



UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA
La Universidad Católica de Loja

ÁREA BIOLÓGICA

TITULO DE INGENIERO QUÍMICO

**Calificación de una Caldera para la producción de Acondicionadores y
Cremas de Peinar en Envapress Cía. Ltda.**

TRABAJO DE TITULACIÓN

AUTOR: Astudillo Cabrera, Vinicio Xavier

DIRECTOR: Arévalo Torres, Ricardo Javier, M. Sc.

CO-DIRECTORA: Herrera Ávila, Yozaida Caridad, M. Sc.

LOJA – ECUADOR

2016



Esta versión digital, ha sido acreditada bajo la licencia Creative Commons 4.0, CC BY-NY-SA: Reconocimiento-No comercial-Compartir igual; la cual permite copiar, distribuir y comunicar públicamente la obra, mientras se reconozca la autoría original, no se utilice con fines comerciales y se permiten obras derivadas, siempre que mantenga la misma licencia al ser divulgada. <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.es>

Septiembre, 2016

APROBACIÓN DEL DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

M. Sc.

Ricardo Javier Arévalo Torres

DOCENTE DE TITULACIÓN

M. Sc.

Yozaida Caridad Herrera Ávila

CO- DIRECTORA DEL TRABAJO DE FIN DE TITULACIÓN

De mi consideración:

El presente trabajo de titulación: Calificación de una Caldera para la Producción de Acondicionadores y Cremas de Peinar en Envapress Cía. Ltda., realizado por Astudillo Cabrera Vinicio Xavier; ha sido orientado y revisado durante su ejecución, por cuanto se aprueba la presentación del mismo.

Loja, febrero de 2016

f)

M.Sc. Ricardo Javier Arévalo Torres

f)

M. Sc. Yozaida Caridad Herrera Ávila

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo Vinicio Xavier Astudillo Cabrera declaro ser autor del presente trabajo de titulación: Calificación de una Caldera para la Producción de Acondicionadores y Cremas de Peinar en Envapress Cía. Ltda. de la Titulación de Ingeniería Química, siendo Ricardo Javier Arévalo Torres y Yozaida Caridad Herrera Ávila, director y co-director del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica Particular de Loja y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales. Además certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de mi exclusiva responsabilidad.

Adicionalmente declaro conocer y aceptar la disposición del Art. 88 del Estatuto Orgánico de la Universidad Técnica Particular de Loja que en su parte pertinente textualmente dice: “Forman parte del patrimonio de la Universidad la propiedad intelectual de investigaciones, trabajos científicos o técnicos y tesis de grado o trabajos de titulación que se realicen con el apoyo financiero, académico o institucional (operativo) de la Universidad”.

f.

Vinicio Xavier Astudillo Cabrera

Cl. 1104748288

DEDICATORIA

Dedico este Trabajo de Fin de Titulación primeramente a Dios por permitirme estar con vida, tener la oportunidad de estudiar la universidad y conseguir logros importantes en mi vida con salud y alegría.

También dedico este trabajo a mis padres José Ángel y Nelly Cumandá (+) ya que me han sabido guiar por el buen camino por medio de valores morales y buenos consejos. A mis hermanos Leonardo, Gabriel, Valeria y Martin que me han dado la fuerza y apoyo suficientes para poder culminar mis estudios. A los directores de este trabajo que me han ayudado a despejar todas las dudas y que han aportado con su valiosa experiencia para la culminación del mismo.

Vinicio

AGRADECIMIENTO

Agradezco a la Universidad Técnica Particular de Loja, a todos sus directivos y docentes, quienes han ayudado a formarme como un gran profesional y como una persona que aporte positivamente a la sociedad.

Agradezco a la empresa ENVApres Cía. Ltda. y su directiva quienes me acogieron para poder desarrollar mi Trabajo de Fin de Titulación y desempeñarme profesionalmente. Especialmente al Dr. Fabián Poma y la Dra. Yozaida Herrera que confiaron en mí y que han apoyado muchísimo en la consecución de mis metas.

Vinicio.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

PORTADA	i
APROBACIÓN DEL DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN.....	ii
DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS.....	iii
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTO	v
ÍNDICE DE CONTENIDOS	vi
LISTA DE FIGURAS.....	viii
LISTA DE TABLAS	ix
ABREVIATURAS	x
RESUMEN.....	1
ABSTRACT	2
INTRODUCCIÓN.....	3
CAPÍTULO I.....	5
MARCO TEÓRICO	5
1.1 Antecedentes.....	6
1.2 Caldera de vapor.....	6
1.2.1 Caldera de tubos de agua o acuotubular	7
1.2.2 Calderas de tubos de humo o pirotubular	7
1.2.3 Funcionamiento de una caldera.....	8
1.2.4 Partes principales de una caldera.....	8
1.2.5 Elementos para funcionamiento de una caldera	9
1.2.6 Problemas básicos en el interior de una caldera.....	10
1.3 Calificación	12
1.3.1 Calificación del Diseño (CD)	12
1.3.2 Calificación de la Instalación (CI).....	12
1.3.3 Calificación de la Operación (CO).....	13
1.3.4 Calificación de Desempeño o Ejecución (CE).....	13
1.4 Protocolo de calificación	13
1.4.1 Descripción del equipo o sistema	13
1.4.2 Pruebas requeridas	14
1.4.3 Documentación necesaria	14
1.4.4 Forma de documentar los resultados.....	14
1.4.5 Criterios de aceptación	14
1.4.6 Desviaciones	15
1.4.7 Informe de calificación	15
1.5 Fin del proyecto.....	16

1.6	Objetivo general	16
1.7	Objetivos específicos.....	16
CAPÍTULO II.....		17
MATERIALES Y MÉTODOS.....		17
2.1	Descripción del equipo o sistema	18
2.2	Calificación de la Instalación.....	18
2.2.1	Pruebas requeridas	18
2.2.2	Documentación necesaria	18
2.2.3	Forma de documentar los resultados.....	18
2.2.4	Desviaciones	19
2.3	Calificación de la Operación y Desempeño.....	19
2.3.1	Pruebas requeridas	19
2.3.2	Documentación necesaria	20
2.3.3	Forma de documentar los resultados.....	20
2.3.4	Criterios de aceptación	20
2.3.5	Desviaciones	20
CAPÍTULO III.....		22
RESULTADOS Y DISCUSIÓN		22
3.1	Descripción del equipo o sistema	23
3.2	Calificación de la Instalación.....	24
3.3	Calificación de la Operación y Desempeño.....	28
3.3.1	Obtención del rendimiento.....	33
CAPÍTULO IV		35
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		35
CONCLUSIONES		36
RECOMENDACIONES.....		37
BIBLIOGRAFÍA.....		38
ANEXOS.....		41

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Caldera acuotubular.....	7
Figura 2. Caldera pirotubular.....	8
Figura 3. Interior de caldera con incrustaciones.....	11
Figura 4. Tubería de caldera con corrosión.....	11
Figura 5. Presencia de arrastres en el interior de caldera.....	12

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Valores permisibles de agua para calderas	10
Tabla 2. Puntaje para la calificación de la instalación, operación y desempeño	19
Tabla 3. Resultados de la descripción de las características generales de la caldera	23
Tabla 4. Resultados de la calificación de la documentación de la caldera	24
Tabla 5. Resultados de la calificación de la superficie exterior de la caldera	24
Tabla 6. Tratamiento de desviaciones presentes en la calificación de la instalación	27
Tabla 7. Resultado de puntuación de la calificación de la instalación	28
Tabla 8. Resultado de presiones y temperaturas de operación de la caldera	29
Tabla 13. Valores que intervienen en el cálculo del rendimiento real de la caldera	33
Tabla 14. Resultado de puntuación de la calificación de la operación y desempeño	33

ABREVIATURAS

UNE	Una Norma Española
BPM	Buenas Prácticas de Manufactura
FDA	Federal Food & Drug Act
CAN	Comunidad Andina de Naciones
INEN	Instituto Ecuatoriano de Normalización
ARCSA	Agencia Nacional de Regulación, Control y Vigilancia Sanitaria
CE	Calificación de Equipos
CD	Calificación del Diseño
CI	Calificación de la Instalación
CO	Calificación de la Operación
CE	Calificación del Desempeño o Ejecución
NTP	Norma Técnica Peruana
BHP	Boiler Horsepower

RESUMEN

Este proyecto se realizó en la fábrica ENVApres Cía. Ltda., ubicada en Quito, Ecuador. El objetivo principal fue calificar una caldera con vapor necesario para fundición de ceras en la fabricación de cosméticos reactores encaquetados. Se desarrolló un protocolo para toda la calificación que incluyó: documentación utilizada, pruebas requeridas, formatos para documentar resultados, criterios de aceptación y desviaciones. Para registrar los resultados de la calificación de la instalación se utilizó un test con los criterios de aceptación derivados de una norma técnica peruana fundamentada en UNE "Una Norma Española". Para la calificación de la operación y desempeño se registraron las presiones de operación, obteniendo las temperaturas relacionadas mediante tablas de vapor saturado y se calculó la eficiencia real del equipo.

En la calificación de la instalación el cumplimiento fue del 70% en comparación con las condiciones reales que presenta la caldera y sus equipos auxiliares, por tanto una puntuación de 7,0/10. Los resultados de la calificación de la operación y desempeño fueron comparados contra las especificaciones técnicas del proveedor, el cumplimiento fue del 92% o un puntaje de 9,2/10.

PALABRAS CLAVES: protocolo, saturado, calificación, desempeño.

ABSTRACT

This project was carried out in the factory ENVApres Cia. Ltda., Located in Quito, Ecuador. The main objective was to qualify a boiler steam required for casting waxes in the manufacture of cosmetics jacketed reactors. Documentation used, required tests, formats for documenting results, acceptance criteria and deviations: a protocol for all qualifying that included developed. To record the results of the installation qualification test acceptance criteria derived from a Peruvian technical standard based on UNE "A Spanish Norma" was used. For operation qualification and performance operating pressures were recorded, obtaining temperatures associated with saturated steam tables and the actual efficiency of equipment was calculated.

The installation qualification compliance was 70% compared with the actual conditions presented by the boiler and its auxiliary equipment, so a score of 7.0 / 10. The results of the operation qualification and performance were compared against the technical specifications of the supplier, compliance was 92% or a score of 9.2 / 10.

KEYWORDS: protocol, saturated, rating, performance.

INTRODUCCIÓN

Este trabajo de investigación consistió en evaluar el cumplimiento que tiene la caldera de la empresa Envapress Cía. Ltda. ante criterios técnicos fundamentados en normas internacionales y especificaciones del proveedor de este equipo industrial para poder en primera instancia avalar su correcto funcionamiento en la parte operativa y en la parte de seguridad hacia el producto y el trabajador.

En el Capítulo I referido al Marco Teórico se redactan los antecedentes, donde se da a conocer el origen de la calificación de equipos como parte del cumplimiento de las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM). Seguidamente se da una breve explicación de lo que es una caldera, los tipos, su funcionamiento, componentes más importantes y los procesos críticos en el funcionamiento.

También se explica lo que es una calificación y las consideraciones a tomar en cuenta para realizarla. Luego se da lugar al fin o propósito del proyecto, los componentes de este y los objetivos general y específico que principalmente tienen que ver con la contribución a la empresa y su certificación en BPM.

El Capítulo II aborda la Metodología, donde se detalla paso a paso el procedimiento realizado para la calificación, rigiéndose en un protocolo que es un conjunto de procedimientos específicos establecidos en un plan, fundamentándose también en normas técnicas internacionales y especificaciones del equipo como estándares establecidos por el proveedor para variables medidas en el funcionamiento.

En el Capítulo III de Resultados y Discusión se da respuesta a cada uno de los objetivos del proyecto mediante tablas y gráficos de resultados de la instalación, operación y desempeño de la caldera. Se proponen acciones correctivas cuando los criterios de aceptación establecidos en la metodología no se han cumplido y se realiza una discusión de los resultados en contra de especificaciones del proveedor e investigaciones similares.

Finalmente en el Capítulo IV de Conclusiones y Recomendaciones se observa si los resultados fueron o no satisfactorios y se proponen ideas para que investigaciones futuras relacionadas a este tema puedan tomar como base a esta investigación.

El proyecto es importante para la empresa y la sociedad en general ya que gracias a la calificación o de equipos se contribuye al aseguramiento de la calidad de estos garantizando su funcionamiento y seguridad tanto para el producto como para sus usuarios.

Por otra parte debido al crecimiento de la empresa tanto en productos, infraestructura, personal, incremento de las exigencias de las entidades regulatorias nacionales y aprobación de todas las auditorías externas realizadas por empresas certificadas, se hace imprescindible la certificación en BPM. El personal de la empresa colabora con todas exigencias que conllevan la certificación, siendo una de estas la calificación de los equipos presentes en los procesos de fabricación y evaluación del producto semielaborado y terminado.

Por ello uno de los intereses por parte de la directiva de la empresa es calificar los equipos, siendo uno de ellos la caldera, cuyo vapor generado se utiliza para transferir calor a reactores enchaquetados y derretir las ceras presentes en la fabricación de acondicionadores y cremas de peinar. Por ello con la calificación de la caldera se contribuye a que los clientes tengan más confianza en encargar la fabricación de sus productos a Envapress Cía. Ltda. y más aún cuando se logre una certificación en BPM.

Durante el desarrollo de este proyecto se presentaron algunas dificultades en cuanto al acceso a la verificación del equipo y sus componentes externos, pero por lo que no se realiza aún un mantenimiento de la parte interna del equipo se presentó el inconveniente de no poder realizar una calificación en esta parte.

Para la calificación de la instalación, operación y desempeño se hizo necesario la utilización de un protocolo de calificación o procedimiento. La parte más importante de la calificación de la instalación fue la utilización de un test en donde se evaluaron los criterios de aceptación para la parte externa de la caldera bajo una norma internacional y para la calificación de la operación y desempeño se realizaron las mediciones de las presiones de operación de la caldera en un punto mínimo y máximo de operación para luego obtener las temperaturas directamente relacionadas mediante tablas termodinámicas de vapor saturado y finalmente el cálculo del rendimiento real.

Por último para obtener una puntuación de la calificación de la instalación de la caldera se analizó el porcentaje de cumplimiento de los criterios de aceptación y para la calificación de la operación y desempeño se comparó el rendimiento teórico con rendimiento real obtenido con ayuda de las diferentes mediciones realizadas.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1 Antecedentes.

Las BPM surgieron debido a problemas graves relacionados a la falta de inocuidad de los productos y pureza y eficacia de alimentos y medicamentos. Por lo tanto en Estados Unidos en el año 1906 se promulga el Acta sobre alimentos, drogas y cosméticos que ya incluía el concepto de inocuidad. Pero 4 de julio de 1962 se conocieron los efectos secundarios de un medicamento y por la gravedad de este acontecimiento se crea la primera guía de buenas prácticas de manufactura y la enmienda Kefauver-Harris para evitar problemas en la fabricación de los productos (Díaz & Uría , 2009).

Las BPM van destinadas al aseguramiento de la calidad de las industrias ya que en ellas se dan a conocer las diferentes actividades que se debe realizar para asegurar un producto de calidad basados en sólido juicio científico y en la evaluación de riesgos (INEN, 2014).

En la Gaceta Oficial del Acuerdo de Cartagena celebrado en Lima el 14 de marzo de 2012 de la Comunidad Andina de Naciones (CAN), DECISIÓN 516, en su Capítulo V referido a las BPM se establece lo siguiente: Los Países miembros adoptarán la Norma Técnica Armonizada de Buenas Prácticas de Manufactura Cosmética la cual figura como Anexo 2 de la presente Decisión. Bolivia, Colombia, Ecuador y Perú son países miembros de la CAN. Es así que las autoridades competentes en Certificación de BPM de cada uno de los países miembros de la CAN exigirán un nivel básico de cumplimiento, al otorgar la licencia de funcionamiento, de capacidad o su equivalente nacional. La licencia tendrá vigencia indefinida y será necesaria para acceder a la Notificación Sanitaria Obligatoria (CAN, 2002).

En Ecuador el encargado en materia de acreditación de BPM para la industria cosmética es la Agencia Nacional de Regulación, Control y Vigilancia Sanitaria (ARCSA) y de manera general se toman en cuenta los siguientes aspectos para conseguir esta acreditación: las instalaciones, la higiene en la fabricación y la garantía de calidad para los productos (Noboa, 2002).

Para la inspección de las instalaciones, los requisitos de BPM exigen el cumplimiento de los aspectos relacionados con los productos en investigación y entre estos se encuentra el proceso de calificación de equipos (CE) y cada una de sus etapas variando el proceso operacional pero no el protocolo seguido (Cordero, 2012).

1.2 Caldera de vapor.

La caldera de vapor es un aparato tubular calentado por medio de la energía producida por el combustible quemado, en donde por mecanismos de transferencia de calor, el agua en estado líquido pasa a un estado de gaseoso (Kern, 2009).

Fundamentalmente son dos los tipos de calderas de vapor que normalmente suelen utilizarse: de tubos de agua o acuotubular y de tubos de humo o piro-tubular.

1.2.1 Caldera de tubos de agua o acuotubular.

En este tipo de calderas la mezcla de agua-vapor circula por el interior de los tubos y el fuego se aplica en la superficie exterior de estos. Esa clase de calderas se utiliza en industrias que exigen la altas cantidades de vapor por lo que son más complejas y se requiere mayor seguridad en comparación con las calderas piro-tubulares (Figura 1) (Nogués, García, & Rezeau, 2010).

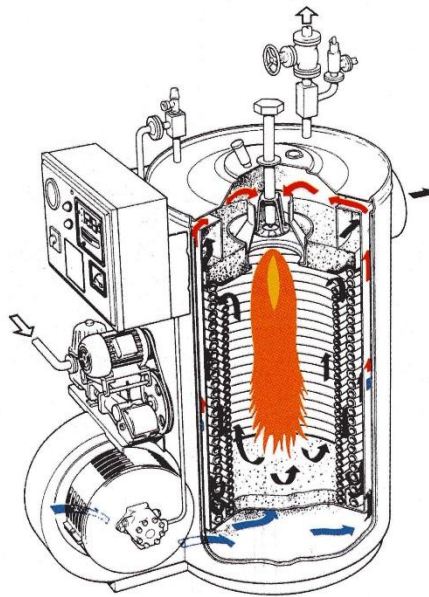


Figura 1. Caldera acuotubular
Fuente: (Vapor Valero, 2015).

1.2.2 Calderas de tubos de humo o piro-tubular.

En este tipo de calderas se da lo contrario a las calderas acuotubulares ya que el calor ahora pasa a través de los tubos calentando el agua que se encuentra alrededor produciéndose así la mezcla agua-vapor para el proceso (Figura 2) (Rojas & Mazuera, 2014)

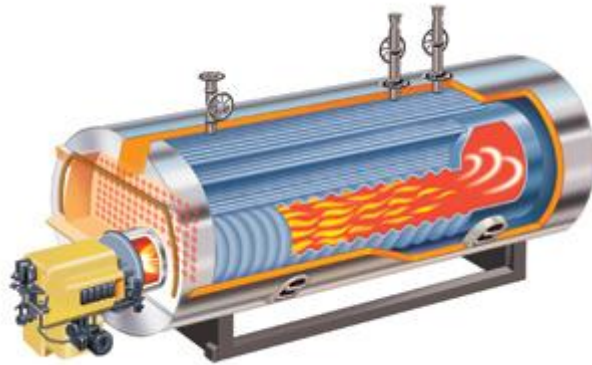


Figura 2. Caldera pirotubular
Fuente: (Gas Natural Fenosa, 2015).

1.2.3 Funcionamiento de una caldera.

En una caldera de vapor existen dos sistemas, el primero es el sistema en donde se encuentra alojada el agua y en donde se produce el vapor de agua y el otro sistema donde se produce la combustión. Esto dos sistemas se complementan por medio de procesos de transferencia de calor en donde la energía química del combustible se transforma a energía calorífica y esta se transfiere hacia el agua, primeramente por medio del mecanismo de radiación. Una vez que el agua llega a su punto de vaporización éste pasa a través de los tubos, en el caso de una caldera acuotubular, por medio de la transferencia de calor por convección. El vapor se transfiere hacia el proceso que se vaya a utilizar, calentamiento o desinfección, y los gases generados por la combustión son desechados por la chimenea del equipo (Sánchez, 2006).

1.2.4 Partes principales de una caldera.

Las partes principales que componen a una caldera son:

a. Quemador.

Es el encargado de llevar la combustión (Escudero & Fernández, 2013).

b. Hogar o cámara de combustión.

Es el lugar donde se lleva a cabo la quema del combustible. En esta cámara se da la transferencia de calor por radiación y convección hacia el agua de calentamiento (Escudero & Fernández, 2013).

c. Circuito de humos.

Es el circuito que recorren los humos provenientes de la combustión desde la cámara de combustión hasta la caja de humos, estos deben permanecer el mayor tiempo posible en el

trayecto ya que son los encargados de transferir el calor por convección hacia el agua en la caldera (Escudero & Fernández, 2013).

d. Salida o caja de humos.

Es el sitio final de los humos generados en la combustión antes de salir por la chimenea (Escudero & Fernández, 2013).

e. Circuito de agua.

Así como los gases de la combustión tienen un trayecto, así mismo lo tiene el vapor generado, desde el lugar donde tiene contacto con el calor liberado por el combustible hasta el circuito de humos en donde se produce la transferencia de calor (Escudero & Fernández, 2013).

f. Salida o retorno de agua.

Es la red de tubería por la que se transporta el vapor generado desde la caldera hasta los fines pertinentes de calefacción o desinfección. Una vez que este vapor ha cedido el calor para los fines pertinentes, regresa al tanque de condensado para ingresar nuevamente a convertirse en vapor de agua más rápidamente ya que ingresa con una temperatura mayor a la inicial (Escudero & Fernández, 2013).

1.2.5 Elementos para funcionamiento de una caldera.

a. Fuego.

Para producir el fuego en una caldera de existir la combustión en donde el combustible se combina con el oxígeno o comburente logrando una liberación de energía térmica y los productos de combustión. Específicamente el carbono e hidrógeno del combustible reaccionan con el oxígeno dando como resultado generalmente el dióxido de carbono (CO_2) y agua (H_2O), además si hablamos del diésel gasóleo que contiene más Azufre (S) que los combustibles gaseosos, la combustión también da como resultado óxidos de azufre (SO_2 y SO_3 , generalizados como SO_x) que pueden ser perjudiciales al mezclarse con el agua ya que forman los ácidos sulfuroso y sulfúrico (Comunidad de Madrid, 2009).

b. Agua.

El tratamiento del agua antes de ingresar a la caldera es fundamental para evitar problemas de corrosión, incrustaciones y arrastre de condensados que se provocan por la presencia de gases disueltos, sales y minerales. El agua al recibir un pre-tratamiento puede aportar los siguientes beneficios para la caldera: maximizar su vida útil, reducir los costos de mantenimiento y mantener la eficiencia (Cardozo, Sánchez, & Haydelba, 2011).

Tabla 1. Valores permisibles de agua para calderas.

PRESIÓN DE CALDERA	SÓLIDOS TOTALES (ppm)	Alcalinidad total (ppm de CaCO₃)	Sílice (ppm de SiO₂)
0-300	3500	700	75-50
301-450	3000	600	50-40
451-600	2500	500	45-35
601-750	2000	400	35-25
751-900	1500	300	20-08
901-1000	1250	250	10-5
1001-1500	1000	200	5-2
1501-2000	750	150	3-0,8
2001-2500	500	100	0,4-0,2
2501-3000	500	100	0,2-0,1

Fuente: (Escobar, 2010).

c. Superficie de intercambio de calor.

Las calderas se construyen con materiales que tienen una gran superficie de contacto y una elevada conductividad térmica para lograr la mayor eficiencia energética. Además si no se posee un material con estas características, problemas como la corrosión y formación de grietas afectarán con mayor facilidad al material de contacto con el agua (Capó, 2005).

1.2.6 Problemas básicos en el interior de una caldera.

Los principales problemas que evitan el buen desempeño de una caldera son:

a. Incrustaciones.

Estas se forman al interior de una caldera debido a las sales diluidas saturadas que pueden estar presentes en el agua tales como: carbonato cálcico, sulfato cálcico, hidróxido cálcico, silicatos de calcio, etc. Estas son peligrosas ya que tienen una baja conductividad térmica ocasionando un recalentamiento en el metal que se expone a la llama y afectando al rendimiento térmico de la caldera (Figura 3) (Comunidad de Madrid, 2013).



Figura 3. Interior de caldera con incrustaciones.
Fuente: (Comunidad de Madrid, 2013).

b. Corrosiones.

Principalmente existen dos tipos de corrosión en una caldera, la una se da por afectación del oxígeno presente en el agua o del ambiente cuando la caldera se encuentra fuera de uso. Este oxígeno reacciona con los componentes metálicos de la caldera provocando la corrosión. El otro tipo de corrosión se da por la acumulación de sales alcalinas tales como la soda cáustica (Figura 4) (Thermal Engineering, 2011).



Figura 4. Tubería de caldera con corrosión.
Fuente: (Comunidad de Madrid, 2013).

c. Arrastres.

Esto se da por la entrada de grandes volúmenes de agua en el domo de vapor de la caldera, en donde este vierte el exceso dentro del espacio del vapor y es arrastrado hacia el cabezal. Las causas más comunes para que se de este fenómeno de arrastre son los problemas

mecánicas o propiedades mecánicas tales como un control de alimentación mal ajustado o procedimientos incorrectos de purga (Figura 5) (CONAE, 2008).



Figura 5. Presencia de arrastres en el interior de caldera.
Fuente: (Comunidad de Madrid, 2013).

Ahora para poder saber si un equipo es apto para los procesos que se requieran en la industria se realiza una calificación de este. La calificación muchas veces es confundida con validación. La calificación se refiere al funcionamiento de los equipos y la validación se refiere a procesos, su aprobación y aplicación para conseguir que un producto esté dentro de límites establecidos (Romero, 2008).

1.3 Calificación.

La calificación es poder evaluar y registrar si los equipos funcionan de acuerdo a los resultados esperados generalmente obtenidos de las especificaciones del proveedor de los mismos (Cervantes, Cruz, Burgos, López, & Sandoval, 2008).

1.3.1 Calificación del Diseño (CD).

Es la verificación de la documentación en donde constan las especificaciones del equipo del diseñado y bajo qué parámetros va a operar. Para diseñar un equipo se deben tomar en cuenta los requisitos o especificaciones que se acuerden entre el comprador del equipo y el proveedor de éste (OMS, 2010).

1.3.2 Calificación de la Instalación (CI).

Aquí se incluye documentación completa sobre las características técnicas de cada uno de los componentes que intervienen en la instalación del equipo. Además necesariamente

incluye la inspección in situ o física para verificar si en realidad se cumple con las especificaciones dadas por el proveedor (Soledad, 2009).

La calificación de la instalación detalladamente comprende:

- La revisión de la documentación dada por el proveedor.
- Inspección del equipo y sus principales componentes.
- Verificar y registrar las modificaciones realizadas (Barros, 2012).

1.3.3 Calificación de la Operación (CO).

En esta parte de la calificación del equipo se verifica que el equipo y todos sus componentes trabajan de manera adecuada fundamentándose en los rangos de operación para las diferentes variables medidas (Delgado, 2012).

Algunos elementos de esta calificación son:

- Asegurar que el equipo y sus componentes funcionan correctamente de acuerdo con los procedimientos establecidos por el proveedor.
- Asegurar que el equipo puede limpiarse adecuadamente (Barros, 2012).

1.3.4 Calificación de Desempeño o Ejecución (CE).

Se verifica que las variables medidas durante la fase de la calificación de operación tengan repetitividad en el tiempo para asegurarnos de que el sistema es confiable (Ávila, 2008).

Antes de poder desarrollar la calificación del desempeño del equipo debemos verificar lo siguiente:

- La finalización de la calificación de la instalación y operación del equipo.
- Procedimientos de fabricación y funcionamiento (Barros, 2012).

1.4 Protocolo de calificación.

Es un documento en el que se describen las pruebas que se van a realizar, los criterios de aceptación y los resultados obtenidos, este debe ser claro y concreto (González, 2010).

Las partes que conforman a este protocolo de calificación son:

1.4.1 Descripción del equipo o sistema.

En esta parte se describen las características generales del equipo y sus componentes diseñados para funciones críticas y límites (Cordero, 2012).

1.4.2 Pruebas requeridas.

Se realiza una descripción de las pruebas requeridas, su secuencia y metodología para realizarlas, en el caso de la instalación se verifica que los diferentes partes que componen al equipo se instalan conforme las especificaciones del proveedor, en el caso de la operación se verifica que las diferentes variables que intervienen en el proceso se encuentren dentro de los rangos establecidos así mismo por el proveedor y en el caso del desempeño que los resultados de las mediciones de estas variables sean repetitivos en el tiempo (Cordero, 2012).

1.4.3 Documentación necesaria.

Es el soporte documental necesario para poder fundamentar la calificación, estos documentos incluyen: manuales, especificaciones técnicas y normas (Cordero, 2012).

1.4.4 Forma de documentar los resultados.

Es el formato en el cual se recolectan los resultados, en el también estarán incluidos los criterios de aceptación para poder realizar una comparación conjunta (Cordero, 2012).

1.4.5 Criterios de aceptación.

Aquí se deben describir los resultados que se esperan para cada prueba que se realice durante la calificación. Los criterios de aceptación pueden fundamentarse en normas técnicas internacionales, especificaciones del proveedor y/o análisis estadísticos tales como el análisis de desviación estándar y determinación del coeficiente de correlación, R, (Cordero, 2012).

Para realizar el análisis de desviación estándar, primero se obtiene la media aritmética de las temperaturas mediante la siguiente fórmula:

$$\bar{x} = \sum_{i=1}^n \frac{x_i}{n}$$

Donde:

i: es el índice de suma al que se le asigna un valor inicial llamado límite inferior, 1.

n: es el número de mediciones que se ha realizado y el límite superior de la sumatoria.

x_i : son cada uno de los valores medidos desde el límite inferior al límite superior (Sattler, 2008).

Si se utiliza el programa Excel, el promedio se obtiene al colocar el puntero en la última celda vacía de la columna de cuyos números queremos obtener el promedio y en la barra de

herramientas de Inicio escogemos de la lista desplegable Autosuma la opción Promedio (Microsoft, 2015).

Luego para establecer la desviación estándar se utiliza la siguiente fórmula:

$$S = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad (\text{Sattler, 2008}).$$

En Excel la desviación estándar se obtiene mediante la función DESVEST. Colocamos el puntero en la celda en donde queremos colocar el valor de desviación estándar, colocamos la función de la siguiente manera =DESVEST () y dentro de los paréntesis colocamos los valores de los cuáles queremos obtener la desviación estándar (Microsoft, 2015).

Por último se obtiene el coeficiente de correlación de las variables.

$$r = \frac{n \sum xy - (\sum x)(\sum y)}{\sqrt{n \sum x^2 - (\sum x)^2} \sqrt{n \sum y^2 - (\sum y)^2}}$$

Donde:

x: variable independiente

y: variable dependiente (Sattler, 2008).

Asimismo en Excel para obtener el coeficiente de correlación de una lista de datos, se utiliza la función COEF.DE.CORREL, la función nos pide una matriz 1 que va a ser donde colocamos el número de repeticiones y una matriz 2 que va a ser donde coloquemos los datos a analizar (Microsoft, 2015).

1.4.6 Desviaciones.

Se debe informar cuáles son los resultados que no se han cumplido durante la calificación en base a los criterios de aceptación, descritos en los formatos de documentación de resultados (Cordero, 2012).

1.4.7 Informe de calificación.

En el informe de calificación se debe incluir: el protocolo seguido, detalles de materiales, equipos, procedimientos y métodos de prueba. Los resultados deben ser verificados nuevamente con los criterios de aceptación y los que se encuentran fuera de los límites deben ser justificados y se deben establecer las acciones correctivas.

Una vez finalizada la calificación, el Departamento de Aseguramiento de Calidad de la empresa debe aprobar el informe completo y finalmente se debe indicar si el resultado fue exitoso o no (Cordero, 2012).

1.5 Fin del proyecto.

Contribuir al desarrollo de las Buenas Prácticas de Manufactura de la empresa ENVApres Cía. Ltda. en lo referido a la calificación de equipos básicos para la manufactura de cosméticos.

1.6 Objetivo general.

Calificar la Caldera en la empresa ENVApres Cía. Ltda. para lograr aportar a la certificación en BPM y los clientes tengan la confianza de que sus productos son fabricados bajo estándares internacionales.

1.7 Objetivos específicos.

- Verificar que la instalación, operación y desempeño de la caldera cumplan con las especificaciones técnicas y normas de seguridad establecidas, caso contrario emitir las acciones correctivas necesarias.

- Obtener la puntuación de la calificación de la instalación, operación y desempeño mediante la comparación de los resultados contra especificaciones dadas por las normas internacionales utilizadas y los datos técnicos del proveedor para saber de manera precisa en que porcentaje se debe mejorar en la obtención de un óptimo funcionamiento de la caldera.

CAPÍTULO II

MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Descripción del equipo o sistema.

Se tomó en cuenta las características a inspeccionar descritas en el Anexo A, parte B de la Norma Técnica Peruana NTP 350.303 2010. CALDERAS INDUSTRIALES. Inspección de las instalaciones con fines de eficiencia térmica y reducción de emisiones (INDECOPI, 2010).

Se desarrolló un formato en el cuál se describieron estas características en una primera columna y en la siguiente se registraron los resultados obtenidos (Anexo 1). Los resultados se basaron en la Oferta del Proveedor de la Caldera (Anexo 4) y la placa de la caldera (Anexo 5).

Luego para realizar la calificación de la instalación, operación y desempeño, se utilizó un protocolo de calificación en donde se reflejó lo siguiente:

2.2 Calificación de la Instalación.

2.2.1 Pruebas requeridas.

Las pruebas que se realizaron para verificar la parte externa de la caldera fueron:

- Corrosión en la parte externa de la caldera o sus equipos auxiliares.
- Funcionamiento de los equipos del sistema generador de vapor.
- Orden y limpieza del área de trabajo.

Estas pruebas son resultado de la utilización del test de calificación que se describe posteriormente en donde se detallan los criterios de aceptación a tomar en cuenta.

2.2.2 Documentación necesaria.

Para la calificación de la instalación la documentación de soporte que se requirió fue:

- Norma Técnica Peruana NTP 350.303 2010. CALDERAS INDUSTRIALES. Inspección de las instalaciones con fines de eficiencia térmica y reducción de emisiones, esto como fundamento de los criterios de aceptación.
- Manual del Caldero Envapress Cía. Ltda. (Anexo 6), para reconocer cada componente mediante las imágenes presentes en este documento.

2.2.3 Forma de documentar los resultados.

Se realizó un formato que contiene por una parte un test para la calificación de la documentación de la caldera (Anexo 2, a) y por otra el test para la calificación de la parte externa de la caldera (Anexo 2, b), ambos se fundamentaron bajo la Norma Técnica Peruana NTP 350.303 2010. En ellos se dan a conocer en una primera columna los criterios

de aceptación, en una segunda y tercera columnas denotadas como calificación se registró la verificación del cumplimiento o no cumplimiento de estas especificaciones, por último en la siguiente columna se describieron algunas observaciones para las justificar los resultados obtenidos. Con el test en mano se fue verificando in situ cada uno de los criterios. Además se obtuvo evidencia fotográfica de cada una de los componentes verificados (Anexo 7).

2.2.4 Desviaciones.

La calificación de la instalación fue una verificación de las características de cada uno de los componentes del equipo y su funcionamiento. Esta calificación contempla como únicas alternativas de resultado el cumplimiento o no cumplimiento de los criterios de aceptación expuestos, por lo tanto un no cumplimiento se lo consideró como una desviación.

Para poder documentar el tratamiento de las desviaciones se elaboró un formato (Anexo 2-c) en el cual se estableció que en una primera columna estén presentes los criterios de aceptación no cumplidos, en una segunda columna el motivo del no cumplimiento y en la última columna la acción correctiva como una alternativa de solución.

Por último para cuantificar los resultados obtenidos se comparó el total de malos resultados con el total de criterios de aceptación planteados y se estableció el porcentaje de cumplimiento, la calificación sobre 10 puntos y la respectiva tendencia mediante los criterios de la tabla 2.

Tabla 2. Puntaje para la calificación de la instalación, operación y desempeño.

TENDENCIAS	PUNTOS	PORCENTAJE
Excelente	10	90-100
Buena	7	70-89
Regular	4	50-69
Mala	1	0-49

Fuente: http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0123-59232004000300002&script=sci_arttext

Elaboración: El autor.

2.3 Calificación de la Operación y Desempeño.

2.3.1 Pruebas requeridas.

Para la calificación de la operación y desempeño fue necesario medir las presiones de operación en un punto mínimo y en un punto máximo de operación. Esto se realizó mediante el manómetro ubicado en la parte alta de la caldera. En total se tomaron 14 valores del punto máximo y 14 valores del punto mínimo ya que se pudo observar que no se tenía una variación significativa.

Luego se procedió a obtener el valor de las temperaturas correspondientes a cada punto de presión mediante tablas termodinámicas de vapor de agua saturada (Anexo 8).

2.3.2 Documentación necesaria.

En esta fase de la calificación se utilizó el siguiente documento:

- Oferta del Proveedor de la Caldera, en donde se dan a conocer las especificaciones de instalación y funcionamiento de la caldera.

2.3.3 Forma de documentar los resultados.

Se estableció un formato para el registro de los datos de presión manométrica y temperaturas de esas presiones en sus puntos mínimos y máximos de operación (Anexo 3-a). Luego se obtuvo el valor promedio de las temperaturas obtenidas.

2.3.4 Criterios de aceptación.

Los criterios de aceptación para los valores tomados experimentalmente en la caldera fueron el rango de presión de operación de la caldera dados por el asistente de mantenimiento de la empresa y las temperaturas proporcionales obtenidas en las tablas de vapor de agua saturada.

Luego para determinar la fiabilidad de las temperaturas promedio obtenidas para fines de cálculo del rendimiento real descrito posteriormente, se aplicó un análisis de desviación estándar y cálculo del coeficiente de correlación. Para este análisis se estableció un formato para el registro de la cantidad de datos por análisis, las temperaturas promedio obtenidas, la media aritmética, el valor de desviación estándar, el rango establecido y el coeficiente de correlación (Anexo 3-b).

2.3.5 Desviaciones.

Se realizaron 4 análisis de desviación estándar para los valores obtenidos de temperatura promedio, se filtraron los datos que no se encontraban dentro del rango establecido para cada análisis hasta obtener un coeficiente de correlación lo más cercano a 1 y asegurar la linealidad de los datos. Por último, luego de haber validado los datos de temperatura, se obtuvo un valor promedio de estos para obtener finalmente el valor del rendimiento real de la caldera mediante la siguiente fórmula:

$$\eta = \frac{m \cdot c_p \cdot \Delta T}{F \cdot PCI}$$

Donde:

m: caudal de agua en la caldera

c_p : calor específico del agua

ΔT : $T_s - T_e$

T_s : temperatura del agua a la salida de la caldera ($^{\circ}\text{C}$)

T_e : temperatura del agua a la entrada de la caldera ($^{\circ}\text{C}$)

F: consumo de combustible (Kg/h)

PCI: poder calorífico inferior del combustible (IDAE, 2007).

Se elaboró un formato para registrar los valores que intervienen en el cálculo del rendimiento real (Anexo 3-c). En este mismo formato se registraron el rendimiento real y el rendimiento teórico para luego realizar la comparación y establecer ya la puntuación de la calificación de la operación y desempeño en comparación con los datos del proveedor con los mismos criterios de la tabla 2 presente en la calificación de la instalación de la caldera.

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Descripción del equipo o sistema.

En la tabla 3 se puede observar los resultados obtenidos al verificar las especificaciones de la NTP 350.303 2010 mediante la Oferta del Proveedor de la Caldera y la placa de la caldera.

Tabla 3. Resultados de la descripción de las características generales de la caldera.

CARACTERÍSTICAS	RESULTADO
Marca	JACOB'S
Modelo	J2-40-150-HPC
Nº de serie	J001-012
Año de fabricación	2014
Presión de diseño	150psi
Presión de trabajo	(80-95)psi
Combustible	Diesel Oil #2
Potencia de motores	Quemador (diésel) tiro forzado 70Kw
Atomizado	Cumple (del combustible)
Tablero de control	Manual, con luces piloto y selectores
Superficie de transferencia	8,66m ²
Programado	Encendido auto. (80psi hasta los 95psi)
Vapor/H	2781.82KJ/Kg (presión de diseño)
Combustible/H	43100KJ/Kg
Caballos de fuerza de caldera (BHP)	40
Nivel Eficiencia (NTP 350.301 2009)	Tipo A, mayor de 82%, (85-87)%
Emisión/Año (NTP 350.301 2009)	Cumple en contraste con el Informe de Resultados de Emisiones a la Atmósfera (Anexo 9)
Certificado de fabricación	Cumple (Anexo 10)
Libro de caldera	No cumple
Manual	Cumple
Informe diario	No cumple
Operador	Técnicos de Mantenimiento
Ing. Planta	Ing. Santiago Carrera
Repuestos	Empresa MAINM
Servicio técnico	Empresa MAINM
Plataforma	Hormigón armado

Aislamiento	3", vestido con chapa de 1,1mm
Iluminación	Artificial (fluorescente)
Aseo industrial	1 vez por semana

Elaboración: El autor.

3.2 Calificación de la Instalación.

En la tablas 4 y 5 se presentan los cumplimientos de cada uno de los criterios de aceptación verificados in situ y algunas observaciones para justificar los resultados.

Tabla 4. Resultados de la calificación de la documentación de la caldera.

CRITERIO DE ACEPTACIÓN	CALIFICACIÓN			OBSERVACIONES
	CUMPLE	NO CUMPLE	NO APLICA	
Proyecto de instalación de la caldera realizado por el Jefe de Mantenimiento de la empresa	X			Anexo 11
Presencia del libro de caldera puesto al día		X		Libro de máquina por incorporar
Acta de la última inspección realizada		X		No se ha realizado, en proceso de adopción

Elaboración: El autor.

Tabla 5. Resultados de la calificación de la superficie exterior de la caldera.

CRITERIO DE ACEPTACIÓN	CALIFICACIÓN			OBSERVACIONES
	CUMPLE	NO CUMPLE	NO APLICA	
Se tiene una provisión adecuada para la expansión y contracción de la caldera y su recubrimiento, donde los soportes están en buenas condiciones para soportar la carga que actúa sobre ellos.	X			La placa interna de la caldera es de un material para altas presiones (acero soldado para medianas y altas temperaturas 8A618-70). La presión de diseño de la caldera, equipos auxiliares y soportes es de 150psi y la presión de ensayo es de 225 psi. La

				máxima presión en condiciones normales de operación es hasta 80 psi. Por lo tanto el volumen de expansión y contracción de la caldera, equipos auxiliares y los soportes de esta en condiciones normales de operación se encuentran dentro de las especificaciones.
La cubierta protectora de ladrillo o cemento está intacta sin interferir con la expansión de la caldera o tubos.		X		La cubierta protectora de la caldera no es de ladrillo o cemento para brindar mejor seguridad, es de lata.
Inexistencia de corrosión, tendencia a la corrosión o debilitamiento en el exterior del casco de la caldera de tubos, conexiones y entradas de mano a la caldera.	X			Efectivamente no existe corrosión, tendencia a la corrosión o debilitamiento en ninguno de estos componentes.
No hay fugas en las válvulas, tuberías, salida de gases y líneas de drenaje en general. Las aberturas se encuentran libres y limpias.	X			No existen fugas en ninguno de los componentes y todas las aberturas se encuentran libre y limpias.
Existe orden y limpieza así como almacenamiento adecuado de los materiales de reparación. No existe obstrucción de acceso a la caldera, quemador y equipos auxiliares.	X			Se evidenció que existe orden y limpieza dentro del cuarto de la caldera y que no hay obstrucción para tener un adecuado acceso.
Los accesorios de la caldera	X			Luego de verificar el

<p>tales como: cristales de nivel, grifos, indicadores y columna de agua, controles de nivel, alarma de bajo nivel o de disparo, purgas y válvulas de alimentación, válvulas de no retorno (check) y manómetros se encuentran en correcto funcionamiento.</p>				<p>funcionamiento adecuado de todos estos accesorios, se determinó junto con el asistente de mantenimiento que no existen novedades que puedan afectar la correcta operación de la caldera.</p>
<p>El colector o cabecero de vapor principal y sus conexiones a la caldera están debidamente soportados, existen espacios adecuados para permitir expansión y contracción sin ocasionar esfuerzos en la caldera.</p>	X			<p>Al igual que en la contracción y expansión de la caldera, las presiones de diseño y de ensayo son superiores a las condiciones normales de operación, por lo tanto este colector de vapor se encuentra debidamente soportado y existe espacio adecuado para la expansión y contracción del mismo.</p>
<p>La válvula de no retorno (check) y de bloqueo se encuentran en buenas condiciones de trabajo y su sistema de trampas está totalmente operativo y no se permite la acumulación de agua en esta evitando el golpe de ariete.</p>	X			<p>Para la entrada y salida de vapor en el colector existen válvulas de no retorno (check) y de bloqueo que se encuentran en buenas condiciones para evitar la acumulación de agua o el golpe de ariete.</p>
<p>Todas las líneas de conexión y los soportes exteriores tienen un alineamiento correcto.</p>	X			<p>Se tienen todas las líneas de conexión y los soportes exteriores con la tensión debida y alineamiento</p>

				correcto.
--	--	--	--	-----------

Elaboración: El autor.

Asimismo en la tabla 6 se exponen las acciones correctivas en contra de las desviaciones o criterios de aceptación no cumplidos encontrados en la calificación de la instalación.

Tabla 6. Tratamiento de desviaciones presentes en la calificación de la instalación.

CRITERIO DE ACEPTACIÓN NO CUMPLIDO	MOTIVO DEL NO CUMPLIMIENTO	ACCION CORRECTIVA
Presencia del libro de caldera puesto al día	No se ha incorporado aún	Una vez finalizado el proyecto, informar al departamento de mantenimiento de la Empresa la aplicación de este libro de máquina para anotar las novedades evidenciadas durante la inspección del equipo según el cronograma establecido
Acta de la última inspección realizada	No se ha incorporado aún al igual que el libro de máquina de la caldera	Así mismo una vez finalizado el proyecto se comunicará al departamento de mantenimiento de la empresa la aplicación de esta acta para poder saber qué puntos se van a tomar en cuenta durante la inspección según el cronograma establecido.
La cubierta protectora de ladrillo o cemento está intacta sin interferir con la expansión de la caldera o tubos.	La cubierta protectora no es ni de ladrillo ni de cemento es de lata	Se propondrá al departamento de mantenimiento de la empresa una vez finalizado este proyecto la construcción de una sala de caldera más adecuada que proteja al equipo y personal operativo de cualquier eventualidad. Además debe proporcionar el espacio

		adecuado para la expansión de la caldera en la operación.
--	--	---

Elaboración: El autor.

Y finalmente en la evaluación de la instalación de la caldera se desarrolló un porcentaje de cumplimiento y puntaje en base al número total de criterios tomados en cuenta y el número de no cumplimientos presentados, en la parte coloreada de la tabla 7 se puede ver el puntaje obtenido.

Tabla 7. Resultado de puntuación de la calificación de la instalación.

TENDENCIAS	PUNTOS	PORCENTAJE
Excelente	10	90-100
Buena	7	70-89
Regular	4	50-69
Mala	1	0-49

Elaboración: El autor.

Se obtuvieron buenos resultados ya que la caldera tiene poco tiempo de uso, pero si hubo algunos criterios de aceptación en cuanto a la documentación e instalación que no se cumplieron. Al no tenerse el libro de la caldera ni un acta para cada inspección de la misma se está evitando dar un control adecuado de las condiciones seguras de operación de la caldera. Al llevar un registro del funcionamiento de un equipo se garantiza la determinación de su desempeño y ayudará a indicar dificultades que podrían desarrollarse (Vela, 2005).

No solo en este proyecto se debió tomar en cuenta una inspección con un protocolo establecido sino que se debería hacer la inspección de los diferentes componentes a diario por parte del departamento de mantenimiento de la empresa. Para poner en servicio la caldera se debe realizar una inspección para asegurarse que los controles, tuberías, cableado, y conexiones en general no posean ningún daño (Cleaver-Brooks, 2003).

La calificación es buena ya que de 10 especificaciones que se debían cumplir, 3 no lo hicieron. Por lo tanto el 70% se ha cumplido y un 30% no se ha cumplido. La parte interna de la caldera no se pudo calificar debido a que aún no se realiza el mantenimiento de esta y se encuentra operativa.

3.3 Calificación de la Operación y Desempeño.

Los criterios de aceptación para los valores presentados en la tabla 8 en su punto mínimo y máximo de operación son:

- Presión mínima: 80 psig (5,6bar); Presión máxima: 95psig (6,65 bar)

- Temperatura mínima: 162,67°C; Temperatura máxima: 168,64 °C.

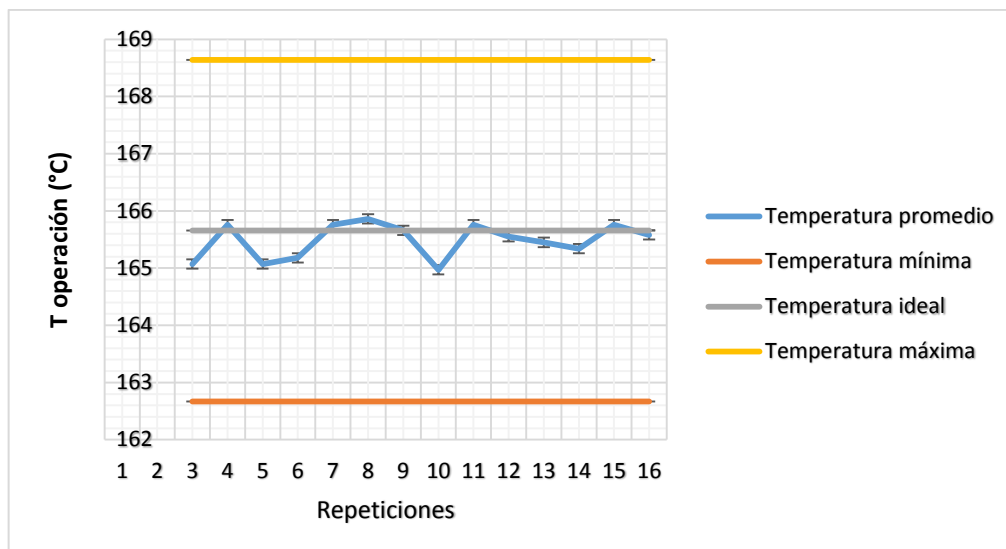
En la misma se exponen los resultados de las presiones tomadas y las temperaturas calculadas mediante tablas de vapor de agua saturada. Luego se muestran las temperaturas promedio de operación de la caldera.

Tabla 8. Resultado de presiones y temperaturas de operación de la caldera.

Punto mínimo de operación	Punto máximo de operación	Punto mínimo de operación	Punto máximo de operación	Temperatura promedio (°C)
Presión (psig)	Temperatura (°C)	Presión (psig)	Temperatura (°C)	
81.50	162.79	93.00	167.35	165.07
83.50	163.61	94.50	167.91	165.76
81.50	162.79	93.00	167.35	165.07
82.00	163.00	93.00	167.35	165.18
83.00	163.41	95.00	168.10	165.76
83.50	163.61	95.00	168.10	165.86
83.00	163.41	94.50	167.91	165.66
81.00	162.58	93.00	167.35	164.97
83.50	163.61	94.50	167.91	165.76
82.00	163.00	95.00	168.10	165.55
81.50	162.79	95.00	168.10	165.45
81.00	162.58	95.00	168.10	165.34
83.50	163.61	94.50	167.91	165.76
83.50	163.61	93.50	167.54	165.58

Elaboración: El autor.

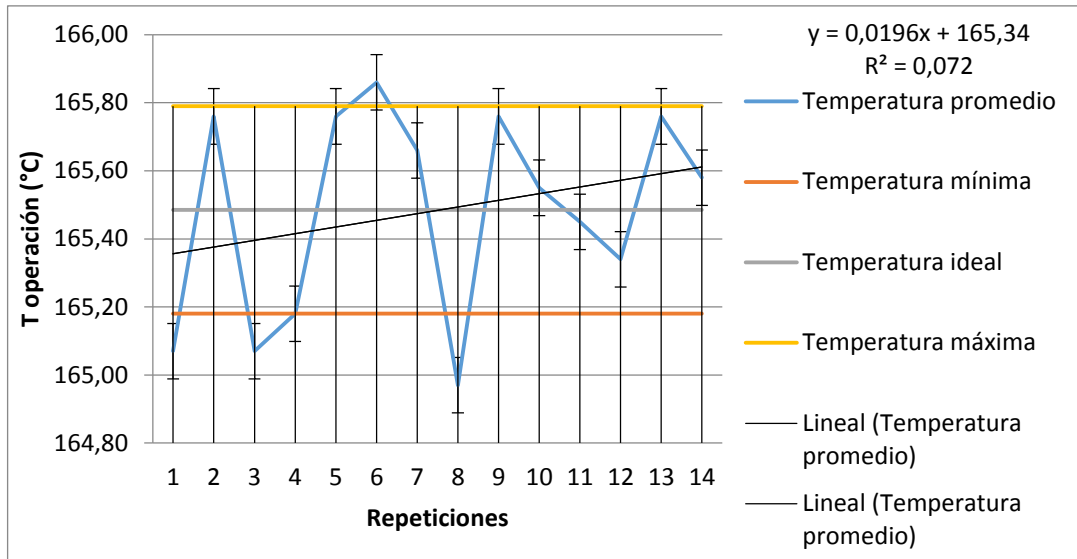
En la gráfica 1 se puede observar la poca variación que existe entre los datos de temperaturas promedio de operación de la caldera según los criterios de aceptación establecidos y la temperatura ideal.



Gráfica 1. Variación de la temperatura según criterios de aceptación.
Elaboración: El autor.

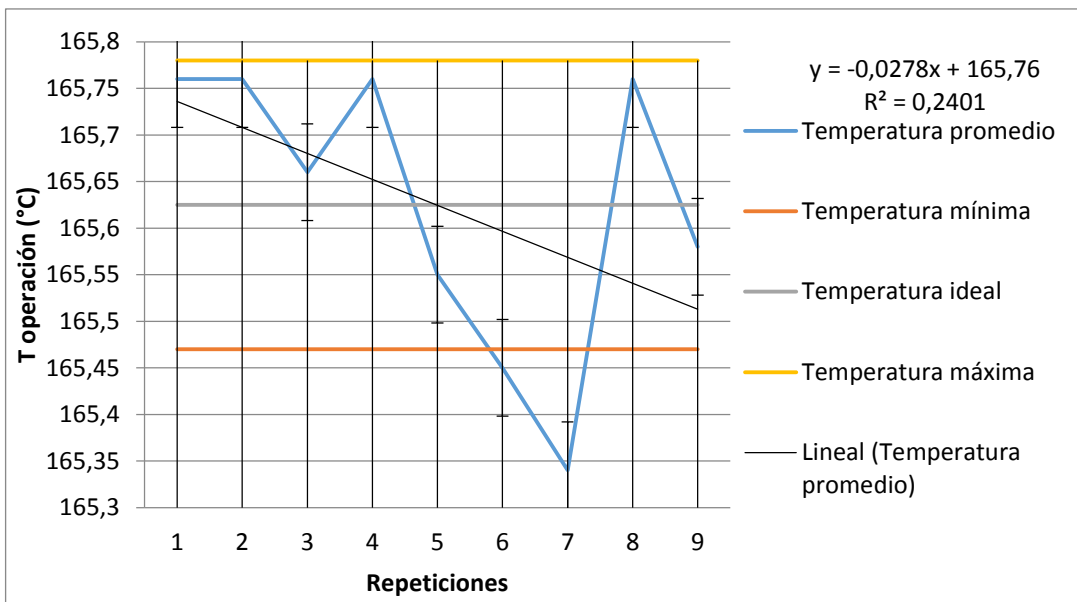
La variación de las temperaturas promedio es mínima según la temperatura ideal del proceso. Si esta estuviera fuera de límites en la operación de la caldera, el trabajo entre el quemador y la caldera no sería óptimo ya que si la presión se coloca por debajo del nivel el quemador enciende y si se encuentra por encima, se apagaría (Koberlein, 2012).

A continuación, dentro del primer análisis de desviación estándar de las temperaturas promedio de operación de la caldera se puede verificar en la gráfica 2 que el coeficiente de correlación, r , tiene un valor de 0,27, por lo tanto, la correlación que existe entre los valores es aún débil ya que si r se acerca a 0 no hay una correlación lineal significativa (Pearson Education , 2004). Con los datos que se encuentran dentro del rango se realiza un segundo análisis. El detalle de valores obtenidos en el primer análisis de desviación estándar se puede verificar en el Anexo 12.a.



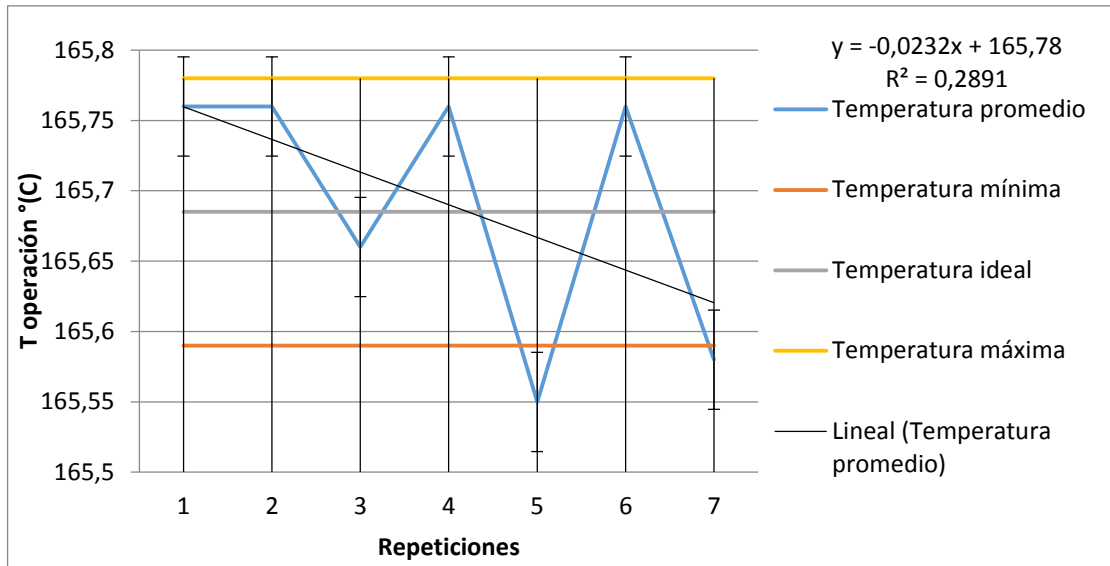
Gráfica 2. Variación de temperatura en primer análisis de desviación estándar.
Elaboración: El autor.

Asimismo en la gráfica 3, el coeficiente de correlación es 0,49. Se realiza un tercer análisis. Los valores obtenidos del segundo análisis de desviación estándar se detallan en el Anexo 12.b.



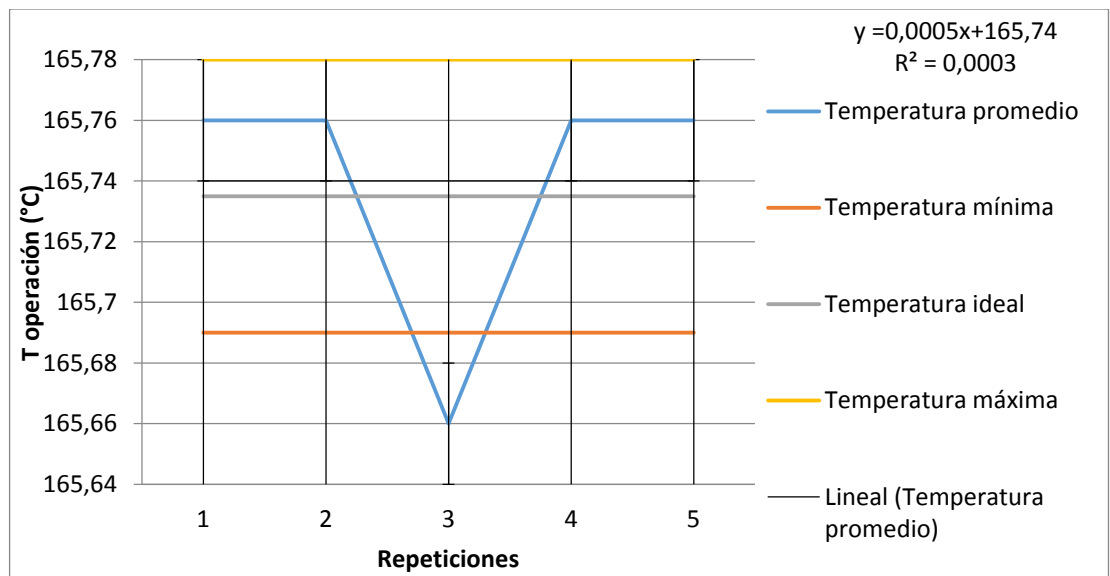
Gráfica 3. Variación de temperatura en segundo análisis de desviación estándar.
Elaboración: El autor.

En el tercer análisis de desviación estándar el coeficiente de correlación obtenido es 0,54 y se realiza un cuarto y último análisis de desviación estándar. Los detalles se pueden verificar en el Anexo 12.c.



Gráfica 4. Variación de temperatura en tercer análisis de desviación estándar.
Elaboración: El autor.

En la gráfica 4 el coeficiente de correlación es de 0,02, por lo tanto el análisis en el que se obtuvo un coeficiente de correlación más cercano a 1 fue el tercero, por consiguiente se obtuvo el promedio de estos valores de temperatura para utilizarlo en el cálculo del rendimiento real de la caldera. El detalle del cuarto análisis de desviación estándar se puede observar en el Anexo 12.d. Podría decirse que dos variables se relacionan con base en un alto coeficiente de correlación y en el caso de que el coeficiente de correlación sea bajo, se puede concluir que las dos variables no están muy relacionadas linealmente (Hanke & Wichern, 2006).



Gráfica 5. Variación de temperatura en el cuarto análisis de desviación estándar.
Elaboración: El autor.

3.3.1 Obtención del rendimiento

Se puede observar en la tabla 13 los valores utilizados para la obtención del rendimiento real, luego se procede a realizar la calificación cuantitativa en comparación al rendimiento teórico presentado por el proveedor de la caldera.

Tabla 9. Valores que intervienen en el cálculo del rendimiento real de la caldera.

VARIABLES	RESULTADO
Caudal de agua en la caldera - m (Kg/h)	2046,60
Calor específico del agua - Cp (KJ/Kg°C)	4,18
Temperatura del agua a la salida de la caldera – Ts (°C)	165,69
Temperatura del agua a la entrada de la caldera – Te (°C)	38,00
Diferencia de temperatura – ΔT (°C)	127,74
Consumo de combustible – F (Kg/h)	32,22
Poder calorífico inferior del combustible – PCI (KJ/Kg)	43100,00
Rendimiento real (%)	79%
Rendimiento teórico (%)	86%

Elaboración: El autor.

Solo se realizó la medición de las temperatura a la operación de la caldera que figura como la temperatura del agua a la salida de la caldera, las demás variables presentes en la tabla 13 no se midieron debido a la falta de acceso a estas, estas se obtuvieron de la Oferta del Proveedor de la Caldera y de fuentes externas.

Por último se puede observar en la tabla 14 la calificación obtenida por la comparación entre el rendimiento real y el rendimiento teórico dado por el proveedor de la caldera.

Tabla 10. Resultado de puntuación de la calificación de la operación y desempeño.

TENDENCIAS	PUNTOS	PORCENTAJE
Excelente	10	90-100
Buena	7	70-89
Regular	4	50-69
Mala	1	0-49

Elaboración: El autor.

La puntuación de la calificación de la operación dio como resultado excelente ya que en comparación con el rendimiento reportado por el proveedor, el porcentaje de cumplimiento fue de este fue del 92%. Para un diagnóstico correcto de la operación de una caldera no es suficiente con calcular el rendimiento real que tenga sino que también debe compararse con

el que presentaría en el estado de referencia, por lo tanto como el estado que tendría la caldera funcionando según especificaciones de diseño (Lozano & Remiro, 2000).

El rendimiento descrito en la Oferta del Proveedor de la Caldera fluctúa entre el 85-87%, el cual podría obtenerse mediante presiones más altas de operación, como por ejemplo con la presión de diseño (150psi o 10,34bar). Pero por cuestiones de necesidad de vapor en los procesos productivos de la empresa se podría estar produciendo una menor cantidad y la caldera puede no estar aprovechándose al máximo ya que solo se obtiene un rendimiento del 75%. Para obtener el mejor rendimiento de una caldera y que esté en concordancia con las especificaciones hay que procurar que esta funcione cercana a su potencia de diseño (Álvarez & Ismael, 2002).

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

- Se contribuyó al desarrollo de las Buenas Prácticas de Manufactura de la empresa por medio de la calificación de uno de los equipos con más importancia en el proceso de fabricación de cremas de peinar y acondicionadores.
- Se pudo calificar la caldera estableciendo un protocolo tanto para la calificación de la instalación como la de operación y desempeño de este equipo. Además se establecieron las acciones correctivas para las especificaciones no cumplidas que a su vez se comunicarán al Departamento de Mantenimiento una vez aprobado este proyecto.
- Se realizó la puntuación de la instalación de la caldera obteniéndose una puntuación de 7/10 con oportunidades de mejora mediante el cumplimiento de las acciones correctivas. Con respecto a la calificación de la operación y desempeño de la caldera se obtuvo una puntuación de 9,2/10.

RECOMENDACIONES

- El cálculo del rendimiento de la caldera se puede realizar de varias formas, una de ellas es el balance que se obtiene por medio de la energía aportada por medio del combustible y los productos de esta combustión siempre y cuando se disponga de los datos necesarios y la institución dueña pueda darlos.
- Para la calificación de la instalación de un equipo se pueden tomar en cuenta más criterios de aceptación que nacen de la parte interna del equipo. Estos criterios serían muy importantes debido a que se podría observar si existe formación de incrustaciones y oxidación en el caso de una caldera y así mismo determinar experimentalmente cuáles podrían ser las causas de un bajo rendimiento.
- Se deben tomar en cuenta además, la medición de más variables de operación no solo enfocándose en el equipo sino en todo el sistema de vapor, como por ejemplo hasta el propósito que tenga este, calentamiento o esterilización, para saber si es efectiva la cantidad y calidad del que se dispone.

BIBLIOGRAFÍA

- Álvarez, J., & Ismael, C. (2002). *Máquinas Térmicas*. Cataluña, España: UPC.
- Ávila, L. (2008). *Validación de la Calificación de Desempeño de un Sistema de Tratamiento de Agua, para una Planta Elaboradora de Desinfectantes y Detergentes Líquidos*. Tesis de Grado, Universidad de San Carlos Guatemala, Escuela de Ingeniería Química, Guatemala.
- Barros, K. (2012). *Calificación de operación y Desempeño (OQ y PQ) de la Tableteadora Stokes II del Laboratorio Tecnología Farmacéutica de la Escuela de Bioquímica y Farmacia de la ESPOCH mediante la Compresión de un Placebo*. Tesis de Grado, Riobamba.
- CAN. (2002). *Gaceta Oficial del Acuerdo de Cartagena. Decisión 516: Armonización de Legislaciones en Materia de Productos Cosméticos*. Acuerdo Internacional, Comunidad Andina de Naciones, Lima.
- Capó, J. (2005). *Programa de Mantenimiento de los Generadores de Vapor de las Centrales de Agua a Presión*. Tesis de Grado, Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial de Barcelona, Ingeniería Industrial, Barcelona.
- Cardozo, S., Sánchez, Y., & Haydelba, D. (julio.diciembre de 2011). Tratamiento de agua para la generación de vapor con un sistema de suavizado y dosificación de productos químicos. *Redalyc*, 2(7), 2.
- Cervantes, M., Cruz, A., Burgos, J., López, R., & Sandoval, L. (septiembre de 2008). Protocolo para la Calificación de Área y Equipo de Encapsulado como Material Educativo para la Enseñanza de la Validación de Procesos en la Fes Zaragoza, UNAM. *Edusfarm*(4), 5.
- Cleaver-Brooks. (2003). *Modelo CBL Caldera Empacada. Manual de Operación, servicio y partes*. Manual, Cleaver-Brooks, México.
- Comunidad de Madrid. (2009). *Calderas de Condensación*. Guía Básica, Comunidad de Madrid, Madrid.
- Comunidad de Madrid. (2013). *Calderas Industriales Eficientes*. Guía Básica, Madrid.
- CONAE. (2008). *Tratamiento de Agua para su Utilización en Calderas*. Informe Técnico, Comisión Nacional para el Ahorro de Energía, México.
- Cordero, A. (2012). *Gestión Tecnológica para la Calificación del Equipamiento Empleado en la Investigación*. Tesis de Maestría, Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría (CUJAE), Facultad de Ingeniería Eléctrica, La Habana.
- Delgado, N. (2012). *Calificación de Instalación y Operación de Equipos de Fabricación de Productos Farmacéuticos*. Tesis de Grado, Universidad Simón Bolívar, Ingeniería Química, Sartenejas.
- Díaz, A., & Uría, R. (2009). *Buenas Prácticas de Manufactura. Una guía para pequeños y medianos agroempresarios* (Vol. 12). (D. Rodríguez, Ed.) San José, San José, Costa Rica: IICA.

- Escobar, D. (2010). *Análisis y Mejora del Tratamiento de Agua para la Prevención de Incrustaciones en las Calderas utilizadas en la Planta de Emulsión de la Mina Carbones del Cerrejón LLC*. Tesis de Grado, Medellín.
- Escudero, C., & Fernández, P. (2013). *Máquinas y Equipos Térmicos*. (Cerviño, Alicia, & Duarte, Nuria, Edits.) Madrid, España: Paraninfo S.A.
- Gas Natural Fenosa. (2015). *Empresa Eficiente*. Recuperado el 3 de octubre de 2015, de <http://www.empresaeficiente.com/es/catalogo-de-tecnologias/calderas#ancla>
- González, I. (2010). Partes Componentes y Elaboración del Protocolo de investigación y del Trabajo de Terminación de la Residencia. *Revista Cubana de Medicina General Intergral*, 3.
- Hanke, J., & Wichern, D. (2006). *Pronósticos en los Negocios*. (P. Boardman, Ed., A. Mues, & E. Guerrero, Trads.) México, México: Pearson Educación.
- IDAE. (2007). *Procedimiento de Inspección Periódica de Eficiencia Energética para Calderas*. Informe Técnico, Instituto para la Diversificación y Ahorro de Energía , Madrid.
- INDECOPI. (2010). *Calderas Industriales. Inspección de las Instalaciones con Fines de Eficiencia Térmica y Reducción de Emisiones*. Norma Técnica, Comisión de Normalización y de Fiscalización de Barreras Comerciales no Arancelarias, Lima.
- INEN. (2014). *NTE INEN-ISO 22716: Productos Cosméticos. Guía de Buenas Prácticas de Fabricación*. Norma Técnica Ecuatoriana, INEN, Quito.
- Kern, D. (2009). *Procesos de Transferencia de Calor* (1era ed.). (N. Marino, Trad.) México, México: Patria S.A.
- Koberlein, P. (2012). *Cargas Evitables en Sistemas con Calderas de Vapor de Gran Volumen de Agua*. Informe Técnico, Bosch, Alemania.
- Lozano, M., & Remiro, J. (octubre de 2000). Diagnóstico de Calderas de Vapor. Aplicación de la Técnica de Reconciliación de Datos. *Ingeniería Química*, 6.
- Microsoft. (2015). *Office*. Recuperado el 29 de octubre de 2015, de <https://support.office.com/es-AR/article/DESVEST-funci%C3%B3n-DESVEST-51fecaaa-231e-4bbb-9230-33650a72c9b0>
- Noboa, G. (2002). *Reglamento de Buenas Prácticas para Alimentos Procesados*. Decreto Ejecutivo, Presidencia Nacional de Ecuador, Quito.
- Nogués, F., García, D., & Rezeau, A. (2010). *Energías Renovables. Energía de Biomasa* (1era ed., Vol. 1). Zaragoza, Zaragoza, España: Pressas Universitarias de Zaragoza.
- OMS. (2010). *Buenas Prácticas de la OMS para Laboratorios de Control de Calidad de Productos Farmacéuticos*. Informe Técnico, Organización Mundial de la Salud.
- Pearson Education . (2004). *Estadística* (Novena ed.).
- Rojas, B., & Mazuera, H. (2014). *Análisis, Diagnóstico y Propuesta de Mejora de los Principales Componentes Operacionales que afectan la Eficiencia de la Caldera Piro-tubular del Laboratorio de Vapor de la Universidad Autónoma de Occidente*. Tesis de Grado, Universidad Autónoma de Occidente, Energética y Mecánica, Santiago de Cali.

- Romero, A. (2008). *Verificación, Ejecución y Creación de las Calificaciones y Validaciones a las Instalaciones, Sistemas, Áreas y Equipos para la obtención del Registro Sanitario de los Medicamentos*. Tesis de Grado, Instituto Politécnico Nacional , México.
- Sánchez, J. (2006). *Instrumentación y Control Avanzado de Procesos*. España: Diaz de Santos.
- Sattler, J. (2008). *Evaluación Infantil. Fundamentos Cognitivos* (5ta ed., Vol. I). (S. Viveros, Ed., G. Padilla, & S. Olivares, Trads.) San Diego, Estados Unidos: El Manual Moderno.
- Soledad, B. (2009). *La Validación en la Industria*.
- Thermal Engineering. (2011). *Tratamiento de Agua en Calderas*. Artículo Técnico, Thermal Engineering Ltda., Santiago.
- Vapor Valero. (2015). *Calderas de Vapor "Vapor Valero"*. Recuperado el 27 de septiembre de 2015, de http://www.calderasvaporvalero.com/?page_id=9
- Vela, F. (2005). *Validación de un Sistema de Apoyo Crítico en la Industria Farmacéutica: Vapor para Uso Farmacéutico*. Tesis de Grado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos , Facultad de Farmacia y Bioquímica, Lima.

ANEXOS

ANEXO 1

Formato para describir las características generales de la caldera.

CARACTERÍSTICAS	RESULTADO
Marca	
Modelo	
Nº de serie	
Año de fabricación	
Presión de diseño	
Presión Trabajo	
Combustible	
Potencia de motores	
Atomizado	
Tablero de control	
Superficie de transferencia	
Programado	
Entalpía del vapor	
Entalpía del combustible	
Caballo de fuerza de caldera (BHP)	
Nivel Eficiencia (NTP 350.301 2009)	
Emisión/Año (NTP 350.301 2009)	
Certificado de fabricación	
Libro de caldera	
Manual	
Informe diario	
Operador	
Ing. Planta	
Repuestos	
Servicio técnico	
Plataforma	
Aislamiento	
Iluminación	
Aseo industrial	

Fuente: NTP 350.303, 2010.

Elaboración: El autor.

ANEXO 2

a. Formato para la calificación de la documentación de la caldera.

CRITERIO DE ACEPTACIÓN	CALIFICACIÓN			OBSERVACIONES
	CUMPLE	NO CUMPLE	NO APLICA	
Proyecto de instalación de la caldera realizado por el Jefe de Mantenimiento de la empresa				
Libro de caldera puesto al día				
Acta de última inspección realizada				

Fuente: NTP 350.303, 2010.

Elaboración: El autor.

b. Formato para la calificación de la parte externa de la caldera.

CRITERIO DE ACEPTACIÓN	CALIFICACIÓN			OBSERVACIONES
	CUMPLE	NO CUMPLE	NO APLICA	
Se tiene una provisión adecuada para la expansión y contracción de la caldera y su recubrimiento, donde los soportes están en buenas condiciones para soportar la carga que actúa sobre ellos.				
La cubierta protectora de ladrillo o cemento está intacta sin interferir con la expansión de la caldera o tubos.				
Inexistencia de corrosión, tendencia a la corrosión o debilitamiento en el exterior del casco de la caldera de				

tubos, conexiones y entradas de mano a la caldera.				
No hay fugas en las válvulas, tuberías, salida de gases y líneas de drenaje en general. Las aberturas se encuentran libres y limpias.				
Existe orden y limpieza así como almacenamiento adecuado de los materiales de reparación. No existe obstrucción de acceso a la caldera, quemador y equipos auxiliares.				
Los accesorios de la caldera tales como: cristales de nivel, grifos, indicadores y columna de agua, controles de nivel, alarma de bajo nivel o de disparo, purgas y válvulas de alimentación, válvulas de no retorno (check) y manómetros se encuentran en correcto funcionamiento.				
El colector o cabecero de vapor principal y sus conexiones a la caldera están debidamente soportados, existen espacios adecuados para permitir expansión y contracción sin ocasionar esfuerzos en la caldera.				
La válvula de no retorno				

(check) y de bloqueo se encuentran en buenas condiciones de trabajo y su sistema de trampas está totalmente operativo y no se permite la acumulación de agua en esta evitando el golpe de ariete.				
Todas las líneas de conexión y los soportes exteriores tienen un alineamiento correcto.				

Fuente: NTP 350.303, 2010.

Elaboración: El autor.

c. Formato para tratamiento de desviaciones en la calificación de la instalación.

CRITERIO DE ACEPTACIÓN NO CUMPLIDO	MOTIVO DEL NO CUMPLIMIENTO	ACCION CORRECTIVA

Elaboración: El autor.

ANEXO 3

a. Formato para el registro de presiones y temperaturas de operación de la caldera.

Punto mínimo de operación		Punto máximo de operación		Temperatura promedio (°C)
Presión (psig)	Temperatura (°C)	Presión (psig)	Temperatura (°C)	

Elaboración: El autor.

b. Formato para resultados de análisis de desviación estándar.

Nro.	Temperatura promedio

Promedio	
Desviación estándar	
Límite superior	
Límite inferior	
Coefficiente de correlación	

Elaboración: El autor.

- c. Formato para valores que influyen en el cálculo del rendimiento real de la caldera.

VARIABLES	RESULTADO
Caudal de agua en la caldera - m (Kg/h)	
Calor específico del agua - Cp (KJ/Kg°C)	
Temperatura del agua a la salida de la caldera – Ts (°C)	
Temperatura del agua a la entrada de la caldera – Te (°C)	
Diferencia de temperatura – ΔT (°C)	
Consumo de combustible – F (Kg/h)	
Poder calorífico inferior del combustible – PCI (KJ/Kg)	
Rendimiento real – nr (%)	
Rendimiento teórico – nt (%)	

Elaboración: El autor.

ANEXO 4



MAQUINARIA INDUSTRIAL MONTAJES **SUMINISTROS INDUSTRIALES**

P.O. Box 1330 - 72 y Díaz de la Madrid
 Telf: 3 500 304 • Fax: 3 200 438 • Cel: 099 883 934
 E-mail: info@mainm.com.ec • www.mainm.com.ec
 Quito - Ecuador



RUC: 17127226000

Quito, 07 de abril del 2014
 Proforma N°. 140412

Señores: ENVAPRESS CIA. LTDA.
 Atención: Ing. Christian Bonilla
 Quito - Ecuador

Ponemos a su consideración la siguiente oferta: caldera, líneas de vapor y condensado, otros

A. CALDERA DE VAPOR DE 40 BHP, BOMBA DOSIFICADORA, TRANSPORTE

MARCA:	JACOB'S
MODELO:	J2-40-150-HPC
POTENCIA:	40 BHP (1 330 000 BTUHR)
TIPO:	HORIZONTAL
ARREGLO DE TUBOS:	PIROTUBULAR
PASOS:	3
PRESIÓN DE DISEÑO:	150 PSI
PRESIÓN DE ENSAYO:	225 PSI
PRODUCCIÓN NÓMINAL DE VAPOR:	1380 lb/hr
COMBUSTIBLE:	DIESEL (oil #2)
DIMENSIONES / INCLUYE CONTROLES:	Largo 2000, ancho 1350, alto 1500
PESO:	2400 kg
EFICIENCIA:	85-87%

EQUIPO INCLUIDO

1	Quemador (diesel) tiro forzado	Kranimus 220V, 4 a 13 GPH
1	control de nivel de trabajo	Mc Donell 157
1	Control de nivel de seguridad	Electrodo por inducción
1	Control de presión de operación	Honeywell 10- 150 psi
1	Control de presión de seguridad	Honeywell 10- 150 psi
1	manómetro	0-160 psi, caratula 4"
1	Válvula de seguridad	1" X 150 PSI
1	Toma de salida de vapor	1 1/2" roscada
1	Purga de fondo	1 1/4"
1	Bomba para alimentación de agua	3 HP, 3ph, 9 gpm, 150 psi
1	Tanque de condensado de 40 galones	Control de nivel Mc Donell serie 21, visor de nivel, válvulas de Ingreso de agua y purga
1	Tablero de control	

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN

Diseño	Construida bajo el uso de código ASME
Elementos de seguridad	Basados en el código ASME
Método de Fabricación	Construcción de acero soldado
Material	Material de alta presión (para medianas y altas temperaturas) SA518-70)
Tubos de humo	Tubos de acero sin costura DIN 17 - 175 (expandidos)
Aislamiento	3 ^{er} de aislamiento recubido con chapa de 1,1 mm



MAQUINARIA SUMINISTROS INDUSTRIAL INDUSTRIAL MONTAJES

P.O. Box 1500 - 72 y Díaz de la Madrid
Tel.: 2 509 304 • Fax: 2 500 438 • Cel. 099 88
E-mail: info@mainm.com.ec • www.mainm.com.ec
Quito - Ecuador

ITEM	CANT.	DESCRIPCION
1	1	Caldera horizontal Jacob's 40 bhp
2	1	Bomba dosificadora de químico <ul style="list-style-type: none"> - Bomba pulsafeder 30 gpd; 110V - Base para la bomba - Check inoxidable de 1/2" - Válvula inoxidable 1/2" - Instalación eléctrica
3	1	Transporte de la caldera y sus equipos y del tanque de combustible desde las instalaciones de MAINM hasta la planta ENVAPRES-3 via Calacall

LOS VALORES NO INCLUYEN IVA

B. LINEAS DE VAPOR Y CONDENSADO, OTROS:

ITEM	CANT.	DESCRIPCION
1	1	Chimenea <ul style="list-style-type: none"> - Material: plancha A 36 de 1,5 - Dimensiones: 300 x 8500 Incluye instalación
2	1	Tanque para diesel 1000 gts / vertical <ul style="list-style-type: none"> - Material: plancha A36 de 8 mm para la base y de 4 mm para los cilindros y la tapa - Dimensiones: 1300 x 4500 - Toma de carga
3	1	Línea de descarga del tanquero al tanque de diesel <ul style="list-style-type: none"> - Bomba de 2hp; trifásica - Tubería de 2" - Acople macho para conexión a manguera (3 ó 4")
4	1	Ablandador 2,5 pie3 <ul style="list-style-type: none"> - Tanque TK para resina (de fibra) - Válvula automática electrónico WS - 2,5 pie de resina catiónica - Difusor superior e inferior - Tanque para sal muera
5	1	Línea principal de vapor a planta / hasta la mamita # 1 <ul style="list-style-type: none"> - 45 mt de tubería 2"; hn; cd40 - 15 soportes - Accesorios - 45 mt de aislamiento térmico para tubería de 2" vestida de aluminio 0,5 mm - 12 mt de tubería de 1" hn cd40 - 12mt de aislamiento térmico para tubería de 2" vestida de aluminio 0,5 mm



MAQUINARIA INDUSTRIAL MONTAJES SUMINISTROS INDUSTRIALES

Ped. Lasso N30 – 72 y Díaz de la Madrid
 Telf: 2 509 394 • Fax: 3 200 438 • Cel. 099 81
 E-mail: info@mainm.com.ec • www.mainm.com.ec
 Cuito – Ecuador

ITEM	CANT.	DESCRIPCION
6	1	Muñeco de ingreso de vapor a marmita # 1 <ul style="list-style-type: none"> - 3 mt de tubería de 1/2" - 1 Filtro de vapor 1/2" - 1 Reguladora de vapor GD 7-50 psi - 1 manómetro 0-60 psi; 2 1/2"; 1/4 NPT - 1 válvula de seguridad - 2 válvulas de 1/2" - 1 manguera para vapor 1/2" x 1000'
7	1	Muñeco de retorno de condensado de marmita # 1 <ul style="list-style-type: none"> - 1 válvula hn 1/2" - 1 trampa de condensado de baide invertido con filtro incluido 1/2" - Accesorios - 1 manguera para vapor 1/2" x 1000'
8	1	Línea principal de retorno de condensado desde marmita # 1 <ul style="list-style-type: none"> - 57 mt de tubería de 1" - Accesorios - 12 mts de aislamiento vestido con aluminio de 0.5 mm (solo al interior de la planta) <p>NOTA: solo se aislara al interior de la planta (desde la pared fuera de la planta hasta el tanque de condensado solo se pintara de negro mate)</p>
9	1	Línea de tanque de diesel a quemador <ul style="list-style-type: none"> - 2 válvula esférica de 1 1/2" - 1 filtro york 1" (cuerpo aluminio, filtro acero inoxidable) - Tubería hn 1/2" - Accesorios y soportes
10	1	Alimentación de agua del ablandador al tanque de condensado <ul style="list-style-type: none"> - Tubería de 1" PVC roscable - 3 válvula esférica de 1" - accesorios
11	1	Alimentación de agua del tanque de condensado a la caldera <ul style="list-style-type: none"> - Tubería de 1" PVC roscable - accesorios
12	1	Anden y tomas de muestreo (requerimiento del ministerio del medio ambiente) <ul style="list-style-type: none"> - 2 puertos de muestreo de 3" (altura de los muestreos según norma del ministerio del ambiente) - Escalera y plataforma para personal de medición (según requerimientos mínimos del ministerio ambiente)



MAQUINARIA INDUSTRIAL MONTAJES

SUMINIS INDUSTRIE

P.O. Box 1500 - 72 y Díaz de la Madrid
 Telf: 3 509 304 • Fax: 3 200 438 • Cel. 099 88
 E-mail: info@maim.com.ec • www.maim.com.ec
 Cuito - Ecuador

ITEM	CANT.	DESCRIPCION
13	1	Distribuidor de vapor <ul style="list-style-type: none"> - Tubo 8" x 900 - 1 válvula ingreso 1 1/2" - 1 válvula de salida de 1 1/2" - 1 toma sellada de 1 1/2" - 1 válvula de seguridad de 3/2" x 150 - 1 manómetro de glicerina 0-160 psi; 2 1/2"; 1/2" NPT - 1 trampa termodinámica de 1/2" con filtro Incluido - 2 válvulas apollo de 1/2" - 1 válvula check 1/2"
14	1	Líneas de instalación del distribuidor Ingreso de vapor y retorno de condensado <ul style="list-style-type: none"> - 2,5 mt de tubería de 1 1/2" - 1 válvula check 1 1/2" - 03 mt de tubería de 1/2" - Soportes de la línea
15	1	Acometida eléctrica (desde tablero de breaker – indica el contratante) hasta el cuarto de caldera <ul style="list-style-type: none"> - 44 mt de tubería HG Iso II - 250 mt de cable flexible # 10 (tres fases, un neutro, tierra) - Un tablero de Breaker (2 breaker trifásico de 20 amp. 2 Breaker de un polo de 10 amp)
16	1	Alimentación de agua desde la red hasta el ablandador <ul style="list-style-type: none"> - 4 mt de tubería pvc 1" - Soportes; accesorios

ANEXO 5



Descripción de los datos:

- **EMPRESA:** ENVAPRESS CÍA. LTDA.
- **MODELO:** J2 – 40 – 150 – HPC
- **No SERIE:** J001-012
- **POTENCIA:** 40 BHP/PRES. MÁX 150 PSI
- **AÑO:** 2014

ANEXO 6

DESCRIPCION GENERAL Y PRINCIPIOS DE OPERACIÓN

La informacion general de este manual se aplica directamente a los modelos de las calderas JACOB's de la empresa MAINM

La caldera y su equipo relacionado deben ser instalados (por personal calificado) de acuerdo con las normas vigentes por los medios de control como son medio ambiente y bomberos. Las instalaciones deben cumplir con las disposiciones de los códigos nacionales o locales relativos a tales equipos.

EL DISEÑO AUTOMÁTICO DE ESTE EQUIPO NO ELIMINA DE NINGUNA RESPONSABILIDAD AL OPERADOR.

LA OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL EQUIPO CORRESPONDE SOLAMENTE AL OPERADOR, DE NINGUNA MANERA LA CANTIDAD DE DIRECCIONES ESCRITAS REEMPLAZAN EL BUEN JUICIO Y RAZONAMIENTO INTELIGENTE PARA UNA OPERACIÓN RESPONSABLE Y CORRECTA DE ESTE EQUIPO

A. LA CALDERA

La caldera es de una cámara de combustión de construcción de acero soldado y consiste en un receptáculo de presión, quemador, controles de quemador y sistema de control (automático), registro y componentes asociados

B. FUNCION DE LOS CONTROLES Y LOS COMPONENTES

El operador debe familiarizarse con las funciones individuales de todos los controles si se trata de ellas en este manual o no, antes de que intente entender la operación del caldero y los procedimientos dados aquí.

Identifique y localice cada control ó componente usando las ilustraciones que aparecen en este capítulo.

Los controles que se suministran con una determinada caldera dependen de varios parámetros como sol el combustible, tipos de seguridades, y automatismos según su tamaño, así como del sistema para cual este diseñada, vapor ó agua caliente.

C. QUEMADOR Y SISTEMA DE CONTROL

Quemador de diesel de alta presión:

- El quemador (fig. 1) es accionado por un control de llama (220 voltios AC) que controla los pasos de operación del mismo en forma programada.
- 1. Arranca el motor del ventilador durante 14 segundos durante el cual el aire a presión que ingresa elimina cualquier gas generado por el combustible dentro de la cámara de combustión
- 2. Al mismo tiempo que enciende el motor, también enciende la chispa generada por el transtormador ignicion, la chispa se genera entre los electrodos que se encuentran en la parte frontal del cañón del quemador

3. Posterior a los 14 segundos se abre la valvula solenoide # 1 dando paso al combustible que al ser atomizado por la boquilla lo enciende
4. Luego de haber encendido la primera llama pasan 30 segundos y se activa la segunda solenoide de paso de combustible, dando inicio a una combustion completa. Al mismo tiempo la senal del programador al transformador es cortada y la chispa se apaga
5. La seguridad de llama y el control de programación incluyen un sensor de llama de tipo fotorresistivo para vigilar la llama del diesel y para parar la caldera por completo en caso de falla de llama. Otros controles de seguridad también cierran (apagan) el quemador cuando se presenta bajo nivel de agua, excesiva presión de vapor.

El sensor de llama también ubicado en el mismo modulo del programador realiza tres opciones.-

- 5.1 Opción 1.- Si la llama se enciende, es estable y con una buena relación aire combustible, el sensor indica que el proceso normal de combustión puede seguir sin interrupciones
- 5.2 Opcion 2.- Si la llama es irregular e inestable, el sensor de llama detiene el proceso luego de 10 segundos, evitando así una mala combustión
- 5.3 Opción 3.- Si no se genera llama dentro de los 10 segundos requeridos, tambien se detiene el proceso hasta que se investigue que causa la falla para la falta de combustión

Otros controles de seguridad también cierran (apagan) el quemador cuando se presenta bajo nivel de agua, excesiva presión de vapor

La secuencia de operación del quemador desde el principio hasta la parada está gobernada por el control de programación en conjunción con los dispositivos de operacion, limites del circuito electrico, para proveer la operación segura y evitar técnicas incorrectas de operación.

El circuito del quemador opera con una corriente alterna a 220 voltios – 60 Hz. de igual manera el de la bomba de agua.

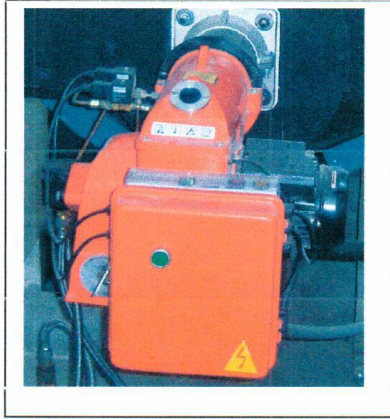


Figura 1

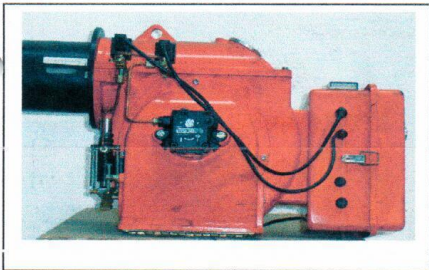


Figura 2

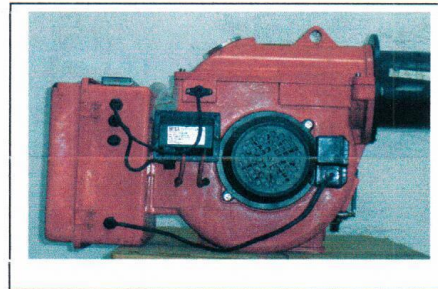


Figura 3

D. CONTROLES DE VAPOR (CUALQUIER COMBUSTIBLE)

- Manómetro , indica la presión interna de la caldera (fig. 4)
- Control de limite de presión para operación (fig.4), rompe el circuito para parar la operación del quemador cuando la presión de la caldera sube sobre el valor de presión seleccionado. Se ajusta para poner el quemador en marcha o para en el valor de presión predeterminado
- control de seguridad de presión (fig.4), rompe el circuito para parar la operación del quemador cuando la presión de la caldera sube sobre el valor de presión seleccionado. Se ajusta sobre el valor de presión seleccionado. Se ajusta para parar el quemador cuando alcanza una presión sobre la que ha sido escogida para operación normal. Este control esta equipado con un reset manual en la parte frontal del mismo

Control de
presión de
operación

Control de
presión de
seguridad

Manómetro



Figura 4

- Control de cierre de bajo nivel (fig.5) de agua y control de la bomba, este control opera por medio de un flotador y responde al nivel del agua en la caldera como se ve en la mira de vidrio indicadora. A este doble control pertenecen dos funciones distintas:
 - a. Este control empieza y detiene la bomba del abastecimiento de agua para mantener el agua a su apropiado nivel para operación
 - b. Detiene el fogeo del quemador si baja el nivel del agua bajo el punto de seguridad para operación

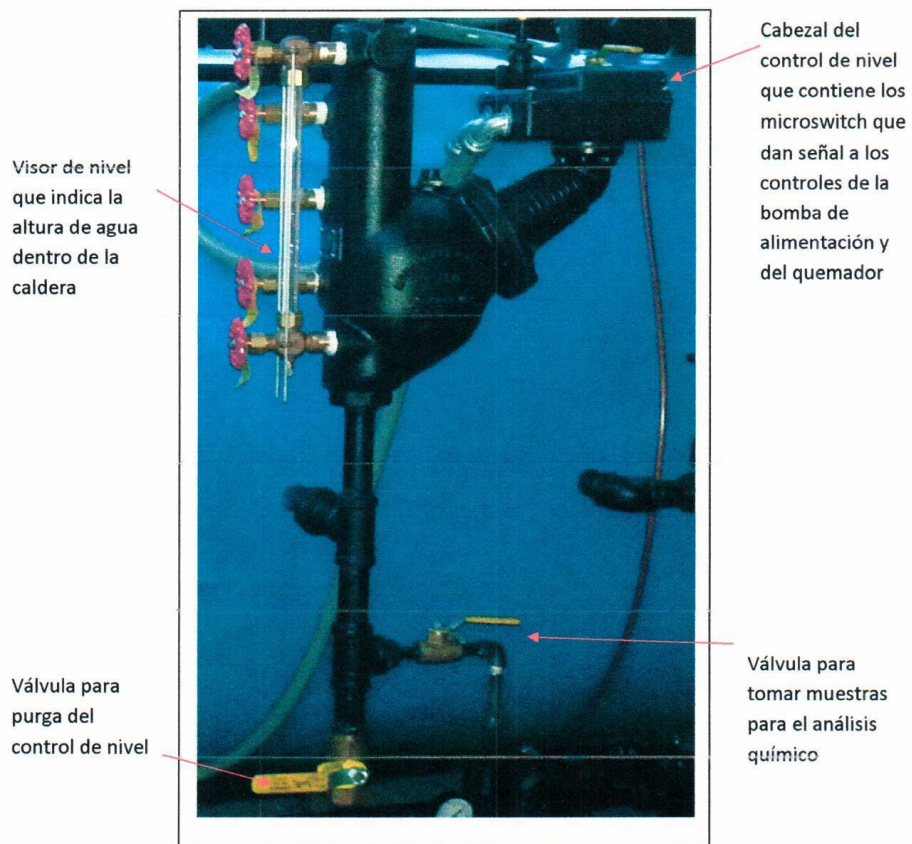


Figura 5

- Válvula de seguridad.- esta válvula (fig. 6) se activa cuando la presión en la caldera sea más alta que la presión de trabajo (dato de placa – 150 psi)



Figura 6

INSTRUCCIONES PARA EL ARRANQUE Y OPERACIÓN

A. PROCEDIMIENTO GENERAL PARA EL ARRANQUE

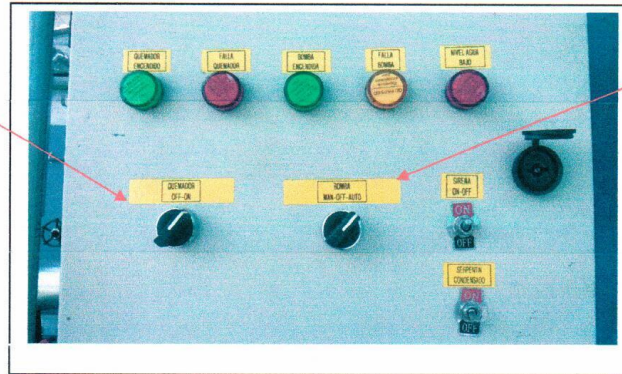
- En las instrucciones de este capítulo se asume que la instalación está ya acabada y que están hechas todas las conexiones para electricidad, combustible, agua, purgas y chimenea.
- También se da por sentado que el operador está familiarizado con el quemador, la caldera y todos los controles y componentes. Para localizarlos e identificarlos rápidamente.
- Se recomienda leer detenidamente estas instrucciones para el arranque hasta que se entiendan perfectamente, **ANTES DE OPERAR LA CALDERA.**

- Verifique el abastecimiento de combustible y que el voltaje sea adecuado y que el breaker de control este en buen estado. Abra los cortacircuitos, busque las sobrecargas saltadas, etc. Pruebe el restablecimiento de todos los arranques y controles que tienen dispositivos de restablecimiento manual. Pruebe el interruptor de seguridad en el programador y restablézcalo si es necesario.
- La caldera debe estar ya llena con agua al nivel de operación normal.

ADVERTENCIA

- Antes de prender una caldera este seguro que la tuberías de desagüe conduzcan a un lugar **SEGURO** de descarga, de modo que el derrame de agua caliente no puedan causar daño alguno al personal o a la propiedad
- Pruebe la rotación de cada motor cerrando momentáneamente el relevador o arranque del motor. La rotación del impulsor del soplador es en la dirección de las manos del reloj estando uno frente al motor del quemador.
- Antes de poner en marcha el quemador cerciórese de que todas las válvulas (de diesel y agua) en las líneas estén abiertas o en la posición apropiada.
- De igual manera antes de arrancar el quemador colocar en ON el switch de encendido de la bomba y verificar que exista agua en el visor del nivei

Switch de energizado del quemador



Switch de encendido y apagado de la bomba de alimentación de agua a la caldera

Figura 7

B. ARRANQUE DEL QUEMADOR DE LA CALDERA

1. Los breaker de alimentación de energía al tablero y de control de la caldera debe estar en la posición de ON
2. Ver que el tanque de alimentación de agua (tanque de condensado) tenga agua y que a su vez sea reabastecido
3. Verificar que en el visor del control de nivel de la caldera haya agua a altura apropiada
4. Constar que hay combustible
5. Ver que las válvulas de la línea de combustible este abiertas
6. En el tablero frontal del quemador , los switch de encendido y de conexión de la dos etapas estén en posición de ON (fig. 8)

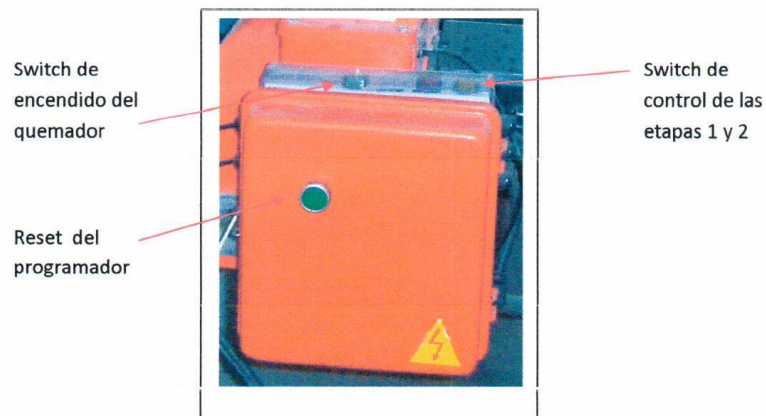


Figura 8

EJEMPLOS DE INTERRUPCIONES

En esta sección se da por sentado que la unidad ha sido instalada y ajustada adecuadamente y que ha estado en operación por algún tiempo antes de presentarse la interrupción de que se trata. También se asume que cuando se presenta la interrupción el operador ya está familiarizado tanto con la unidad así como con el manual. Los puntos que siguen son tratados brevemente para simplificar la localización de la causa de la falla. No se trata de explicar métodos para corregir la falla una vez que esta es identificada. Se deja a criterio del operador el hacer uso adecuado de la información que tiene este manual

A. EL QUEMADOR NO ARRANCA

- El breacker de control principal está abierto
- Suelta alguna conexión eléctrica
- La presión sobrepasa la asignación del control de límite para operación y/o del control de alto límite
- El nivel de agua está por debajo de la asignación apropiada

B. NO HAY IGNICION

1. Falla de chispa

- El electrodo está conectado a tierra o la porcelana esta agrietada
- El electrodo tiene las medidas incorrectas
- El terminal en el cable de ignición esta suelto
- El transformador no recibe señal eléctrica
- El transformador para ignición esta ineficaz

2. Hay chispa pero no hay llama

- El voltaje para el piloto es inadecuado o ausente
- El registro está muy abierto y pasa demasiado aire

C. FALLA DE LLAMA

- Una falla de combustible ha ocurrido o una obstrucción de combustible
- La válvula de combustible es ineficaz
- Una conexión eléctrica esta suelta
- El sensor de llama es debil o ineficaz
- El sensor de llama tiene sucio su lente
- La proporción de combustible es incorrecta
- El abastecimiento de combustible fluctúa

MANTENIMIENTO

- Esta caldera requiere un bajo nivel de mantenimiento

Mantenimiento diario:

Tratar la caldera con químico para evitar las posibles incrustaciones o depósitos de hierro en el lado de agua de la misma. Este es el mantenimiento más importante que se le debe dar a la caldera.

De la misma manera se debe realizar las purgas de fondo y lateral conforme lo determine la empresa química de su confianza

Mantenimiento mensual:

Limpieza del filtro de combustible que se encuentra antes del quemador. Conforme la calidad de combustible que se disponga en sitio es más o menos contaminado con partículas en suspensión, el periodo de limpieza deberá de la misma manera disminuir o aumentar

Mantenimiento semestral:

- Limpieza de la bomba y boquillas del quemador, verificar la posición de electrodos de ignición
- Verificar que no haya fugas en los controles de presión, control de nivel y válvula de seguridad

Mantenimiento anual:

- Limpieza del lado de fuego y cambio de empaques
- Limpieza del lado de agua y cambio de empaques
- Mantenimiento del control de nivel
- Cambio empaques y del visor de nivel
- Limpieza de la toma de entrada de agua
- Limpieza de las purgas de fondo

ANEXO 7

a. Cuarto de caldera, vista externa e interna.



b. Caldera pirotubular, vista de frente, lateral y posterior.

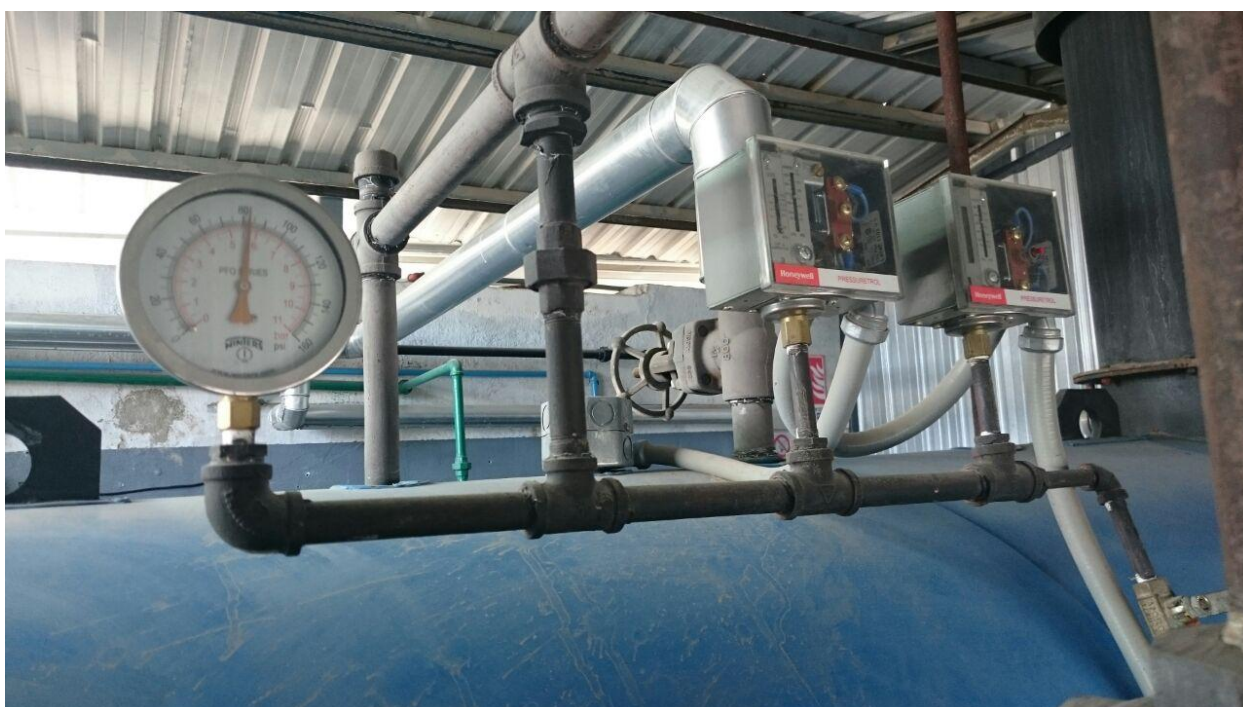




c. Base del caldero.



d. Manómetro de la caldera.



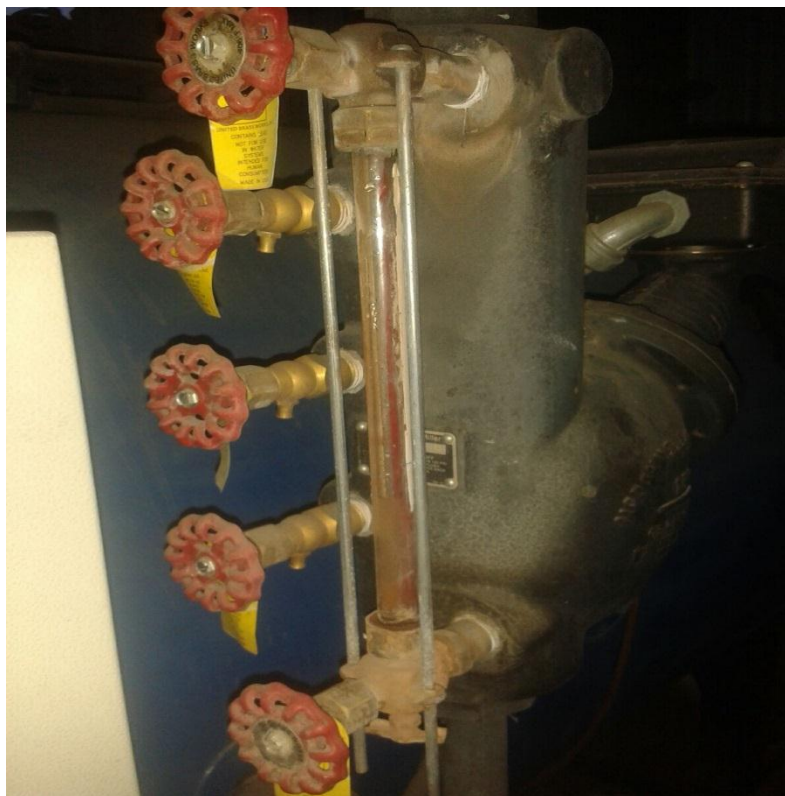
e. Tablero de control.



f. Quemador.



g. Medidor de nivel de agua en la caldera.



h. Tubería para salida de vapor de la caldera.



i. Colector, distribuidor de vapor.



j. Tanque de condensado.



k. Diferentes tipos de válvulas.



l. Manómetro patrón de comparación.



ANEXO 8

TABLA DE VAPOR SATURADO

P (bar)	T (C)	v' (m ³ /kg)	v'' (m ³ /kg)	h' (kJ/kg)	h'' (kJ/kg)	s' (kJ/kgK)	s'' (kJ/kgK)
0.01000	6.9696	0.0010001	129.18	29.299	2513.7	0.10591	8.9749
0.01500	13.019	0.0010007	87.959	54.683	2524.7	0.19556	8.8270
0.02000	17.495	0.0010014	66.987	73.428	2532.9	0.26056	8.7226
0.02500	21.077	0.0010021	54.240	88.420	2539.4	0.31182	8.6420
0.03000	24.079	0.0010028	45.653	100.98	2544.8	0.35429	8.5764
0.03500	26.672	0.0010035	39.466	111.82	2549.5	0.39061	8.5211
0.04000	28.960	0.0010041	34.791	121.39	2553.7	0.42239	8.4734
0.04500	31.012	0.0010047	31.131	129.96	2557.4	0.45069	8.4313
0.05000	32.874	0.0010053	28.185	137.75	2560.7	0.47620	8.3938
0.05500	34.581	0.0010059	25.762	144.88	2563.8	0.49945	8.3599
0.06000	36.159	0.0010065	23.733	151.48	2566.6	0.52082	8.3290
0.06500	37.627	0.0010070	22.009	157.61	2569.3	0.54060	8.3007
0.07000	39.000	0.0010075	20.524	163.35	2571.7	0.55903	8.2745
0.07500	40.290	0.0010080	19.233	168.75	2574.0	0.57627	8.2501
0.08000	41.509	0.0010085	18.099	173.84	2576.2	0.59249	8.2273
0.08500	42.663	0.0010089	17.095	178.67	2578.3	0.60780	8.2060
0.09000	43.761	0.0010094	16.199	183.25	2580.2	0.62230	8.1858
0.09500	44.807	0.0010098	15.396	187.63	2582.1	0.63607	8.1668
0.10000	45.806	0.0010103	14.670	191.81	2583.9	0.64920	8.1488
0.20000	60.058	0.0010172	7.6480	251.42	2608.9	0.83202	7.9072
0.30000	69.095	0.0010222	5.2284	289.27	2624.5	0.94407	7.7675
0.40000	75.857	0.0010264	3.9930	317.62	2636.1	1.0261	7.6690
0.50000	81.317	0.0010299	3.2400	340.54	2645.2	1.0912	7.5930
0.60000	85.926	0.0010331	2.7317	359.91	2652.9	1.1454	7.5311
0.70000	89.932	0.0010359	2.3648	376.75	2659.4	1.1921	7.4790
0.80000	93.486	0.0010385	2.0871	391.71	2665.2	1.2330	7.4339
0.90000	96.687	0.0010409	1.8694	405.20	2670.3	1.2696	7.3943
1.0000	99.606	0.0010432	1.6939	417.50	2674.9	1.3028	7.3588
1.0000	99.606	0.0010432	1.6939	417.50	2674.9	1.3028	7.3588
1.5000	111.35	0.0010527	1.1593	467.13	2693.1	1.4337	7.2230
2.0000	120.21	0.0010605	0.88568	504.70	2706.2	1.5302	7.1269
2.5000	127.41	0.0010672	0.71866	535.34	2716.5	1.6072	7.0524
3.0000	133.52	0.0010732	0.60576	561.43	2724.9	1.6717	6.9916
3.5000	138.86	0.0010786	0.52418	584.26	2732.0	1.7274	6.9401
4.0000	143.61	0.0010836	0.46238	604.65	2738.1	1.7765	6.8955
4.5000	147.90	0.0010882	0.41390	623.14	2743.4	1.8205	6.8560
5.0000	151.83	0.0010925	0.37481	640.09	2748.1	1.8604	6.8207
5.5000	155.46	0.0010967	0.34260	655.76	2752.3	1.8970	6.7886
6.0000	158.83	0.0011006	0.31558	670.38	2756.1	1.9308	6.7592
6.5000	161.98	0.0011044	0.29259	684.08	2759.6	1.9623	6.7322
7.0000	164.95	0.0011080	0.27277	697.00	2762.8	1.9918	6.7071
7.5000	167.75	0.0011114	0.25551	709.24	2765.6	2.0195	6.6836
8.0000	170.41	0.0011148	0.24034	720.86	2768.3	2.0457	6.6616
8.5000	172.94	0.0011180	0.22689	731.95	2770.8	2.0705	6.6409
9.0000	175.35	0.0011212	0.21489	742.56	2773.0	2.0940	6.6213
9.5000	177.66	0.0011242	0.20410	752.74	2775.1	2.1165	6.6027
10.000	179.88	0.0011272	0.19436	762.52	2777.1	2.1381	6.5850
10.000	179.88	0.0011272	0.19436	762.52	2777.1	2.1381	6.5850
11.000	184.06	0.0011330	0.17745	781.03	2780.6	2.1785	6.5520
12.000	187.96	0.0011385	0.16326	798.33	2783.7	2.2159	6.5217
13.000	191.60	0.0011438	0.15119	814.60	2786.5	2.2508	6.4936
14.000	195.04	0.0011489	0.14078	829.97	2788.8	2.2835	6.4675
15.000	198.29	0.0011539	0.13171	844.56	2791.0	2.3143	6.4430
16.000	201.37	0.0011587	0.12374	858.46	2792.8	2.3435	6.4199
17.000	204.31	0.0011634	0.11667	871.74	2794.5	2.3711	6.3981
18.000	207.11	0.0011679	0.11037	884.47	2795.9	2.3975	6.3775
19.000	209.80	0.0011724	0.10470	896.71	2797.2	2.4227	6.3578
20.000	212.38	0.0011767	0.099585	908.50	2798.3	2.4468	6.3390
21.000	214.86	0.0011810	0.094938	919.87	2799.3	2.4699	6.3210

ANEXO 9



INFORME DE RESULTADOS MEDICIÓN DE EMISIONES A LA ATMÓSFERA

ENVAPRESS CIA. LTDA.



AGOSTO, 2015

Dir.: Orellana E2-08 y Av. 10 de Agosto Edif. El Cid, Of. 203
mail: monitoreo@ipgmambiente.com
Telf.: (02) 2236-188
QUITO - ECUADOR



INFORME DE RESULTADOS MEDICIÓN DE EMISIONES A LA ATMÓSFERA	Código del Documento PG/IPGM/20/F05
	Página 3 de 8

Tabla 2. Información del Laboratorio

LABORATORIO	
Razón Social:	IPGMServicios Ambientales Cía. Ltda.
Responsable de Ensayo:	Ing. Frank Arciniega Q.
Responsable de Informe:	Leda. Adrián Pashacama S.
Teléfono / Fax:	2236-188
E-mail:	monitoreo@ipgmambiente.com

4. CARACTERÍSTICAS DEL MONITOREO

4.1 Ubicación de la Fuente Fija

4.1.1 Croquis

El croquis de la ubicación de la fuente, dentro de la planta se encuentra en el anexo 2.

4.1.2 Descripción de Predios Vecinos

Empresa dedicada al desarrollo, fabricación y re-empaque de productos, la cual colinda al norte con viviendas y la calle Eucaliptos, al sur limita con el pesaje G, al este limita con viviendas y la calle séptima transversal y al oeste con terrenos limita con viviendas y terrenos baldíos.

4.2 Características de Operación de la Fuente Fija

Tabla 3. Características de Operación de la Fuentes

CALDERO	
Marca:	JACOB'S
Combustible:	Diesel
Serie:	12-40-150-HPC
Capacidad:	40 BPH
Presión Operación u otra:	50 PSI
Año de Construcción:	Inicio de operación 2014

Dir.: Orellana E2-08 y Av. 10 de Agosto Edif. El Cid, Of. 203
mail: monitoreo@ipgmambiente.com

Tel.: (02) 2236-188
QUITO - ECUADOR



INFORME DE RESULTADOS MEDICIÓN DE EMISIONES A LA ATMÓSFERA	Código del Documento PG/IPGM/20/F05
	Página 4 de 8

Tabla 4. Características de Operación de la Fuentes

GENERADOR	
Marca:	PG WILSON
Combustible:	Diesel
Serie:	B5011843
Capacidad:	-----
Presión Operación u otro:	223V 19A
Año de Construcción:	Inicio de operación 2009

4.3 Condiciones del Ensayo

Método de Ensayo:	PE/IPGM/04 Medición de Gases en Fuentes Fijas de Combustión. PE/IPGM/05 Determinación de Material Particulado en Fuentes Fijas.
Fecha de ensayo:	2013-08-13
Lugar del Ensayo:	Al norte de la ciudad de Quito en los Cipreses S/N y los Eucaliptos, entrada por la séptima transversal vía a Calacalí (Mitad del Mundo).
Responsable del Monitoreo:	Ing. Frank Arciniega Q.
Equipo Técnico:	Ing. Frank Arciniega Q. Tec. Danilo Yugi.
Responsable del Informe:	Lcdo. Adrián Pachacama S.

5. METODOLOGÍA DE MEDICIÓN DE GASES

5.1 Procedimiento de Medición

La metodología de medición de emisiones a la atmósfera empleada siguió lo establecido en el procedimiento interno PE/IPGM/04 Medición de Gases en Fuentes Fijas de Combustión para la determinación de la concentración de gases de combustión y el PE/IPGM/05 Determinación de Material Particulado en Fuentes Fijas.

El equipo empleado para la medición se detalla en el numeral 3.2. Se realizan verificaciones al equipo medidor de gases portátil con una mezcla de gas de referencia en lo posible en rango alto y a los tubos pitot con un inclinómetro antes de salir a campo.

La medición de gases empieza con la toma de medidas de: distancia A, distancia B, diámetro de la chimenea, y GAP, con las cuales se determina el número de puntos de medición a lo largo de la chimenea según lo descrito en el procedimiento PE/IPGM/04 Medición de gases en Fuentes

Dir.: Orellana E2-08 y Av. 10 de Agosto Edif. El Cid, Of. 203

mail: monitoreo@ipgmambiente.com

Telf.: (02) 2236-188

QUITO - ECUADOR



**INFORME DE RESULTADOS
MEDICIÓN DE EMISIONES A LA ATMÓSFERA**

Código del Documento
PG/IPGM/20/F05

Página
5 de 8

Fijas de Combustión. En éstos se realizan las mediciones de gases por un tiempo no menor a 3 minutos de tiempo total de barrido después de encontrarse estables las medidas de los gases de combustión. De la misma forma se realizan mediciones en todos los puertos existentes en la chimenea.

La determinación de material particulado se realiza en base a la condición de isocinetismo, la cual establece que, la velocidad de recolección de la muestra sea la misma velocidad a la que fluye el gas por la chimenea, para cumplir con esta condición y garantizar la determinación de material particulado se determina el tamaño de boquilla con la cual se realiza la toma de muestra de gas después de realizar la prueba de fugas antes y después de la toma de muestra.

Se realiza la toma de muestra de gas de chimenea en cada punto determinado por el procedimiento PE/IPGM/04 Medición de gases en Fuentes Fijas de Combustión por al menos 3 minutos total de barrido. El gas de chimenea realiza el siguiente recorrido: pasa a través de una sonda caliente hasta un filtro donde se retiene el material particulado de la muestra, el resto de la muestra pasa a un juego de 4 impactadores conectados en serie donde el primero y el segundo contienen agua, el tercero ese encuentra vacío y el cuarto contiene sílica gel con la finalidad de condensar el vapor de agua existente en la muestra y retenerla además de enfriar la muestra, luego esta ingresa al medidor de gas seco, terminando así la toma de muestra. Se lava con acetona la sonda de muestreo cuando este fría, se pesan los impactadores y la cantidad de material particulado recolectado por gravimetría.

5.2 Equipos Utilizados

La siguiente tabla detalla los equipos que se utilizaron para la determinación de los gases de combustión y material particulado.

Tabla 5. Equipos y Accesorios utilizados en la Medición de Emisiones a la Atmósfera

Equipo / Accesorio	Marca	Serie	Código
Analizador Portátil de Gases	TESTO	02135037	EI/IPGM/06
Sonda Industrial	TESTO	N/A	EI/IPGM/06-03
Tren Isocinético	CLEAN AIR	0028-091311-1	EI/IPGM/07
Sonda de Muestreo	CLEAN AIR	N/A	EI/IPGM/07-01
Mezcla de referencia concentración alta de: NO ₂ y O ₂	AIRGAS	FF8582	MGR/IPGM/04
Mezcla de referencia concentración alta de: SO ₂ , NO y CO	AIRGAS	FF8597	MGR/IPGM/01

Dir.: Orellana E2-08 y Av. 10 de Agosto Edif. El Cid, Of. 203
mail: monitoreo@ipgmambiente.com
Telf.: (02) 2236-188
QUITO - ECUADOR



**INFORME DE RESULTADOS
MEDICIÓN DE EMISIONES A LA ATMÓSFERA**

Código del Documento
PG/IPGM/20/F05

Página
6 de 8

5.3 Marco Legal Aplicable

- De la Ordenanza 404, Resolución N.- 0002-SA-2014 del Distrito Metropolitano de Quito se tiene lo siguiente:

5.2. Toda fuente fija de combustión que funcione dentro del Distrito Metropolitano de Quito no podrá emitir al aire cantidades superiores a las indicadas dentro de las Tablas 1, 3, de la resolución, a continuación se detallan los límites máximos permisibles.

Tabla 6. Valores máximos permisibles de emisiones al aire para fuentes fijas de combustión.

CONTAMINANTE EMITIDO	COMBUSTIBLE UTILIZADO	UNIDADES ⁽¹⁾	Máximos fuentes fijas antes de Enero del 2003	Máximos fuentes fijas después de Enero del 2003
Material Particulado	Sólido ⁽²⁾	mg/Nm ³	200	150
	Bunker	mg/Nm ³	175	150
	Diesel	mg/Nm ³	150	100
	Gaseoso	No Aplicable	No Aplicable	No Aplicable
Óxidos de Nitrógeno	Sólido ⁽²⁾	mg/Nm ³	900	850
	Bunker	mg/Nm ³	700	550
	Diesel	mg/Nm ³	500	500
	Gaseoso	mg/Nm ³	140	140
Dióxido de Azufre	Sólido ⁽²⁾	mg/Nm ³	1650	1650
	Bunker	mg/Nm ³	1650	1650
	Diesel	mg/Nm ³	1200	1200
	Gaseoso	No Aplicable	No Aplicable	No Aplicable
Monóxido de Carbono	Sólido ⁽²⁾	mg/Nm ³	1800	1800
	Bunker	mg/Nm ³	300	300
	Diesel	mg/Nm ³	250	200
	Gaseoso	mg/Nm ³	100	100

Fuente: Tabla 1 de la Resolución No. 002-OMA-2008 y TULAS.

Notas:

(1) mg/Nm³: miligramos por metro cúbico de gas, a condiciones normales, mil trece milibares de presión (1 013 mbar) y temperatura de 0 °C, en base seca y corregidos a 7% de oxígeno (para fuentes fijas de combustión cerrada) y 18% de oxígeno (para fuentes fijas de combustión abiertas).

(2) Sólidos sin contenido de azufre \geq 0,5 %.

* Las emisiones a la atmósfera del sector de fundición serán evaluadas de acuerdo al tipo de combustible señalado en la Tabla 1 o de acuerdo a los valores máximos determinados a través de un estudio sectorial.

Dir.: Orellana E2-08 y Av. 10 de Agosto Edif. El Cid, Of. 203

mail: monitoreo@ipgmambiente.com

Tel.: (02) 2236-188

QUITO - ECUADOR

PG/IPGM/01/F00



INFORME DE RESULTADOS MEDICIÓN DE EMISIONES A LA ATMÓSFERA	Código del Documento PG/IPGM/20/F05
	Página 7 de 8

Tabla 7. Límites máximos permisibles de emisiones para generadores eléctricos.

CONTAMINANTE EMITIDO	UNIDADES ⁽¹⁾	⁽²⁾ VALORES MÁXIMOS
Material Particulado	mg/Nm ³	150
Óxidos de Nitrógeno	mg/Nm ³	2000
Dióxido de Azufre	mg/Nm ³	400
Monóxido de Carbono	mg/Nm ³	1500

Fuente: Dirección Metropolitana Ambiental, Resolución N° 003, Capítulo III, 14 de Octubre 2003.

Notas:

(1) mg/Nm³: miligramos por metro cúbico de gas a condiciones normales de 1.013 mil trece milibares de presión y temperatura de 0 °C corregidos a 15% de O₂, en base seca.

(2) Límites máximos permisibles para el uso del diesel.

6. RESULTADOS

6.1 Datos de Medición IN- SITU

Tabla 8. Datos IN-SITU

PARÁMETRO	UNIDAD	MEDIDAS	
		CALDERO	
TEMPERATURA CHIMENEA	° C	219,51	337,11
OXÍGENO	%	17,78	18,72
DIÓXIDO DE CARBONO	%	2,35	1,66
MONÓXIDO DE CARBONO	ppm	<30	<30
DIÓXIDO DE AZUFRE	ppm	<30	<30
ÓXIDOS DE NITRÓGENO	ppm	13	9
MONÓXIDO DE NITRÓGENO	ppm	<51	<51
MATERIAL PARTICULADO	g	0,00419	
DIÓXIDO DE NITRÓGENO	ppm	0,0	0,0
EFICIENCIA	%	30,1	12,3

Nota: Los valores de la tabla 8. Se encuentran a condiciones ambientales de campo.

Dir.: Orellana E2-08 y Av. 10 de Agosto Edif. El Cid, Of. 203
 mail: monitoreo@ipgmambiente.com
 Telf.: (02) 2236-188
 QUITO - ECUADOR



**INFORME DE RESULTADOS
MEDICIÓN DE EMISIONES A LA ATMÓSFERA**

Código del Documento
PG/IPGM/20/F05

Página
8 de 8

Tabla 9. Datos IN-SITU

PARÁMETRO	UNIDAD	MEDIDAS	
		GENERADOR	
TEMPERATURA CHIMENEA	° C	170,33	171,77
OXÍGENO	%	19,09	19,06
DIÓXIDO DE CARBONO	%	1,38	1,40
MONÓXIDO DE CARBONO	ppm	<50	<50
DIÓXIDO DE AZUFRE	ppm	<50	<50
ÓXIDOS DE NITRÓGENO	ppm	135	139
MONÓXIDO DE NITRÓGENO	ppm	135	139
MATERIAL PARTICULADO	g	N/M	
DIÓXIDO DE NITRÓGENO	ppm	0,3	0,4
EFICIENCIA	%	10,3	11,6

Nota: Los valores de la tabla 9. Se encuentra a condiciones ambientales de campo.

N/M.- No medido

6.2 Resultados

Tabla 10. Resultados de la Medición de Gases y Material Particulado Normados por la resolución N.- 0002-SA-2014, numeral 5.2, Tabla 1, para el Caldero

PARÁMETRO	UNIDAD	RESULTADO	LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES NORMATIVA*	VERIFICACIÓN
MONÓXIDO DE CARBONO**	DE mg / m3 gscn	<164	250	CUMPLE
DIÓXIDO DE AZUFRE**	mg / m3 gscn	<328	1200	CUMPLE
ÓXIDOS DE NITRÓGENO	mg / m3 gscn	119	500	CUMPLE
MATERIAL PARTICULADO	mg / m3 gscn	17,101	150	CUMPLE

* Los valores de la tabla 10. Se encuentra a condiciones Normales y corregidas de acuerdo al numeral 5.2, Tabla 1, de la resolución N.- 0002-SA-2014 de la Dirección del Distrito Metropolitano de Quito.

** Parámetros menores al límite de alcance de acreditación del laboratorio.

Dir.: Orellana E2-08 y Av. 10 de Agosto Edif. El Cid, Of. 203
mail: monitoreo@ipgmambiente.com
Telf.: (02) 2236-188
QUITO - ECUADOR

PG/IPGM/01/F00



**INFORME DE RESULTADOS
MEDICIÓN DE EMISIONES A LA ATMÓSFERA**

Código del Documento
PG/IPGM/20/F05

Página
9 de 8

Tabla 11. Resultados de la Medición de Gases y Material Particulado Normados por la resolución N.- 0002-SA-2014, numeral 5.2, Tabla 1, para el Generador

PARÁMETRO	UNIDAD	RESULTADO	LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES NORMATIVA*	VERIFICACIÓN
MONÓXIDO DE CARBONO	DE mg / m ³ gscn	<202	1500	CUMPLE
DIÓXIDO DE AZUFRE	mg / m ³ gscn	<202	400	CUMPLE
ÓXIDOS DE NITRÓGENO	mg / m ³ gscn	910	2000	CUMPLE
MATERIAL PARTICULADO	mg / m ³ gscn	N/M	150	CUMPLE

* Los valores de la tabla 11. Se encuentra a condiciones Normales y corregidas de acuerdo al numeral 5.2, Tabla 3, de la resolución N.- 0002-SA-2014 de la Dirección del Distrito Metropolitano de Quito.

** Parámetros menores al límite de alcance de acreditación del laboratorio.

N/M.- No medido

6.3 Observaciones

La determinación de gases de combustión para las fuentes fijas (caldero y generador) y la determinación de material particulado (caldero) de la empresa ENVAPRESS, permitieron verificar el cumplimiento con los límites máximos permisibles normados según la Tabla 1 y 3, respectivamente del numeral 5.2 de la resolución N.- 0002-SA-2014 de la Dirección Metropolitana de Quito.

6.4 Desviaciones encontradas y recomendaciones

Debido a la ausencia de puertos de monitoreo de la fuente fija denominada Generador de la empresa ENVAPRESS, no se realizó la determinación de material particulado y dificultó la evaluación de gases de combustión, por tal motivo, se recomienda que se realicen los puertos de monitoreo tal como se establece en la Resolución N.- 0002-SA-2014 de la Dirección del Distrito Metropolitano de Quito, la Norma Técnica para Emisiones a la Atmósfera de Fuentes Fijas de Combustión, Anexo 1, Condiciones de seguridad para la realización de mediciones en chimeneas, Literal V Chimenea, numerales 5:

"5. Los puertos de muestreo se colocarán a una distancia de al menos ocho diámetros de la chimenea corriente abajo y dos diámetros de chimenea corriente arriba de una perturbación al flujo normal de gases de combustión. Se entiende por perturbación cualquier codo, contracción o expansión que posee la chimenea. Para las chimeneas rectangulares se utilizara el mismo criterio, salvo que la ubicación de los puertos de muestreo se definirá en base al diámetro equivalente del conducto.

Dir.: Orellana E2-08 y Av. 10 de Agosto Edif. El Cid, Of. 203
mail: monitoreo@ipgmambiente.com

Tel.: (02) 2236-188
QUITO - ECUADOR

PG/IPGM/01/F00

ANEXO 10

Quito, 05 Noviembre 2013

Yo, Ing. Eduardo Suasnavas Guijarro, identificado con C.I.: 1706372610, en calidad de Jefe de Mantenimiento y Proyectos de la Empresa Eternit Ecuatoriana

CERTIFICO QUE

El Ing. Teófilo Guevara Rojas y/o MAINM, Nos ha realizado trabajos de: Fabricación y Elaboración de Calderas, Mantenimiento preventivos, cambios en suministros en el Cuarto de máquinas e Inspecciones periódicas cuando así lo hemos requerido.

Por lo que garantizamos la experiencia en este campo de aplicación. Durante dicho período de funcionamiento los resultados obtenidos han sido valorados correctamente y a tiempo.

Además de esto, deseo resaltar su excelente desenvolvimiento en tareas en campo, su responsabilidad y excelente manejo de los instrumento de Mecánica Industrial.

Es todo cuanto puedo decir en honor a la verdad.

Dicho documento puede hacerse uso como bien tuviere

Saludos cordiales,

Atentamente,



Eduardo Suasnavas Guijarro

Jefe de Mantenimiento y Proyectos

REGIÓN ANDINA
Construccionessas - ETERNIT
Tel: +593 (2) 2895333 Ext. 330
Cel: +593 (9) 8704000

www.eternit.com.ec | www.elementia.com
www.elementia.com

Una Empresa de  **elementia**

ANEXO 11

INFORME CALDERO ENVAPRESS Cía. Ltda.

Antecedentes.

De acuerdo a las necesidades de contar con un sistema de calentamiento dentro del proceso productivo para la producción de cremas y rinses para nuestro cliente, se planteó el proyecto del montaje y puesta en marcha de un caldero que cumpla el requerimiento básico que demanda el proceso.

Objetivo General.

Montar un sistema de generación de vapor que cubra las necesidades de producción de acuerdo a los datos proporcionados por el cliente.

Objetivos Específicos.

- Determinar la potencia del caldero con la información proporcionada por el cliente
- Determinar el tipo de caldero a utilizar

Desarrollo.

Para poder determinar la potencia de nuestro caldero se procede a solicitar la siguiente información:

- Carga mínima, normal, máxima del proceso (temperaturas).
- Duración de cada una de las fases del proceso (temperaturas).
- Si la carga va a ser constante.

El cliente envía información mediante el documento "Crema de Peinar Placenta y Sábila" y "Agucate y Sábila", "Acondicionador Placenta y Sábila" con lo que se procede a cotizar el caldero con dos empresas:

- La llave
- Venamet

Se realiza las reuniones para solicitar asesoría y exponer las necesidades de la empresa con los datos recopilados para determinar cuál es la potencia del caldero.

En las reuniones las empresas "La llave" y "Venamet" llegan a la conclusión que de acuerdo a la información proporcionada la potencia en la caldera que necesitamos es de 40 BHP tomando en consideración un posible crecimiento de la carga a la cual va a ser sometida el caldero.

Con la empresa "La llave" se conversó y manifestó que el costo aproximado de este caldero estaría alrededor de 33000 usd a 60000 usd marca York Shipley.

La empresa "Venamed" manifestó lo siguiente: "Para tener una referencia el costo de un caldero es de 1000 usd a 1300 usd por cada BHP" y la marca de caldero que ellos representaban era Fulton Boiler Works.

Cabe indicar que el costo de estos calderos consiste únicamente en la entrega del caldero, más no costo de montaje y puesta en marcha del equipo.

Por medio de contactos se recomienda a la empresa Mainm, empresa que se dedica a la fabricación y mantenimiento de calderos teniendo como referencia entre sus principales

clientes: Life, Quala del Ecuador, Eternit, Fuentes San Felipe S.A., Aromas del Tungurahua (Ver Anexo2).

En las reuniones mantenidas manifiestan que son fabricantes de Calderos y que los materiales con los que trabajan tienen certificados de calidad que avalan el material con el que realizan sus equipos, además de contar con mano de obra calificada para su construcción.

Adicional proponen que en varias etapas de construcción del caldero podemos realizar visitas a su taller para constatar la calidad de trabajo que realizan, además que brindan el servicio de "Llave en mano" para garantía y facilidad del cliente. Se solicita que realicen la cotización del caldero y montaje total del proyecto con algunas observaciones finales.

Como otra opción, se realiza la cotización de un caldero de similares características a la empresa "Retena" teniendo un costo de 28080 usd Ex - fábrica Pottstown Pennsylvania.

Conclusiones.

- Al realizar consultas con proveedores ellos concluyen que la potencia del caldero a ser utilizado en nuestro proceso debe tener 40 BHP.
- El caldero a utilizar es un caldero Firo tubular horizontal con quemador de tiro forzado, combustible diésel.
- Teniendo como referencia empresas que han trabajado con Mainm, se puede concluir que es una buena opción por costos y mantenibilidad del equipo.
- Mainm ofrece un servicio llave en mano al costo de un caldero importado por la competencia.

ANEXO 12

a. Resultado del primer análisis de desviación estándar para temperaturas de operación de la caldera.

Nro.	Temperatura promedio
1	165.07
2	165.76
3	165.07
4	165.18
5	165.76
6	165.86
7	165.66
8	164.97
9	165.76
10	165.55
11	165.45
12	165.34
13	165.76
14	165.58
Promedio	165.48
Desviación estándar	0.31
Límite superior	165.79
Límite inferior	165.18
Coefficiente de correlación	0.27

Elaboración: El autor.

b. Resultado del segundo análisis de desviación estándar para temperaturas de operación de la caldera.

Nro.	Temperatura promedio
1	165.76
2	165.76
3	165.66
4	165.76
5	165.55
6	165.45
7	165.34
8	165.76
9	165.58
Promedio	165.62
Desviación estándar	0.16
Límite superior	165.78
Límite inferior	165.47
Coefficiente de correlación	0.49

Elaboración: El autor.

c. Resultado del tercer análisis de desviación estándar para temperaturas de operación de la caldera.

Nro.	Temperatura promedio
1	165.76
2	165.76
3	165.66
4	165.76
5	165.55
6	165.76
7	165.58
Promedio	165.69
Desviación estándar	0.09
Límite superior	165.78
Límite inferior	165.59
Coefficiente de correlación	0.54

Elaboración: El autor.

d. Resultado del cuarto análisis de desviación estándar para temperaturas de operación de la caldera.

Nro.	Temperatura promedio
1	165.76
2	165.76
3	165.66
4	165.76
5	165.76
Promedio	165.74
Desviación estándar	0.04
Límite superior	165.78
Límite inferior	165.69
Coefficiente de correlación	0.02

Elaboración: El autor.