UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE TECNOLOGíA DE LA INDUSTRIA
INGENIERÍA MECÁNICA

TÍTULO

Instalación mecánica de caldera Cleaver Brooks de 500 BHP, línea de vapor y condensado en Ganadería Integral, S.A.

AUTORES

Br. Héctor David Poveda Valdivia

Br. Eduardo Antonio Fonseca Palacio

TUTOR

Ing. Juan José Ruiz calderón

Managua, 19 de Febrero de 2021

Resumen

Una caldera, es un equipo que está diseñado para generar vapor saturado; lo cual este se genera mediante una transferencia de energía donde el fluido de trabajo principalmente se encuentra en estado líquido, luego se calienta hasta el punto de cambio de estado (evaporización). La transferencia de calor se efectúa mediante un proceso de combustión que ocurre en el interior de la caldera, elevando progresivamente su presión y temperatura.

El objetivo de este proyecto consiste en la instalación de un equipo generador de vapor que en nuestro caso es una caldera pirotubular Cleaver Brooks de 500 BHP para la empresa Ganadería Integral S.A, en la planta RENPRO donde se necesita suministrar vapor a los cocedores (cooker) y procesar los residuos (rendering) obtenidos del sacrificio de res.

En el presente trabajo se define las condiciones técnicas y criterios de la instalación de cada uno de los equipos y componentes que conforman un sistema de generación de vapor, analizando desde los distintos puntos, los cuales son los sistemas de alimentación y sistemas de seguridad de la caldera.

Se realizó el diseño y montaje de la red de distribución de vapor y retorno de condensado, así también la instalación de accesorios que se encuentran en el sistema.

Al final del documento se describen las conclusiones y recomendaciones, las cuales dan como resultado final del proyecto las propuestas para una operación eficiente del sistema y mejor aprovechamiento del vapor.

Indice

Introducción 1
Antecedentes 2
Justificación 4
Objetivos 5
Objetivo General 5
Objetivos Específicos 5
1. Marco Teórico 6
1.1 Conceptos Generales 6
1.2 Definición de Rendering 13
1.3 Definición de Cocedores o digestores 14
1.4 Definición de Caldera 14
1.5 Caldera Pirotubular 15
2. Sistemas de alimentación de la Caldera 17
2.1 Sistema de agua de alimentación de Caldera 17
2.1.1 Demanda del agua en la Caldera 17
2.1.2 Tanque de alimentación de agua de Caldera 18
2.1.3 Bomba de alimentación de agua de caldera 18
2.1.4 Criterios para la selección de bombas de agua de alimentación 19
2.2 Sistema de Combustible de Caldera 21
2.2.1 Tipos de combustibles utilizados en Calderas 21
2.2.2 Tanque de Combustible de uso diario 22
2.2.3 Quemador de Combustible 23
3. Chimenea de caldera 25
3.1 Tipos de Tiro de Caldera 25
3.2 Materiales Constructivos de Chimeneas 26
3.3 Criterios para el diseño de Chimenea 26
4. Controles de seguridad de operación de Caldera 28
4.1 Control de Nivel 28
4.1.1 Control de la bomba por bajo nivel de agua 29
4.1.2 Controles de temperatura del agua 29

4.2 Control de la combustión 30
4.2.1 Tipos básicos de control de combustión 31
4.2.2 Control de la llama 31
4.2.3 Programadores 32
4.3 Controles de Vapor 32
4.3.1 Indicador de presión 32
4.3.2 Control de la presión máxima de operación 32
4.3.3 Válvula de prueba 33
4.3.4 Válvulas de seguridad 33
4.3.5 Válvula de retención 34
4.3.6 Válvula de purga de aire 34
5. Termostatos 34
6. Presostatos 35
6.1 Presostatos de operación 35
6.1.1 Control de límite de presión de trabajo 35
6.1.2 Control de límite de alta presión 36
6.1.3 Control de presión de modulación 36
7. Panel de control y luces indicadoras 36
7.1 Alarma 36
8. Equipos Auxiliares de caldera 37
8.1 Ablandadores de agua 37
8.2 Compresor de aire 40
8.3 Tanque de purgas de Caldera 41
9. Distribución de la red de vapor 41
9.1 Factores para dimensionar la red de distribución de vapor 42
9.2 Distribución de las Tuberias de Vapor 43
9.3 Aislante térmico de la tubería de vapor 45
9.3.1 Características del aislante de la tubería de vapor 46
9.3.2 Materiales de aislantes 46
10. Distribución de las Tuberias de Retorno de Condensado 49
11. Trampas de Vapor 50
11.1 Funciones de las Trampas de Vapor 50

11.2 Aplicaciones de las Trampas de Vapor 50
11.3 Clasificación de las Trampas de Vapor 50
11.3.1 Trampas de tipo Termostática 51
11.3.2 Trampas de tipo Mecánicas 51
11.3.3 Trampas de tipo Termodinámicas 51
12. Diseño Metodológico 52
12.1 Tipo de investigación 52
12.2 Recopilación de datos 52
12.3 Elaboración de planos de ubicación en planta 52
12.4 Determinar si los equipos auxiliares de caldera adquiridos por la empresa son adecuados para su funcionamiento 53
12.5 Análisis y elaboración de planos de interconexión de la caldera a los equipos auxiliares 53
12.5.1 Diseño de conexión de equipos auxiliares – caldera 55
12.5.2 Diseño de conexión caldera – red de vapor 60
12.5.3 Diseño de conexión de red de condensado – tanque de condensado 67
12.6 Ejecución y supervisión del proyecto 69
13. Conclusiones y Recomendaciones 70
13.1 Conclusiones 71
13.2 Recomendaciones 73
14. Bibliografía 74
15 Anexos 76

Índice de figuras

Figura 1: Cocedores o Digestores (cooker)……...14

Figura 2: Caldera Cleaver Brooks de 500 BHP (tipo paquete)..……..…..16

Figura 3: Bombas de alimentación de agua de Caldera……..…..……19

Figura 4: Tanque de combustible de uso diario……..……..22

Figura 5: Válvula de seguridad o de alivio……..……...33

Figura 6: Termostato……..……...34

Figura 7: Ablandadores de agua……..……..…39

Figura 8: Compresor de aire……..……40

Figura 9 : Distribuidor principal de vapor……..……..…44

Figura 10: Normativa de distanciamiento de instalación entre trampas de vapor……....51

Anexos

Esquema de distribución de Planta.....76

Simbología de Accesorios.....77

Ficha técnica de las tuberías de acero al carbón.....78

Características del aislante térmico de fibra de cerámica.....79

Ficha técnica de la valvula de seguridad SV60……..…..81

Caracteristicas de las trampas de cubeta invertida……...…..82

Introducción

Ganaderia Integral S.A es una empresa productora de carne con instalaciones para el engorde y cuidado de ganado, planta de almacenamiento y proceso de alimentos, así como instalaciones para transporte, manejo, compra y venta de ganado. Además, cuenta con varios centros de acopio de ganado estratégicamente ubicados en Nicaragua.

Las instalaciones de esta empresa matadera no contaba con un área de procesamiento de subproducto hasta que en el año 2017 se inaugura la planta RENPRO (rendimiento proteico), la cual procesa los desperdicios generados de la matanza del ganado, esta actividad les ha permitido incrementar sus ganancias y expandirse a un mayor mercado en el país asi como tambien disminuir la contaminación ambiental.

La planta RENPRO no disponía de un sistema de generación de vapor para poder iniciar a operar y procesar el subproducto obtenido del sacrificio de reses, por lo que crearon un proyecto en donde debían contratar los servicios de diseño, instalación y supervisión de un área de generación y distribución de vapor.

Como resultado de una licitación se obtuvo la dirección del proyecto completo para el diseño, instalación y supervisión de una caldera de marca Cleaver Brooks de 500 BHP con su red de distribución de vapor hacia los equipos consumidores y líneas de retorno de condensado.

En este trabajo monográfico podrán encontrar todos los criterios y pasos para la instalación de una caldera desde cero, las normas de seguridad industrial que se deben tomar en cuenta, los factores de diseño y selección de equipos y tuberías, como también, todo el proceso de inicio a fin para conseguir vapor para uso industrial.

Antecedentes

Ganadería integral Nicaragua S.A. (GINSA), reúne en una misma ubicación los procesos de producción de carne de res: corrales de engorde, planta de alimentos y planta para sacrificio con los más altos estándares, salas de deshuese y proceso con los más exigentes niveles internacionales de inocuidad, sanidad y de cuidado del medio ambiente. GINSA carece de una planta de proceso de sub-producto o Rendering (Rendimiento Proteico) por lo que deben desechar los desperdicios resultantes del sacrificio de reses y contaminan el medio ambiente debido al mal manejo de los mismos.

Para darle solución a este problema GINSA decidió invertir en una planta de Rendering partiendo de unos equipos que fueron renovadas en México y trasladaron a Nicaragua, sin embargo, no contaban con área de calderas ni red de vapor ni condensado.

Para el análisis, diseño e instalación de este proyecto, se han revisado otros trabajos monográficos con estrecha relación al problema que se desea resolver, manuales de instalación de calderas Claver Brooks, software de cálculos, libros, internet, asesoramiento técnico con expertos, ley de instalaciones del MITRAB[1], consultoría con empresas de seguridad industrial, coordinación con ingenieros de planta de GINSA etc.

En el ámbito nacional, realizando una búsqueda en el CEDOC (Centro de Documentación) de la Facultad de Tecnología de la Industria, se destaca un trabajo monográfico:

El trabajo encontrado lleva como el título: "**Diseño del sistema de mantenimiento de la caldera en la empresa manufacturera de producto ROLTER S.A.**", elaborado por dos estudiantes de Ingeniería Mecánica. (Valverde & Cardoze, 2007). En esta tesina se observa el diseño de

[1] NORMA MINISTERIAL SOBRE CONDICIONES DE HIGIENE Y SEGURIDAD PARA EL FUNCIONAMIENTO DE LOS EQUIPOS GENERADORES DE VAPOR O CALDERAS QUE OPEREN EN LOS CENTROS DE TRABAJO

mantenimiento preventivo de una caldera de 50 BHP y presión de operación de 125 psi, la cual suministra vapor para el funcionamiento de las prensas con el objetivo de vulcanizar caucho para la elaboración de calzado.

Justificación

La empresa Ganadería Integral S.A. tenía un alto costo logístico debido que contrataban servicios varios para el traslado de los desechos de su proceso cárnico a una fosa ubicada en un área dentro de su propiedad, este procedimiento causaba mal olor, infectaba las aguas subterráneas y además la contaminación en general, afectando a los habitantes de los alrededores, esto ocacionó multas por parte del Ministerio de medio ambiente y los recursos naturales (MARENA[2]) a causa de las irregularidades que tenía la planta en tema ambiental.

La empresa matadera de res decidió invertir en un proyecto con el objetivo de aprovechar sus desechos (vísceras, sangre, pelo, hueso) el cuál, consiste en instalar una planta de rendering, esto tendrá un beneficio de carácter económico para Ganadería Integral por que venderán el producto final (Concentrado para alimentación animal, sebo para fabricación de jabón) subsidiando de esta manera sus gastos administrativos e incrementando sus ganancias, también reducirán la contaminación ambiental casi en su totalidad y cumplirán con las normativas establecidas por el Ministerio de medio ambiente y los recursos naturales (MARENA) en Nicaragua.

De lo ante expuesto para poner en marcha el proyecto de rendering es necesaria la instalación de un equipo de suministro de vapor siendo lo más importante de esta una caldera, que fue proporcionada por la empresa por lo que se vieron obligados a contratar servicios de montaje.

[2] REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DEL MEDIO AMBIENTE Y LOS RECURSOS NATURALES

Objetivos

Objetivo General

Instalar caldera para el suministro de vapor a equipos consumidores utilizados para el proceso de rendering en Ganadería Integral, S.A.

Objetivos Específicos

1. Determinar la ubicación de la caldera y equipos auxiliares en cuarto de operaciones, cumpliendo con las normativas establecidas a nivel nacional por parte del ministerio de trabajo (MITRAB).

2. Instalar los equipos auxiliares de la caldera proporcionados por la empresa GINSA.

3. Elaborar el diseño de la red de distribución de vapor y red de condensado para alimentar los dos cocedores de vapor para el proceso de rendering.

4. Montar líneas de vapor, lineas de condensado, accesorios, dispositivos, sistema de alimentación de agua, suministro de combustible y gas para la operación de la caldera.

1. Marco Teórico

1.1 Conceptos Generales

Vapor

El vapor es el estado en el que se encuentra un gas, cuando las moléculas que forman la materia, no reaccionan entre sí formando enlaces moleculares, sino que tienden a repelerse mutuamente, adoptando la forma y el volumen del recipiente que las contiene y tendiendo a separarse, proceso de expansión, cuando se encuentra por debajo de su temperatura crítica. (Definición de vapor, s.f.)

Vapor de agua

El vapor de agua es el gas obtenido a partir de la ebullición (el proceso físico por el cual la totalidad de la masa de un líquido se convierte al estado gaseoso) o de la evaporación (el mismo proceso, pero que puede concretarse a una temperatura indistinta y sin que toda la masa del líquido llegue a su punto de ebullición). (Definición de vapor, s.f.)

Vapor industrial

El vapor industrial es el punto de partida que todos los grados de vapor usados en el procesamiento de comida y bebidas. El vapor industrial es indudablemente apto para todas aplicaciones donde no haya un contacto directo con el proceso o producto alimenticio/bebida, por ejemplo, cuando se usa en intercambiadores de calor, calderas o para generar agua caliente, etc. Cuando se usa en contacto directo con el proceso, debemos tomar en consideración la calidad/pureza del vapor que entra el proceso.

El vapor industrial se produce normalmente usando agua blanda, descalcificada o tratada por ósmosis inversa, que se calienta y después se trata químicamente

para prevenir la corrosión y formación de incrustaciones dentro del sistema.

Presión

La presión se define como una fuerza normal que ejerce un fluido o gas por unidad de área, generalmente sus unidades de medida son el Bar y el PSI.

La presión de un gas se origina por el choque de sus moléculas con las paredes del recipiente que lo contiene. Cuantas más moléculas choquen mayor será la presión y cuanto más rápido se muevan (que es lo mismo que estar a mayor temperatura), mayor será la presión.

Temperatura

La temperatura es una magnitud física que refleja la cantidad de calor de una sustancia en estado gaseoso, liquido o sólido.

La temperatura está relacionada con la energía interior de los sistemas termodinámicos, de acuerdo al movimiento de sus partículas, y cuantifica la actividad de las moléculas de la materia: a mayor energía sensible, más temperatura. (DEFINICION DE TEMPERATURA, s.f.)

Viscosidad

La viscosidad refleja la resistencia al movimiento de un líquido, es la capacidad de deslizamiento de un fluido.

La viscosidad es fuertemente dependiente de la temperatura. La mayoría de los materiales disminuyen su viscosidad con la temperatura; la dependencia es exponencial y puede haber variaciones de hasta un 10% por cada ºC modificado. (RUA, s.f.)

Energía

La energía es la capacidad que poseen los cuerpos para poder efectuar un trabajo a causa de su constitución (energía interna), de su posición (energía potencial) o de su movimiento (energía cinética). Según la forma o el sistema físico en que se manifiesta, se consideran diferentes formas de energía: térmica, mecánica, eléctrica, química, electromagnética, nuclear, luminosa, etc.

Aunque la energía puede cambiar de forma en los procesos de conversión energética, la cantidad de energía se mantiene constante conforme con el principio de conservación de la energía que establece que la energía ni se crea ni se destruye, sólo se transforma". Por consiguiente, la energía total de un sistema aislado se mantiene constante y en el universo no puede existir creación o desaparición de energía, sino transferencia de un sistema a otro o transformación de energía de una forma a otra. (Foro de la Industria Nuclear Española, s.f.)

Calor

El calor es la energía intercambiada entre un cuerpo y su entorno por el hecho de encontrarse a distinta temperatura. El calor, como el trabajo, es energía en tránsito, por lo que se puede entender también como un método para transferir energía. (FISICALAB, s.f.)

Energía Calorífica

En todos los materiales los átomos que forman sus moléculas están en continuo movimiento ya sea trasladándose o vibrando. Este movimiento implica que los átomos tengan una determinada energía cinética a la que nosotros llamamos energía térmica o energía calorífica.

Si se aumenta temperatura a un elemento aumenta su energía térmica; pero no siempre que se aumenta la energía térmica de un cuerpo aumenta su temperatura ya que en los cambios de fase (de líquido a gas, por ejemplo) la temperatura se mantiene. Por ejemplo, al calentar un cazo de agua, poco a poco

le vamos dando energía térmica y va aumentando su temperatura, pero cuando llega a los 100ºC (temperatura de ebullición) la energía térmica que le suministramos a partir de este momento se utiliza para cambiar de fase (de líquido a gas, es decir, a vapor de agua) pero no para aumentar su temperatura. (Energía Nuclear, s.f.)

Transmisión de la energía térmica

La energía térmica puede transmitirse de un cuerpo a otro siguiendo las leyes de la termodinámica de tres modos distintos:

- Transmisión de calor por radiación.
- Transmisión de energía térmica por conducción.
- Transmisión de energía calorífica por convección.

La **energía térmica por radiación** se transmite a través de ondas electromagnéticas. Es el modo con el que nos llega la energía térmica proveniente del Sol.

La **transmisión de la energía térmica por conducción** se experimenta cuando un cuerpo caliente está en contacto físico con otro cuerpo más frío. La energía se transmite siempre del cuerpo caliente al cuerpo frío.

La **transmisión de la energía térmica por convección** se produce cuando se trasladan las moléculas calientes de un lado a otro, el calor se trasmite mediante un medio (aire, agua, etc.) entre dos sustancias.

Combustible

Un combustible es un material que, por sus propiedades, arde con facilidad. Las sustancias combustibles desprenden calor y liberan energía que pueda aprovecharse.

Los combustibles, de este modo, generan energía mecánica o energía térmica. Todos los combustibles tienen un cierto poder calorífico: la cantidad de energía (calor) que liberan por unidad de volumen o de masa cuando se produce la reacción de oxidación. Dicha reacción se inicia en el momento en que el combustible alcanza su temperatura de ignición.

Combustión

La combustión es un proceso químico de oxidación rápida que va acompañado de desprendimiento de energía bajo en forma de calor y luz. Para que éste proceso se dé, es necesario la presencia de un combustible, un comburente y calor. El material que es capaz de arder y se combina con el oxígeno, se conoce como combustible. En las combustiones ordinarias el combustible es una sustancia compuesta, como hidrocarburos (gas de petróleo, gasolina, kerosene, parafina, etc.), existen otros compuestos como el hidrógeno, el azufre, el papel, la madera, etc. El oxígeno, elemento esencial para que se produzca y continúe el proceso de oxidación, se conoce como comburente.

Accesorios

Son dispositivos e instrumentos destinados a garantizar el trabajo seguro y normal de la caldera de vapor (dispositivos de seguridad, manómetros, indicadores de nivel, dispositivos de cierre, de regulación, etc.

Capacidad Nominal de Producción de la caldera

Es la mayor producción de vapor de la caldera en condiciones de una prolongada explotación, a la presión de trabajo y ala temperatura nominal del agua de alimentación.

Carga de la Bomba

Presión máxima que puede adicionarle la bomba al agua en su descarga.

Línea Principal de Vapor

Tuberia principal destinada para transportar el vapor desde la caldera hasta el lugar de consumo.

Presión de diseño

Presión manométrica a partir de la cual se indica la resistencia de la caldera de vapor.

Presión de trabajo

Máxima presión manométrica para la cual esta garantizado normalmente el proceso de trabajo, su magnitud es igual o menor que la presión de diseño.

Presión de Prueba

Presión manométrica que se establece y a la cual se somete la caldera de vapor durante la prueba hidrostática para comprobar su resistencia y hermeticidad.

Recalentador de Vapor

Equipo destinado para el recalentamiento secundario del vapor. En este equipo parte del vapor que ya efectuo trabajo se recalienta de nuevo para ser utilizado con su temperatura mas elevada.

Sobrecalentador de vapor

Equipo destinado para elevar la temperatura del vapor por encima de la temperatura de saturación correspondiente a la presión de trabajo de la caldera de vapor.

Temperatura Nominal del Vapor de la Caldera

Temperatura que debe tener el vapor a la salida del sobrecalentador y en caso de no existir este, a la entrada de la válvula principal de vapor.

Temperatura Nominal del Agua de Alimentación de la Caldera de Vapor

Temperatura que debe tener el agua de alimentación a la entrada del economizador y en caso de no existir este, a la entrada de la caldera.

Prueba Hidrostática

Prueba a que deben ser sometidos los equipos generadores o calderas, para comprobar su resistencia en las uniones, mediante el suministro de agua a presión a través de una bomba de desplazamiento positivo, en forma lenta.

Prueba Hidrostática – Neumatica

Es la prueba practicada a los equipos generadores de vapor o calderas, consiste en un incremento de presión a trabes de un gas inyectado por medio de una bomba de desplazamiento positivo en forma lenta, debiendo contener el equipo en esta prueba un líquido o un gas.

Nivel de Agua

Es un tubo de vidrio resitente a la temperatura, es el que indica el nivel de agua contenido en la caldera.

Purga de la Columna

Es el agua o condensado que se evacuá de la columna hidrométrica para realizar pruebas o chequeos de funcionamiento.

Purga de Fondo

Es el agua o condensado que se evacuá de la caldera para controlar los sedimentos y lodos acumulados en la parte inferior.

Distribuidor Principal de Vapor

Es un dispositivo cilíndrico en el que se aloja el vapor producido por la caldera y este se encarga de distribuirlo a las diferentes tuberías conectadas a el.

1.2 Definición de Rendering

Se denomina **RENDERING** al proceso que convierte los desechos de carne de res, pollo o de pescado en sustancias aptas para alimentación animal. Desde un punto de vista económico significa convertir residuos peligrosos para la salud y caros de gestionar en un valioso componente para piensos compuestos y otras industrias. El RENDERING puede mejorar la cuenta de explotación de mataderos y salas de despiece porque genera ingresos y ahorra el coste de la eliminación de residuos. También puede ser la actividad principal de empresas que recojan los residuos animales de otros como pequeños mataderos, carnicerías o conserveras.

1.3 Definición de Cocedores o digestores

Los cocedores o digestores tienen la función de retirar la humedad de la materia prima (vísceras, sangre y hueso) mediante la evaporación del agua contenida dejando los materiales con una humedad máxima del 10%.

Figura 1: Cocedores o Digestores (cooker)

1.4 Definición de Caldera

Una caldera es un dispositivo que está diseñado para generar vapor saturado. Este vapor saturado se genera a través de una transferencia de energía (en forma de calor) en la cual el fluido, originalmente en estado líquido, se calienta y cambia de estado. La transferencia de calor se efectúa mediante un proceso de combustión que ocurre en el interior de la caldera, elevando progresivamente su presión y temperatura. La presión, como se indicó al inicio, no puede aumentar de manera desmesurada, ya que debe permanecer constante por lo que se

controla mediante el escape de gases de combustión, y la salida del vapor formado.

Debido a que la presión del vapor generado dentro de las calderas es muy grande, estas están construidas con metales altamente resistentes a presiones altas, como el acero laminado.

Las calderas se clasifican por su diseño en pirotubulares o acuatubulares. Sin embargo, pueden ser clasificadas desde otros aspectos, que incluyen, por el tipo de materiales de que están construidos, por su aplicación, por la forma de toma de aire, por el tipo de combustible que utilizan, por la presión con que operan o por el fluido portador de calor que emplean.

1.5 Caldera Pirotubular

Una caldera de tubos de humos es un recipiente, de forma cilíndrica, con tubos horizontales que lo atraviesan y lo conectan con las placas delanteras y posteriores de los tubos. El recipiente contiene agua y absorbe la energía que se genera a partir de la llama. Las puertas delantera y posterior proporcionan el sello para contener los gases de combustión calientes. Los deflectores diseñados en las puertas redirigen los gases de combustión por los pasajes del tubo de humos. La llama comienza en el hogar. A medida que los gases de combustión bajan por el hogar a través del tubo de humos, se transfiere el calor de la llama y de los gases de combustión al agua. La energía que se transfiere se convierte en el vapor o agua caliente que se requiere. (CLEAVER-BROOKS, 2005)

Figura 2: Caldera Cleaver Brooks de 500 BHP (tipo paquete).

2. Sistemas de alimentación de la Caldera

2.1 Sistema de agua de alimentación de Caldera

La materia prima para la generación de vapor va a ser el agua de alimentación, por lo tanto tiene que suministrarse permanentemente a la caldera a fin de mantener la generación contante de vapor. En un tanque de agua de alimentación se encuentra el condensado retornado del sistema y agua nueva de aportación, conocida como agua de reposición, esto va a constituir una gran parte de atención en la caldera, debido a que una mala operación de sus componentes podría llevar a consecuencias graves.

Un sistema mal diseñado a menudo es una fuente de grandes perdidas de calor y aumento de mantenimiento, para esto el agua que ingrese debe ser tratada previamente, de esta manera se evita incrustaciones y otros daños más que resultarían una disminución en la vida útil de la caldera. (Orlando, 1995)

2.1.1 Demanda del agua en la Caldera

La generación de vapor en la caldera va a depender de la cantidad de agua que se suministre, por lo que es recomendable que la cantidad de agua que se reserva y la capacidad del tanque de alimentación sea de tal manera que almacene una cantidad mínima de agua y lo suficiente para mantener la evaporación de la caldera por lo menos durante 20 minutos. (CLEAVER-BROOKS, 2005)

Los componentes básicos de un sistema de agua de alimentación de una caldera son:

- Tanque de almacenamiento.
- Equipo de bombeo.
- Equipo de control.

2.1.2 Tanque de alimentación de agua de Caldera

Tanque de alimentación atmosférico es uno de los dispositivos más importantes en una sala de calderas. Su función principal es almacenar el agua de relleno y el condensado de retorno, asegurando una reserva de agua tratada para abastecer las calderas de vapor.

El agua de relleno debe ser ablandada para prevenir la formación de incrustaciones en la caldera y el sistema de vapor.

Básicamente un tanque de agua de alimentación de caldera cuenta con una entrada de agua de aportación proveniente de los ablandadores , una entrada de retorno de condensados del sistema de vapor , un termómetro para que el operador pueda verificar la temperatura del agua en tanque , un sistema de control de temperatura accionado por una válvula solenoide , una entrada de vapor para mantener los rangos de temperatura adecuados en el agua y una salidas de agua de alimentación hacia las bombas que impulsaran el fluido a la caldera.

2.1.3 Bomba de alimentación de agua de caldera

A la salida del tanque de agua de alimentación de agua de caldera deben existir dos bombas que tienen la función de impulsar el flujo de agua hacia la entrada de caldera, siempre se encuentra funcionando una bomba y la otra en Stand By por efectos de mantenimiento.

Figura 3: Bombas de alimentación de agua de Caldera Viking Pump.

2.1.4 Criterios para la selección de bombas de agua de alimentación

La bomba de agua de alimentación succiona del tanque de agua para llevarla hasta la caldera para generar el vapor.

Para la selección de bombas es necesario considerar los siguientes criterios:

- Operación continua o intermitente.
- Temperatura del agua de succión.
- Capacidad .
- Presion de descarga.
- Carga neta de succión positiva.

Operación continua o intermitente

La caldera a utilizar es pirotubular (tubos de fuego), por lo tanto la operación de la bomba de agua de alimentación es de forma intermitente, es decir arrancando

y parando dependiendo del nivel de agua, estas calderas generalmente trabajan con un flotador sobre el cual actúa un switch , por lo que hace que el motor que impulsa para o arranca a cierto nivel.

Presión de descarga

La presión de descarga de la bomba de agua de alimentación es siempre mayor que la presión de diseño de la caldera.

Capacidad

La capacidad de una bomba de agua de alimentación de calderas significa el caudal que una bomba puede proveer, pero siempre dependiendo también de la presión de descarga y de la carga neta de succión requerida.

Existen dos tipos de bombas utilizadas para el agua de alimentación:

- Tipo turbina
- Tipo centrifuga

Por lo que generalmente la bomba de tipo turbina es seleccionada para opreación intermitente.

Carga neta de succión positiva (NPSH)

Es la altura total absoluta de succión corregida al eje impulsor menos la presión de vapor del líquido, en cm o pies absolutos. La NPSH se refiere a un análisis de las condiciones de succión de la bomba, para saber si el agua se evaporiza o no en el punto de menor presión, debido a que se debe mantener el fluido en estado líquido para obtener un buen funcionamiento de la bomba evitando la

cavitación, debido a que este afecta a la presión, capacidad y eficiencia, que podría producir preforaciones en las paletas del impulsor.

2.2 Sistema de Combustible de Caldera[3]

El sistema de combustible de una caldera depende en gran medida que la mezcla aire-combustible sea la correcta para que la combustión sea eficiente. La combustión es una reacción química y violenta en la cual generalmente se desprende gran cantidad de calor. En toda combustión existe un elemento que arde y se denomina combustible y otro que produce la combustión (comburente). Una combustión incompleta se debe a que la mezcla no está en la proporción adecuada, dando como resultado generación de cenizas.

Entre los principales componentes del sistema de combustible de una caldera son los siguientes:

- Tanque de combustible.
- Bomba de combustible.
- Quemadores de combustible.
- Accesorios.

2.2.1 Tipos de combustibles utilizados en Calderas

Entre los tipos de combustibles que se utilizan en los generadores de vapor son:

- Carbón.
- Madera.
- Gas.
- Bagazo de caña de azúcar.
- Diesel oil.
- Fuel oil.

[3] Uso Industrial del Vapor, Calderas y Mantenimientos.

El bagazo de caña de azúcar generalmente es utilizado en los ingenios azucareros, por lo tanto el gas no es utilizado para generar vapor a nivel industrial por su alto costo. De los combustibles líquidos se obtiene el diesel oil, que es un combustible limpio y fácil de almacenar.

El fuel oil es mucho mas barato que el diesel oil, pero tiene como dificultad en su almacenamiento y manipulación debido a su viscosidad. Las dificultades que presenta el fuel oil se puede solucionar calentando el combustible para disminuir su viscosidad instalando precalentadores en el tanque de combustible. (Orlando, 1995)

2.2.2 Tanque de Combustible de uso diario

Es un recipiente cilíndrico metálico que tiene la función de almacenar combustible (Bunker, gasolina, diésel) para el suministro diario de la caldera, este es diseñado conforme al consumo por hora del quemador de la caldera, también se consideran las horas de trabajo diarias del equipo para contar con un tanque que cubra con estas demandas y evitar quedarse sin suministro.

Figura 4: Tanque de combustible de uso diario.

2.2.3 Quemador de Combustible

El quemador es el elemento encargado de mezclar el combustible (gas) con el aire para que salte la llama que inicia la combustión.

La salida de la mezcla gas-aire se realiza a través de los orificios situados en la cabeza del quemador.

El quemador sirve también para regular la llama según las necesidades de la caldera mediante un control electrónico de válvulas y bombas de impulsión.

Partes esenciales de un quemador:

- **Ventilador:** Unidad que provee aire en el volumen y a la presión adecuada para la combustión.
- **Compresor:** Provee aire a mayor presión para atomizar el combustible.
- **Sistema de ignición:** Por medio de un transformador de alto voltaje produce la chispa en los electrodos para iniciar la combustión.
- **Control de la llama:** Una célula fotoeléctrica detecta la existencia de la llama y en su defecto corta el combustible y apaga la caldera.
- **Bomba de combustible:** Provee la presión necesaria para llevar el combustible hasta las boquillas del quemador.

Clasificación de los quemadores de combustibles

- Quemadores con atomización por vapor.
- Quemadores con atomización por aire.
- Quemadores con atomización mecánica.

Quemadores con atomización por vapor

Los quemadores que usan vapor como fluido motor son siempre del tipo de alta presión. Estos quemadores no son utilizados para diesel oil y su consumo ha disminuido debido a sus desvetajas las cuales son:

- Consumo excesivo de vapor.
- Presenta una cantidad adicional de agua que proviene del vapor de agua, lo que ocasionaría riesgos de corrosión y perdidad de eficiencia.
- Presencia de ruido en el vapor.

Quemadores con atomización por aire

Estos tipos de quemadores tienen la ventaja de inyectar aire adicional, la cual representa un elemento útil en la combustión.

Quemador con atomización mecánica

En el presente proyecto se utilizó quemador con atomización mecánica. Este tipo de quemador esta basado en la expansión brutal del fuel oil o diesel oil previamente puesta a baja presión y en rápida rotación. Al efectuarse la atomización mecánica se observa la formación de una capa cónica en la nariza del quemador, esta capa se separará rápidamente por adelgazamiento y rozamiento sobre el aire de combustión inyectado alrededor del quemador.

Un quemador de ajuste mecánico cuenta con los siguientes elementos:

- Servomotor: posiciones definidas por micro interruptores fin de carrera (levas).
- Accionamiento: Varillas y luneta de regulación.
- Control: Una única señal eléctrica de posicionamiento.

La precisión del ajuste de la mezcla en este caso dependerá del buen ajuste del quemador que haga el técnico durante la puesta en marcha.

3. Chimenea de caldera

La chimena tiene por misión la conducción de los gases de la combustión desde la caldera hasta el exterior, por lo que la chimenea debe tener el tiro suficiente para vencer la resisencia del paso del humo a través de la caldera y la resistencia de la chimenea. Para la combustión efectiva y completa del combustible, es necesario un caudal adecuado de aire y se generará una determinada cantidad de humos, el flujo se crea y se mantiene por medio de la chimenea y de los ventiladores, o bien la chimenea por si sola o la combinación de chimenea y de los ventiladores producen la caída de presión necesaria para mantener el flujo. (Ismael, 2006)

Se le denomina **TIRO** a la diferencia entre la presión en el lado exterior de la pared (atmosférica) y a la presión estática en el lado interior de la pared del conducto o a la chimenea por donde circulan los productos obtenidos de la combustión. En el flujo aire-humos a través de la caldera se puede conseguir de tres manerara:

- Tiro forzado
- Tiro inducido.
- Tiro natural.

3.1 Tipos de Tiro de Caldera

Tiro Forzado

Una caldera de **Tiro Forzado** funciona con el hogar a una presión superior a la atmosférica, con un sistema de ventiladores situados a la entrada de la caldera,

fuerza el aire hacia el interior con la presión suficiente para compensar la caída producida en el total del circuito de aire-humos hasta la salida de la chimenea.

Tiro Inducido

Una caldera de **Tiro Inducido** funciona con una presión en el hogar inferior a la presión atmosférica, la presión va disminuyendo desde la entrada pasando por el hogar y conducto de la salida de humos, hasta un sistema de ventiladores, llamados ventiladores inducidos, que aspiran del hogar y envían los productos de la combustión hacia la chimenea.

Tiro Natural

Las calderas pequeñas generalmente son de **Tiro Natural**, este tipo de tiro se puede conseguir por el efecto de la chimena, sin que sea necesario ningún tipo de sistema de ventiladores.

3.2 Materiales Constructivos de Chimeneas

Los materiales de la chimenea en contaco con los humos deben ser resistentes a las altas temperaturas y a las posibles corrosiones ácidas (corrosión de extremo frío causado por ácidos sulfúrico), que se originan. Los materiales pueden ser refractarios, de acero inoxidables u otro material idóneo, no se debe utilizar ladrillo normal ni tampoco acero galvanizado.

3.3 Criterios para el diseño de Chimenea

- La chimenea debe ser de sección constante en todo su recorrido, pudiendo ser rectangular, cuadrada, circular u ovalada.
- En la salida de la chimenea no debe haber edificaciones cercanas.
- En la base vertical debe haber un fondo de saco con registro para el depósito de hollines y agua de lluvia.
- En el conducto de conexión de la caldera a la chimenea es conveniente colocar una compuerta para la regulación del tiro.

Control de la Combustión en la Caldera

El control de la combustión en las calderas es importante y se realiza a través de los gases de escape lo cual permite establecer si el combustible se esta quemando adecuadamente o se necesita hacer mantenimientos correctivos.

Siempre se debe tener presente que el proceso de la combustión se lleva a cabo adecuadamente si son correctos cuatro factores:

- Una cantidad comburente suficiente para suministrar el oxígeno adecuado.
- Una mezcla adecuada de combustible y comburente.
- Una temperatura de ignición apropiada para iniciar y mantener el proceso de combustión.
- Un tiempo suficiente que permita la combustión completa.

La calidad de la combustión tiene influencia directa en la eficiencia y mantenimiento de la caldera, por lo que uno de los principales indicadores de una combustión incompleta es el exceso de humo generado, llegando a producir depósitos de hollín sobre las superficies de transferencia de calor que actúan como aislante, con perdidas de combustibles elevadas.

Para disminuir o eliminar el problema de exceso de humo se deben tomar ciertas medidas correctivas que son:

- Ajuste de tiro.
- Eliminación de fugas.
- Limpieza o reemplazo de boquillas de los quemadores.

El aparato tradicional más utilizado para analizar los gases de la combustión es el mediante un **orsat**.

4. Controles de seguridad de operación de Caldera

Los controles automáticos de la caldera deben cumplir dos funciones básicas: regulación y seguridad. La verificación de la eficiencia de operación de cada uno de ellos debe ser frecuente y rigurosa debido a que las calderas son equipos industriales de alto peligro, esta verificación puede ser realizada a través de los instrumentos de medición de temperatura, presión, composición química de gases de combustión, etc.

Es necesario que una caldera mantenga una presión constante para la gran variedad de caudales de consumo, por lo cual debe ser capaz de:

- Aportar una energía calorífica suficiente a través de la combustión del combustible con el aire.
- Desde el punto de vista de seguridad, los niveles deben estar controlados y establecidos dentro de los límites.
- Garantizar una llama segura en la combustión.

El control de las calderas se clasifican en tres aspectos fundamentales que son: control de la combustión, la seguridad de la llama y el nivel de agua en la caldera.

4.1 Control de Nivel

La forma de controlar el nivel de agua es mediante el indicador de nivel, este consiste en un tubo de cristal, la cual muestra el nivel real de agua en la caldera de esta forma se muestra la lectura. Estos indicadores de nivel están propensos a daños por la corrosión de los químicos en el agua de la caldera. Por lo tanto cualquier señal de corrosión obliga a cambiar el tubo de cristal.

4.1.1 Control de la bomba por bajo nivel de agua

El control operado por flotador responde al nivel de agua de la caldera. Realiza dos funciones:

• Apaga el quemador si el nivel de agua baja a menos del punto de funcionamiento seguro. Activa la luz de bajo nivel de agua del panel de control también activa una campana de alarma de bajo nivel de agua (equipo opcional). Es posible que los requisitos de los códigos locales para algunos modelos exijan un reinicio manual de corte por bajo nivel de agua.

• Inicia y detiene la bomba de agua de alimentación para mantener el agua en el nivel de funcionamiento adecuado.

Corte por bajo nivel de agua auxiliar interrumpe el circuito para detener el funcionamiento del quemador en el caso de que el nivel del agua de la caldera baje a menos del punto maestro de corte por bajo nivel de agua. El tipo de reinicio manual requiere de reinicio manual para encender el quemador después de una condición de bajo nivel de agua.

Estos dos sistemas de seguridad (Uno principal y otro auxiliar) son de gran importancia para evitar que la caldera se quede sin agua teniendo esta la función de refrigerante interno para que no se deformen los materiales debido a las altas temperaturas. (CLEAVER-BROOKS, 2005)

4.1.2 Controles de temperatura del agua

1. Indicador de temperatura del agua: Indica la temperatura interna del agua en grados Fahrenheit y Celsius.

2. Control de límite de temperatura de trabajo: Interrumpe un circuito para detener el funcionamiento del quemador al subir la temperatura de la caldera a

un ajuste seleccionado. Se ajusta para apagar o encender el quemador en un ajuste de temperatura de trabajo preseleccionado.

3. Control de límite de temperatura alta: Interrumpe un circuito para detener el funcionamiento del quemador al subir la temperatura a un ajuste seleccionado. Se ajusta para apagar el quemador a una temperatura preseleccionada que esté por sobre el ajuste de control de funcionamiento. El control de límite de temperatura alta normalmente está equipado con un reinicio manual.

4. Control de temperatura de modulación: Detecta los cambios de la temperatura del agua de la caldera y transmite la información del motor de modulación para cambiar el régimen de encendido del quemador cuando el interruptor automático manual se ajusta en “automático”. (CLEAVER-BROOKS, 2005)

4.2 Control de la combustión

La regulación de la combustión es requerida para mantener constante la presión de vapor en la caldera. Sus variaciones se toman como una medida de la diferencia entre el calor que produce la caldera en forma de vapor y el calor que se suministra con la combustión.

El controlador de la presión de vapor ajusta la válvula de control del combustible, la señal procedente del caudal de aire es modificada por un relé de relación aire-combustible y pasa por un controlador que lo compara con la señal de caudal de combustible.

Si la proporción aire-combustible no es correcta se emite una señal al servomotor de mando del ventilador o a la válvula de mariposa, de modo que el caudal de aire es ajustado hasta que la relación aire-combustible sea la correcta.

4.2.1 Tipos básicos de control de combustión

Control todo o nada (ON-OFF)

Este dispositivo trabaja entre dos niveles de presión para suministrar y detener tanto el suministro de aire como la alimentación del combustible.

Control proporcional

Mantiene una presión constante de vapor asi como una combustión eficiente, la respuesta de presión de vapor es basada en la hipótesis de que el registro de aire en una posición dada suministrará aire para que el caudal dado de combustible, se mantenga una relación aire-combustible constante a través del rango de carga.

Control integral

Este tipo de control va un paso más allá del control proporcional, debido a que puede regular los caudales de aire y combustible., asi como las perdidas de tiro. La acción integral genera una señal proporcional al mantenimiento del error cuando más tiempo permanezca el error, mayor será la respuesta generada por la acción integral.

Por lo tanto el sistema de control integral funciona con una mayor precisión, lo cual es más conveniente en calderas que operan con cargas fluctuantes por largos periodos de tiempo.

4.2.2 Control de la llama

El control de llama es muy importante desde el punto de vista de seguridad en la operación de las calderas. Para que el funcionamiento de los quemadores sea correcto, estos necesitan que la llama producida por el combustible sea estable, de calidad y que además se mantenga en ciertas condiciones mientras se encuentra en marcha.

El control de la llama se efectua por medio de un controlador de presión (presuretrol), el que controla el suminitro de combustible y aire al quemador. El controlador de presión activa un motor eléctrico reversible que acciona la válvula de regulación de combustible y a la entrada del aire.

Existe un control adicional de seguridad mediante una celula fotoeléctrica, lo cual en caso de falla corta el suministro de combustible. El lente de la fotocélula debe mantenerse limpia, debido a la formación de hollín o polvo producirá una falsa información e inestabilidad de operación.

Mediante una falla en la llama, el sistema de protección debe actuar inmediatamente a través de detectores de llama para que el conjunto caiga en seguridad y evite la entrada de combustible sin quemarlo, deteniendo el proceso y eliminando de esta manera el peligro de su eventual encendido y explosión.

4.2.3 Programadores

Son dispositivos de control que se programan para detectar alguna falla mediante alarmas u otros tipos de señales.

4.3 Controles de Vapor

Los principales controles de vapor se detallana a continuación:

4.3.1 Indicador de presión

Indica la presión interna de la caldera.

4.3.2 Control de la presión máxima de operación

Interrumpe el circuito para detener la operación del quemador cuando la presión excede el ajuste seleccionado.

4.3.3 Válvula de prueba

Esta válvula permite que se escape el aire de la caldera durante el llenado y facilita la inspección rutinaria de la misma.

4.3.4 Válvulas de seguridad

Son válvulas de alivio que impiden la acumulación por sobre la presión de proyecto de la caldera. La instalación de una válvula es de suma importancia para su vida útil. Una válvula se debe montar en posición vertical para que la tubería de descarga y los drenajes se puedan conectar de manera correcta con el fin de impedir que se produzca una acumulación de contrapresión y de material ajeno alrededor de la zona del asiento de la válvula.

Generalmente, las válvulas de seguridad se ajustan a la presión de proyecto (Presión de diseño) o a una menor. La presión de trabajo es la presión en la cual funciona normalmente la caldera. La presión de trabajo normalmente se mantiene a un nivel menor a la presión de ajuste de las válvulas de alivio de presión para evitar su abertura frecuente durante el funcionamiento normal.

Figura 5: Válvula de seguridad o de alivio.

4.3.5 Válvula de retención

Evita la entrada del aire durante periodos de paralización.

4.3.6 Válvula de purga de aire

La válvula solenoide se abre simultáneamente con el cierre de la válvula solnoide de combustible cuando se apaga el quemador, permitiendo que el aire comprimido purgue el combustible de la boquilla del quemador y la tubería adyacente. Este combustible se quema con la llama que se está extinguiendo, la cual sigue quemando aproximadamente por 4 segundos depues que se cierra la válvula solenoide del combustible.

5. Termostatos

Este dispositivo de control consiste en un bulbo sensor que transmite las variaciones de temperatura detectadas en los contactos eléctricos contenido en su cuerpo principal. Entre los termostatos que pueden ser usado se encuentran:

Figura 6: Termostato

Termostatos del calentador de combustible

Percibe la temperatura del combustible y controla la apertura y cierre de la válvula solenoide del vapor para mantener la temperatura requerida del combustible.

Termómetro de la chimenea

Indica la temperatura de los gases de la combustión en la chimenea.

6. Presostatos

Son dispositivos de control de presión con el fin de proporcionar la seguridad operacional de las calderas, su función es limitar los excesos de presión de vapor actuando en combinación con el circuito eléctrico que se encuentra conectado con el motor del quemador.

Los presostatos también pueden ser usados en el circuito de combustible para detectar fallas por baja presión del combustible.

6.1 Presostatos de operación

6.1.1 Control de límite de presión de trabajo

Interrumpe un circuito para detener el funcionamiento del quemador al subir la presión de la caldera a un ajuste seleccionado. Se ajusta para apagar o encender el quemador en un ajuste de presión preseleccionado.

6.1.2 Control de límite de alta presión

Interrumpe un circuito para detener el funcionamiento del quemador al subir la presión de la caldera por sobre un ajuste seleccionado. Se ajusta para apagar el quemador a una presión preseleccionada que esté por sobre el ajuste de control de límite de funcionamiento. El control de límite de alta presión normalmente cuenta con un reinicio manual.

6.1.3 Control de presión de modulación

Detecta los cambios de presión de la caldera y transmite la información del motor de modulación para cambiar el régimen de encendido del quemador cuando el interruptor automático manual se ajusta en “automático”. (CLEAVER-BROOKS, 2005, pág. 14)

7. Panel de control y luces indicadoras

Las luces indicadoras que señalan las condiciones de demanda de carga, válvula de combustible, bajo nivel de agua e interrupción de la llama son estándar en los equipos, si una de estas se enciende la caldera no entrara en operación hasta ser arreglada la falla.

7.1 Alarma

La mayoría de las calderas modernas están equipadas con diversos aparatos de alarma. La alarma funciona cuando el nivel de agua esta bajo para llamar la atención del operador que deberá rectificar la condición de funcionamiento. Entre estas se encuentran los silbatos, que pueden ser instalados directamente sobre la caldera o a la columna hidrométrica y los tapones fusibles.

Los **tapones fusibles** consisten en un tapon de cobre perforado y sellado con una relación de bajo punto de fusión, enroscado en las paredes de la caldera con el objetivo de facilitar su reemplazo.

8. Equipos Auxiliares de caldera

Se denominó equipos auxiliares de caldera a los siquientes equipos que son:

- Tanque de alimentación de agua de caldera.
- Bomba de alimentación de agua de caldera.
- Ablandadores.
- Tanque diario de combustible.
- Bomba de combustible.
- Tanque de condensado
- Compresor de aire.
- Tanque de gas.
- Tanque de purgas de caldera.

Lo cual algunos de estos ya fueron descritos anteriormente.

8.1 Ablandadores de agua

Ablandador de agua para calderas

Es un equipo integrado compuesto generalmente por un tanque de resina, un tanque de sal y un controlador, en el cual la instalación de una válvula de control centralizada. También puedes encontrar que los llaman descalcificadoras o suavizadores de agua.

Los ablandadores de agua son cruciales para el pretratamiento del agua de caldera, a través de un proceso llamado **intercambio iónico**, los ablandadores

de agua eliminan los metales del agua dura y los reemplazan con iones de sodio, lo que resulta en agua ″más blanda″.

La razón por la cual los ablandadores de agua son tan importantes para tratar las calderas es porque el tratamiento inadecuado del agua es una de las principales causas de daños irreversibles en el tubo de la caldera. Para mantener su caldera funcionando de manera eficiente durante mucho tiempo, es fundamental que trate previamente el agua de la caldera con un ablandador de agua.

Los peligros del agua dura

El uso de agua demasiado dura en una caldera puede provocar el desarrollo de incrustaciones, lo que reduce la eficiencia del intercambio de calor y puede provocar la destrucción de la caldera. Los síntomas comunes de las calderas que usan agua no tratada también incluyen el sobrecalentamiento y una disminución en el caudal de la caldera.

Funcionamiento de ablandares de agua para calderas

Los ablandadores de agua ayudan a prevenir la acumulación de metales como magnesio y calcio en el agua. Estos metales se producen naturalmente, pero pueden causar problemas en la caldera si no se tratan.

Los ablandadores corren agua dura a través de un filtro de resina para reemplazar estos iones metálicos con iones de sodio, este proceso se llama intercambio iónico, los ablandadores de agua utilizan un tanque de salmuera para regenerar iones de sodio y drenar los iones metálicos del sistema.

Una vez que se completa este proceso, queda agua blanda tratada que es mucho más saludable para el sistema de caldera.

Como determinar el ablandador de agua adecuado para su sistema de caldera

Para seleccionar el ablandador de agua industrial adecuado para el sistema de caldera, se debe considerar algunas variables.

Primero, se debe determinar la dureza inicial del agua. Esto se puede realizar a través de pruebas. El agua cruda debe analizarse para determinar su dureza y PH, y el agua rural debe analizarse para determinar los niveles de manganeso y hierro.

Segundo, se debe tener en cuenta las características de la caldera, como el diámetro de la línea de alimentación y la presión del agua, la cantidad de agua procesada en un día o si el sistema requiere un ablandamiento de agua 24/7.

El tratamiento del agua de una caldera de vapor o agua caliente es fundamental para asegurar una larga vida útil libre de problemas operacionales, reparaciones de importancia y accidentes. El objetivo general del tratamiento de agua es evitar problemas de corrosión e incrustaciones, asegurando la calidad del agua de alimentación y del agua contenida en la caldera.

Figura 7: Ablandadores de agua.

8.2 Compresor de aire

Un compresor es una máquina de fluido que está construida para aumentar la presión y desplazar cierto tipo de fluidos llamados compresibles, tales como gases y vapores. Esto se realiza a través de un intercambio de energía entre la máquina y el fluido, en el cual el trabajo ejercido por el compresor es transferido a la sustancia que pasa por él convirtiéndose en energía de flujo, aumentando su presión y energía cinética impulsándola a fluir.

En relación a las calderas, el compresor tiene la función de suministrar aire al quemador para que pueda existir combustión. También utilizamos el aire comprimido a alta presión para la apertura y cierre de válvulas neumáticas involucradas en el proceso.

Figura 8: Compresor de aire.

8.3 Tanque de purgas de Caldera

El agua de alimentación de caldera contiene sólidos disueltos, procedentes de la propia agua y de los productos químicos para su tratamiento. Durante la evaporación, la concentración de total de sólidos disueltos (TDS) en la caldera aumenta. Si no se controlan, se producirá espuma en el espacio vapor. Que causan arrastres y la contaminación del vapor transportado por el sistema. Estos productos se depositan en las superficies de calentamiento y en equipo auxiliar afectando la eficiencia y productividad de la planta.

Los sólidos en suspensión también pueden causar problemas ya que se depositan en el fondo de la caldera. Si no se controlan, eventualmente se acumularían hasta un nivel peligroso. Todas las calderas de vapor incorporan una salida en el punto más bajo para eliminar periódicamente los sólidos precipitados, conocida como purga de fondo. Se requiere una descarga breve y súbita para una eliminación eficiente, que se consigue abriendo una válvula de gran paso que elimina grandes cantidades de agua de caldera.

Los tanques de purga de caldera recogen todas las purgas realizadas en la caldera ya sea de superficie o de fondo, son diseñados para remover de una manera segura los sólidos que causan sarro en calderas de vapor de proceso. (SpiraxSarco, s.f.)

9. Distribución de la red de vapor

La red de distribución de vapor en conjunto con los reguladores de presión y temperatura consisten en la parte central de una instalación para la generación de vapor, lo cual esta va a conducir el vapor generado por la caldera hacia los diferente puntos de demanda existentes en el proceso.

También se debe tomar en cuenta que en las mejoras del sistema después de la generación de vapor se encuentran: operación, mantenimiento y el sistema de distribución.

En algunas ocaciones se originan fugas y equipos funcionando inadecuadamente (descontrol), por lo tanto se tienen perdidas de vapor, por lo que en esta área nos permite recuperar calor a través del uso de trampas, retorno de condensado e intercambiadores de calor.

El aire y la humedad son elementos indeseables para el vapor, debido a que el aire disminuye la temperatura del vapor, y la humedad disminuye el poder calorífico.

Un sistema de vapor esta compuesto por los siguientes elementos:

1. Generador de vapor, se compone de la caldera y equipos auxiliares.
2. Distribución de vapor, está integrada por la tuberías que transportan al vapor desde la generación hasta el usuario,se incluye los cabezales de distribución de vapor, asi como otros elementos de control.
3. Usos del vapor, son aquellos equipos y operaciones que utilizan el vapor.
4. Retornos de condensado, este sistema recolecta el condensado del vapor tanto de las líneas de vapor como de los equipos que utilizan el vapor.

9.1 Factores para dimensionar la red de distribución de vapor

Para dimensionar las tuberías de vapor se debe tomar en cuenta los siguientes puntos:

- Si la tubería es subdimensionada provocará altas caídas de presión y elevadas velocidades que causarían exceso de ruido y erosión.
- Si la tubería es sobredimensionada tendría un costo muy alto y por consecuente pérdida de calor.

Cuando las tuberías de vapor no son dimensionadas e instaladas correctamente, el vapor no llega a los equipos consumidores a las condiciones de presión y temperatura deseadas, formando golpes de ariete y erosiones en las mismas, por lo tanto es necesario conocer ciertos factores indispensables para un correcto funcionamiento.

Caudal másico

Es la cantidad de vapor que fluye a través de la tubería de vapor que se desea dimensionar.

Presión de vapor

Es aquella presión que se registra al inicio de la tubería que se va a dimensionar.

Caída de presión máxima admisible

Es la máxima caída de presión que se puede admitir en el tramo de la tubería que se esta dimensionando.

Longitud total de la tubería

Es la longitud de la tubería más la longitud equivalente por la presencia de accesorios en la misma.

9.2 Distribución de las Tuberias de Vapor

La distribución de las tuberías de vapor depende de la cantidad de equipos que operan con vapor y de su ubicación dentro de la planta. Deberá elegirse la distribución más óptima que de tal modo se asegure un buen funcionamiento del sistema y no se produzcan caídas de presión, evitar pérdidas excesivas de calor y minimizar los costos de instalación.

Manifold principal de distribución de vapor

El manifold principal es muy importante debido a que reparte la carga a todos los consumidores, la tubería principal de salida de vapor de la caldera llega al manifold y desde ese punto se reparte a toda la planta.

Al salir el vapor de la caldera llenara primero el manifold y luego podremos repartirlo de forma paulatina a los consumidores de la planta.

Figura 9 : Distribuidor principal de vapor.

Válvula de globo

Para aplicaciones de agua, agua sobrecalentada, vapor, fluidos industriales, gases e hidrocarburos, se caracterizan por su baja caída de presión.

Se usan en manifold de vapor para regular de manera paulatina el flujo del mismo.

Tubería Acero al carbón ASTM A-53:

El acero al carbono es acero donde el principal componente de aleación intersticial es el carbono. El Instituto Americano del Hierro y el Acero (AISI) define el acero al carbono como el siguiente: "Se considera que el acero es acero al carbono cuando no se especifica ni se requiere un contenido mínimo de cromo, cobalto, molibdeno, níquel, niobio, Titanio, tungsteno, vanadio o circonio, o cualquier otro elemento que se añada para obtener un efecto de aleación deseado; Cuando el mínimo especificado para el cobre no supere el 1, 04 por ciento; O cuando el contenido máximo especificado para cualquiera de los siguientes elementos no exceda los porcentajes observados: manganeso 1, 65, fósforo 0,05, azufre 0,060.

La tubería ASTM A53 (también conocida como tubería ASME SA53) está diseñada para aplicaciones mecánicas y de presión y también es aceptable para usos ordinarios en líneas de vapor, agua, gas y aire. Es adecuado para la soldadura, y es adecuado para las operaciones de formación de bobinado, plegado y rebordeado, con sujeción a ciertas cualificaciones.

9.3 Aislante térmico de la tubería de vapor

Se debe tomar en cuenta que el aislamiento no elimina la transferencia de calor, simplemente la reduce, entre mas grueso sea el aislamiento, menor será la transferencia de calor, pero también más elevado el costo del aislamiento.

9.3.1 Características del aislante de la tubería de vapor

- El aislante debe tener alta resistencia a la transferencia de calor.
- El material aislante debe ser capaz de soportar le temperatura máxima de operación del fluido que circula por la tubería.
- El aislante debe acoplarse adecuadamente sobre la superficie de la tubería y formar una buena unión.
- De preferencia el aislante debe ser impermeable, caso contrario, debe ser protegido con un revestimiento si fuese necesario.
- Además debe ser el material aislante un medio de protección personal, debe promover la conservación ambiental,.
- El material aislante debe ser de fácil adquisición en el mercado.

9.3.2 Materiales de aislantes[4]

Los tipos de materiales de aislantes comúnmente utilizados en sistemas de generación de vapor, se encuentran:

- Fibra de vidrio.
- Silicato de calcio.
- Vidrio espumado.
- Poliestireno.
- Poliuretano.
- Elastomérico.
- Perlita expandida.
- Etc.

[4] Distribución de Vapor y Retorno de Condensado, Diplomado en Calderas (UNI-2020)

Aislante fibra de vidrio

Es un termoaislante hecho a partir del estado de fusión de una mezcla de arenas con alto contenido de sílice, según su proceso de manufactura se presenta en dos formas:

Con aglutinantes orgánicos; poseen estructura propia y preforma. Dan lugar a medias cañas y placas rígidas y semirrígidas. Tienen baja conductividad térmica, facilidad de corte, baja capacidad para recuperar su forma, baja resistencia al impacto y a la compresión, buena estabilidad dimencional, bajos costos de instalación y buena absorción de ruido. Se debenproteger contra interperie y abuso mecánico, su temperatura máxima de aplicación es hasta 727 ^{0} K (454 ^{0} C).

Con aceites minerales; evitan abrasión entre fibras y que dan lugar a colchonetas. Tienen baja conductividad térmica, facilidad de corte , alta resiliencia, baja resistencia al impacto y a la compresión, buena estabilidad dimensional, bajos costos de instalación y buena absorción de ruido. Se deben proteger con recubrimiento contra interperie y abuso mecánico. Su temperatura máxima de aplicación es hasta 728 ^{0} K (454 ^{0} C).

Aislante de Silicato de Calcio

Es un termoaislante angular, hecho a partir de silicato de calcio hidratado, reforzado con fibras orgánicas e inorgánicas y moldeado en formas rígidas. Su rango de temperatura de servicio es de 308 ^{0} K (35 ^{0} C) hasta 1088 ^{0} K (815 ^{0} C). Es un material que absorbe agua, por lo que se recomienda para su uso en aplicaciones a temperaturas superiores 710 ^{0} K (250 ^{0} C). Debe poder secarse sin deterioro de sus propiedades físicas originales. Tiene pobre estabilidad dimensional. Es no combustible y debe colocarse con recubrimiento protector.

Aislante de Vidrio espumado

Es un termoaislante celular, rigido sin aglutinates ni fibras de refuerzo. Se presenta en formas de medias cañas, placas, segmentos curvos y preformados para accesorios de tuberías. Su temperatura máxima de aplicación es hasta 755 ^{0} K (482 ^{0} C). Posee una densidad media, baja resistencia a la abrasión, facilidad de corte, total impermiabilidad al agua y al vapor, no absorbe fluidos potencialmente peligrosos, resiste a los ácidos, susceptibles en medios alcalinos, buena estabilidad dimensional y alta resistencia a la compresión (689 Kpa) (7 Kg/cm2). Puede instalarce sin enchaquetado metálico y en istalaciones subterráneas.

Aislante de Poliestireno

Es un termoaislante celular producido a partir del espumado de polímeros plásticos que dan lugar a un material rígido de celda cerrada. Disponible en medias cañas y placas. Su temperatura máxima de aplicación es hasta 353 ^{0} K (80 ^{0} C). No contiene clorofluorocarbonos. Es un material ligero de excelentes características de corte e impermeable al agua. Es combustible, aunque se puede producir como autoextinguible. Requiere barrera de vapor y protwccion contra interperie. Es económico en istalaciones de baja temperatura.

Aislante de Poliuretano

Es un termoaislante celular producido a partir del espumado de polímeros plásticos que dan lugar a un material rígido de celda cerrada. Disponible en medias cañas, placas y espumado en sitio. Su temperatura máxima de aplicación es hasta 383 ^{0} K (110 ^{0} C). Contiene clorofluorocarbonos, es un material ligero de excelentes características de corte e impermeable al agua. Su formulación varía con cada fabricante.

Aislante de Elastomérico

Es un termoaislante celular producido a partir de la mezcla de resinas espumadas y hules sintéticos. Disponible en tubos preformados y hojas. Su temperatura máxima de aplicación es hasta 377 ^{0} K (104 ^{0} C). Posee baja permeabilidad al agua y al vapor de agua, facilidad de corte e instalaciones, buena resistencia al ozono, y resiliencia. Es combustible, autoextenguible y económico en istalaciones a baja temperatura, no contiene clorofluorocarbonos.

Aislante de Perlita expandida

Es fabricada a partir de un mineral silicato complejo, de tipo ígneo llamado ″perlita″, cuya forma granular se expande por la explosión que produce la humedad contenida en la molécula al exponerse a una alta temperatura repoentina. El producto expandido de la perlita crea una estructura celular de celdas de aire rodeadas de material vitrificado. Se refuerza con fibras inorgánicas para dar lugar a placas, medias cañas y segmentos curvos. Es repelente al agua, otorga facilidad de corte, no corroe al acero inoxidable sujeto a esfuerzo; de densidad media, es dimensionalmente estable e incombustible. Se protege con enchaquetado de aluminio. Su temperatura máxima de aplicación es hasta 922 ^{0} K (649 ^{0} C).

10. Distribución de las Tuberias de Retorno de Condensado

Una vez que el vapor ha cedido el calor requerido en el proceso, retorna en forma de condensado mediante un sistema de retorno de condensado.

El calor que contiene el condensado, incluso depues de haverse aprovechado se puede utilizar como agua caliente de proceso, pero la mejor opción es devolverlo al tanque de alimentación de caldera, donde puede ser utilizado sin antes pasar por un proceso de tratamiento con lo que se ahorra gastos operacionales (combustible, agua de reposicion y costos de tratamiento de agua).

11. Trampas de Vapor

Una trampa de vapor es un dispositivo que retiene el vapor para separarlo del condensado asi como del aire y otros gases. Siendo las trampas de vapor muy indispensables para el drenaje del condensado en los sitemas de vapor.

11.1 Funciones de las Trampas de Vapor

- Drenar el condensado formado.
- Eliminar el aire y los gases incondensables.
- Eliminar cualquier suciedad presente en el vapor y condensado.
- No permite el escape del vapor.

11.2 Aplicaciones de las Trampas de Vapor

- Estas deberán ser instaladas en lugares tales como:
- Donde el vapor indirectamente calienta un liquido a través de una superficie metálica.
- Donde el vapor calienta un sólido a través de una superficie metálica.
- Donde el vapor calienta indirectamente el aire a través de superficies metálicas.
- Donde el vapor calienta directamente materiales sólidos.

11.3 Clasificación de las Trampas de Vapor

Las trampas de vapor se clasifican de acuerdo a su aplicación industrial.

11.3.1 Trampas de tipo Termostática

Estas trampas identifican el vapor y el condensado mediante la diferencia de temperatura a la cual opera sobre un elemento termoestatico, el condensado debe enfriarse por debajo a la temperatura del vapor antes de ser eliminado, estas son de tipo bimetálico.

11.3.2 Trampas de tipo Mecánicas

Estos tipos de trampas operan mecánicamente por la diferencia de densidad entre el vapor y el condensado , entre estas se pueden señalar las trampas combinadas de flotador termoestaticos y las trampas de cubeta invertida.

11.3.3 Trampas de tipo Termodinámicas

Estas trampas trabajan por la diferencia de la velocidad entre el vapor y el condensado, la válvula consiste en un disco que cierra con alta velocidad del revaporizado y abre con la baja velocidad del condensado.

Normativa de distanciamiento de instalación entre trampas de vapor

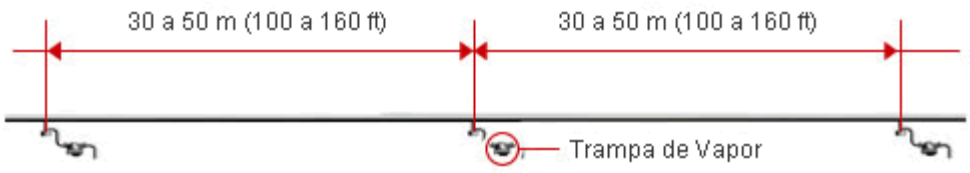


Figura 10: Normativa de distanciamiento de instalación entre trampas de vapor.

12. Diseño Metodológico

12.1 Tipo de investigación

Enfoque Aplicado:

En esta sección se describen las fases de este trabajo monográfico para cumplir con los objetivos planteados.

12.2 Recopilación de datos

Las metodologías que utilizamos para la recopilación de datos fueron la entrevista, inspección de registros y observación.

Visitamos las instalaciones de Ganadería Integral S.A, con el objetivo de realizar un levantamiento de campo, los responsables de la planta nos mostraron donde ellos deseaban instalar la caldera con todos sus equipos auxiliares, procedimos a medir el terreno con el objetivo de determinar si era posible la instalación en términos de área del sitio.

Los equipos auxiliares ya se encontraban en la planta, apuntamos los datos de placa de los equipos, solicitamos la ficha técnica y manuales de instalación del fabricante de cada uno de ellos.

12.3 Elaboración de planos de ubicación en planta

Utilizando las dimensiones obtenidas anteriormente y analizando los datos de fichas técnicas de los equipos, procedimos a elaborar los planos de ubicación cumpliendo con las normas de instalación del MITRAB que anteriormente estudiamos.

12.4 Determinar si los equipos auxiliares de caldera adquiridos por la empresa son adecuados para su funcionamiento

Solicitamos al jefe de planta los datos técnicos de los cocedores (consumidores de vapor), los cuales forman parte del proceso de Rendering, y en base a ellos determinaremos si la caldera cumple con la capacidad para el suministro de vapor de los mismos.

Conociendo los datos técnicos de la caldera determinamos si los equipos auxiliares fueron seleccionados correctamente para el funcionamiento adecuado de la misma.

12.5 Análisis y elaboración de planos de interconexión de la caldera a los equipos auxiliares

Antes de la conexión de equipos auxiliares a la caldera realizamos levantamientos de campo y planos de ubicación los cuales fueron previamente aprobados por Ganadería Integral S.A.

Cálculo de demanda calorífica de cocedores:

Con el objetivo de determinar si nuestra caldera de 500 BHP tiene la capacidad necesaria para alimentar dos cocedores realizamos el siguiente calculo de demanda colorifica:

Como datos tenemos un caudal total es de 100 GPM, capacidad de los cocedores de 4500 Kg por batch, el tiempo de batch es de 2 horas y una diferencia de temperatura de 30 ℃ hasta 80 ℃.

La potencia requerida se calcula de la siguiente formula,

$$Q = m\ CP\ \Delta T$$

Donde, $Cp = 4.18\ {}^{Kj}/_{Kg℃}$, Calor específico del agua.

$$m = 100\ \frac{gal}{min} * 3.785\ \frac{L}{gal} * 1\ \frac{Kg}{L} * 60\ \frac{min}{h}\ = 22{,}710\ \frac{Kg}{h}$$

$$Q = \left(\ 27{,}252\ \frac{Kg}{h}\right) * \left(4.18\ \frac{Kj}{Kg℃}\right) *\ (60 - 25)\ ℃$$

$$Q = 4{,}746{,}390\ \frac{Kj}{h}$$

$$1\ \frac{Kj}{h} = \frac{1\ BTU}{1.085\ Kj}\ ; \qquad Q =\ 4{,}374{,}552.9\ \frac{Kj}{h} * \frac{1\ BTU}{1.085\ Kj}$$

$$Q = 4{,}374{,}552.9\ \frac{BTU}{h}$$

$$Donde, 1\ \frac{BTU}{h} = 3x10^{-5}\ BHP$$

Entonces, $Q = 4{,}374{,}552.9\ \frac{BTU}{h} *\ 3x10^{-5}\ \frac{BHP}{\frac{BTU}{h}}$

Resultando, $Q = 132\ BHP$

Como se encuentran 2 cocedores la potencia obtenida se multiplica x2, dando como resultado una potencia Q = 264 BHP

A esta potencia se le agrega un 20 % por factor de seguridad, debido a las perdidas por radiación y convección en las tuberías y en los accesorios.

$Q = 264\ BHP + 20\%\ = 317\ BHP$

En conclusión, con una potencia de 317 BHP, nuestra caldera estaría a un 62% de su capacidad total, la compañía desea instalar en el futuro dos tanques el calentamiento de sebo, además de instalar cuatro estaciones para lavado de suelo a una presión y temperatura adecuada para su manipulación mediante el personal y evitar accidentes.

12.5.1 Diseño de conexión de equipos auxiliares – caldera

- **Diseño de conexión de tanque de bunker – caldera**

El tanque de bunker principal ubicado en planta tiene una capacidad de 6,000 galones el cual tiene múltiples usos, como método de control de consumo de combustible se le solicito a Ganadería Integral S.A el suministro de un tanque diario de Bunker de uso exclusivo para el área de RENPRO y como única fuente de alimentación de la caldera Cleaver Brooks de 500 BHP, nos pusieron a nuestra disposición un tanque de 1,000 galones que fue seleccionado bajo sus criterios de cálculo.

El tanque principal está ubicado a 100 metros de nuestro tanque diario de bunker por lo que instalamos una bomba marca **VIKING PUMP** de 3HP con un diámetro de descarga de 2 ½" para su llenado, el tramo de tubería tiene una distancia relativamente larga por lo cual en lapsos de paro de caldera el bunker puede endurecerse en la línea, dadas las circunstancias instalamos un sistema Steam Tracing con tubería de cobre de 5/8" sobre toda la trayectoria del bunker para poder calentar la tubería cuando se deseara reanudar el proceso y evitar bunker sólido en la línea.

Con la necesidad de evitar un sobrellenado del tanque diario y un episodio de bajo nivel de combustible en caldera fue necesario instalar sensores de bajo y alto nivel los cuales le dan señales Start-Stop a la bomba ubicada al pie del tanque principal de 6,000 galones según las demandas de nuestro tanque diario.

Para mantener una temperatura de almacenamiento del bunker en el tanque diario fue necesaria la instalación de un serpentín interno de acero inoxidable el cual fue fabricado bajo nuestros criterios de cálculo, este es alimentado con vapor de la misma caldera, tiene una entrada de vapor y una salida de condensado, por el lado de la entrada de vapor colocamos un manómetro para monitorear presión de entrada de vapor seguida por una válvula reguladora y un segundo manómetro para poder mantener una presión adecuada de entrada y

proteger el serpentín, colocamos una válvula solenoide accionada con un control de temperatura insertado en el tanque, esto para mantener las propiedades correctas en el bunker para su bombeo a la caldera, por el lado de la salida de condensado incluimos una trampa termodinámica de ½" para el desalojo adecuado del agua formada en el serpentín.

Teniendo ya Bunker en condiciones óptimas en nuestro tanque diario lo siguiente es hacerlo llegar a la caldera para esto instalamos una bomba de recirculación de bunker la cual se encarga de extraer el combustible y llevarlo al calentador, el diámetro de descarga de la bomba es de 1 ½" pero debimos ampliar la tubería a 2" de diámetro el cual es el requerido por el quemador.

Esta bomba también tiene la función de recircular el bunker no utilizado por la caldera y retornarlo al tanque diario, este ciclo es continuo y elimina perdidas económicas.

Habiendo finalizado este proceso estamos seguros de que tenemos suministro de combustible en nuestro equipo de generación de vapor de 500 BHP.

- **Diseño de conexión de tanque de gas – caldera**

Para poder obtener llama en nuestro quemador de la caldera es necesario suministro de **gas butano**, por lo que nos encargamos de la instalación tanque-caldera, utilizamos una tubería ASTM A-53 cedula 40 roscada ya que en realizar trabajos de soldadura en sitio aumenta el riesgo de trabajo, instalamos la tubería desde el tanque a la entrada de la caldera, colocamos una válvula reguladora de presión de primera etapa con sus respectivos manómetros de entrada y salida para el debido control, a la entrada de la caldera colocamos una válvula reguladora de presión de segunda etapa para obtener la presión óptima de entrada al equipo.

- **Diseño de conexión de tanque de agua de alimentación – caldera**

Ganadería integral S.A nos proporcionó dos bombas seleccionadas por sus ingenieros mexicanos con el fin de mandar agua del tanque de alimentación a la caldera, el correcto funcionamiento del sistema de agua es una bomba en funcionamiento y la otra en Stand By, instalamos Filtros “Y” acero al carbón a la succión de ambas bombas para evitar partículas disueltas en el sistema, así como también válvulas check a la descarga para que no haya retornos de líquido y provoque daños a los equipos.

- **Diseño de conexión de ablandadores-tanque de aguas de alimentación**

En esta etapa de instalación solamente nos encargamos de conectar los ablandadores al tanque de agua de alimentación de la caldera con una tubería ASTM A-53 Ced 40 de 1″ de diámetro con sus debidas válvulas de bola para controlar el paso y cierre del fluido hacia el tanque, la dimensión de la tubería fue determinada en conformidad de la entrada del tanque.

Tratamiento de agua de alimentación

El suministro de agua para la planta de rendering proviene de un pozo, posee muchas impurezas que podrían causar daños en la caldera, equipos auxialiares, tuberías y el producto final no tendría la calidad deseada.

Mediante ensayos químicos del agua se determinó la cantidad de ppm de metales y sedimentos del agua, asi como PH de la misma, estos resultados nos permitieron seleccionar los siguientes ablandadores de agua y químicos:

Características del ablandador

Ablandador de agua modelo AF-50[5].

- Resina de intercambio iónico: 50 litros.
- Conexión (pulgadas): 1″.
- Programación automática digital, con regeneración por tiempo o caudal.
- Tanque de polipropileno reforzado en fibra.
- Resina de intercambio iónico.
- Tanque y válvula de salmuera de polipropileno.
- Temperatura máxima de operación: 40 ^{0} C
- Presión de operación: 25 - 75 psi.
- Caudal de servicio: 0.75 - 1.5 m3/h.
- Cuerpo de tanque de resina: 25 x 137 cm.
- Consumo de sal: 13 Kg.

El agua de alimentación de la caldera debe mantener unos estándares adecuados para su correcto funcionamiento, por lo tanto se instaló la siguiente bomba dosificadora de agua utilizando los químicos recomendados.

A la succión de la bombas de agua de alimentación se hizo un inserto de tubería de 3/8″ para conectar la siguiente bomba dosificadora de quimicos:

Características de bomba dosificadora de químicos marca MILTON ROY

- Bomba dosificadora de diafragma accionada por EPU.
- Capacidad de: 0 – 26 litros por hora.
- Presión máxima: 10.3 bar.
- Carcasa IP65.

[5] Características de ablandador de agua para calderas modelo PROWAT AF-50. Información obtenida de: https://www.prowat.cl/product/ablandadores-de-agua/

Especificaciones de bomba dosificadora de químicos marca MILTON ROY[6]

- Serie B
- Tipo: liquiPro con válvula de 4 funciones.
- Control: control manual dual (carrera y frecuencia).
- Capacidad: 1.6 GPH.
- Presión máxima: 150 psi
- Materiales del extremo líquido: PVC / Cer / PTFE / Polyprel.
- Tipo de conexión: tubería PE de 3/8″ de diámetro externo.
- Tipo de cabeza: cabeza moldeada.
- Eléctrico: 110 / 120 VCA.
- Peso: 15 libras.

Químicos recomendados

VAPEN – 300

Es un producto integral anticrustante, anticorrosivo formulado a base de termopolímeros dispersante de alto rendimiento, polifosfato, sulfito catalizado. Es un tartamiento especial diseñado contra la formación de incrustaciones y corrosiones en calderas formulado a base de polifosfatos de alta pureza, sulfito catalizado y termopolímeros sintéticos de alto rendimiento. (SERQUIMSA, s.f.)

VAPEN – 230

Es un producto a base de termopolímeros sintéticos que controlan los depósitos de la caldera, manteniendo en suspensión las impurezas dañinas, evitando que puedan acumularse en los tubos de la misma. (SERQUIMSA, s.f.)

[6] Bomba dosificadora de productos químicos. Información técnica obtenida de: https://www.purificadoragua.tododeagua.mx/filtro/bombas-dosificadoras-productos-quimicos-bomba-dosificadora-de-quimicos-lmi-b111-398si-150-psi-16-gph-b111-398si-milton-roy.html

12.5.2 Diseño de conexión caldera – red de vapor

- **Cálculo del diámetro de tubería principal de vapor y diseño de conexión caldera – manifold principal**

Para determinar el diámetro principal se necesitan los siguientes parámetros[7].

- Velocidad del flujo ($^{m}/_{s}$). C
- Volumen específico ($^{m^3}/_{Kg}$) v
- Caudal másico ($^{Kg}/_{s}$) m
- Caudal volumétrico ($^{m^3}/_{s}$) V= m * v

A partir de esta información, se puede calcular la sección (A) de la tubería. Por consiguiente:

$$Sección\ (A)\ = \frac{\text{Caudal volumétrico (V)}}{\text{Velocidad del flujo (C)}}$$

$$Donde\ la\ Sección\ (A)\ = \frac{\pi D^2}{4}\ = \frac{\text{V}}{C}$$

Esta fórmula puede arreglarse para despejar el diámetro de la tubería.

$$D^2 = \frac{4V}{\pi C}$$

$$D^2 = \sqrt{\frac{4V}{\pi C}}$$

La ecuación resultante nos proporcionara el diámetro de la tubería.

[7] GUIA DE REFERENCIA TECNICA, DISTRIBUCION DEL VAPOR, SPIRAX SARCO. Obtenido de https://jrguezs.webs.ull.es/tecnologia/tema2/distrib_vapor.pdf

Se estableció una presión de 100 PSI, según la demanda principal de los consumidores por lo tanto tenemos un generador de vapor (caldera) de una capacidad de 500 BHP, y una velocidad recomendada de 25 m/s.

$$1\ BHP\ = 15.65\ {}^{Kg}/_{h}$$

$$De\ tal\ manera, el\ caudal\ másico(m) =\ 500BHP * \frac{15.65\ {}^{Kg}/_{h}}{1\ BHP}\ = 7825\ {}^{Kg}/_{h}$$

$$caudal\ másico(m) = \frac{7825\ {}^{Kg}/_{h}}{3600\ {}^{s}/_{h}} = 2.17\ {}^{Kg}/_{s}$$

$$Caudal\ \text{volumétrico (V)} = m * v$$

$$donde, (v) es\ el\ volumen\ específico\ del\ vapor\ a\ 100\ PSI$$

$$resultando, v\ = 0.242973\ m^3/Kg$$

$$Caudal\ \text{volumétrico (V)} = 2.17\ {}^{Kg}/_{s} *\ 0.242973\ m^3/Kg$$

$$Caudal\ \text{volumétrico (V)} = 0.527\ m^3/s$$

Por lo tanto:

$$Sección\ (A)\ = \frac{\text{Caudal volumétrico (V)}}{\text{Velocidad del flujo (C)}}$$

$$\frac{\pi D^2}{4}\ = \frac{0.527}{25}$$

$$D^2 = \frac{4 * 0.527}{\pi * 25}$$

$$D^2 = \sqrt{\frac{4 * 0.527}{\pi * 25}}$$

$$D = 0.164\, m \approx 164\, mm \approx 6.45\, in$$

El diámetro obtenido es de 6.45 in, por lo tanto, en el país las unidades de diámetros de tuberías de acero al carbón son en unidades inglesas, por consiguiente, por factor de diseño se selecciona el diámetro posterior que es de **8 in**.

En nuestro caso la caldera por diseño tiene una tubería de salida de vapor con un diámetro de 8 in, este diámetro se conservó desde el distribuidor de vapor principal hasta el distribuidor de vapor secundario.

La salida de vapor de la caldera se encuentra en la superficie de la misma, realizamos una conexión con una tubería ASTM A-53 Ced. 40 Ø 8" respetando las dimensiones de salida de vapor de la caldera y la entrada principal de vapor del Manifold ya establecidas, estas conexiones se hicieron con bridas clase 300 soldadas previamente a los extremos de la tubería, también instalamos una válvula check en la línea parta evitar retornos.

- **Diseño de conexión del manifold principal – manifold secundario**

Teniendo suministro de vapor en el manifold principal procedimos al montaje de la línea de distribución principal hasta un segundo manifold donde se hará la distribución independiente a nuestros equipos consumidores (Cocedor #1 y #2), la línea principal es una tubería ASTM A-53 Ø 8" Ced 40 con su respectiva válvula de gaveta bridada clase 300, la tubería termina en una bota de condensado que consta de un dreno de línea conformada por una tubería ASTM A-53 Ø 1/2" Ced 40 para evacuar condensado y evitar humedad en los equipos

consumidores, los operadores deben drenarla diariamente al terminar el proceso mediante una válvula de bola instalada al alcance de una persona promedio.

Esta línea principal de vapor supera los 60 metros de longitud por lo que instalamos cada 30 metros estaciones de trampas de condensado (Trampa termodinámica ½") para el debido dreno de la línea , para evitar un gasto de energía adicional y elevar costos de producción dirigimos el condensado a la tubería principal de retorno al tanque de alimentación de agua de caldera , este condensado tiene temperatura lo cual permite mantener caliente el agua de alimentación y disminuir demanda de vapor para calentarlo que al final se traduce en costos operativos.

- **Calculo de diámetro de tubería de vapor y diseño de conexión del manifold secundario – cocedores**

Tenemos como datos técnicos los cocedores tienen una demanda de 4500 Kg de vapor por cada batch y el tiempo por batch es de 2 horas.

Según la velocidad recomendada para una presión de 100 Psi: (25-40) m/s, como se encuentra una reducción de tuberías por diseño se toma una velocidad de 40 m/s.

$$Caudal\ másico(m) = \frac{4500\ Kg}{2\ h} = 2250\ {}^{Kg}/_{h}$$

$$Caudal\ másico(m) = \frac{2250\ Kg}{3600\ s} = 0.625\ {}^{Kg}/_{s}$$

$$Caudal\ \text{volumétrico (V)} = m * v$$
$$donde, (v) es\ el\ volumen\ específico\ del\ vapor\ a\ 100\ PSI$$
$$resultando, v\ = 0.242973\ m^3/Kg$$

$$Caudal\ \text{volumétrico (V)} = 0.625\ {}^{Kg}/_{s} *\ 0.24\ m^3/Kg$$

$$Caudal \text{ volumétrico (V)} = 0.15\ m^3/s$$

Por lo tanto:

$$Sección\ (A)\ = \frac{\text{Caudal volumétrico (V)}}{\text{Velocidad del flujo (C)}}$$

$$\frac{\pi D^2}{4} = \frac{0.15}{40}$$

$$D^2 = \frac{4 * 0.527}{\pi * 25}$$

$$D^2 = \sqrt{\frac{4 * 0.15}{\pi * 40}}$$

$$D = \ 0.069\ m\ \approx 69.09\ mm\ \approx 2.72\ in$$

En conclusión, por factor de diseño se selecciona el diámetro superior que sería de **3 in**, dando como resultado la equivalencia al diámetro de entrada de los cocedores manteniendo su diámetro de diseño del fabricante.

El manifold secundario cuenta con dos salidas de vapor de Ø 3" y dos salidas adicionales sin uso las cuales le colocamos tapones macho roscados de Ø 2", en las salidas de Ø 3" colocamos líneas independientes con tuberías ASTM A-53 Ced 40 con dirección al cocedor #1 y #2 respectivamente , colocamos válvulas de gaveta clase 150 de apertura y cierre de línea, adicionalmente instalamos trampas de condensado para la debida evacuación del mismo de las líneas mencionadas, las líneas de las trampas fueron dirigidas a la línea de retorno de condensado del tanque de alimentación de agua de caldera para la recuperación de energía calorífica.

- **Selección del aislamiento térmico**

Como aislante térmico se determinó del material de fibra de cerámica, por sus características de baja conductividad térmica, alta resistencia a la tracción y resiliencia, así como resistencia a choques térmicos y ataques químicos. Lo cuál fueron aisladas las tuberías de vapor y condensado determinando el espesor correspondiente por medio de tabla.

Se desea conseguir una temperatura de cara fría de 25 grados centrigrados, por lo tanto utilizando tablas se ha determinado que para todas las tuberías de la red de vapor y condensado es necesario 3” de espesor.

Para el enchaquetado se va utilizar lámina de acero inoxidable de 2 mm de espesor, este material ha sido seleccionado debido a las altas probalidades de corrosión por estar a la intemperie y por posibles fugas de condensado.

Espesor recomendado para aislante térmico de fibra de cerámica

Diámetro nominal	Temperatura de operación en grados Fahrenheit				
Tubería en pulgadas	100 - 199	200 - 299	300 - 399	400 - 499	500 - 599
0.50	0.50	1.00	1.50	2.00	2.50
0.75	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00
1.00	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00
1.50	1.00	1.50	2.50	3.00	3.00
2.00	1.00	2.00	3.00	3.00	3.00
2.50	1.00	2.00	3.00	3.00	3.00
3.00	1.50	2.50	3.00	3.00	3.00
4.00	1.50	2.50	3.00	3.00	3.50
5.00	1.50	2.50	3.00	3.00	4.00
6.00	1.50	3.00	3.00	3.50	4.00
8.00	1.50	3.00	3.00	3.50	4.50
10.00	1.50	3.00	3.00	4.00	4.50
12.00	1.50	3.00	3.50	4.00	5.00
14.00	1.50	3.00	3.50	4.00	5.00
16.00	1.50	3.00	3.50	4.00	5.00
18.00	1.50	3.00	3.50	4.50	5.00
20.00	2.00	3.00	3.50	4.50	5.00
24.00	2.00	3.00	4.00	4.50	5.50
30.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00
36.00	2.50	4.50	6.00	7.50	9.00

12.5.3 Diseño de conexión de red de condensado – tanque de condensado

- **Diseño de conexión cocedor 1 y 2 – Línea principal de condensado**

El modelo de cocedores o digestores instalados en planta poseen dos cámaras cilíndricas una externa y otra interna, la cámara externa se llena de vapor y cede calor a la cámara interna mediante conducción, el vapor de la cámara externa está en constante condensación por lo que Ganadería integral S.A nos proporcionó trampas de vapor seleccionadas mediante sus criterios para nuestra debida instalación.

Realizamos el armado de un sistema convencional de trampeo en ambos cocedores a continuación la lista de elementos:

1. Trampa balde invertido Ø 1”.
2. Válvula Check Ø 1”.
3. Filtro Y Ø 1”.
4. Válvula de bola apertura Ø 1”.
5. Válvula de bola cierre Ø 1”.

La estación de trampeo cuenta con su debido bypass para poder dar mantenimiento a la trampa balde invertido sin tener que detener operaciones.

El condensado de los cocedores es retornado al tanque de alimentación de agua de caldera mediante la línea principal de condensado.

- **Diseño de conexión de trampeo de líneas de vapor – línea principal de condensado**

Todas las líneas instaladas en la red de vapor constan con estaciones de trampeo convencionales y los condensados con retornados al tanque de alimentación de agua de caldera mediante tuberías, de esta manera generamos

un ahorro energético a la planta y disminuimos gastos operativos dándole un mayor margen de ganancia al sub-producto.

- **Diseño de Línea principal de condensado – Tanque de condensado**

La línea de retorno de condensados al tanque de agua de alimentación de caldera fue seleccionada en relación a la entrada de fábrica existente en el tanque que en este caso es de Ø 6” , instalamos una tubería Acero al carbón ASTM A-53 Ced 40 partiendo del tanque de agua de alimento ubicado en la sala de calderas hasta la sala de cocedores con una distancia aproximada de 60 metros, en esta línea realizamos insertos de tuberías en las secciones correspondientes a las descargas de los trampeos de las líneas de vapor y del cocedor #1 y #2 , esta línea cuenta con una pendiente para que todo el condensado recolectado del proceso se dirija por gravedad al tanque de agua de alimentación de caldera aprovechando de esta manera la energía calorífica y disminuyendo costos operativos en planta.

12.6 Ejecución y supervisión del proyecto

Instalación de caldera

El primer paso de este proyecto fue la ubicación de la caldera en la sala desde donde va ser operada, el mayor problema al que nos enfrentamos fue que la obra gris ya estaba realizada por lo que tuvimos que contratar una empresa profesional en grúas.

Utilizando un camión grúa con una capacidad de levantamiento de 20 toneladas, se realizó el izaje y ubicación del equipo en el punto seleccionado, aprovechando la grúa colocamos la chimenea de escape de gases de combustión de caldera en su sitio, la chimenea nos fue entregada por el personal de Ganadería Integral, solamente nos encargamos de colocarla en su sitio y ajustar con pernería.

Instalación de equipos auxiliares de caldera

- Tanque diario de Bunker – Caldera.
- Instalación de tuberías y accesorios para la interconexión de caldera – equipos auxiliares.
- Instalación de tuberías de vapor y accesorios.
- Instalación de tuberías de condensado y accesorios.
- Instalación de aislante térmico.
- Prueba hidrostática Caldera.
- Puesta en marcha de caldera.

13. Conclusiones y Recomendaciones

Las conclusiones y recomendaciones que se presentarán, son basadas en el análisis tanto teórico como práctico, aplicados en el campo del sistema de generacion de vapor, como también incluye la distribución de la misma, involucrando los equipos auxiliares y consumidores, accesorios, instrumentos de mediciones, etc, que forman parte en el proceso.

Partiendo de la información de fichas técnicas de cada uno de los equipos que se encuentran en la planta, lo cuál fueron suministradas por GINSA, catálogos, manual de instalación y mantenimiento Cleaver Brooks, como también de la experiencia aplicada de ingenieros nacionales especialistas en el tema.

El proyecto tiene como finalidad aprovechar la energía proveniente del agua en forma de vapor, para una mejor eficiencia de consumo en la planta de proceso de rendimiento protéico (RENPRO) en la empresa Ganaderia Integral S.A.

13.1 Conclusiones

- La caldera y equipos auxiliares fueron proporcionadas por parte de la empresa GINSA.

- Se estableció una presión de trabajo de 100 Psi, lo cuál era la presión requerida por los consumidores, tomando en cuenta las caídas de presiones y pérdidas de energía en tramos de tuberías y accesorios, que se encuentran en el sistema, se determinó por medio de cálculos de software.

- Realizando la instalación de la caldera Cleaver Brooks de 500 BHP, en conjunto de los equipos auxiliares, se sometió a una prueba hidrostática para determinar las condiciones de la misma.

- El generador de vapor (caldera) está conformada por controles de seguridad, de tal manera que ellos se encargan de proteger y controlar los parámetros para el debido funcionamiento de la caldera bajo las condiciones establecidas.

- El diseño de la red de distribución de vapor y línea de condensado, fue elaborado por ingenieros Nicaraguenses por medio de una empresa especializada en istalaciones.

- El material de toda la tubería de vapor es acero al carbón ASTM A-53 Ced 40, se determinó por medio de nuestra experiencia y la presión de trabajo. Todas las líneas de vapor y condensado fueron soldadas.

- El montaje de las tuberías de vapor y condensado se llevó a cabo por medio de técnicos calificados en el área, bajo la supervisión de los ingenieros involucrados en el proyecto.

- La línea de retorno de condensado no cuenta con bomba de condensado, por lo que tiene como impulso la caída libre por gravedad y diferencia de presiones, esta línea no tiene ninguna válvula en su trayectoria como medida de seguridad, ya que esta podría ser interrumpida por olvidos de operarios en aperturas de la misma.

- Se aislaron todas aquellas superficies con temperaturas arriba de los 50^0 C, para evitar accidentes de quemaduras en los operarios.

- La instalación de todo el sistema de generación de vapor está contemplada bajo las normativas de instalaciones de equipos de vapor a nivel del país.

13.2 Recomendaciones

- Se recomienda realizar mantenimiento en las líneas de alimentación de la caldera anualmente, lo cual fueron clasificadas de la siguiente manera:

  - ✓ Línea de gas – color amarillo.
  - ✓ Linea de combustible – color negro.
  - ✓ Línea de agua – color verde.

- Como también pintar el exterior del tanque de combustible de uso diario de color negro, para que abosorba calor y ayude a mantener las condiciones de temperatura dentro del tanque.

- El personal responsable de operar la caldera debe ser capacitado por parte de la empresa, y certificado por parte del ministerio de trabajo (MITRAB).

- Se recomienda elaborar planes de mantenimientos, para todo el sistema en relación con la generación de vapor, para obtener un óptimo funcionamiento y de tal manera controlar la vida útil de cada uno de los equipos que se encuentran en el proceso basados en las fichas técnicas del fabricante.

- Como rutina de mantenimiento se recomienda chequear las trampas de vapor, manómetros, válvula de seguridad, tramos de tuberías, entre otros; para detectar y corregir ciertos problemas que se pueden presentar en la planta como temperaturas muy elevadas, sobre presión, niveles bajos de agua en caso que la caldera opere de modo manual, etc.

14. Bibliografía

CLEAVER-BROOKS. (2005). MODELO CB CALDERA TIPO PAQUETE. *Manual de Operación, Servicio y Repuestos. 15 – 800 Caballos Caldera. Gas, Aceite o Combinación.*

DEFINICION DE TEMPERATURA. (s.f.). Obtenido de Definición.DE: https://definicion.de/temperatura/

Definición de vapor. (s.f.). Obtenido de Definición.DE: https://definicion.de/vapor/

Energía Nuclear. (s.f.). *Energia Calorifica*. Obtenido de https://energia-nuclear.net/definiciones/energia-calorifica.html

FISICALAB. (s.f.). *Concepto de calor*. Obtenido de FISICALAB: https://www.fisicalab.com/buscar/calor#contenidos

Foro de la Industria Nuclear Española. (s.f.). *Concepto de energia*. Obtenido de Foro Nuclear: https://www.foronuclear.org/es/

Ismael, P. (2006). *Centrales Térmicas,Circuito de Aire-Humos (Guia de selección de chimeneas para Centrales Térmicas).*

MILTON ROY. (s.f.). *Bomba dosificadora de productos químicos* . Obtenido de Informacion tecnica: https://www.purificadoragua.tododeagua.mx/filtro/bombas-dosificadoras-productos-quimicos-bomba-dosificadora-de-quimicos-lmi-b111-398si-150-psi-16-gph-b111-398si-milton-roy.html

Ministerio del Trabajo (MITRAB). (20 de Junio de 2002). Norma ministerial sobre condiciones de higiene y seguridad para el funcionamientode los equipos generadores de vapor o calderas que operen en los centros de trabajo.

Orlando, P. (1995). *Uso Industrail del Vapor, Calderas y Mantenimientos.*

Ormeño, V. A. (2012). *Selección e Instalación de un Sistema de Vapor para una Fábrica de Sardinas.* ESCUELA SUPERIOR PILITECNICA DEL LITORAL (ESPOL), Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción, Guayaquil, Ecuador.

PROWAT. (s.f.). *EQUIPAMIENTO PARA LA INDUSTRIA DE ALIMENTOS Y LA PURIFICACION DE AGUA*. Obtenido de CARACTERISTICAS DE

ABLANDADORES DE AGUA : https://www.prowat.cl/product/ablandadores-de-agua/

RUA. (s.f.). *Repositorio Institucional de la Universidad de Alicante*. Obtenido de http://rua.ua.es/dspace/

SERQUIMSA. (s.f.). *Productos químicos de tratamiento de agua para calderas* . Obtenido de http://serquimsa.net/?page_id=161

SPIRAX SARCO. (s.f.). Catálogo general de servicios y productos. Obtenido de www.spiraxsarco.com/global/cl

SPIRAXSARCO. (s.f.). *Distribucion del vapor*. Obtenido de Guía de referencia tecnica: https://jrguezs.webs.ull.es/tecnologia/tema2/distrib_vapor.pdf

SpiraxSarco. (s.f.). *Tanque de purgas de caldera*. Obtenido de https://beta.spiraxsarco.com/search-results?q=%E2%80%A2%09Tanque+de+purgas+de+caldera

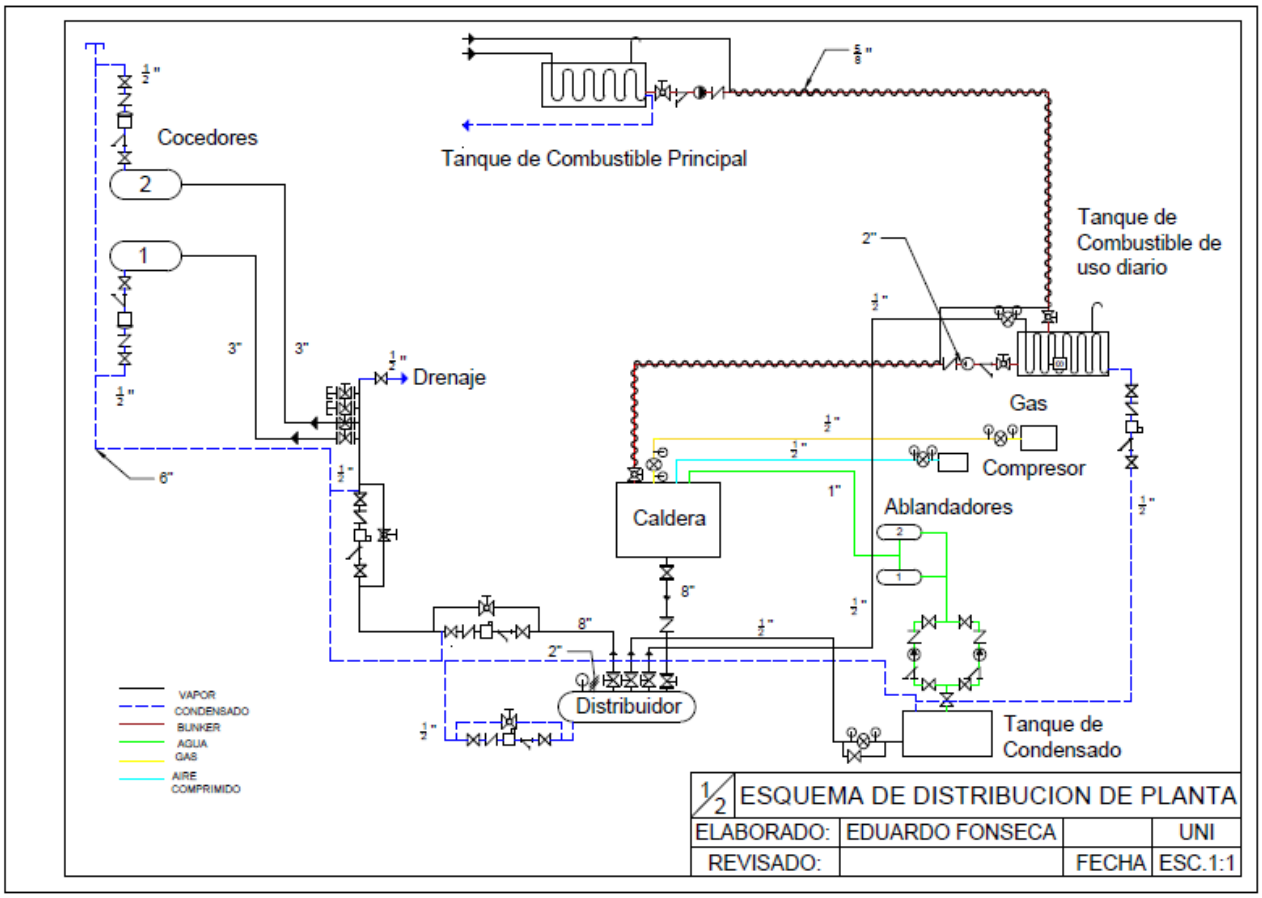
Universidad Nacional de Ingeniería (UNI). (2020). *Diplomado en Calderas.* Managua, Nicaragua.

Valverde, & Cardoze. (2007). *Diseño del sistema de mantenimiento de la caldera en la empresa manufacturera de producto ROLTER S.A.* Universidad Nacional de Ingenieria, Managua, Nicaragua.

VIKING PUMP. (s.f.). CATALOGO DE PRODUCTOS. Obtenido de www.vikingpump.com

15 Anexos

Esquema de distribución de Planta



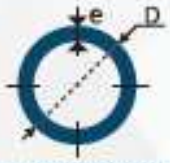
Simbología de Accesorios

Ficha técnica de las tuberías de acero al carbón

TUBERÍA SIN COSTURA
CÉDULA 40

Especificaciones Generales:

ASTM A 53 GRB: Conducción fluidos y gases en minería, petroquímica, pesca y en general.
API 5L: Tubos para industria petrolera
ASTM A 106: Tubos para servicio a altas temperaturas
Recubrimiento: Negro o galvanizado
Largo normal: 6,00 mts.
Acabado: Acero negro



COMPOSICIÓN QUÍMICA %			
C Max	Mn	P Max	S Max
0,3	1,2	0,05	0,06

PROPIEDADES MECÁNICAS				
RESISTENCIA MECÁNICA		PUNTO DE FLUENCIA		Elongación % Min
Kg/mm²	Psi	Kg/mm²	Psi	
42,2	60000	24,6	35000	30 - 35

DIÁMETRO			PROPIEDADES				
INTERIOR	EXTERIOR (D)		ESPESOR (e)		PRESIÓN/PRUEBA		PESO
pulg	mm	pulg	mm	pulg	kg/cm²	lb/pulg²	kg/mts
1/2"	21,30	0,84	2,77	0,10	49	700	1,27
3/4"	26,70	1,05	2,87	0,11	49	700	1,68
1"	33,40	1,31	3,38	0,13	49	700	2,50
1 1/4"	42,20	1,66	3,56	0,14	91	1300	3,38
1 1/2"	48,30	1,90	3,68	0,14	91	1300	4,05
2"	60,30	2,37	3,91	0,15	176	2500	5,44
2 1/2"	73,00	2,87	5,16	0,20	176	2500	8,62
3"	88,90	3,50	5,49	0,21	176	2500	11,29
4"	114,30	4,50	6,02	0,23	155	2210	16,07
5"	141,30	5,56	6,55	0,25	137	1950	21,78
6"	168,30	6,62	7,11	0,28	125	1780	28,26
8"	219,10	8,62	8,18	0,32	110	1570	42,53
10"	273,00	10,75	9,27	0,36	101	1430	60,29
12"	323,80	12,75	10,31	0,40	94	1340	79,65
14"	355,60	14,00	11,13	0,43	92	1310	94,55

*Otros largos y acabados previa consulta

Características del aislante térmico de fibra de cerámica

FIBRA CERÁMICA
Ficha Técnica

Descripción

Aislante térmico de bajo peso obtenido a partir de la fusión de Alúmina y Sílice de extrema pureza. La fibra cerámica a granel puede ser usada a altas temperaturas en ciclos continuos y por breves periodos a temperaturas mayores. Las fibras son de color blanco y esponjoso, se empacan, ajustan y conforman muy fácilmente, proporcionando una rápida instalación y un rendimiento óptimo.

Características

Especificaciones Fibra Cerámica

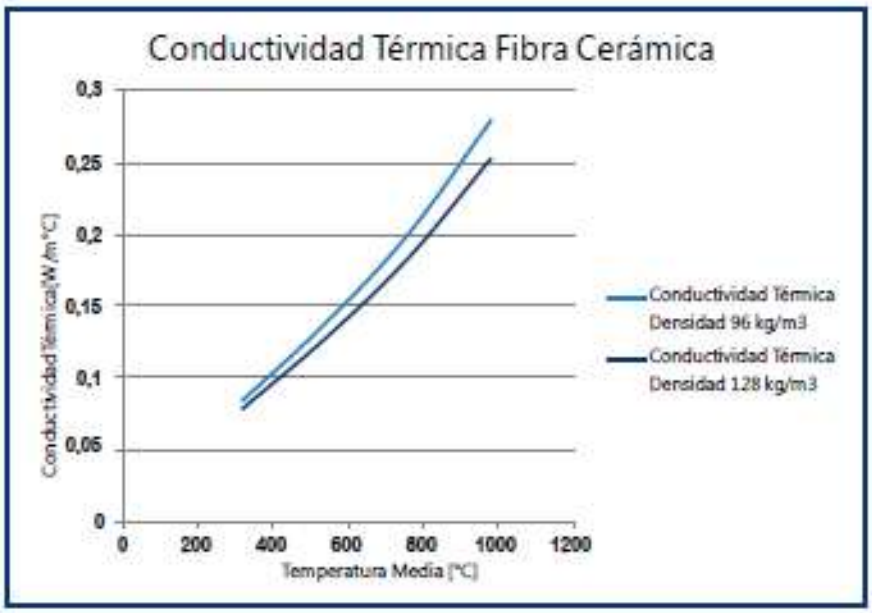
Descripción	La fibra cerámica es un material refractario de baja conductividad térmica, alta resistencia a la tracción y resiliencia, así como resistencia a choques térmicos y ataques químicos.
Conductividad Térmica a 800°C (96kg/m3)	0,24 [W/m°K]
Conductividad Térmica a 800°C (128kg/m3)	0,19 [W/m°K]
Rango de Temp. de Servicio	800 °C a 1200 °C
Usos y Aplicaciones Recomendadas	Revestimientos de hornos de alta temperatura, aislamiento de calderas, sellado y juntas de alta temperatura; y aislamiento de tuberías y conductos

www.patsa.net

FIBRA CERÁMICA
Ficha Técnica

www.cymsanpascual.cl

Características



Ficha técnica de la valvula de seguridad SV60

spirax sarco

TI-S13-27
CH Issue 4

Válvula de seguridad SV60

Descripción
La SV60 es una válvula de seguridad de apertura total con bridas y aprobación TÜV adecuada para usar con vapor, gases industriales inertes y agua.

Aplicaciones
Protección de calderas y líneas de vapor, recipientes presurizados, compresores y receptores, y para la mayoría de aplicaciones de procesos.

Tipos disponibles
Se dispone de dos tipos principalmente, la SV607 (cuerpo en fundición nodular) y la SV604 (cuerpo en acero al carbono). Los tamaños de entrada entre DN20 y DN150 y con opción a palanca y cabezal abierto o cerrado. Disponible con bridas DIN o ANSI.

Normativas
Aprobación TÜV según AD Merkblatt A2 y TRD 421, TRD 721 y Vd TÜV 100, 100/4
Estanqueidad según API 527.

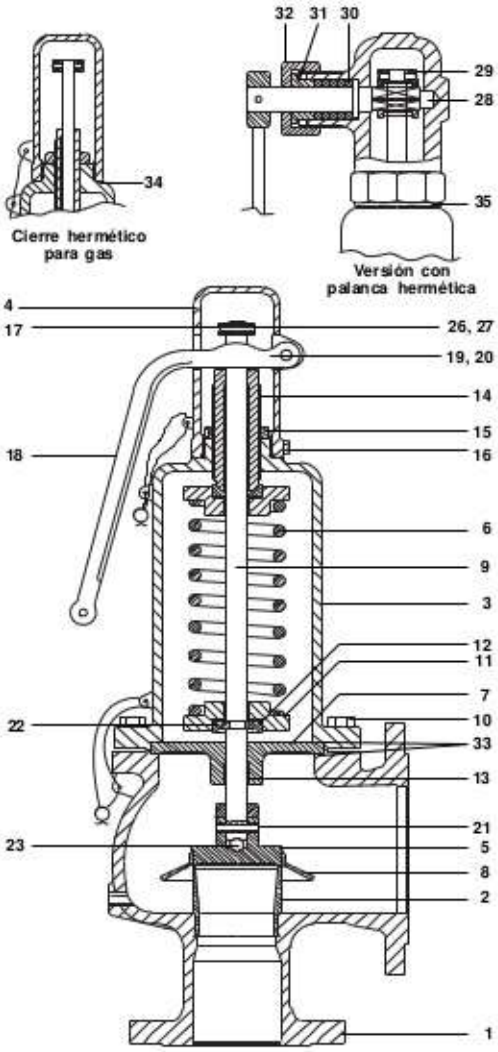
Tamaños y conexiones
Entrada DN20, 25, 32, 40, 50, 65, 80, 100, 125 y 150.

Tipo de válvula	Conexión entrada	Conexión salida
SV607	PN16 (solo DN65 a 100)	PN16
	PN25	PN16
SV604	PN40	PN16
SV604	ANSI 300	ANSI 150

Conexión drenaje cuerpo ½" BSP

Materiales

No	Parte	Material	SV607 / SV604
1	Cuerpo principal	Fund. nodular / acero	GGG-40.3 / GSC-25
2	Asiento	Acero inoxidable	1.4057
3	Cuerpo intermedio	Fund. nodular / acero	GGG-40.3 / GSC-25
4	Tapa	Fundición nodular	GGG-40.3
5	Disco	Acero inoxidable	Hardened 1.4021
6	Resorte	Acero al Carbono	DIN 17225 50 CrV4
7	Guía vástago	Fundición nodular	GGG-40.3
8	Pantalla obturador	Acero inoxidable	1.4031
9	Vástago	Acero inoxidable	1.4034
10	Tornillos cuerpo	DIN-931 5.6 ZN / DIN-933 CK-35	
11	Platos resorte	Acero	CK 45
12	Anillo	Acero	1.4034
13	Funda guía	Acero	1.4031
14	Tornillo ajuste resorte	Acero	1.4034
15	Contratuerca	Acero al Carbono DIN 1651 9S Mn 36 Zp	
16	Tornillo tapa	DIN-931 5.6 ZN	
17	Collar	Acero al Carbono Cincado	
18	Palanca	Fundición nodular	GGG 40.3
19	Pasador palanca	Acero al Carbono Cincado	
20	Circlip	Junta	DIN-471
21	Pasador vástago		DIN-7343
22	Anillo partido	Acero	1.4034
23	Bola		1.4034
26	Pasador collar		DIN- 1481
27	Circlip collar	Acero	
28	Vástago palanca hermética		1.4034
29	Leva		GGG-40.3



No	Parte	Material	SV607 / SV604
30	Empaquetadura	Grafito	
31	Prensaestopas		1.4305
32	Tuerca Prensaestopas	Acero al carbono	
33	Junta (sólo alivio)	Klingersil	C4324
34	Junta	Klingersil	C4324
35	Junta	Klingersil	

En beneficio del desarrollo y mejora del producto, nos reservamos el derecho de cambiar la especificación.

© Copyright 2001

Caracteristicas de las trampas de cubeta invertida

HIT-2.407
Mx. 07.97

spirax sarco

Trampas de Cubeta Invertida
Serie B

La trampa funciona por medio de un mecanismo que responde en las diferentes densidades del vapor y condensado. El modo de descarga es cíclico. El condensado y los gases incondensables se descargan a temperaturas cercanas a la del vapor.

Modelo ⇨	B1-X	B2	B3	B4	B5
PMO	Hasta 17 bar (Ver Cond. Límite Operación)				
MEDIDAS	DN 15,20 1/2", 3/4"	20 3/4"	25 1"	32,40 1 1/4", 1 1/2"	50 2"
Conexiones	Roscadas NPT				
Material	Mecanismo Acero Inoxidable Cuerpo Hierro Fundido				

APLICACIONES

Para los equipos de lavado, en prensas de vulcanizado y tanques de almacenamiento.

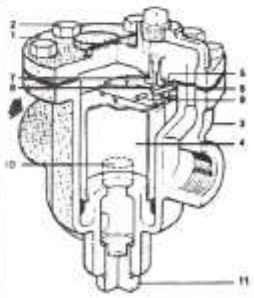
CONDICIONES LIMITE DE OPERACION

PMO manométrica	**1 bar**	(15 psi)	**9 bar**	(125 psi)
presión máxima de operación	**2 bar**	(30 psi)	**12 bar**	(180 psi)
	5 bar	(75 psi)	**17 bar**	(250 psi)

NOTA: La PMO de una trampa en particular está determinada por el diametro del orificio seleccionado. Para capacidades y selección ver HIT 2.408
TMO 230°C para todas las PMO
tem. máxima de operación.

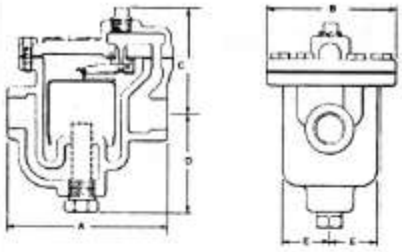
MATERIALES DE CONSTRUCCION

No.	Pieza	Material	
1	Tapa	Hierro Fundido	ASTM A 126 CL "B"
2	Tornillos	Acero	ASTM A 449
3	Cuerpo	Hierro Fundido	ASTM 126 CL "B"
4	Cubeta	Acero Inox.	AISI 304
5	Soporte de Asiento	Acero Inox.	AISI 304
6	Empaque	Fibra Sintética (no contiene asbesto)	
7	Asiento Válvula	Acero Inox. Templado	AISI 420F
8	Obturador (esfera)	Acero Inox. Templado	AISI 440
9	Brazo Cubeta	Acero Inoxidable	AISI 304
10	Cedazo	Acero Inoxidable	AISI 304
11	Tapón Macho	Latón	ASTM 816



La empresa se reserva el derecho de cambiar las especificaciones en interes del desarrollo y mejora del producto.

5.22



DIMENSIONES en milímetros (aproximadas)							
Ø		A	B	C	D	E	PESO
1/2", 3/4"	B1.8	127	102	85	76	36	2.8 Kg
3/4"	B2	168	135	97	104	48	5.7 Kg
1"	B3	200	149	112	122	58	8.2 Kg
1-1/4",1-1/2"	B4	237	178	143	187	58	19.2 Kg
2"	B5	186	222	170	172	86	34 Kg

CONDICIONES DE DISEÑO

PMA
presión máxima admitida — 17 bar/0-230°C

TMA
temperatura máxima admitida — 230°C/0-17bar

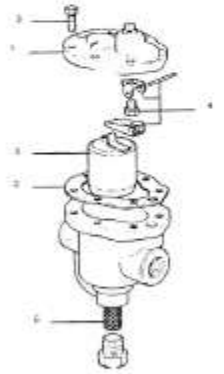
INSTALACION

La trampa debe colocarse en una tubería horizontal a un nivel más bajo que el equipo o instalación a purgar.

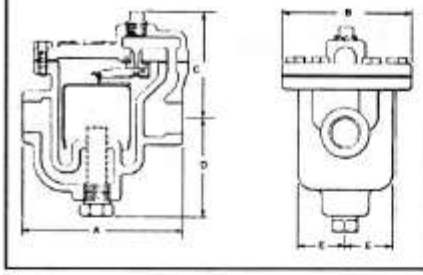
MANTENIMIENTO

Se le puede dar mantenimiento sin necesidad de desmontarla de la tubería.
Asegúrese de cerrar las válvulas de corte (de esfera) a la entrada y salida de la trampa antes de hacer cualquier operación. La trampa debe desarmarse periódicamente para limpiar obturador, asiento y mecanismo. El cedazo debe extraerse, limpiarse y volverse a colocar.

PIEZAS DE REPUESTO



Tapa	1
Juego Empaque Tapa	2
Juego Tornillos Tapa	3
Mecanismo	4
Cubeta con bruzo	5
Cedazo	6



DIMENSIONES en milímetros (aproximadas)

Ø		A	B	C	D	E	PESO
1/2", 3/4"	B1.8	127	102	85	76	36	2.8 Kg
3/4"	B2	168	135	97	104	48	5.7 Kg
1"	B3	200	149	112	122	56	8.2 Kg
1-1/4",1-1/2"	B4	237	178	143	187	58	19.2 Kg
2"	B5	186	222	170	172	86	34 Kg

CONDICIONES DE DISEÑO

PMA
presión máxima admitida — 17 bar/0-230°C

TMA
temperatura máxima admitida — 230°C/0-17bar

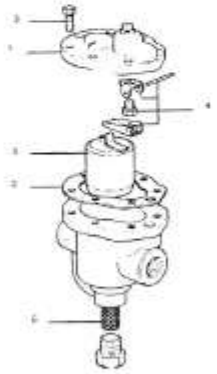
INSTALACION

La trampa debe colocarse en una tubería horizontal a un nivel más bajo que el equipo o instalación a purgar.

MANTENIMIENTO

Se le puede dar mantenimiento sin necesidad de desmontarla de la tubería.
Asegúrese de cerrar las válvulas de corte (de esfera) a la entrada y salida de la trampa antes de hacer cualquier operación. La trampa debe desarmarse periódicamente para limpiar obturador, asiento y mecanismo. El cedazo debe extraerse, limpiarse y volverse a colocar.

PIEZAS DE REPUESTO



Tapa	1
Juego Empaque Tapa	2
Juego Tornillos Tapa	3
Mecanismo	4
Cubeta con brazo	5
Cedazo	6