para permitir una superficie limpia para un buen intercambio de calor, ocasionaría daños en un período de tiempo muy corto.

¿Cuál es el alcance del Boil-Out?

La necesidad de eliminar todas las irregularidades antes citadas en Calderas nuevas y reparadas es mandatorio según las mejores prácticas. La limpieza química juega un papel muy importante porque adecua la superficie metálica (según el tipo de caldera pirotubular o acuotubular) y la pasiva para dejarla en condiciones óptimas de operar.

Generalmente el fabricante de Caldera entrega el procedimiento para el Boil-Out que debe aplicarse, sin embargo cualquier modificación o mejora, en función de la condición particular de cada caldera, debe consultarse con el mismo, a fin de mantener la garantía de la Caldera. La especificación del fabricante es general y establece las directrices y condiciones básicas para el hervido alcalino Boil-Out; sin embargo, se somete a consideración con la responsabilidad de supervisar y monitorear el desarrollo del procedimiento detallado. Los resultados suelen ser exitosos como se muestra en la Figura #5



Figura # 5: Vistas del tambor superior luego de un Boil-Out exitoso

Esto último hay que resaltarlo, porque incluso en el caso del hervido alcalino, que parece ser un procedimiento sencillo y rutinario para los instaladores de calderas, puede causar daños severos a las calderas cuando no se tienen los cuidados del caso – ver siguientes figuras.



Figura # 6: Fallas de tubos en una caldera acuotubular luego de un Boil-Out en el que no se calculó adecuadamente la concentración de la solución del hervido.

Los hervidos alcalinos pueden programarse en diferentes etapas de la vida operacional de la Caldera, con los siguientes propósitos:

Pre – Operacional

- Optimizar la transferencia de calor en la Caldera
- Mantener la calidad del vapor para uso en turbinas y el proceso
- Minimizar y mitigar problemas de corrosión de la superficie metálica de las Calderas.

Post – Operacional

- Mejora la transferencia de calor en la Caldera
- Incrementa la eficiencia de la Planta de energía
- Minimiza la corrosión bajo depósito y galvánica de la superficie metálica de las Calderas
- Minimizar paros imprevistos de las Calderas debido a fallas de tubos

Definir el mejor método de limpieza

Cuando una Caldera es re-entubada en forma parcial, es indispensable conocer la magnitud y características (ejemplo contenido de sílice y cobre) de los depósitos de los tubos que permanecen (densidad de la incrustación). En los casos en los que las incrustaciones serán removidas con limpiezas ácidas o quelantes se suele sugerir que el hervido alcalino Boil-Out sea la fase previa a la limpieza ácida.

Con base en las características de los depósitos remanentes se lleva a cabo la selección de los químicos empleados y del proceso de limpieza que se debe aplicar. El Proceso de limpieza ha de ser definido y avalado por:

- Contratista y Personal de Ingeniería de Planta y Operaciones
- Fabricante y/o asesor
- Casa del tratamiento químico – Avalar la Pasivación.
- Servicios Ambientales – Transporte, Tratamiento y Disposición de Efluentes.

En el caso particular del hervido alcalino, se suelen utilizar intercambiadores de calor externos o encender los pilotos o quemadores auxiliares, para calentar la solución (80°C) pero no lo suficiente como para establecer circulación. La presión establecida para un Boil-out es usualmente alrededor de la mitad de la operacional.

Cada etapa de una limpieza química dura aproximadamente entre seis (06) y veinticuatro (24) horas y su duración dependerá de los resultados de análisis químicos de la solución de hervido.

Tipos de Pasivación

Provisional

Al finalizar la ejecución del lavado, se procede con una pasivación que puede ser considerada provisional o temporal, con Hidracina (N₂H₄) y Amoníaco (NH₃) a una temperatura mínima de 90°C, por un tiempo mínimo de 12 horas, donde la magnetita formada es frágil y no debe dejarse en este estado más de tres días. Luego se debería proceder al pasivado permanente.

Permanente

Con la pasivación permanente se obtiene una película compacta y resistente de magnetita. Se logra con la caldera en servicio dentro de un período de entre 30 y 40 horas, a una temperatura de alrededor de 350°C, usando agua completamente desoxigenada y un residual de Hidracina mayor a 50 ppb en el agua de alimentación, pH entre 9.5 y 10 e Hidrógeno en el vapor menor a 20 ppb.

Información y Normas de referencias:

Hay disponibilidad de Prácticas Recomendadas y Estándares que permiten definir los lineamientos de una limpieza efectiva y segura. Algunas de las referencias a utilizar pueden ser:

- El Manual del Fabricante
- NACE TPC-8 INDUSTRIAL CLEANING MANUAL,
- ASTM D3483 – 14, Standard Test Methods for Accumulated Deposition in a Steam Generator Tube
- API RECOMMENDED PRACTICE 538 Industrial Fired Boilers for General Refinery and Petrochemical Service, 2015

De la EPRI, algunos pueden ser:

- Manual on Chemical Cleaning of Fossil-Fueled Steam Generation Equipment, EPRI, Palo Alto, CA: January, 1984. CS-3289.
- Guidelines for Chemical Cleaning of Fossil-Fueled Steam-Generating Equipment, EPRI, Palo Alto, CA: June 199
- Guidelines for Chemical Cleaning of Conventional Fossil Plant Equipment, EPRI, Palo Alto, CA: November 2001. 1003994.
- Steam 42, The Babcock & Wilcox Company, Chapter 43 Water and Steam Chemistry, Deposits and Corrosion
- ABMA "Boiler Water Quality Requirements and Associated Steam Quality for Industrial/Commercial and Institutional Boilers, 2012

Preservación de calderas en condiciones fuera de servicio



AGUSTÍN MARTUCCI GRATEROL

Director Gerente de A.M. AMUZCA Proyectos C.A.

Asesor Técnico en Corporación Química Las Américas S.A. (COQUILASA) y

*Asesor Técnico/Instructor en Combustión, Energía y Ambiente C.A. (CEACA)
Caracas, Venezuela*

Correo electrónico: **amuzca@gmail.com**

Debo sacar de servicio una caldera en el sistema de generación de vapor y condensado...!

¿Es suficiente el cumplir con el protocolo de apagado seguro del equipo y no ocuparse más de la caldera hasta que se requiera ponerla en servicio nuevamente?

¿Cómo actúa la humedad remanente que estará presente y qué efectos tiene sobre la metalurgia de la caldera?

¿Qué pasa con los sólidos suspendidos en el agua de la caldera y los lodos de reacción que se formaron como parte de los objetivos del Programa de tratamiento químico?

¿Debo preocuparme de preservar solo el lado agua en la caldera?

¿Qué pasa con la humedad presente en el horno y otras secciones del lado gases y la metalurgia de los tubos y materiales en esa área?

¿Qué se debe considerar?

Cuando los equipos de un Sistema de generación de vapor y condensado, son sacados de servicio y comienzan a enfriarse, las condiciones cambian completamente y depende de si contempló dejar vacía y abierta la caldera con el aire circulando en su interior, si el equipo se cierra y se deja seco o si decidimos dejar la caldera cerrada y llena de agua hasta el nivel de operación, a reboce o sin controlar el nivel en que se dejó, conteniendo el mismo agua, que venía usando durante la operación, con problemas de calidad. Según el equipo pierde presión, ingresa aire y comenzará a ocurrir la corrosión por oxígeno, ya sea localizada (pitting) y/o generalizada, también ocurrirá la deposición de los sólidos suspendidos (lodo remanente y lodos de reacción), promoviendo la corrosión bajo depósitos, a menos que se apliquen los procedimientos establecidos en las mejores prácticas de preservación.

En cada caso, el lado fuego tiene características particulares dependiendo del diseño de cada caldera y el combustible que se utilice en dicha caldera. Los procedimientos de preservación deben ser específicos para cada equipo y sus condiciones particulares de funcionamiento.

Estas consideraciones aplican para Calderas Acuotubulares y Piro-tubulares. Los generadores de vapor, tanto del lado agua como del lado fuego, deben estar protegidos contra posibles daños por corrosión durante el periodo de inactividad.

Siempre será determinante el tiempo que se tengan estimado sacar de servicio y retornar los equipos a la operación, pues ese periodo indicará la técnica y el procedimiento a utilizar para proteger las calderas y los restantes equipos durante el periodo fuera de servicio (vía húmeda o vía seca).

Los tiempos en los que la caldera estará fuera de servicio son determinados por diversas razones: por mantenimiento programado, por fallas en el equipo que ameritan reparación, por inventario y demanda del mercado, por las temporadas de zafra, y en oportunidades es necesario mantener el equipo fuera de servicio por varios meses pero deben estar disponibles por las características del sector industrial (Termoeléctricas, por ejemplo).

¿Qué ocurre con la humedad?

Las condiciones medioambientales juegan un papel importante en la velocidad de corrosión de las superficies metálicas de los equipos sin protección. La tasa de corrosión aumenta en las zonas de elevada humedad y se ve aún más acelerada con la existencia de contaminantes corrosivos.

Tanto en el lado agua como en el lado fuego, cuando la capa de humedad remanente del lado agua y la humedad medioambiental ingresa al horno, esta reacciona con el oxígeno del aire que entra al equipo, para comenzar el proceso de deterioro de la metalurgia, que en su mayor porcentaje es acero al carbono y será atacada por los conocidos procesos de corrosión general y localizada. Particularmente, en el

lado gases, las velocidades de corrosión también se ven afectadas por la presencia de ácidos provenientes de la combustión del combustible (H_2SO_4 , HCl, etc.)

En el lado agua-vapor de la caldera, ya sea llena de agua o vacía, pero sin seguir un procedimiento de preservación, el oxígeno del aire que ingresa y se disuelve es un agente potencial de corrosión, dada su avidez por los electrones que el hierro que está en condiciones de ceder y cerrar el conocido mecanismo de corrosión por oxígeno, que puede ser generalizada o por pitting. Normalmente en las condiciones en que las calderas quedan fuera de servicio, sin preservación, prevalece el ataque por picaduras. (Fotos # 1, 2 y 3).



Fotos #1 y 2: Corrosión Localizada por oxígeno - Picadura (pitting) Tambor Superior (vapor)

NOTA: Todas las fotos son de calderas acuotubulares



Fotos #3: Sección de tubo de agua, mostrando daños localizados en la magnetita y corrosión por picadura (Pitting)

En el lado fuego, la presencia de humedad, sumado a los restos de las cenizas de combustión, que contienen alto contenido de Sodio y Azufre y ácido sulfúrico o clorhídrico que se genera durante la combustión, dependiendo del combustible que se use (gas, fueloil, carbón o algún tipo de biomasa), y que permanecen adheridos a las superficies metálicas, promoverán el ataque a las superficies metálicas (ataque ácido), con la posterior pérdida de metal.



Foto #4: Parte baja de banco de tubos con agua empozada en el fondo y evidencia de sales de hierro - férrico acumulado en la superficie de los tubos humedecidos



Foto #5: Acumulación de cenizas de fueloil sobre los tubos del piso del hogar de una caldera acuotubular, que contiene ácido sulfúrico y absorbe humedad atmosférica.



Foto #6: Acumulación de cenizas de carbón a la salida de gases luego del segundo pasó de una caldera piro-tubular, que contiene ácido clorhídrico y absorbe humedad atmosférica

¿Qué cuidados se deben tener mientras la caldera esté fuera de servicio?

Las técnicas de preservación contemplan utilizar procedimientos y protocolos, cuyos criterios varían entre los varios tipos y modelos de calderas, fabricantes y autores, por lo que a continuación se planteará un bosquejo general, sin detalles para algún tipo de caldera en particular y como referencia de límite para corto y largo plazo se asume el tiempo de tres meses, ante las opciones de 30, 60 o 90 días, para:

Lado agua:

A.1 Corto Plazo (<3 meses)

Vía Húmeda - Caldera completamente llena (100 %) hasta rebosar por el venteo en la parte superior de la caldera

- Neutralización del oxígeno disuelto existente (O_2) y ajuste de la alcalinidad hidróxida (OH^-) en el agua de la caldera mediante la adición de productos químicos específicos (Secuestrante de oxígeno y agente alcalino). Verificar residuales una vez por semana
- Si se requiere mantener los sobrecalentadores libres de agua, se tendrá la Caldera parcialmente llena de agua a nivel de operación
- Acondicionamiento del agua controlando el oxígeno disuelto y la alcalinidad
- Presurización con Nitrógeno (N_2)

A.2 Largo Plazo (>3 meses)

Vía Húmeda - Para el caso de Calderas que deben estar listas para arranques rápidos, deberán estar completamente llena (100 %) hasta rebosar por el venteo en la parte superior de la caldera

- Siguiendo las mismas instrucciones con relación al oxígeno disuelto (O_2) y ajuste de la alcalinidad en el agua de la caldera

NOTA: En algunas instalaciones, cuando las preservaciones son rutinarias, se diseña un circuito que incluye un tanque colocado sobre el domo superior que asegure el completo llenado en todo momento y que asegure la circulación del agua.

- Presurización con Nitrógeno (N_2).

Vía Seca - Caldera completamente vacía – utilizando alguno de los siguientes métodos o combinación de ellos:

- El método seco se basa en el llenado con Nitrógeno (N_2) a baja presión
- Instalación de bandejas o paquetes de sustancias higroscópicas o desecante (Cal, Sílica Gel, Alúmina) Verificar la condición de hidratación del desecante (los tiempos variarán según disminuye la humedad relativa)
- Colocación de emisores de Inhibidores de Corrosión Volátiles

NOTA: Antes de sacar de servicio a la caldera es importante establecer un procedimiento de acondicionamiento de reducción de los sólidos suspendidos (lodos remanentes y lodos de reacción).

Independiente de que la caldera quede fuera de servicio por un periodo corto o largo y que se establezca un protocolo por la vía Húmeda o la vía seca, antes de parar la caldera se deben remover al máximo los sólidos suspendidos y/o lodos de reacción del agua de la caldera, a fin de ayudar a que las superficies metálicas queden lo más limpias posible.

En caso de no hacer este proceso previo de remoción de lodos, estos por efecto de la temperatura y por la cinética de las partículas que forman, tenderán a depositarse sobre las superficies. Si la caldera se vaciara completamente estos sólidos se deshidratarán y adherirán a las superficies metálicas, promoviendo procesos de corrosión bajo depósitos con la caldera vacía pero húmeda o llena de agua, una vez la caldera retorne a su operación normal estas incrustaciones causarán procesos de sobrecalentamiento y finalmente para prevenir fallas se tendrá la necesidad de realizar la limpieza prematura ya sea mecánica o química.

Para Calderas de baja y de mediana presión (< 600 psi), dos (02) días antes de parar la caldera, se recomienda hacer:

1. Purgas de fondo: cada dos (02) horas por 12 a 15 segundos en cada cabezal que disponga de válvulas de purgas, manteniendo los residuales químicos en los rangos establecidos para cada tipo de tratamiento (Precipitante, No precipitante (Complejos solubles) y/o Todo polímero). Aquí juega un papel muy importante el polímero dispersante que estén utilizando como ayudante de la dispersión y la salida de los lodos por las purgas de fondo.

2. Purga continua: Suficiente para mantener los sólidos disueltos por debajo de lo establecido para esa presión de operación. Normalmente se recomienda duplicar el valor de la purga continua o de superficie al doble de lo habitual.

Este proceso de acondicionamiento se debe monitorear con una frecuencia de análisis previo a cada purga de fondo (02 horas).

Lado fuego:

En términos generales el lado gases de las calderas, casi que Independientemente del combustible que puedan usar, sufre altas velocidades de corrosión por ácidos, una vez que se alcanzan las temperaturas del punto de rocío de dichos ácidos.

B.1 Corto Plazo (<3 meses)

- Remover – lavado los depósitos ácidos externos (cenizas-escoria), con chorro de agua a presión (HidroJet), usando soluciones de un compuesto alcalino (ejemplo: Na_2CO_3), para neutralizar. Al finalizar deben secar completamente las superficies.
- Colocar bandejas de un agente higroscópico o desecante (Cal, Sílica gel, Alúmina) – Verificar periódicamente la condición de hidratación del desecante, en principio una vez por semana y sustituir por material nuevo, si es necesario.
- Sellar dentro de lo posible los ingresos de aire a través de juntas de expansión y bafles.
- Colocar lámparas (u otros sistemas) para generar temperatura, dentro del hogar, áreas de los colectores bajos y el ducto de gas de combustión.

B.2 Largo Plazo (>3 meses)

NOTA: Para el caso particular del lado de gases, prácticamente las medidas de preservación han de ser similares debido a lo agresivo de ambiente.

Una vez fuera de servicio y establecido el proceso de preservación de la caldera, es muy importante establecer un programa de monitoreo, en el que los operadores han de hacer, en cada guardia, un recorrido general a la caldera, por su lado externo, para verificar el nivel de agua y la presión de Nitrógeno y el personal de laboratorio, ingeniería de procesos o inspección han de verificar la condición de los elementos desecantes, medición de humedad relativa, toma de muestra de agua con el análisis de los residuales y verificación de los sellos o empaques de ingreso de aire. La frecuencia de cada actividad dependiendo del procedimiento de preservación que se haya establecido y la condición observada en la inspección anterior.

¿POR QUÉ ESPERAR A QUE SUS CALDERAS FALLEN?

...Realmente, cuando ocurre la falla de una caldera, ¿se puede decir que le tomó de sorpresa?

¿Por qué no tomar correctivos en tiempo real?
¿Por qué no prevenir que falle o que las fallas se repitan?



Acompañamiento en el monitoreo de los parámetros críticos de operación de sus calderas, para alertar condiciones que afecten la seguridad, eficiencia, integridad, confiabilidad y alimentar el plan de inspección.



Auditorías operacionales de confiabilidad y seguridad, basado en los códigos NBIC; NFPA 85; API RP 584.



Definición de planes de inspección, basado en levantamiento de las condiciones en que ha operado, de acuerdo con API RP 584 Integrity Operating Windows; EPRI Condition Assessment; API RP 580 / ASME PCC-3 Inspección Basada en Riesgo; NBIC Parte 2.



Ejecución o acompañamiento durante de Inspecciones, para garantizar el cumplimiento del plan de inspección planteado.



Apoyo en las decisiones sobre los hallazgos, con base en lo establecido en el código que aplique.



Análisis de causas raíz de fallas, incluyendo el manejo de las muestras y análisis de laboratorio, para la definición de mecanismos de daño.



Tuberías Externas de Calderas

Parte 1 – Tuberías de Vapor

Por Steve Kalmbach

Esta es la primera de una serie de tres partes sobre tuberías de vapor, agua de alimentación y purga.



La tubería de vapor es utilizada para conectar la salida de vapor de una caldera al sistema de distribución de vapor para su distribución al punto de uso. Las tuberías de suministro y retorno para sistemas de agua caliente de alta temperatura (HTHW) conectan la caldera al sistema de distribución de agua caliente. Aunque típicamente no se encuentran en servicio normal, hay instalaciones que generan vapor sobrecalentado. Los códigos ASME Sección I y ASME B31.1 proveen lineamientos y reglas para la instalación de tuberías para ambos sistemas de vapor y HTHW.

Reglas de Diseño de Tuberías de Vapor

Las tuberías de vapor están sujetas a diferentes reglas de diseño en comparación con los sistemas de tuberías de agua de alimentación y purga. A diferencia de las tuberías de agua de alimentación y de purga, que está basado en la presión de trabajo máxima permitida (MAWP), la presión de diseño para la tubería de vapor no debe ser menor que la presión de ajuste más baja para cualquier válvula de seguridad. Cuando se está diseñando un sistema de vapor usando vapor sobrecalentado, deberá ser usada la temperatura final del vapor en la salida del sobrecalentador. Por lo tanto, el diseño de presión de vapor puede ser menor que el MAWP de la caldera. La temperatura del vapor sobrecalentado puede tener una gran influencia en el diseño de la tubería (por ejemplo, la elección de los materiales usados). La temperatura del vapor debe ser tomada en consideración al planificar el sistema de tuberías de vapor. La presión de salida del sobrecalentador es generalmente más baja que la presión de operación de la caldera, y aunque la tubería

puede ser adecuada para la presión de diseño del vapor, el factor de la temperatura en la salida del cabezal del sobrecalentador debe ser usado. No hay un criterio de diseño específico que dicte el margen de temperatura de diseño por encima de la temperatura del vapor sobrecalentado – eso es dejado al ingeniero o diseñador del equipo. Este margen debe ser lo suficientemente grande para proveer una operación confiable y segura.

Algunas veces, cuando una caldera está equipada con vapor sobrecalentado, particularmente en el servicio de calderas de utilitis, hay una tubería de recalentado desde la turbina a la caldera y de regreso a la turbina. Curiosamente, esta tubería está exenta de las reglas y requerimientos de tubería externa de la caldera (BEP). La BEP solo cubre las conexiones de venteo y drenaje en los cabezales de recalentado frío y en caliente, que son parte de los requerimientos de la Sección I de ASME. Las reglas para tuberías de vapor en BEP se encuentran en ASME B31.1, 122.1.2 y 122.1.7 (A), junto con las reglas adicionales provistas en la Sección I de ASME, 2019, en los párrafos PG-58. hasta PG-61. Estas reglas, junto con

las proporcionadas en ASME B31.1, deberán ser aplicadas al mismo tiempo.

Reglas de Bridas

Dado que la mayoría de las conexiones de vapor tienden a ser grandes, hay una regla en ASME B31.1, 122.1.1 (F) que generalmente se aplicará a la mayoría de las tuberías de vapor. Esta regla limita el uso de una brida deslizante (slip-on) a un tamaño máximo de tubería de tamaño nominal de 4 "(NPS). Cualquier cosa mayor a 4 "NPS debe ser una brida con cuello de soldadura. Tenga en cuenta que esta restricción de brida es solo para el tamaño, no para la clasificación de clase. Todas las bridas que excedan 4 "NPS, independientemente de la clasificación de clase, deben tener un estilo de cuello soldado.

Otra regla de brida debería ser tomada en consideración. ASME B31.1, párrafo 104.5.1, permite el uso de bridas deslizantes (slip-on) hasta 24" NPS inclusive. Sin embargo, las bridas deslizantes (slip-on) en este párrafo están limitadas a las clases de presión de 150 y 300. De esta restricción podría parecer que si la

salida de la caldera fuera un NPS de 3 ", una brida deslizante (slip-on) solo podría ser permitida si es una clase 150 o 300. Si fuera necesaria una brida clase 600, tendría que ser una brida con cuello soldado. ASME B31.1, parágrafo 122.1.1, también lista prohibiciones adicionales en bridas usadas en BEP, como que ellas no podrían ser cortadas de la placa. Bridas de soldadura por encaje (Socket weld) también pueden ser usadas dentro de sus limitaciones de clase y tamaño, según sean listadas en sus estándares. Bridas estándar son fabricadas según los estándares ASME B16.5 y B16.34. Las bridas más grandes que los estándares anteriores son fabricadas según los estándares B16.47. Como una alternativa, ASME Sección VIII, División 1, Apéndice 2 podría también ser usada para bridas no listadas en los estándares anteriores. Las restricciones para bridas roscadas y de enchufe (socket) pueden ser encontradas en ASME Sección I, PG-39, PG-42 y ASME B31.1 parágrafos 110 al 118.

Límites y Requerimientos de las Válvulas

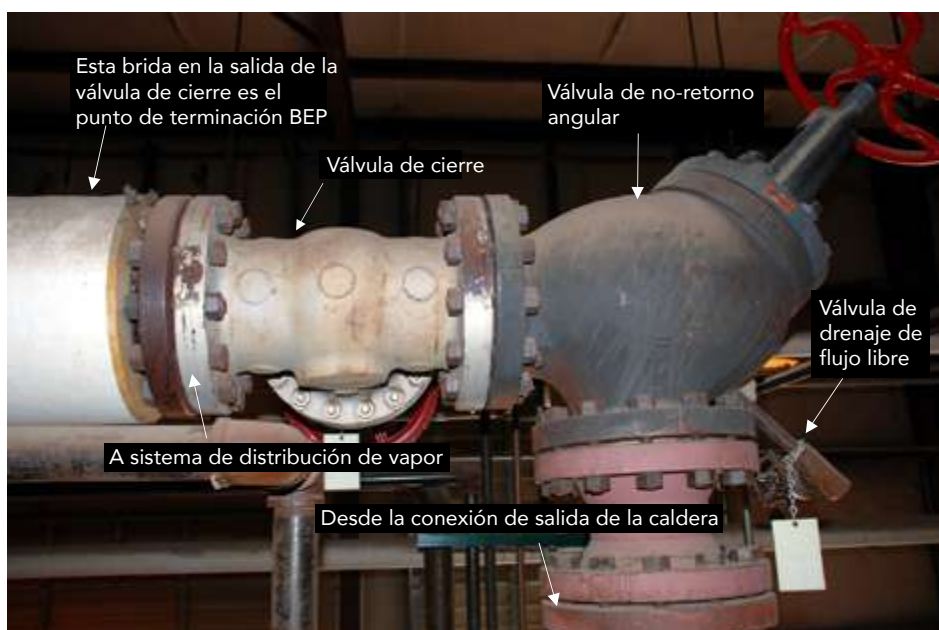
Las válvulas usadas en el servicio de vapor también están también sujetas a limitaciones y requerimientos específicos. El número requerido de válvulas de vapor y los límites de BEP están determinados por dos elementos. Si la caldera tiene una boca de visita y se puede entrar en el recipiente de presión, y si hay otra fuente de vapor (por ejemplo, de un cabezal de vapor común con otras calderas o vapor de extracción de una turbina o generador de vapor de recupe-

ración de calor), dos válvulas de vapor son requeridas y los requerimientos de BEP se extienden e incluyen la segunda válvula requerida.

Este arreglo de dos válvulas también requiere la instalación de un drenaje de soplado libre de válvula entre estas válvulas. Esta válvula de drenaje no puede estar fuertemente entubada a ninguna otra conexión, tal como un tanque de purga o una tubería. Como esto es referido como una válvula de drenaje, debería estar ubicada en un punto en el sistema de tuberías que permita que cualquier agua contenida entre las dos válvulas sea removida de manera segura. Si esta válvu-

entrar viendo que ambas válvulas estén cerradas y el drenaje de flujo libre esté abierto. Los inspectores pueden sentirse seguros al ingresar a una caldera sin la posibilidad de una condición peligrosa de vapor o agua caliente entrando a su espacio de trabajo. Por supuesto, se deben ser seguidos todos los requerimientos de bloqueo/etiquetado (lock-out/tag-out) y entrada a espacios confinados.

Una excepción a esta regla es cuando la caldera es una caldera de agua caliente de alta temperatura. En la mayoría de estos diseños, no hay tambor o recipiente para entrar. Generalmente, estas calderas



la está ubicada de tal manera que no pueda desempeñar su función de manera segura, esta no estará en cumplimiento del código. Este requerimiento de tres válvulas es para la protección del inspector. Cuando se desempeña una inspección en el lado agua que envuelve el ingreso a un recipiente a presión a través de una boca de visita, el inspector puede verificar que el área sea segura para

están construidas con cabezales que no tienen vías de acceso. En este caso, el BEP se extiende y solo incluye una válvula. Existe una interpretación de código que direcciona y responde esta pregunta. Sin embargo, las buenas prácticas de ingeniería deberían dictar aun el uso de dos válvulas con una válvula de drenaje para el servicio futuro de este tipo de sistema.

Las válvulas preferidas para el servicio de vapor son ya sea válvula de vástago ascendente o una de tornillo exterior y yugo (OS&Y), la cual da un estado visual de la posición de la válvula desde una distancia. Está prohibido el uso de un cuarto de vuelta para abrir o cerrar válvulas dentro de BEP, a menos que estén instaladas con algún tipo de mecanismo de apertura lenta que incorpore un indicador visual de la posición de la válvula. El uso de un mecanismo de apertura lenta limita la carga dinámica en la tubería de vapor. A veces, válvulas de disco con asientos flexibles son usadas en este servicio y están limitadas a un servicio de 150 psi y

366 °F. Hay muchas calderas diseñadas para un MAWP de 150 psi y, en algunos casos, la conexión de salida de vapor es una salida bridada clase 150. Cuando la caldera es suministrada con una brida clase 150, asegúrese de que la válvula de vapor instalada cumpla con los requerimientos del código. Las bridas de clase 125 y clase 150 son intercambiables y se acoplarán entre sí. Es posible instalar una válvula de hierro fundido de clase 125 en una brida de clase 150. Una válvula de hierro fundido clase 125 está clasificada para 150 psi a 350 ° F. Sin embargo, a 150 psi la temperatura del vapor es de 366 °F, lo que podría hacer que esta válvula de clase 125 no

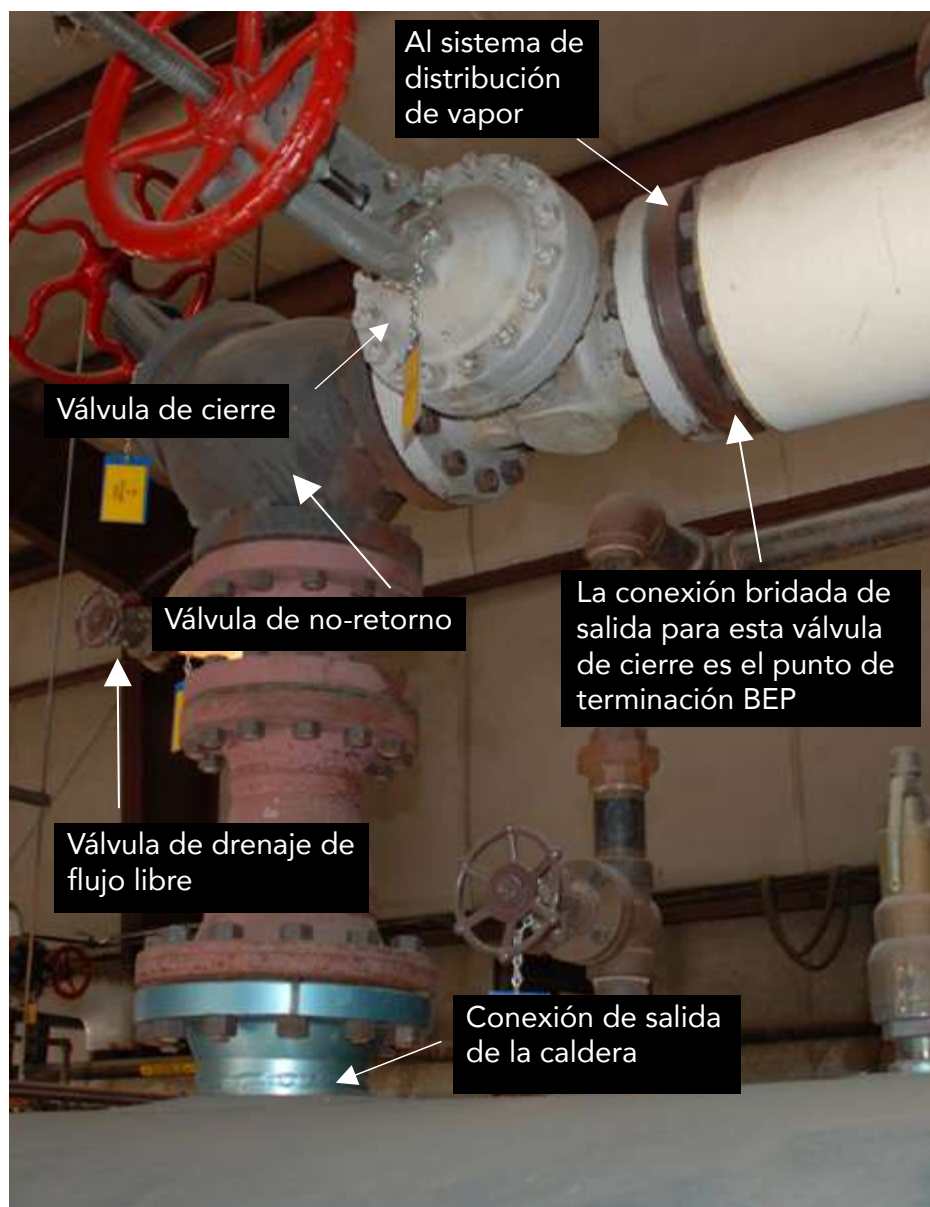
cumpla con los requerimientos de ASME B31.1 BEP. A veces, un instalador ahorrará algo de dinero comprando la válvula de hierro fundido en lugar de la válvula de acero fundido.

Juntas de Expansión

Otra pregunta común envuelve el uso de juntas de expansión dentro de BEP. Esto probablemente suceda más con los sistemas de agua caliente de alta temperatura, ya que a veces, debido a la instalación de tuberías, hay una provisión limitada para la expansión. Generalmente, con las tuberías de vapor, hay cambios en construcción de tubería para direccionar los requerimientos de flexibilidad. ASME B31.1 parágrafo 101.7.2 establece que las juntas de expansión de varios diseños pueden usarse dentro de sus limitaciones. Este parágrafo también prohíbe específicamente ciertos tipos de juntas de expansión que se pueden ser usadas en BEP desde la conexión de salida de la caldera hasta la primera válvula requerida.

Válvulas No-Retorno

Como se mencionó anteriormente, ciertas instalaciones requieren el uso de dos válvulas de vapor. Aunque en muchas instalaciones una de las dos válvulas es usualmente de estilo antirretorno o de retención (stop-check), el código no obliga o requiere que sea instalada este estilo de válvula. Simplemente tiene que haber dos válvulas de cierre en la tubería de vapor. La construcción de una válvula de no-retorno es tal que el disco es libre de moverse cuando el vástago de la válvula está completamente





abierto y puede actuar para poner una caldera en línea o tomarla fuera de línea dependiendo de la presión de vapor en la entrada de la válvula. Cuando la presión en la entrada de la válvula es mayor que la presión del cabezal, la válvula se abre y exporta vapor al sistema. Cuando la presión es menor esta se cierra y saca la caldera de servicio. Para que esta válvula funcione apropiadamente y se abra completamente para prevenir el golpeteo del asiento de la válvula, la velocidad necesita ser mayor que la que normalmente se encuentra en los sistemas de tuberías de vapor.

Los diseñadores de calderas generalmente tratan de limitar la velocidad del sistema de vapor para prevenir problemas operacionales o de operación del sistema. Ese no es el caso de las válvulas de no-retorno. Se necesita alta velocidad para mantener el disco de la válvula fuera del asiento, de modo que no se produzcan daños mecánicos en el asiento esta golpetea. Después usando las tablas de dimensionamiento para las válvulas de no-retorno, no es raro ver una válvula de un tamaño o posiblemente incluso dos tamaños más pequeña que la conexión de salida de la caldera. En muy raras ocasiones es necesario instalar una válvula de no-retorno del mismo tamaño que la salida de la caldera. Los fabricantes de calderas tratan de limitar la velocidad del vapor que sale de la caldera para prevenir problemas de nivel de agua y arrastre. Las válvulas de no-retorno necesitan la mayor velocidad posible para ayudar a que la válvula funcione apropiadamente. La aplicación apropiada del tamaño correcto de la válvula de no-retorno requiere una evaluación de los parámetros de diseño del sistema, tales como la presión, flujo y temperatura. Los fabricantes de válvulas de no-retorno deberían ser consultados para asistencia sobre el dimensionamiento de la válvula correcta para la aplicación.

El uso de una válvula de no-retorno es una buena práctica de ingeniería, ya que permite que varias calderas se enciendan y apaguen automáticamente. Si ocurriera una falla de un tubo en una caldera en servicio y la presión cayera por debajo de la presión del cabezal, la caldera podría automáticamente ser sacada de línea y posiblemente limitaría un daño potencial. Si es usada una válvula de no-retorno, el código recomienda que sea la primera válvula instalada en la caldera. Como esta válvula está sujeta a algún daño debido a su operación, instalándola entre la caldera y la segunda válvula requerida permite que se le dé servicio sin remover el sistema de vapor de servicio. El daño a la válvula de vapor típicamente ocurre por una válvula sobredimensionada que permite que el disco se abra una cantidad mínima para cumplir la demanda de vapor y luego puede golpetear según la válvula se abre y se cierra. Una válvula más pequeña que permita que el disco permanezca más alejado del asiento dará una mejor vida útil a la válvula.

En conclusión, las tuberías para calderas de vapor y agua caliente de alta temperatura están sujetas a reglas que tienen algunas diferencias menores que el resto de los requerimientos de BEP. En algunos casos, el factor principal para el diseño de las tuberías viene a ser la temperatura del vapor, la cual influye en la elección del material utilizado. Los requerimientos para el número y estilo de válvulas para tuberías de vapor son dados junto con una guía para dimensionar las válvulas apropiadamente.

La próxima entrega de esta serie será sobre las reglas y requerimientos para la instalación de tuberías y válvulas de agua de alimentación de calderas. Existen reglas y requerimientos de diseño específicos para estos sistemas, que requieren un examen minucioso para estar en cumplimiento con el código.

Steve Kalmbach ha estado involucrado en la industria de reparación, mantenimiento y servicio de calderas durante más de 45 años.

Publicado por primera vez en 2012 en el BOLETÍN de la Junta Nacional (National Board). Reproducido con permiso de la Junta Nacional (National Board).

B31.1 Código de Tuberías de Potencia y Análisis de Esfuerzos de Tuberías



CATHY L. KEENER

Gerente de Software y Servicios - PipingSolutions, Inc.
Estados Unidos de América del Norte

Correo electrónico: ckeener@pipingsolutions.com

“La filosofía general que subyace a este Código de Tuberías de Potencia es hacer un paralelismo a las disposiciones de la Sección I, Calderas de Potencia, del Código de Calderas y Recipientes a Presión de ASME, ya que pueden aplicarse al sistema de tuberías de potencia. Los Valores de Esfuerzos Admisibles para las tuberías de potencia son generalmente consistentes con los asignados para las calderas de potencia. Este código es más conservador que algunos otros códigos de tuberías, reflejando la necesidad de una larga vida de servicio y la máxima confiabilidad en las instalaciones de plantas de energía”. Prólogo de B31.1 Código de Tuberías de Potencia.

El código de Tubería de Potencia B31.1 es también mencionado muchas veces en el Código de Calderas y Recipientes a Presión BPVC de ASME. El Código BPVC fue concebido en 1911 para garantizar la seguridad y proveer protección a las vidas. Antes de enfocarse en estas calderas desde la perspectiva de la seguridad, hubo literalmente miles de explosiones de calderas en los Estados Unidos. En la Fábrica de Calzados Grover en Brockton, Massachusetts, explotó la caldera el 10 de marzo de 1905 y resultando en 58 muertes. Ver Figura # 1.



Figura #1. El edificio de 4 pisos de Grover Shoe Factory después de la explosión de la caldera - 20 de marzo de 1905.

Esta catástrofe llamó la atención sobre la necesidad de proteger al público contra tales accidentes con equipos de retención de presión. Ahora, cuando hay una caldera presente, debe realizarse un análisis formal de esfuerzos de la tubería en el sistema de caldera.

Dentro de los requerimientos de ASME, lo planteado para el diseño y fabricación de las tuberías externas a la caldera, es tan estricto que estas tuberías son las únicas que cuentan con el Estampado ASME bajo el designador “PP” (tuberías de potencia). Ver Figura # 2.

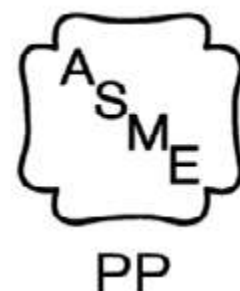


Figura #2. (izquierda) Designador ya discontinuado, (derecha) Nuevo designador

La tubería externa de la caldera de un sistema de vapor cae bajo los requerimientos del Código de Tuberías de Potencia B31.1. ASME B31.1 prescribe los requerimientos mínimos para el diseño de tuberías externas de la caldera. A menudo, la parte más complicada del análisis de esfuerzos del sistema es cumplir con los permisos de la turbina. Sin embargo, primero se debe cumplir con los requerimientos del Código de Tuberías de Potencia B31.1 para tensiones de código. El diseñador de tuberías tiene la responsabilidad de seleccionar los componentes de la tubería, como el tamaño de la tubería y el grosor de la pared y el dimensionamiento de las bridas, utilizando cálculos de flujo, cálculos de espesor de pared B31.1 y B16.5 para bridas. El analista de esfuerzos de la tubería tiene la responsabilidad del "análisis de flexibilidad" o de asegurarse de que el sistema cumpla con los requerimientos de tensión del código para Tensiones Sostenidas, Tensiones de Rango de Esfuerzo de Desplazamiento, Tensiones Ocasionales, asegurándose de que las bridas no tengan fugas y que el sistema de tuberías no dañe equipos o apoyos. No todos los análisis requieren carga ocasional (viento o sísmica, por ejemplo), o análisis de fugas de bridas.

El "análisis de flexibilidad" se hace eco de uno de los principales objetivos del diseño del sistema de tuberías, que se declara simplemente como "flexible pero controlado". El movimiento del sistema de tuberías debe ser controlado, pero el sistema debe ser lo suficientemente flexible como para pasar los permisibles proporcionados en los requerimientos de tensión del código B31.1. Cuando un sistema de tuberías no tiene suficiente flexibilidad, tendrá una carga muy alta. Puede lograr esto viendo primero cómo el sistema de tuberías quiere moverse dando la presión, el peso y la carga térmica. Bajo carga térmica, la tubería se moverá. La detención por completo de este movimiento no ocurrirá, porque el movimiento no desaparecerá. Por lo tanto, queda direccionar o re-direccionar el movimiento para ganar algo de control sobre él. Se comienza este proceso con el uso de restricciones.

Primero, el analista de tensión de tubería comenzará con apoyos simples que soporten el peso del sistema y verá cómo el sistema quiere moverse. Los soportes simples deberían ser colocados usando lineamientos de disposición de soportes considerando el tamaño de la tu-

bería y el contenido de la tubería. Luego, se pueden añadir soportes más complejos como guías y topes para controlar un poco más los movimientos. El problema surge cuando los soportes ponen cargas de reacción en la tubería. Estas cargas (fuerzas y momentos) pueden causar sobreesfuerzos en el sistema. Estos sobreesfuerzos aparecerán cuando se use un programa de software de análisis de esfuerzos de tuberías para calcular las tensiones del Código de Tuberías de Potencia B31.1 (Ver Figura # 3). Diseñando la disposición de soportes y las acciones de soportes y los tipos de soportes para que obtener los resultados deseados puede ser difícil.

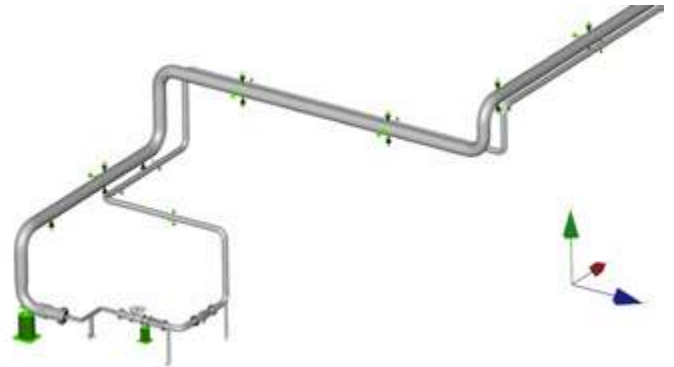


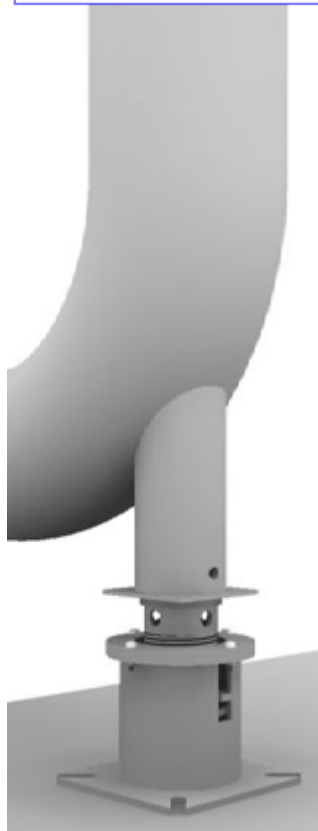
Figura # 3. Análisis de la tensión de la tubería de un sistema de vapor y turbina utilizando soportes para controlar el sistema, considerando cargas térmicas y de viento y resortes constantes con juntas de expansión (utilizadas en rotación) para cumplir con los permisos de la turbina.

Como una segunda opción de mitigación, es posible que tenga que considerar cambiar la disposición de la tubería para agregar más flexibilidad, o incluso considerar el uso de soluciones más complejas para agregar flexibilidad, como juntas de expansión. Diseñando la disposición de soportes y la disposición de la tubería para mitigar esfuerzos, cargas de equipos y cargas de soporte, que es donde la experiencia en el análisis de esfuerzos de tuberías es beneficiosa.



6219 Brittmoore Road - Houston, Texas 77041-5114
Teléfono: (713) 849-3366; **FAX:** (713) 849-3654
E-Mail: info@pipingsolutions.com
Website: http://www.pipingsolutions.com

**PERCHAS, RESTRICCIONES Y
SOPORTE PARA TUBERIAS DE
EXCELENTE CALIDAD A
PRECIOS RAZONABLES Y
BUENAS ENTREGAS**



**TRI*CAL™
SOPORTES
AISLADOS**



**EQUAL™
DIA. GRANDE
RODILLOS**



**EQUAL™ SOPORTES DE
RESORTE VARIABLE DE
INGENIERIA**



**TRI-SLIDE™
COJINETES
DESGLIZANTES DE
BAJA FRICCIÓN**

**ZAPATOS DE
TUBERIAS,
GUÍAS, PARADAS
DE LINEAS &
ANCLAJES**

**EQUALBALANCE™
SOPORTES DE
RESORTE CONSTANTES
DE INGENIERIA**



**EQUAL™ CONTROL
DE VIBRACIÓN &
TIRANTES
ESTABILIZADORES**

**EQUAL™
TOPES**

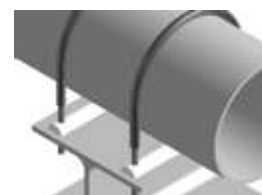
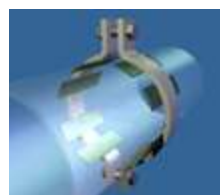
**EQUAL™ RESTRICCIONES
INGENIERAS**



**EQUAL™ CONJUNTOS DE
AMORTIGUADORES
HIDRAULICOS**



**EQUAL™ CONJUNTO
PUNTAL ESTABILIZADOR
RÍGIDO**



**SOPORTES
RESISTENTES A LA
CORROSIÓN**



AAA TECHNOLOGY & SPECIALTIES CO., INC.

6219 Brittmoore Road - Houston, Texas 77041-5114, U.S.A.

Teléfono: 1-713-849-3366 - FAX: 1-713-849-3654 - E-mail: info@aaatech.com

**Para ver nuestro catálogo, vea nuestro sitio web:
<https://www.aaatech.com>**

Representante en América Latina:

**Combustión, Energía & Ambiente, S.A. - WhatsApp: +34 625898225
E-mail: carlos.lasarte@ceaca.com - Website: <https://www.ceaca.com>**

Soportes de resortes en tuberías. (Pipe Hangers) Guía para su mantenimiento.



VÍCTOR P. ADAMS A.

Profesor asociado IUTSM y UNITEC.

*Consultor y Facilitador Diseño de Tuberías de Proceso y
Análisis de Flexibilidad y Esfuerzos.*

Venezuela

Correo electrónico: victordms5@gmail.com

Sumario

Es ampliamente reconocido que la selección y diseño de los soportes flexibles, del tipo de resorte, es una parte importante de la ingeniería en los **sistemas de tuberías de proceso** que manejan fluidos a altas y bajas temperaturas. Pero no solamente tiene prevalencia lo anterior, sino que viene adosado el **mantenimiento** que es necesario efectuarle a dichos elementos, a objeto de que su funcionalidad no se vea afectada por las fallas estructurales que se puedan presentar debido a las condiciones ambientales en donde trabajan.

En este artículo se hará una descripción muy sencilla de este tipo de elementos y que especificaciones técnicas y procedimientos son necesarios para protegerlos del ambiente. También se mostrarán una serie de fotografías de soportes de resortes con deficiencias de mantenimiento.

Se alerta al lector que el presente artículo es una recopilación y no reemplaza a la bibliografía especializada y a los manuales y catálogos de los fabricantes especializados en el diseño y fabricación de los soportes de resortes.

Introducción

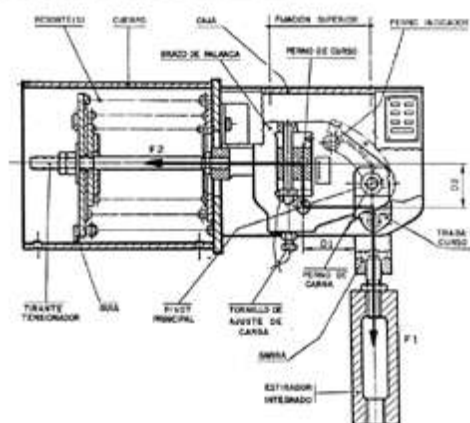
Para evitar confusiones, es necesario definir los términos soporte de resortes de tubería, PHS (pipe hanger support) y soporte de tubería, PS (pipe support) y clarificar la diferencia entre los dos. Los PHS son elementos estructurales metálicos que soportan el peso desde la parte superior de la tubería o equipo con elementos adicionales y que principalmente se encuentran en un estado de tensión. Los PS son aquellos elementos estructurales que soportan el peso de la tubería o equipo desde abajo y que, unidos a elementos adicionales, generalmente se encuentran en un estado de compresión.

Los soportes de resortes se subdividen en dos tipos: de carga constante y de carga variable.

Soportes de resortes de carga constante

Los soportes de resortes de carga constante proveen una fuerza constante de apoyo, aunque el mismo esté al máximo rango de la expansión y contracción vertical. Esto es logrado con el uso de un resorte helicoidal trabajando en conjunto con un codo de palanca, de tal manera que la fuerza del resorte, multiplicada por la distancia del brazo pivote se iguale siempre a la carga de la tubería multiplicada por la distancia a la palanca pivote.

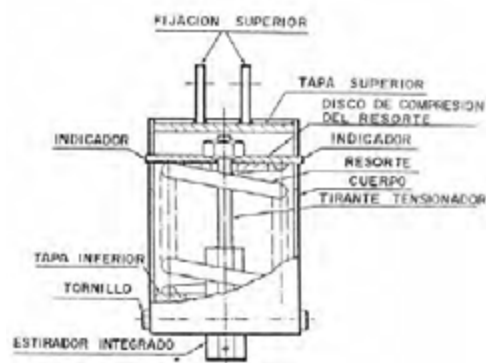
SOportes DE RESORTE DE CARGA CONSTANTE



Soportes de resortes de carga variable

Los soportes de resortes de carga variable son usados para tuberías sujetas a movimientos verticales donde los soportes de resortes de carga constante no se requieren. La característica inherente de un soporte de carga variable es que la fuerza soportadora varía con la deflexión del resorte y con la escala de este, por lo tanto, la expansión vertical de la tubería causa una correspondiente tracción o compresión en el resorte y causará un cambio en el efecto de sustentación actual del soporte. Además de expansión y contracción térmica, los diseñadores también deben considerar la fuerza de gravedad.

Ambos soportes son fabricados según norma MSS SP-58 y MSS SP-59 de la Manufacturers Standardization Society (Estándar Practice).



Mantenimiento. Guías.

1.- Inspección en campo

Los sistemas de tuberías críticos deben verificarse visualmente tan frecuentes como sean necesarios y cualquier condición inusual deberá llamar la atención a los operadores y a los ingenieros de proceso o de confiabilidad. Personal capacitado y entrenado en inspección de equipos deberían ser quienes harán las observaciones.

En el caso de los soportes de resortes las observaciones incluirán la determinación de interferencias con otras tuberías o equipos, vibraciones y condiciones generales de los soportes en general como el estado de las carcasas y los resortes.

Verificación y registro al inicio de las operaciones y de forma periódica de la posición de los pines en la escala de acuerdo con los estudios de Flexibilidad Térmica, tanto en la posición fría (cold) como en la de operación (hot). Igualmente, se deben realizar los registros

en nuevos arranques después de una parada de planta. La temperatura de operación de la tubería, también se deberá registrar.

El mantenimiento de los soportes de resortes y todos aquellos elementos estructurales que forman parte del Sistema de tuberías, serán llevados a cabo según las especificaciones de los fabricantes o diseñadores que incluirán, pero no limitados a, limpieza, lubricación y protección contra la corrosión.

2.- Trabajos de taller

Después de la observación visual de toda la soportería del Sistema de tuberías, cualquier reparación, modificación o reemplazo de algún elemento, deberá ser llevado por personal especializado en el mantenimiento de tales estructuras y de acuerdo con lo siguiente:

a. Corrosión excesiva en los soportes de resortes y de los otros componentes.

b. Resortes rotos o cualquier otro componente que forme parte del soporte o del ensamblaje.

c. Vibración excesiva o interferencias en las tuberías.

d. Excesiva deflexión en las tuberías que requieran unas características mayores en suportación y desplazamiento o un nuevo análisis o rediseño de los soportes.

e. Necesidad de ajuste de las cargas de los soportes de resortes.

f. Cualquier falla o deformación de los soportes y otros elementos portantes o guías.

g. Fugas de fluidos por conexiones bridadas entre tuberías y entre tuberías, válvulas y equipos.

h. Desplazamientos fuera de los establecidos por los estudios térmicos.

El uso de fotografías también puede ser una herramienta importante en el registro del Sistema de tuberías y su soportación. Los archivos fotográficos se pueden almacenar con aquellos que pueden ser utilizados como referencia en un futuro.

En el caso de que los resortes hayan perdido su protección superficial de fábrica, es importante tomar en cuenta su cambio en una próxima parada de planta.

De acuerdo con la bibliografía, los soportes flexibles de resortes son suministrados contra ambiente severo y corrosivo o de acuerdo con las especificaciones generadas por el cliente.

Para condiciones moderadas de corrosividad o ambiente severo se suministran con una protección galvánica según la especificación ASTM A-153 o pinturas con base del elemento Zinc, excepto el resorte que pudiera ser recubierto con una capa de neopreno para asegurar que su flexibilidad durante el uso no se vea afectada.

Casos por falta de mantenimiento

A continuación, el lector podrá observar una serie de fotos de soportes de resorte que están en una condición muy severa de corrosión por falta de mantenimiento, que han dejado de cumplir su función o están listo para colapsar, otros que intentan soportar las cargas o que están funcionando incorrectamente.

Se observa que algunos los han repintado exteriormente y que la protección del resorte se ha perdido.

Prácticamente son objetos de adorno.

1.- Resortes que están en condición severa de corrosión.

Claramente se observa que solo se pintaron exteriormente y ningún tratamiento al resorte.

En tales condiciones, se deben reemplazar por otros de características similares.



2.- Resortes que intentan soportar la carga o que trabajan incorrectamente.

Las fotos siguientes muestran alternativas en la posición de los soportes de resortes:

- que se hayan movido más de lo esperado,
- que se hayan modificado soportes anexos a las líneas o,
- que originalmente se desplazaron de manera diferente a los cálculos por expansión térmica.

En todo caso los ingenieros deben reevaluar nuevamente las diferentes líneas para que los valores de diseño originales se mantengan en el tiempo.

En la siguiente foto se observa que la placa indicadora del soporte de la izquierda no mues

tra la placa de marcación del pin. El resorte de la derecha si lo muestra e indica que está en la posición "C" (cold), o sea que la línea ha de estar en la condición fría o no está operativa.



3.- Resortes que se han movido más de lo esperado o la tubería se ha desplazado.

Se observa que el vástago no está totalmente vertical, lo que pudiera indicar que el desplazamiento de la tubería ha pasado el calculado. Cuestión que se presenta también en los soportes que están adosados a las tuberías. Para verificar, será necesario reevaluar el sistema.



Consecuencias

De no tomar en cuenta las acciones descritas anteriormente, los sistemas de tuberías podrían desplazarse más de lo calculado pudiendo originarse fallas estructurales en ellas y en los equipos a los cuales están conectados. No solamente se debe mantener en optimas condiciones dichos elementos si no aquellos que son parte integral de las tuberías.

Los grandes estados de tensión que se generarían, harían sobrepasar los permisibles pudiendo ocurrir fugas de los fluidos y fracturas en equipos conectados.

Conclusiones

En un proyecto de diseño e instalación de tuberías, los ingenieros de tuberías establecen los requerimientos de selección de los materiales, definición del tendido, cálculos de espesor de pared, cómputos métricos y los ingenieros en el análisis de flexibilidad y esfuerzos calculan los desplazamientos y estados de tensión que surgen en el sistema de tuberías por efectos de la expansión térmica.

Una vez concluido el proyecto, puesta en marcha y entregado al cliente o usuario final, la consultora donde trabajaban dichos ingenieros iniciará otros proyectos y en otras ubicaciones, quedando la responsabilidad de los ingenieros del propietario las operaciones y el mantenimiento de la instalación.

En tal sentido, los ingenieros de plantas deben mantener las instalaciones en excelentes condiciones de operación, por lo que es muy importante que reciban la capacitación adecuada para cumplir las responsabilidades en las áreas de mantenimiento principalmente.

De allí que, con el cumplimiento de los planes de mantenimiento de las plantas, no se llegue a lo observado en las fotos que en este artículo se han mostrado.

Bibliografía

1. Grinnell Corporation. Pipe Hangers. Catalog PH87.
2. Piping Technology & Products Inc. Houston, Texas
3. ANVIL INTERNATIONAL. Pipe Hanger Design & Engineering. 2007
4. ITT Grinnell. Piping, Design and Engineering. Sixth Edition (Revised 1981)
5. PIPINGSOLUTIONS, INC.
6. AAA TECHNOLOGY & SPECIAL TIES CO., INC.



POLITÉCNICO COLOMBIANO
JAIME ISAZA CADAVID



Se informa a toda la comunidad de Usuarios de Calderas, que se ha firmado un Convenio Marco Institucional entre el **Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid** y la empresa **Combustión, Energía & Ambiente**, con el fin de compartir experiencias y conocimientos en torno a la seguridad de las calderas a nivel de Latinoamérica. Una de las iniciativas planteadas es la creación de la **Red Latinoamericana de Seguridad en Calderas**, de la cual los invitamos a formar parte.

Si usted Trabaja en una Instalación con Calderas – Operación, Mantenimiento, Control Químico, Inspección o Seguridad y Salud Ocupacional:

**"USUARIO DE
CALDERAS"**

Si usted Trabaja de forma independiente o para una empresa Consultora o Suplidora en las áreas de Seguridad y Salud Ocupacional, Instrumentación y Componentes de Sistemas de Control, Materiales Metálicos, Refractario o Aislamiento, Productos o Equipos para Tratamiento de Agua, Equipos Auxiliares, Inspección; Mantenimiento y Reparaciones:

**"CONSULTOR O
SUPLIDOR"**

¡El tema de Seguridad tiene varias aristas, así que regístrese en una de las dos opciones de arriba si considera que su actividad es importante para garantizar la Seguridad en Calderas!

Adicionalmente, como se publicó en la Primera Edición de **Calderas Guía del Usuario (en la Industria y Comercio)**, El Politécnico pone a la disposición de todos los Usuarios de Calderas, para validarlo con su aplicación en sus instalaciones, el Software SOSCAL con el que podrá valorar el nivel de Seguridad Ocupación en sus Instalaciones alrededor de las Calderas.

Para usarlo libremente lo invitamos a ingresar al siguiente enlace:

<http://webnet.elpoli.edu.co/soscal/> Primero ¿No tienes cuenta aún? Regístrate

Educación para
vivir mejor

8ª Reunión General Junta Nacional de Inspección de Calderas y Recipientes a Presión

ENCUENTRO VIRTUAL GRATUITO con inscripción previa

Del 14 al 18 de septiembre de 9 a 16 horas

Organizan:



Del 14 al 18 de Septiembre realizamos la octava Reunión General de la Junta Nacional de Inspección de Calderas y Recipientes a Presión

Es importante destacar el soporte y colaboración de muchas organizaciones, empresas, y personas, cuyo trabajo voluntario y esfuerzo son fundamentales en esta iniciativa y sus objetivos, y es en pos de ellos que estuvimos reunidos virtualmente, compartiendo experiencias y conocimientos con especialistas de diversas latitudes. Merecen un reconocimiento especial las organizaciones ASME y National Board, las jurisdicciones de Santa Fe, Córdoba, Mendoza, Buenos Aires, Misiones, y Uruguay, así como también HSB y CEACA.

Durante un par de presentaciones se comentó sobre la participación en las sucesivas reuniones de la Junta Nacional. Este año tuvimos más de 500 inscriptos, de Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Ecuador, México, Panamá, Paraguay, Perú, República Dominicana, Uruguay, y Venezuela, y eso nombrando solo los países Latinoamericanos, ya que también hubo inscriptos de Alemania, Estados Unidos, Francia, Italia, Irlanda, y Nueva Zelanda. Esto nos permite confirmar que la voluntad e interés en aplicar buenas prácticas de ingeniería reconocidas y aceptadas no depende de un país, sino que trasciende las fronteras.

Quiere tener Acceso a los PDF de las Conferencias – [Pulse Aquí](#)

Conclusiones

Consideramos que esta octava Reunión General ha sido un éxito, desde el punto de vista de la cantidad de participantes y sus procedencias, como así también por la excelente calidad y claridad en cada una de las presentaciones realizadas. Además, se realizaron las reuniones de los comités de trabajo con una gran participación en cada uno de ellos.

Acciones acordadas

Se acordaron varias acciones en las reuniones de los diferentes comités de trabajo de la Junta, fijándose en general como objetivo incrementar la frecuencia de las reuniones en cada grupo de trabajo.

Grupos/comités de trabajo y sus objetivos

Inspección en servicio: Estudiar las reglamentaciones, y códigos de inspección de manera de establecer la necesidad de crear un código de inspección de la Junta, o de adoptar para la Junta y sus inspectores un código de inspección reconocido

Inspección de equipos nuevos: Establecer los requisitos que deberán cumplir los fabricantes para poder llevar adelante tareas de diseño y construcción de equipos nuevos, y para establecer los requisitos para el registro de equipos nuevos importados.

Inspectores: Establecer los requisitos de formación académica, experiencia laboral, capacitación específica en inspección, y finalmente la certificación con que deberían contar quienes quieran realizar actividades de inspección de calderas y recipientes a presión.

Reglamentación: Estudiar toda la normativa vigente sobre calderas y aparatos a presión, y el de desarrollar una reglamentación que pueda luego ser adoptada por las provincias y la Nación.

Comité de operadores de calderas: Establecer los requisitos comunes de formación, examen y calificación de personal para ser utilizados en las diferentes provincias.

Consideraciones finales

Todos los países que quieran participar en esta Junta Nacional Argentina serán bienvenidos, y alentamos su participación. También los alentamos a que propongan presentaciones para las próximas reuniones.

A largo plazo, quizás se podría comenzar a trabajar en la formación de Juntas Nacionales en cada país, y luego formar una Confederación de Juntas Nacionales Latinoamericanas, trabajando en conjunto para mejorar la seguridad en nuestras calderas y recipientes a presión. Alguien podría pensar que esta propuesta a largo plazo es una utopía, sin embargo, en diciembre de 2013 en Buenos Aires alguien preguntó por qué no hacíamos algo para mejorar la seguridad en estos equipos, y acá estamos. Hemos recorrido ya un camino, y alcanzado varios de los objetivos planteados, y si bien aún quedan varios por lograr, ya nos podemos plantear esta idea de compartir experiencias y recursos entre todos nuestros países, aprovechando la diversidad de conocimiento existente, y promoviendo acciones en pos de la seguridad.

Alejandro Anibal Dominguez

aadominguez@inti.gob.ar

Junta Nacional de Inspección de Calderas y Recipientes a Presión - Argentina

Instituto Nacional de Tecnología Industrial

PUBLICACIONES

ASNT | PUBLICATIONS.



Desde la Dirección de Mercadeo y Comunicación de la “American Society for Nondestructive Testing, Inc.” - ASNT, nos han permitido comunicarle, a toda nuestra comunidad de Inspectores relacionados con el Cuidado de Calderas, la presente noticia:

“Se ha publicado la Práctica Recomendada NO.SNT-TC-1A 2020”

Además de la **ANSI/ASNT CP-189** y la **ANSI/ASNT CP-105**

Nos invitan a descubrir lo último en publicaciones de estándares de pruebas no destructivas de ASNT.

Es importante que se mantenga actualizado sobre las últimas mejores prácticas para la certificación de personal y la realización de tareas de END.



Práctica Recomendada No. SNT-TC-1A: Calificación y Certificación del Personal en Ensayos No Destructivos (2020)

SNT-TC-1A proporciona lineamientos para que los empleadores establezcan programas de certificación internos para la calificación y certificación del personal de END. Proporciona las recomendaciones educativas, de experiencia y de formación para cada método de END.

ANSI/ASNT CP-189: ASNT Estándar para la Calificación y Certificación del Personal de Pruebas No Destructivas (2020)

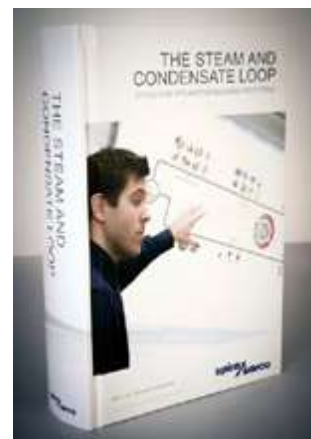
CP-189 es un estándar ANSI que establece los requerimientos mínimos para la calificación y certificación del personal de NDT y PdM. Incluye los requerimientos mínimos de capacitación, educación y experiencia, así como los criterios para documentar las calificaciones y la certificación.

ANSI/ASNT CP-105: ASNT Esquemas de Tópicos Estándares para la Calificación del Personal de Pruebas No Destructivas (2020)

CP-105 especifica el cuerpo de conocimientos a ser usado como parte de un programa de capacitación que califica y certifica al personal de END. Se aplica al personal cuyas tareas o trabajos requieren el conocimiento de los principios técnicos subyacentes a los métodos de END de los que son responsables.

Los lazos de vapor y condensado

El libro ‘The Steam and Condensate Loop’ es la guía de mejores prácticas de un ingeniero para ahorrar energía y optimizar el rendimiento de la planta. Explica los principios de la ingeniería de vapor y la transferencia de calor, cubriendo todos los aspectos de los sistemas de vapor y condensado desde la sala de calderas, pasando por el sistema de distribución de vapor hasta el punto de uso, y recuperando y devolviendo el condensado a la caldera.



Vea más detalles de esta publicación [aquí](#)

CALDERAS

GUÍA DEL USUARIO (en la Industria y Comercio)

Vale resaltar que a un mes y medio de haber sido lanzado el primer número, al cierre del mes de agosto, **Calderas...Guía del Usuario (en la Industria y Comercio)** contaba con **4.046 suscriptores en 51 diferentes países.**

Te agradecemos que hagas llegar esta buena noticia a colegas relacionados con Servicios, Suministros, Operación y Mantenimiento de Calderas.

Las páginas de esta Revista Digital – Técnica – Trimestral, Especializada en Calderas, están siempre abiertas para Usted.

¿Es usted Usuario de Calderas?

¿Es usted Desarrollador de Tecnología para Calderas?

Los invitamos a enviarnos sus Experiencias Exitosas, para publicarlas y compartirlas con todos los Usuarios de Calderas de Latinoamérica.

¿Tiene usted buenas Fotografías de Calderas y considera que podrían estar en nuestra Carátula? ...hágala suya!

Los invitamos a enviárnoslas, si son elegidas reconoceremos su autoría.

¿Es usted Proveedor de Productos, Equipos o Servicios para Calderas?

¿Quiere expandir sus ventas entre los Usuarios de Calderas de Latinoamérica?

Los invitamos a enviarnos las razones por las que los Usuarios de Calderas deberían preferir sus productos y servicios, presente un artículo técnico con alguna experiencia exitosa o pauté con nosotros.

Próximas Ediciones (trimestres)	Fecha Entrega del Artículo	Fecha de Lanzamiento
# 003 enero – marzo 2021	27 de noviembre 2020	04 de enero 2021
# 004 abril – junio 2021	26 de febrero 2021	05 de abril 2021
# 005 julio – octubre 2021	29 de mayo 2021	06 de julio 2021

Si está interesado contáctenos y pida información por

editorial@ceaca.com