

t
621.4
B23

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA Y ENERGIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN ENERGÍA



**“DISEÑO DE UN SISTEMA DE PURGA
AUTOMÁTICA DE FONDO Y SUPERFICIE PARA
AHORRO Y DISPONIBILIDAD DE ENERGÍA
TÉRMICA EN UNA CALDERA PIROTUBULAR DE
1000 BHP”**

**PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE
INGENIERO EN ENERGÍA**

LUIS ALFONSO BARGARAN VASQUEZ

**Callao, septiembre, 2014
PERU**

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA - ENERGÍA

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En el Auditorio "AUSBERTO ROJAS SALDAÑA", sito en la Av. Juan Pablo II N° 306 del distrito de Bellavista-Callao, siendo las 6:00:00 PM horas del día lunes 22 de setiembre del 2014, se reunieron los miembros del Jurado Evaluador del I Ciclo de Tesis (TITULACIÓN POR LA MODALIDAD DE TESIS CON CICLO DE TESIS) de la Facultad de Ingeniería Mecánica - Energía de la Universidad Nacional del Callao

Presidente : Mg. FÉLIX ALFREDO GUERRERO ROLDÁN
Secretario : Dr. JOSÉ HUGO TEZÉN CAMPOS
Vocal : Ing. HÉCTOR ALBERTO PAZ LÓPEZ
Suplente : Ing. MARTÍN TORIBIO SIHUAY FERNÁNDEZ

Designados por Resolución de Consejo de Facultad N° 069-2014-CF-FIME de fecha 10.07.14, a fin de proceder al acto de evaluación de la tesis titulada "**DISEÑO DE UN SISTEMA DE PURGA AUTOMÁTICA DE FONDO Y SUPERFICIE PARA AHORRO Y DISPONIBILIDAD DE ENERGÍA TÉRMICA EN UNA CALDERA PIROTUBULAR DE 1000 BHP**" presentada por el Señor Bachiller **BARGARAN VÁSQUEZ, Luis Alfonso**.

Contando con la presencia del Supervisor General, Dr. JOSÉ RAMON CACERES PAREDES, Vicerrector de Investigación de la Universidad Nacional del Callao; Supervisor de la Facultad, Dr. Isaac Pablo Patrón Yturry, Decano de la Facultad de Ingeniería Mecánica-Energía; y, el Representante de la Comisión de Grados y Títulos de la Facultad de Ingeniería Mecánica-Energía, Ing. JUAN GUILLERMO MANCCO PEREZ.

A continuación, se dio inicio a la sustentación de la Tesis de acuerdo a lo normado por el Capítulo X (numerales 10.1 al 10.4) de la "Directiva para la Titulación Profesional por la Modalidad de Tesis con Ciclo de Tesis en la Universidad Nacional del Callao", aprobada por Resolución Rectoral N° 754-2013-R, de fecha 21 de agosto del 2013, modificada por la Resolución Rectoral N° 777-2013-R de fecha 29 de agosto del 2013, la resolución Rectoral N° 281-2014-R del 14 de abril del 2014 con la que se modifica el artículo 4.5 del capítulo IV de la organización del ciclo de tesis de la directiva N° 012-2013-R así como también de acuerdo a lo normado, en la parte pertinente, por el Reglamento de Grados y Títulos de Pregrado de la Universidad Nacional del Callao, aprobado por Resolución de Consejo Universitario N° 082-2011-CU de fecha 29 de abril del 2011.

Culminado el acto de exposición, los señores miembros del Jurado Evaluador procedieron a formular las preguntas al indicado Bachiller, las mismas que fueron absueltas satisfactoriamente.

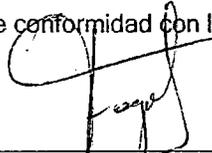
Luego de un cuarto intermedio, para la deliberación en privado del Jurado respecto a la evaluación de la tesis, se ACORDÓ: CALIFICAR la tesis sustentada por el Señor Bachiller **BARGARAN VÁSQUEZ, Luis Alfonso**, para optar el Título Profesional de Ingeniero en Energía por la modalidad de tesis con Ciclo de Tesis, según la puntuación cuantitativa y cualitativa que a continuación se indica:

CALIFICACIÓN CUANTITATIVA	CALIFICACIÓN CUALITATIVA
14 (CATORCE)	BUENO

Finalmente, se procedió a leer en público el acta de sustentación.

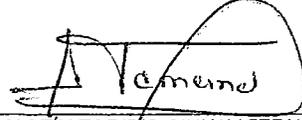
Siendo las 6:35:00 PM horas del día lunes 22 de setiembre del dos mil catorce, el señor Presidente del Jurado dio por concluido el acto de sustentación de tesis.

En señal de conformidad con lo actuado, se levanta la presente Acta.


Mg. FÉLIX ALFREDO GUERRERO ROLDÁN
PRESIDENTE


Dr. JOSÉ HUGO TEZÉN CAMPOS
SECRETARIO


Ing. HÉCTOR ALBERTO PAZ LÓPEZ
VOCAL

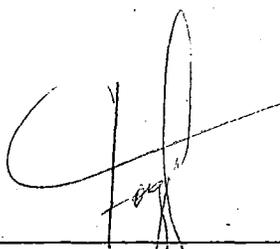

Ing. MARTÍN TORIBIO SIHUAY FERNÁNDEZ
SUPLENTE

INFORME

El Presidente del Jurado Evaluador del I ciclo de tesis, informa que la sustentación de la tesis titulada: **"DISEÑO DE UN SISTEMA DE PURGA AUTOMÁTICA DE FONDO Y SUPERFICIE PARA AHORRO Y DISPONIBILIDAD DE ENERGÍA TÉRMICA EN UNA CALDERA PIROTUBULAR DE 1000 BHP"**, presentado por el bachiller **BARGARAN VÁSQUEZ, Luis Alfonso**, realizado el día 22 de setiembre del 2014; el mismo que fue aprobado como consta en el acta correspondiente.

Se emite el presente informe para los fines pertinentes.

Bellavista, 29 de setiembre del 2014



Mg. Félix Alfredo Guerrero Roldán
Presidente del Jurado Evaluador
I ciclo de tesis

DEDICATORIA

Esta tesis está dedicada a mi madre Laura Vásquez por su apoyo incondicional, sus consejos y su ayuda en todo momento, por su motivación en momentos de desánimo para seguir adelante en la meta de alcanzar este logro tan importante en mi vida, y que Dios la bendiga.

AGRADECIMIENTO

A ti Dios por bendecirme para llegar hasta donde he llegado, porque hiciste realidad este sueño anhelado.

A la Universidad Nacional del Callao por darme la oportunidad de estudiar y ser un profesional.

A mis profesores de la facultad de mecánica – energía que durante toda mi carrera profesional han aportado y contribuido en mi formación.

A mi profesor de Investigación del ciclo de Tesis Ing. Jorge Alejos por su visión crítica de muchos aspectos cotidianos de la vida, por su rectitud en su profesión como docente, por sus consejos, que ayudan a formarte como persona e investigador.

Y por último a mis jefes de trabajo Ing. Cesar Villa Iquira e Ing. Rafael Calle, quienes son como unos padres para mí, los cuales me han motivado durante mi formación profesión.

INDICE

TABLA DE CONTENIDO	4
INDICE DE FIGURAS.....	4
RESUMEN.....	7
ABSTRACT	8
I. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN	9
I.1. Identificación del problema	9
I.2. Formulación del problema	10
I.2.1. Problemas específicos.....	10
I.3. Objetivos de la investigación	11
I.3.1. Objetivo general.....	11
I.3.2. Objetivos específicos.....	11
I.4. Justificación	11
I.5. Importancia.....	12
II. MARCO TEORICO	13
II.1. Antecedentes de estudio	13
II.2. Marco conceptual	16
II.2.1. Descripción de la planta de vapor de 1000 BHP	16
II.2.2. Principio de funcionamiento.....	18
II.2.3. Equipos auxiliares.....	19
II.2.4. Ahorro y disponibilidad de energía	24
II.2.5. Consumo de combustible	36
II.2.6. Sistema de purga de fondo y superficie.....	37

II.2.7.	Sistema de purga automática	49
II.2.8.	Ahorro de energía y económico en purga automática en caldera.....	51
II.2.9.	Eficiencia térmica de la caldera	55
II.2.10.	Aislamiento térmico	57
II.2.11.	Evaluación de un proyecto de inversión	60
II.3.	Normatividad.....	63
III.	VARIABLES E HIPOTESIS	67
III.1.	Variables de investigación	67
III.2.	Operacionalización de las variables	67
III.3.	Hipótesis.....	68
III.3.1.	Hipótesis general.....	68
III.3.2.	Hipótesis específica.....	68
IV.	METODOLOGIA.....	69
IV.1.	Tipo de investigación	69
IV.2.	Diseño de la investigación	70
IV.2.1.	Parámetros básicos de investigación	70
IV.2.2.	Etapas de la investigación	71
IV.2.3.	Detalles de la investigación	72
IV.3.	Población y muestra	108
IV.4.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos	109
IV.5.	Procedimiento de recolección de datos	109
IV.6.	Procedimiento estadístico y análisis de datos	112
V.	RESULTADOS	113
VI.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	115
VI.1.	Contrastación de la Hipótesis con los resultados	115

VI.2. Contratación de los resultados con otros estudios similares.....	115
VII. CONCLUSIONES	116
VIII. RECOMENDACIONES.....	117
ANEXOS.....	120
<input type="checkbox"/> Matriz de consistencia	120
<input type="checkbox"/> Planos de instalación.....	120
<input type="checkbox"/> Catálogos de accesorios	120
<input type="checkbox"/> Propuesta económica.....	120

TABLA DE CONTENIDO

INDICE DE FIGURAS

FIGURA 2.1:DIAGRAMA DE GENERACION DE VAPOR.....	17
FIGURA 2.2:TANQUE DE CONDENSADO 1600 GALONES	19
FIGURA 2.3:BOMBAS DE ALIMENTACIÓN	20
FIGURA 2.4:ABLANDADOR DE AGUA	21
FIGURA 2.5:INTERCAMBIADOR DE PLACAS.....	22
FIGURA 2.6:TANQUE FLASH.....	23
FIGURA 2.7:DIAGRAMA T-V DEL AGUA	29
FIGURA 2.8:VAPOR SOBRECALENTADO	30
FIGURA 2.9:VAPOR FLASH	32
FIGURA 2.10:PURGA DE CALDERA.....	38
FIGURA 2.11:PURGA AUTOMÁTICA DE CALDERA	50
FIGURA 2.12:AISLAMIENTO TÉRMICO DE TUBERÍAS.....	58
FIGURA 2.13:ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE AISLAMIENTO	59
FIGURA 2.14:ESPESTORES DE AISLAMIENTO RECOMENDADOS	59
FIGURA 4.1:HOJA DE CÁLCULO DEL DIÁMETRO POR CAÍDA DE PRESIÓN ...	76

FIGURA 4.2:VÁLVULA DE CONTROL BCV31	77
FIGURA 4.3:VÁLVULA DE CONTROL ABV40	78
FIGURA 4.4:CONTROLADOR DE PROCESOS BC3250	79
FIGURA 4.5:DIAGRAMA P&ID SISTEMA PURGA AUTOMÁTICA.....	81
FIGURA 4.6:ESQUEMA MECÁNICO SISTEMA PURGA AUTOMÁTICA	82
FIGURA 4.7:DIAMETRO DE LA TUBERIA DE PURGA.....	84
FIGURA 4.8:VALORES DE COEFICIENTE PARA ACEROS	85
FIGURA 4.9:ESFUERZOS PERMITOS EN TENSION PARA METALES	86
FIGURA 4.10:SELECCIÓN DE INYECTOR DE VAPOR.....	92
FIGURA 4.11:TRAMPA DE VAPOR FLOTADOR SPIRAX SARCO	94
FIGURA 4.12:INTERCAMBIADOR DE PLACAS S8A	95
FIGURA 4.13:SISTEMA DE CALENTAMIENTO CON PURGA DE CALDERA.....	96
FIGURA 4.14:SELECCIÓN AISLAMIENTO TÉRMICO ASTM C585.....	98
FIGURA 4.15:INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN.....	109

INDICE DE TABLAS

TABLA 2.1 INDICADOR DE COMBUSTIBLE.....	36
TABLA 2.2:LIMITE DE CONDUCTIVIDAD EN CALDERAS.....	39
TABLA 2.3:RANGO DE EFICIENCIA TÉRMICA.....	64
TABLA 3.1:OPERALIZACION DE VARIABLES	67
TABLA 4.1:ESPESOR DE AISLAMIENTO RESPECTO A LA TEMPERATURA.....	99
TABLA 4.1:TUBOS DE ACERO ASTM A53 GRADO B / API 5L.....	87
TABLA 4.2:GENERACIÓN DE VAPOR DURANTE AÑO 2013.....	110
TABLA 4.3:DATOS OPERATIVOS EN GENERACIÓN DE VAPOR AÑO 2013.....	111
TABLA 5.1:EFICIENCIA TERMICA ACTUAL.....	113
TABLA 5.2:EFICIENCIA TÉRMICA UTILIZANDO PURGAS AUTOMÁTICAS.....	114

INDICE DE GRAFICOS

GRAFICO 4.1:PRESION DE CALDERA VS MASA PURGA FONDO.....	74
GRAFICO 4.2:BALANCE TERMICO EN TANQUE FLASH.....	88
GRAFICO 4.3:CALENTAMIENTO DEL TANQUE CONDENSADO	92
GRAFICO 4.4:CALENTAMIENTO AGUA DE REPOSICION	93
GRAFICO 4.5:BALANCE DE ENERGÍA EN TANQUE CON SISTEMA ACTUAL ...	101
GRAFICO 4.6:BALANCE DE ENERGÍA EN TANQUE DE CONDENSADO CON SISTEMA DE CALENTAMIENTO	102

RESUMEN

Esta tesis de grado es una investigación tipo aplicada nivel descriptivo- evaluativo para analizar las condiciones actuales de generación de vapor, consumo de combustible gas natural y enfocarnos específicamente en la cantidad de purga que se realiza en la caldera pirotubular de 1000 BHP de la planta de fuerza de la compañía cervecera Ambev – Huachipa.

El objetivo de este trabajo fue diseñar un sistema de purga automática para mejorar el control de purga de solidos totales disueltos en base a evaluar económicamente cuanto representa por purgar innecesariamente.

También se pretende evaluar la energía de la purga que se envía al desagüe para poder emplearla para el calentamiento de agua de reposición que ingresa al tanque de condensado.

El diseño de investigación se realizó por el método de la observación de las variables, para ello se utilizó instrumentos como caudalímetros, flujómetros y termómetros, manómetros para determinar los consumos de vapor, gas natural y agua de alimentación. Teniendo los datos de operación se realizó un balance energético, determinando un resultado de eficiencia térmica actual de 80% y luego se comparó con la eficiencia térmica utilizando un sistema de purga automática de eficiencia del 82% de generación de vapor.

El ahorro obtenido por diseñar un sistema de purga automática y el aprovechamiento de la energía interna permitirá obtener un ahorro económico se verá reflejado en la reducción del consumo de combustible.

ABSTRACT

This thesis is a descriptive level type applied research - evaluation to analyze current conditions to generate steam, fuel-consumption of natural gas and focus specifically on the amount of purge is performed on the shell boiler of 1000 BHP plant strength brewer Ambev - Huachipa.

The aim of this work was to design an automatic purge for improved control purge total dissolved solids based on economically evaluate it represents to purge unnecessary.

It also aims to assess the energy drain that is sent to drain to use it for heating up water entering the condensate tank.

The research design was performed by the method of observation of variables of tools such as flow meters, flow meters and thermometers, manometers was used to determine the consumption of steam, natural gas and feed water. Data taking an energy balance operation is performed by determining a current result of thermal efficiency of 80%, then the thermal efficiency compared with using an automatic drain efficiency of 82% steam generation.

The savings achieved by designing an automatic purge and utilization of internal energy will produce more cost savings will be reflected in reduced fuel consumption.

CAPITULO I

I. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

I.1. Identificación del problema

La compañía de AMBEV – HUACHIPA cuenta con un sistema de generación de vapor de 15 toneladas/hora, tiene los siguientes equipos:

- Caldera pirotubular 1000 BHP.
- Tanque de alimentación de 1600 galones.
- Sistema de ablandamiento para el tratamiento de agua.

En el proceso de generación de vapor cuando el agua ingresa a la caldera transporta sólidos disueltos, sólidos en suspensión y gases.

Al ingresar el agua, esta recibe un aporte intenso de calor, eleva su temperatura hasta alcanzar el punto de ebullición, se evapora y sale de la caldera. El vapor, en condiciones ideales, no contiene sólidos. Por lo tanto los sólidos contenidos en el agua que permanece en la caldera resultan cada vez más concentrados. A medida que el vapor sale, se agrega igual cantidad de agua de alimentación, con lo que más sólidos ingresan al sistema. Si la caldera no se purga, es decir si no se extrae parte del agua donde los sólidos se han concentrado. Estos sólidos se precipitan y depositan sobre las superficies de calefacción de los tubos convirtiéndose en incrustaciones.

Los problemas creados por los sólidos disueltos en los sistemas de vapor son muchos, tales como problemas de corrosión, erosión, pérdida de eficiencia, falla de los tubos de la caldera.

Es por ello que se utiliza mediante válvulas mecánicas para purgar y mantener la concentración de sólidos dentro de ciertos valores, que dependen fundamentalmente de la presión de operación y de la potencia de la caldera.

Debido a que las calderas de 1000 BHP trabajan con una purga manual y la medición de la conductividad es cada cierto periodo, no hay un control exacto de lo que se está purgando y del vapor que se produce.

I.2. Formulación del problema

¿Cómo implementar un sistema de purga de automática de fondo y superficie que permita generar ahorro y disponibilidad de energía térmica en una caldera pirotubular de 1000 BHP?

I.2.1. Problemas específicos

- ¿De qué manera el cambio de operación de la purga del caldero manual por automática genera un ahorro económico?
- ¿De qué manera la energía térmica disponible de purga de superficie para calentamiento del agua de reposición al caldero permite generar ahorro de energía?

I.3. Objetivos de la investigación

I.3.1. Objetivo general

Diseñar un sistema de purga automática de fondo y superficie mediante análisis termodinámico para generar ahorro y disponibilidad de energía térmica en una caldera pirotubular de 1000 BHP.

I.3.2. Objetivos específicos

- Determinar el ahorro económico por cambiar la operación de la purga del caldero manual por automática.
- Evaluar la energía térmica disponible de purga superficie para calentamiento del agua de reposición al caldero para ahorrar energía.

I.4. Justificación

Esta tesis se pretende realizar debido actualmente existe un sistema de control de operación manual del funcionamiento del caldero y que es operado por un técnico calderista para el arranque, apagado y purga del sistema, se pretende realizar el análisis evaluando específicamente a la purga del caldero y mediante cálculos térmicos e hidráulicos para determinar los parámetros de caudal de purga, temperaturas y energía de generación de vapor y mediante un sistema de purga automática y calentamiento de agua reposición mejorar la eficiencia térmica aumentando de 1 – 3% , representando económicamente un ahorro de combustible .

I.5. Importancia

Mediante esta tesis se dará solución al problema de control inexacto de purgas en el caldero que actualmente existe con operación manual por un operario calderista en tres turnos de trabajo , el sistema de purga automática que se desea implementar tiene como función controlar la conductividad recomendada dentro del caldero 3500 ppm según los parámetros del fabricante , generando ahorro de energía y económico en térmicos de costo de combustible y tratamiento de agua.

CAPITULO II

II. MARCO TEORICO

II.1. Antecedentes de estudio

Se citan algunas tesis y documentos que aportan a mi proyecto de tesis:

- Escuela superior politécnica del litoral Facultad de Ingeniería Mecánica y Ciencias de la Producción “Auditoría Energética al Circuito de Vapor y Condensado de una Planta de Elaboración de Café Liofilizado” Tesis de grado para la obtención del Título de: ingeniero mecánico Roberto Daniel Bohórquez Guzmán Guayaquil – Ecuador año: 2013

“Esta tesis de grado es una auditoría energética al circuito de vapor y condensado de una planta industrial que se dedica a la elaboración de café liofilizado. El objetivo de este trabajo fue realizar un análisis de la situación energética actual para identificar y evaluar oportunidades de conservación de energía que permitan obtener un ahorro económico para la empresa que se vea reflejado en la reducción del consumo de combustible. “

➤ Facultad de Ingeniería Mecánica y Ciencias de Producción

Escuela Superior Politécnica del Litoral “Ahorro energético en el Sistema de Recuperador de Condensados de una Planta Industrial en Guayaquil utilizando un Surge Tank” Tesis de grado para la obtención del Título de: ingeniero mecánico Francisco Andrade Sánchez Guayaquil – Ecuador año: 2013

“Esta tesis de grado es un estudio de ahorro de energía por recuperación de condensado en un sistema de vapor 2300 BHP, El objetivo principal del proyecto es analizar y comparar el ahorro energético que se obtiene al implementar un Sistema Recuperador de condensados presurizado utilizando un Surge Tank en vez del Sistema Recuperador de condensado con un tanque recolector de condensados venteado a la atmósfera que posee una planta industrial. Recuperar los condensados orgánicos que se obtienen en los diferentes procesos de producción. “

- Secretaria de Energía México - Comisión nacional para el ahorro de Energía "Consejo para ahorrar energía en el sistema de vapor

"www.conae.gob.mx.

El siguiente documento informa acerca de puntos dentro de la generación de vapor existen pérdidas de energía, en el caso de purgas de caldero menciona que_“Al reducir la cantidad de agua que se purga de la caldera, pueden evitarse pérdidas sustanciales de energía, ya que la temperatura del líquido purgado es la misma que la del vapor generado por la caldera. Si usted disminuye la cantidad de purga, también reducirá el costo del agua de repuesto y su tratamiento. Cuando el agua se evapora en el tambor de vapor de la caldera, se separan los sólidos presentes en el agua de alimentación. Los sólidos en suspensión forman lodos y sedimentos en la caldera, que degradan la transferencia de calor, mientras que los sólidos disueltos provocan espuma y acarreo de agua con el vapor. Para reducir el nivel total de sólidos disueltos y suspendidos y llevarlos a límites aceptables, periódicamente se tiene que descargar o purgar agua de la caldera.

II.2. Marco conceptual

II.2.1. Descripción de la planta de vapor de 1000 BHP

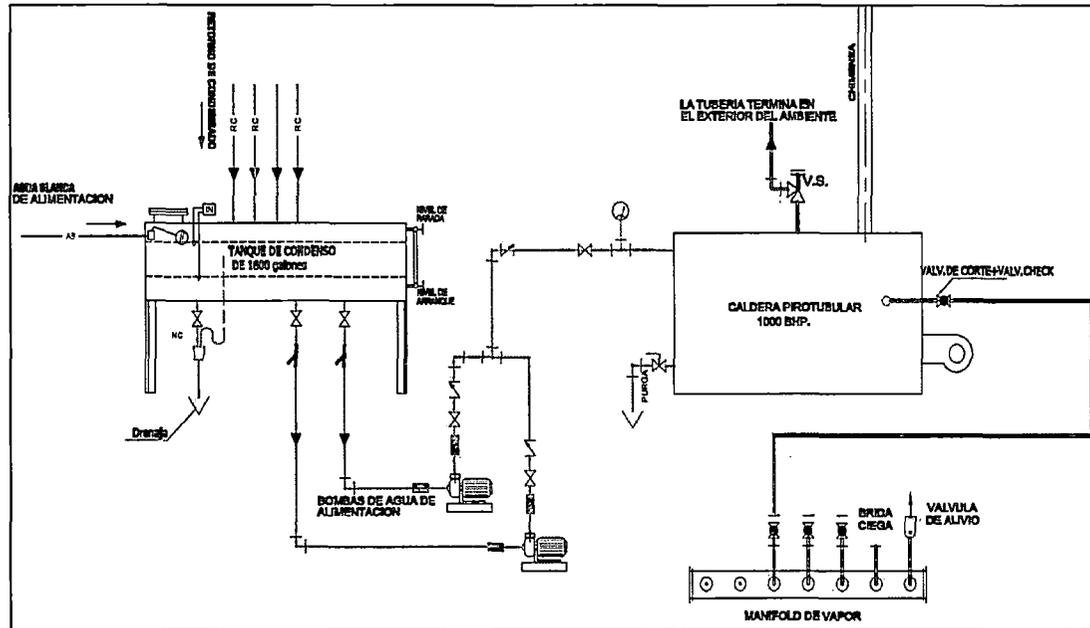
Actualmente la compañía cervecera AMBEV cuenta con un sistema de generación de vapor de 1000 BHP, trabajando con 01 caldera pirotubular, 01 tanque de almacenamiento de 1600 galones y 01 sistema de ablandamiento de ablandamiento de 15 m³/hr.

Caldera pirotubular de 1000 BHP

Especificaciones del equipo

Fabricante	: ATA
Año de fabricación	: 1987
Número de serie	: 8003
Modelo	: 815M
Código de fabricación	: ASME Sección I, Div. I Edición 1992
Presión de operación	: 120 PSI.
Presión de diseño	: 200 PSI.
Capacidad	: 15000 Kg de vapor /Hr.
Temperatura de operación	: 176 °C
Tipo de equipamiento	: Caldera pirotubular de 03 pasos
Tiro	: Forzado
Combustible utilizado	: Gas Natural
Producto	: Vapor

FIGURA 2.1:
DIAGRAMA DE GENERACION DE VAPOR



Fuente: Elaboración propia

II.2.2. Principio de funcionamiento

El agua de alimentación que va a la caldera es almacenada en un tanque de capacidad 1600 galones para atender la demanda de la caldera, este equipo cuenta con una válvula de control para mantener el nivel agua, a su vez una bomba de alta presión empuja el agua hacia adentro de la caldera por medio de tuberías, al tiempo que, se da la combustión en el quemador ,el quemador es controlado para pasar solamente el combustible necesario, la flama o calor es dirigida y distribuida a las superficies de calentamiento o tuberías donde la energía térmica liberada en el proceso de combustión se transmite al agua contenida en los tubos , donde por medio de los procesos de radiación, conducción y convección el agua se transforma en vapor, dicho vapor es conducido por tuberías a los puntos de uso para su distribución; en la parte superior de la caldera se encuentra una chimenea la cual conduce hacia afuera los gases de la combustión; en el fondo de la caldera se encuentra una válvula de salida llamada purga de fondo por donde salen del sistema la mayoría de polvos, lodos y otras sustancias no deseadas que son purgadas de la caldera.

II.2.3. Equipos auxiliares

Tanque de condensado

Para el suministro de agua al caldero se cuenta con un tanque de almacenamiento de capacidad de 1600 galones. En el tanque de agua de alimentación se encuentran el condensado retornado del sistema y agua fría de aportación del sistema de ablandamiento. Para eliminar el oxígeno se calienta el agua de alimentación y se realiza un tratamiento químico para que químicamente sea adecuada para usar en la caldera.

FIGURA 2.2:

TANQUE DE CONDENSADO 1600 GALONES



Fuente: fotográfica propia

Bomba de alimentación

Las bombas de alimentación están diseñadas para suministrar agua a las condiciones de operación de la caldera donde se activan tomando la señal del controlador de nivel y los presostatos.

Nuestro sistema cuenta con 02 bombas de alimentación con las siguientes características:

Capacidad: 100 GPM

Altura bomba: 100 mtrs

Fluido: Agua Caliente

Temperatura: 30 – 200 °C

FIGURA 2.3:

BOMBAS DE ALIMENTACIÓN



Fuente: fotográfica propia

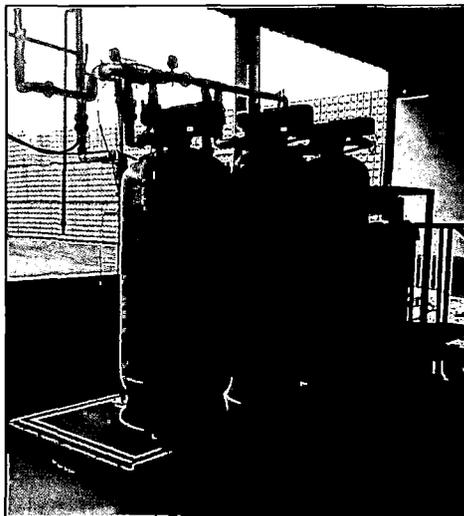
Sistemas de ablandamiento de agua

El sistema de ablandamiento de agua es utilizado en estaciones de tratamiento de agua, cuando existe una presencia elevada de sales de carbonatos y sulfatos de calcio y magnesio, en el agua para la alimentación de calderas. El agua bruta debe ser sometida a un sistema de intercambio iónico, que realiza la sustitución de los iones de Ca (2+) y Mg (2+) por iones de Na (1+), eliminando de esta forma la dureza del agua.

Al final de cada ciclo previsto en el dimensionamiento del sistema, tiempo en el cual la unidad estará con su capacidad de intercambio iónico agotada, será necesario la regeneración de resina presente al interior del vaso catiónico.¹

FIGURA 2.4:

ABLANDADOR DE AGUA



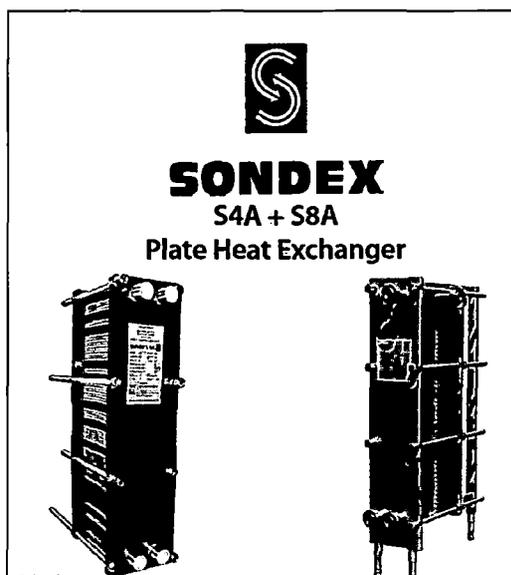
Fuente: fotográfica propia

¹ Sistema ablandamiento de agua: <http://www.lenntech.es/processes/softening/softening.htm>

Intercambiador de calor tipo placas

El intercambiador de calor de placas es un equipo de excepcional eficacia en la transferencia de calor de un líquido a otro o de vapor a líquido. Al usar distintos tipos de placas con diversas características, los intercambiadores se pueden adaptar a una amplia variedad de aplicaciones. Los intercambiadores se pueden desmontar fácilmente para realizarles una inspección, un mantenimiento y hasta una expansión mediante el agregado de placas.

FIGURA 2.5:
INTERCAMBIADOR DE PLACAS



Fuente: Catalogo Intercambiador marca SONDEX S4A +S8A

Consultado 01/05/2014

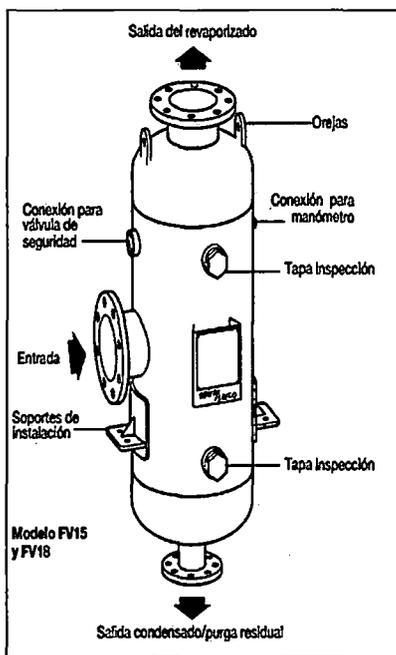
Tanque flash

Estos tanques son particularmente adecuados para los sistemas de recuperación de revaporizado de los condensados.

Un tanque flash cumple con tres funciones, coleccionar, separar y distribuir.

La idea de utilizar un tanque flash es para recuperar el condensado de los equipos de intercambio de calor que operan a altas presiones flujos, para en el tanque flash obtener re-vaporizado y aprovecharlo en otras aplicaciones de menor presión y flujo. Se puede apreciar un esquema típico de operación de un tanque flash.²

FIGURA 2.6:
TANQUE FLASH



Fuente: página web <http://www.spiraxsarco.com/es/pdfs/TI/p404-03.pdf>

Consultado 01/05/2014

² <http://www.spiraxsarco.com/es/pdfs/TI/p404-03.pdf>

II.2.4. Ahorro y disponibilidad de energía

Conceptos termodinámicos

Energía térmica

¿Qué es la energía térmica?

La energía térmica es la parte de energía interna de un sistema termodinámico en equilibrio que es proporcional a su temperatura absoluta y se incrementa o disminuye por transferencia de energía, generalmente en forma de calor o trabajo, en procesos termodinámicos. A nivel microscópico y en el marco de la Teoría cinética, es el total de la energía cinética media presente como el resultado de los movimientos aleatorios de átomos y moléculas o agitación térmica, que desaparecen en el cero absoluto.³

¿Qué es el calor?

El calor es la transferencia de energía entre diferentes cuerpos o diferentes zonas de un mismo cuerpo que se encuentran a distintas temperaturas. Este flujo siempre ocurre desde el cuerpo de mayor temperatura hacia el cuerpo de menor temperatura, ocurriendo la transferencia de calor hasta que ambos cuerpos se encuentren en equilibrio térmico.⁴

³ Termodinamica sexta edición: introducción y conceptos básicos

⁴ Termodinamica sexta edición: introducción y conceptos básicos

¿Qué es Calor sensible?

Es el calor que recibe un cuerpo o un objeto y hace que aumente su temperatura sin afectar su estructura molecular y por lo tanto su estado. En general, se ha observado experimentalmente que la cantidad de calor necesaria para calentar o enfriar un cuerpo es directamente proporcional a la masa del cuerpo y a la diferencia de temperaturas.

La constante de proporcionalidad recibe el nombre de calor específico.

Si el proceso se efectúa a presión constante:

$$Q_{\text{sensible}} = M \times C_p \times \Delta T \dots \dots \dots (1)$$

En donde m es la masa del cuerpo, Cp es el calor específico a presión constante, T2 es la temperatura final y T1 es la temperatura inicial del cuerpo.

Para el caso del agua

$$C_p = 4.186 \text{ KJ/kg}^\circ\text{C}$$

$$\Delta T = T_2 - T_1$$

¿Qué es calor latente?

Es la energía requerida por una cantidad de sustancia para cambiar de fase, de sólido a líquido (calor de fusión) o de líquido a gaseoso (calor de vaporización). Se debe tener en cuenta que esta energía en forma de calor se invierte para el cambio de fase y no para un aumento de la temperatura.

Aplicación de la ley cero de la termodinámica en la ingeniería

La ley cero de la termodinámica establece que si dos sistemas, A y B, están en equilibrio termodinámico, y B está a su vez en equilibrio termodinámico con un tercer sistema C, entonces A y C se encuentran en equilibrio termodinámico.

El equilibrio térmico debe entenderse como el estado en el cual los sistemas equilibrados tienen la misma temperatura. Esta ley es de gran importancia porque permitió definir a la temperatura como una propiedad termodinámica y no en función de las propiedades de una sustancia.

La aplicación de la ley cero constituye un método para medir la temperatura de cualquier sistema escogiendo una propiedad del mismo que varíe con la temperatura con suficiente rapidez y que sea de fácil medición, llamada propiedad termométrica.⁵

Leyes de la Termodinámica

La primera ley de la termodinámica es la ley de conservación de la energía generalizada para incluir el calor como una forma de transferencia de energía. Esta ley sólo afirma que un aumento en algunas de las formas de energía debe estar acompañado por una disminución en alguna otra forma de la misma. La primera ley no produce ninguna restricción sobre los tipos de conversiones de energía que pueden ocurrir. Además no hace distinción entre el trabajo y el calor.

⁵ Termodinámica sexta edición: introducción y conceptos básicos

De acuerdo con la primera ley, la energía interna de un sistema se puede incrementar ya sea agregando calor o realizando un trabajo sobre el sistema. Pero existe una diferencia muy importante entre el trabajo y el calor que no se evidencia de la primera ley. Por ejemplo, es posible convertir completamente el trabajo en calor, pero en la práctica, es imposible convertir completamente el calor en trabajo sin modificar los alrededores.

La segunda ley de la termodinámica establece cuales procesos de la naturaleza pueden ocurrir o no. De todos los procesos permitidos por la primera ley, solo ciertos tipos de conversión de energía pueden ocurrir.

Los siguientes son algunos procesos compatibles con la primera ley de la termodinámica, pero que se cumplen en un orden gobernado por la segunda ley.

¿Qué es el Vapor?

El vapor es el gas formado cuando el agua pasa de un estado líquido a uno gaseoso. A nivel molecular esto sucede cuando las moléculas de agua logran liberarse de las uniones que las mantienen juntas.

En la fase gaseosa, las moléculas de agua están bastante apartadas, no hay un orden molecular, se mueven al azar con colisiones continuas entre sí y contra las paredes del recipiente que las contiene. Sus fuerzas moleculares son muy pequeñas, particularmente a bajas densidades, las colisiones son el único modo de interacción entre las moléculas.⁶

En la fase gaseosa las moléculas tienen un nivel de energía considerablemente mayor que en la líquida o la sólida.

⁶ Roberto Guzmán. Auditoría Energética al Circuito de Vapor y Condensado de una Planta de Elaboración de Café Liofilizado

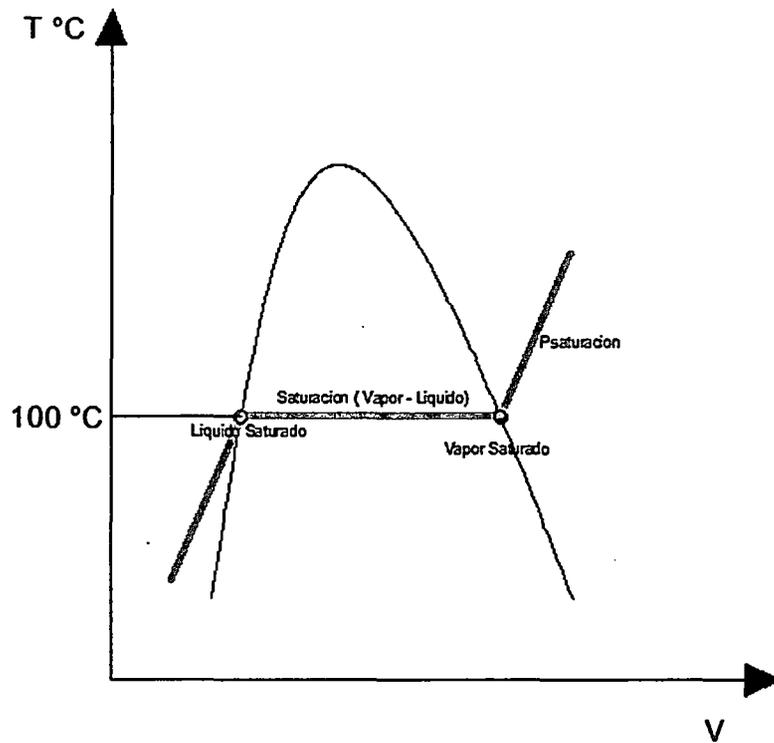
Formación de vapor

La temperatura a la cual comienza a hervir el agua depende de la presión; en consecuencia, si la presión es constante, sucede lo mismo con la temperatura de ebullición.

A una determinada presión, la temperatura a la que el agua cambia de fase se llama temperatura de saturación, T_{sat} . Del mismo modo, a una temperatura determinada, la presión a la que el agua cambia de fase se llama presión de saturación, P_{sat} .

En la figura 2.7 se muestra el diagrama T-v del agua, cuando la presión alcanza el valor de saturación a la temperatura especificada el agua comienza a hervir. Durante este proceso de evaporación, tanto la temperatura como la presión permanecen constantes, pero el volumen específico aumenta. Cuando el valor de presión es de 1 barg el proceso de ebullición comienza cuando la temperatura de saturación es de 100°C.

FIGURA 2.7:
DIAGRAMA T-V DEL AGUA



Fuente: Elaboración Propia

Tipos de Vapor

Se puede mencionar que hay tres tipos de vapor que se utilizan en la industria.

Vapor Saturado

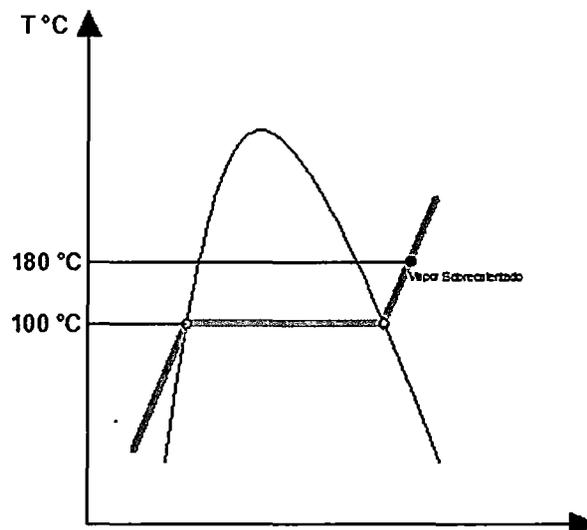
Una vez que comienza la ebullición, el aumento de temperatura se detiene hasta que se evapora todo el líquido. Es decir si la presión se mantiene constante, durante el proceso de cambio de fase la temperatura también lo hará.

Al final de esta etapa lo que se obtiene se conoce como vapor saturado seco. El vapor en estas condiciones es ampliamente utilizado en la industria para procesos de calentamiento directo e indirecto.

Vapor Recalentado

Una vez que se obtiene el vapor saturado, si se continúa añadiendo calor entonces la presión se mantiene constante, no así la temperatura que empieza a aumentar como se puede ver en el diagrama de fase del agua de la Figura 2.8. En este punto el vapor se vuelve sobrecalentado y es ampliamente utilizado en las plantas termoeléctricas como fluido de fuerza para generar energía eléctrica.

FIGURA 2.8:
VAPOR SOBRECALENTADO



Fuente: Elaboración propia

Vapor Flash

El vapor flash se produce siempre que un condensado a alta presión (y una temperatura mayor que la de saturación del líquido a baja presión) sea descargado a una presión menor.

Según el principio de conservación de energía, la cantidad de energía contenida en el fluido en el lado de baja presión de la trampa de vapor debe ser igual a la del lado de alta presión.

En consecuencia, la energía contenida de condensado del lado de alta presión P_1 es de H_1 , sin embargo, el condensado a P_2 solamente es capaz de retener H_2 de esa energía, entonces se presenta un desbalance en el lado de baja presión de la trampa de $H_1 - H_2$.

Este exceso de energía provoca que una parte del condensado se revaporice, a este revaporizado se lo conoce como, "vapor flash".⁷

$$X\% = \frac{H_1 - H_2}{HFG_2} \dots \dots \dots (2)$$

H_1 = Entalpia a la P_1 de ingreso a la trampa (KJ/Kg)

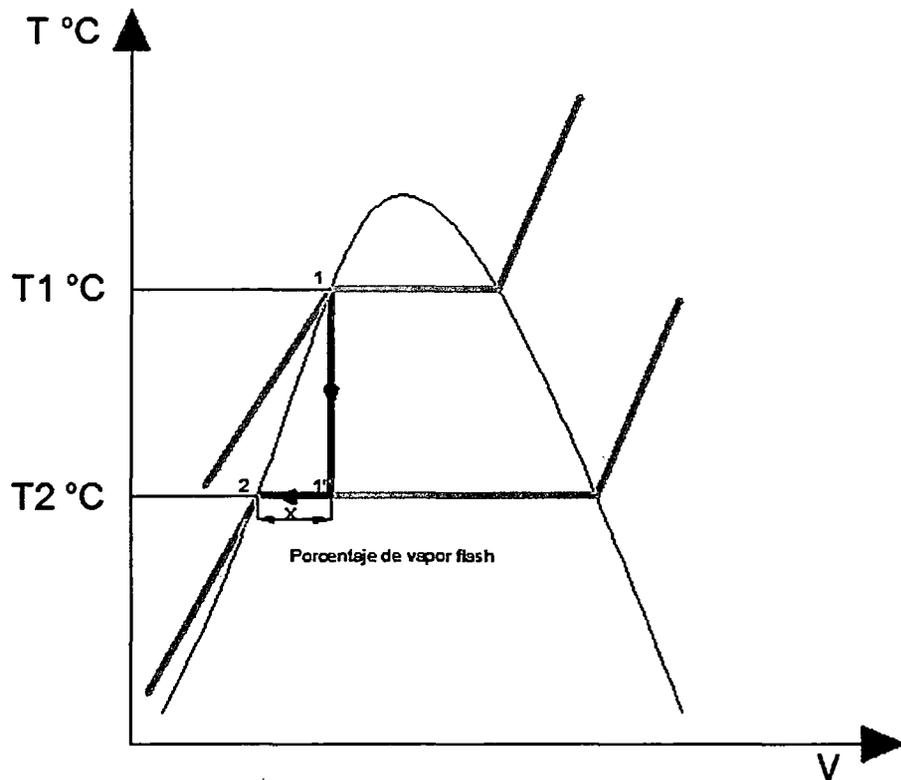
H_2 = Entalpia a la P_2 de salida de la trampa (KJ/Kg)

HFG_2 = Entalpia de vaporización a la P_2 de salida de la trampa (KJ/Kg)

$X\%$ = Porcentaje de vapor flash que se libera al reducir la presión.

⁷ Roberto Guzmán. Auditoría Energética al Circuito de Vapor y Condensado de una Planta de Elaboración de Café Liofilizado

FIGURA 2.9:
VAPOR FLASH



Fuente: Elaboración propia

¿Por qué se utiliza el Vapor?

A continuación se mencionan algunas de las razones por las cuales se utiliza el vapor en los sistemas industriales.

Para su producción se utiliza agua, es abundante, barata y fácil de obtener.

Es muy controlable, a cada presión le corresponde una temperatura, una energía específica y un volumen específico.

- Tiene un alto contenido de energía por unidad de masa.
- Es estéril, de fácil distribución y control.
- El vapor fluye en las líneas de distribución como respuesta a una caída de presión y no necesita bombas para su circulación.
- Los coeficientes de transferencia del calor del vapor son mayores que los del agua.

Trampas de Vapor

Una trampa de vapor es una válvula automática que permite que el condensado, aire y otros gases no condensables sean descargados del sistema pero sin dejar escapar el vapor. Para que cualquier sistema de vapor funcione apropiadamente se tiene que eliminar la presencia de los tres principales fluidos que reducen la eficiencia del vapor y generan daños en el sistema por corrosión o golpe de ariete.

- Condensado

Se forma en un sistema cuando el vapor cede por completo su calor latente, entonces se genera un cambio de estado. El resultado es condensado que debe ser retirado de la zona de intercambio de calor porque disminuye la eficiencia y el correcto funcionamiento del equipo.

- Aire

El aire está presente en las tuberías de vapor cuando el sistema está frío. Este aire debe ser eliminado del sistema de tal manera que el vapor pueda ingresar y alcanzar las aplicaciones de proceso, adicionalmente al bloqueo del vapor el aire actúa como una resistencia a la transferencia de calor.

- **Gases no condensables**

Otros gases distintos al aire como por ejemplo el dióxido de carbono existen dentro de los sistemas de vapor.

Estos gases no condensables también deben ser removidos del sistema para que todos los procesos operen apropiadamente, además de inhibir el flujo de vapor y reducir la transferencia de calor, el dióxido de carbono puede ser muy corrosivo para los componentes del sistema.

- **Trampas Termodinámicas**

Las trampas de vapor termodinámicas operan de forma cíclica (abierta/cerrada) utilizando las propiedades termodinámicas del vapor flash a medida que fluye a través de la trampa. El disco es la única parte móvil de estas trampas, permite el paso de condensado y se cierra herméticamente ante la presencia de vapor.

Estas trampas tienen un diseño resistente y se utilizan como trampas de goteo en la red de vapor y en las líneas de suministro. Su sólida construcción y su única parte móvil las hacen resistentes al golpe de ariete. Las trampas Termodinámicas solamente descargan pequeñas cantidades de aire, por lo tanto no son muy utilizadas en aplicaciones de proceso.

Trampas de Balde Invertido

La trampa de balde invertido usa un balde como dispositivo flotador conectado mediante una articulación al tapón de la válvula. La variación de densidades entre el vapor y el condensado son utilizadas para crear una fuerza de flotación sobre el balde para abrir y cerrar la válvula. Estas trampas

son usadas principalmente en aplicaciones de goteo en líneas principales de suministro de vapor. Estas trampas por lo general no son utilizadas en aplicaciones de procesos debido a su pobre capacidad de manejo de aire. Las trampas de balde son extremadamente robustas, resistentes al golpe de ariete y a la suciedad que pueda estar presente en el sistema.

Trampas de Flotador

La trampa de flotador se utiliza un flotador conectado mediante una articulación al tapón de la válvula para descargar el condensado del sistema. Adicionalmente, contienen un venteo termostático de aire para permitir la descarga del sistema.

Por esta razón, estas trampas tienen una excelente capacidad para remover el aire, lo cual es ventajoso durante el arranque cuando grandes cantidades de aire están presentes en el sistema.

Las trampas de vapor de flotador y termostáticas son por lo general la principal selección para el drenaje de equipos de transferencia de calor en los procesos.

Trampas Bimetálicas

Las trampas de vapor bimetálicas operan bajo el principio de la expansión térmica de los metales. Dos metales diferentes se juntan en una serie de discos que al calentarse se dilatan proporcionando el movimiento para cerrar la válvula. Estas trampas son usadas principalmente en venas de calentamiento con vapor debido a su capacidad para ajustar la temperatura de descarga del condensado, lo cual puede ser deseable en ciertas aplicaciones de calentamiento.

Cuando están presentes el aire y el condensado, la trampa bimetálica permanece abierta mientras son descargados del sistema. Cuando el vapor llega a la trampa, los discos se dilatan y empujan el tapón sobre el asiento. La temperatura a la cual se cierra la válvula se puede ajustar girando un tornillo de ajuste situado en la parte superior de la trampa.

II.2.5. Consumo de combustible

¿Qué es el combustible?

Combustible es cualquier material capaz de liberar energía cuando se oxida de forma violenta con desprendimiento de calor. Supone la liberación de una energía de su forma potencial a una forma utilizable sea energía térmica o energía mecánica.

Poder calorífico (PC)

La principal característica de un combustible es el calor desprendido por la combustión completa una unidad de masa de combustible.

Para el caso de la compañía Ambev el caldero pirrotubular de 1000 BHP consume gas natural

TABLA 2.1
INDICADOR DE COMBUSTIBLE

COMBUSTIBLE	Btu/m3	m3/MMBtu	Soles/m3	US\$/m3	US\$/MMBTU
Gas Natural	35310	28.32	0.56	0.20	5.66

Fuente: Elaboración propia

II.2.6. Sistema de purga de fondo y superficie

Purga de caldera

La purga de caldera es un mecanismo para su operación limpia y segura, sin embargo, no debemos olvidar que el agua purgada que sale de la caldera lleva una cantidad considerable de energía. El ahorro de energía requiere que se mantenga la mayor cantidad de ciclos de concentración permitidos en el agua de la caldera; para lograr esto, es preciso sacrificar un poco el margen de seguridad y permitir se incremente en cierto grado la cantidad de sólidos disueltos, e instalar un buen sistema de control para asegurar que no se provocará un daño a la caldera como resultado de operar en estas condiciones.

En muchas instalaciones se pueden incrementar los ciclos de concentración, reduciendo la cantidad de purga, disminuyendo la concentración total de sólidos en el agua de alimentación o modificando el programa de tratamiento del agua al interior de la caldera.

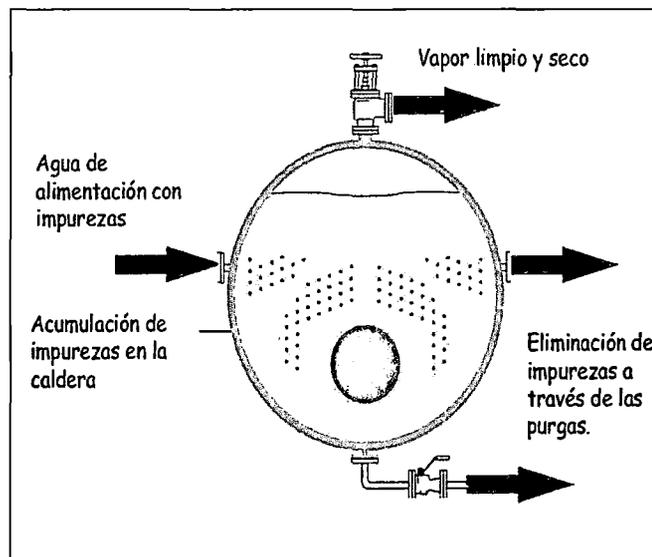
En muchas instalaciones, no obstante apegarse a un programa estricto de purgas de fondo, se tienen problemas por excesiva formación de lodos en el domo inferior. Esto puede ser debido a que es insuficiente el tiempo que se mantiene la válvula de purga abierta; en la práctica se ha demostrado que la purga de fondo es más efectiva si se realizan purgas más frecuentes y de corta duración (10 a 20 seg.) que purgas ocasionales de larga duración.

Los primeros segundos de la purga son los más efectivos.⁸

⁸ Comisión nacional para el uso eficiente de la energía "tratamiento de agua para utilización en calderas – secretaria de energía – México. www.conuee.gob.mx

Si se mantiene la purga de fondo por un periodo largo, se crean problemas de turbulencia, que agitan los lodos depositados en el fondo y pueden ser arrastrados hacia los tubos de generación, donde se calientan y endurecen provocando incrustación.

FIGURA 2.10:
PURGA DE CALDERA



Fuente: <http://www.spiraxsarco.com/purgas>.

Consultado 02/05/2014

Para calcular la purga de superficie en una caldera hay que realizar un balance de los distintos componentes a controlar.

Balance de concentración de agua

$$M_{\text{agua}} \times \text{STD ingreso} = M_{\text{purga}} \times \text{STD caldera}$$

$$\text{Magua} = \text{Mpurga} + \text{Mvapor}$$

$$\text{Mpurga} = \text{Mvapor} \times \frac{\text{STD ingreso}}{\text{STD caldera} - \text{STD ingreso}} \dots\dots\dots (3)$$

Dónde:

Mpurga = Caudal de purga [kg/h]

STD caldera = Salinidad total en la caldera [ppm].

STD ingreso = Salinidad total en el agua de alimentación [ppm]. Se mide con el conductímetro. (300 ppm).

Mvapor = Caudal del vapor [kg/h]

TABLA 2.2:

LIMITE DE CONDUCTIVIDAD EN CALDERAS

Presión de trabajo (kg/cm ²)	TSD máximo (ppm)	Conductividad máxima (µmho)
0-1	6,000	9,000
1.1 – 10.5	4,000	6,000
10.6 – 21	4,000	6,000
21.1 – 31.6	3,500	5,250
31.7 - 42.1	3,000	4,500
42.2 – 52.6	2,500	3,720
52.7 - MÁS	2,000	3,000

Fuente: www.conuee.gob.mx

Consultado 02/05/2014

¿Las impurezas en el agua de alimentación se concentran en la caldera?

Prácticamente todas las aguas de alimentación a las calderas contienen sólidos disueltos. Cuando el agua de alimentación se calienta, se evapora y sale de la caldera como vapor destilado dejando las impurezas atrás.

Entre más y más agua se evapora en la caldera, se añade más líquido para reemplazarla. Como resultado de esto, la cantidad de sólidos disueltos al interior de la caldera aumenta gradualmente. En poco tiempo se acumula una gran cantidad de éstos en el agua de la caldera, provocando que no hierva ya como agua ordinaria. Las burbujas de vapor que suben no se separan fácilmente de la superficie; en vez de esto, se forman grandes burbujas que, cuando revientan, arrastran con ellas hacia el espacio de vapor algo de la película con que se formó la burbuja.

Además, algunos materiales que son altamente solubles a bajas temperaturas, debido a la alta temperatura en la caldera, cambian su solubilidad, se transforman en materiales con baja solubilidad y son precipitados, como es el caso del carbonato de calcio (CaCO_3), un compuesto presente en la mayoría de las aguas de alimentación para calderas. La mayor parte de esta precipitación tiene lugar donde el agua de la caldera está más caliente, es decir, donde el agua está en contacto con las zonas de mayor transferencia de calor. El material precipitado se deposita en la superficie caliente y forma incrustaciones.

¿Qué son los ciclos de concentración?

La cantidad de un material disuelto en un líquido se mide en partes por millón (ppm). A todas las impurezas disueltas en el agua se les conoce como "Total de Sólidos Disueltos" (TSD); el método moderno para conocer esta cantidad utiliza instrumentos electrónicos que miden la conductancia del agua de la caldera.

Una parte por millón (ppm) equivale a un kilogramo del sólido disuelto de que se trate en un millón de kilogramos de agua. Como el agua pesa un kilogramo por litro, una ppm equivale a un kilogramo en un millón de litros de agua.

Si un determinado tipo de agua tiene un total de sólidos disueltos de 500 ppm y la concentramos dos veces o dos ciclos, el nivel TSD final será 1,000 ppm. Con tres ciclos, su TSD será de 1,500 ppm; con cuatro ciclos, 2,000 ppm y así sucesivamente. Por ejemplo: una caldera de 100 caballos puede evaporar unos 37,500 litros de agua en 24 horas de trabajo continuo. Si el agua tiene una dureza de 340 ppm, se quedarán dentro de la caldera 12.75 kilogramos de sólidos cada día.⁹

Dureza del agua

La dureza en el agua de la caldera indica la presencia de impurezas relativamente insolubles; éstas se clasifican en: (a) sólidos disueltos, (b) gases disueltos y (c) sólidos en suspensión. En el proceso de calentamiento y concentración del agua de la caldera, estas impurezas precipitan más rápidamente debido a que son menos solubles en alta temperatura.

La cantidad de dureza en el agua normal puede variar desde algunas partes por millón hasta más de 500. Como los compuestos de calcio y magnesio son relativamente insolubles en agua, tienden a precipitar fácilmente causando problemas de incrustación y depósitos. Como se mencionó arriba, el proceso de precipitación ocurre principalmente sobre las superficies calientes y se conoce como incrustación.

⁹ Comisión nacional para el uso eficiente de la energía "tratamiento de agua para utilización en calderas – secretaria de energía – México. www.conuee.gob.mx

No sólo la cantidad disponible, sino también la dureza del agua de la región (municipal, pozo, etc.) es de suma importancia al considerar la disponibilidad de agua para la generación de vapor.

Sólidos totales en suspensión (TSD)

El total de sólidos disueltos en la caldera (TSD) es uno de los parámetros utilizados para controlar el programa de tratamiento de agua. Con el agua de repuesto, continuamente se están añadiendo sólidos disueltos al agua de la caldera; éstos no son evaporados junto con el vapor y, como resultado de esto, los sólidos totales en suspensión aumentan entre más vapor se genera. El nivel de concentración de estos sólidos (TSD) es determinado por la cantidad de estas sales, que son eliminadas por la purga de la caldera; por esto, el control del nivel de TSD es crítico para la operación de la caldera. Si se reduce la purga de caldera, se tendrá una mejor eficiencia, pero el nivel de TSD aumentará y afectará su operación.

Generación incrustación

Las calderas de vapor utilizan una fuente de calor externo que normalmente se encuentra a una temperatura mucho mayor que la del agua en el interior de la caldera. Los tubos o placas metálicas que forman las superficies de intercambio de calor se mantienen a una temperatura menor que la del hogar, ya que son enfriados por el agua de la caldera. Al formarse los depósitos, éstos actúan como un material aislante entre el agua y el metal, lo que da como resultado el que los tubos y/o placas tengan que trabajar sometidos a una temperatura mayor. A mayor espesor del depósito o incrustación, el

efecto aislante es también mayor, y los tubos y placas tienen que soportar temperaturas más altas. A temperaturas muy altas, el metal con que están hechos los tubos o placas puede perder su resistencia a la tensión y romperse.¹⁰

Generación de lodos

Los lodos son precipitados directamente en el cuerpo principal de la caldera cuando la solubilidad de los sólidos disueltos es excedida. Estos depósitos ocurren, normalmente, cuando existe la presencia de materiales aglutinantes o la circulación del agua es tal que permite que se asienten en puntos calientes y se endurezcan sobre éstos.

¿Por qué se genera arrastre de agua?

El arrastre de agua ocurre cuando una porción de líquido entra al sistema de distribución de vapor y se forma una especie de émbolo de agua que viaja a la misma velocidad del vapor. Existen varias causas que pueden provocar esto, como son: un aumento en la demanda de vapor, caídas bruscas en la presión del sistema, purgas, la abertura rápida de válvulas en el sistema de distribución, tamaño inadecuado de la tobera o del cabezal de vapor. Este fenómeno también puede producirse por el aumento repentino de la cantidad de condensado en una tubería. Una condición típica en que ocurre el arrastre de agua se da cuando la caldera ha alcanzado la presión de trabajo y el operario abre rápidamente la válvula de distribución del cabezal de vapor. En pocos minutos se notará que el nivel del agua oscila de arriba hacia abajo,

¹⁰ Comisión nacional para el uso eficiente de la energía "tratamiento de agua para utilización en calderas – secretaria de energía – México. www.conuee.gob.mx

oscilación que puede volverse bastante violenta y causar que la caldera se pare debido a que el sensor de nivel interpreta esto como bajo nivel de agua. Lo que ocurrió en realidad es que toda la tubería de distribución y el equipo de intercambio de calor al que el cabezal suministra vapor se encuentran fríos y el vapor se condensa rápidamente, quizá formando un vacío, lo que causa que dentro de la caldera se produzca una ebullición violenta; con esto se produce una serie de oscilaciones en la superficie del agua que alcanza la tobera de vapor. La elevación del nivel del agua no se puede mantener y cae rápidamente iniciando un efecto de vaivén.

Se inicia un efecto de ola que permite que el agua entre al sistema de vapor intermitentemente, lo que es una condición peligrosa que puede ocasionar alteraciones a la circulación del agua en la caldera y provocar daños al equipo al producirse el llamado "golpe de ariete" cuando la porción de agua impacta, a una velocidad muy alta, los elementos del sistema de distribución de vapor o de los equipos, como por ejemplo, los álabes de turbinas.

Corrosión del sistema de condensado

El tipo de corrosión más común en estos sistemas es la causada por el dióxido de carbono (CO_2). El CO_2 entra al sistema con el agua de alimentación en forma de sales de carbonato o bicarbonato (alcalinidad) que cuando se ponen en contacto con el agua interior de la caldera a alta temperatura, estos compuestos se rompen formando dióxido de carbono que es transportado por el vapor y se condensa en las tuberías y equipos que forman el sistema de condensados, transformándose en ácido carbónico (H_2CO_3).

Corrosión dentro de la caldera

Los gases no condensables son aquellos que no se condensan a la temperatura normal del agua cruda y entran al sistema de generación de vapor arrastrados por el agua. Los más comunes y dañinos son el oxígeno disuelto en el agua y el bióxido de carbono.

El oxígeno disuelto ataca al hierro y forma hidróxido férrico; esta corrosión se presenta como ampollas en la superficie del metal y con el tiempo puede llegar a perforarlo. El bióxido de carbono ataca al metal, especialmente cuando está en presencia del oxígeno disuelto. El bióxido de carbono combinado con el agua forma ácido carbónico que, bajo ciertas condiciones, es un agente corrosivo para los metales férreos y las aleaciones de níquel y cobre. En ocasiones se puede presentar otro gas no condensable, el hidróxido de amonio, que ataca a las aleaciones de cobre con que están fabricadas las válvulas y conexiones. En las líneas de retorno de condensados se puede llegar a presentar corrosión debido a la presencia de oxígeno y de bióxido de carbono. El primero se encuentra disuelto en el agua y también puede ser absorbido directamente del aire que entra en contacto con el agua. El bióxido de carbono se produce por la transformación de los bicarbonatos contenidos en el agua que se convierten en carbonatos al elevarse la temperatura de ésta.

Consecuencias por defecto de purgas

Total de sólidos disueltos (TSD) muy alto

- Corrosión de los metales de la caldera
- Se produce espumado y acarreos
- Se alteran las trayectorias de ebullición en los tubos y se provoca depósitos

Alta cantidad de sólidos en suspensión y lodos

- Los sólidos se depositan y endurecen (incrustación) sobre las superficies de transferencia de calor, causando la pérdida de eficiencia.
- Se alteran las características de la ebullición.
- Se ensucian internamente las calderas, lo que implica un alto costo por limpieza y mayor tiempo de paro del equipo.
- Se absorben ciertos compuestos químicos, como el PO₄, que derivan en incrustaciones y pérdida de eficiencia

Alta dureza y niveles de sales

- Incrustación y pérdida de eficiencia

Muy alta alcalinidad

- Incrustación y pérdida de eficiencia

Control de purgas del caldero

Al reducir la cantidad de agua que se purga de la caldera, pueden evitarse pérdidas sustanciales de energía, ya que la temperatura del líquido purgado es la misma que la del vapor generado por la caldera. Si se disminuye la cantidad de purga, también reducirá el costo del agua de repuesto y su tratamiento. Cuando el agua se evapora en el tambor de vapor de la caldera, se separan los sólidos presentes en el agua de alimentación. Los sólidos en suspensión forman lodos o sedimentos en la caldera, que degradan la transferencia de calor, mientras que los sólidos disueltos provocan espuma y acarreo de agua con el vapor.

Para reducir el nivel total de sólidos disueltos y suspendidos (TDS) y llevarlos a límites aceptables, periódicamente se tiene que descargar o purgar agua de la caldera.

El purgado desde el fondo es un procedimiento manual que normalmente se realiza en intervalos de varias horas y que dura unos cuantos segundos. El propósito es eliminar los sólidos suspendidos que se sedimentan y forman lodos muy espesos. Por su parte, las purgas de superficie o de espumas tienen como finalidad desechar los sólidos disueltos que se concentran cerca de la superficie del líquido. Generalmente, este tipo de purga es un proceso continuo.

Un purgado insuficiente puede provocar arrastres de agua en la corriente de vapor, como también la formación de depósitos.¹¹

¹¹ Spirax Sarco, purga automática de calderas, <http://www.spiraxsarco.com/es/pdfs/sb/p403-56.pdf>,

El purgado en exceso provoca desperdicio de energía, agua y productos químicos. La cantidad correcta de purga es determinada por varios factores, incluyendo el tipo de la caldera, presión de operación, tratamiento de agua y la calidad del agua de repuesto. La cantidad de purga va, normalmente, del 4% al 8% de la cantidad de agua.

Energía disponible de la purga (EDpurga)

Se determinan la cantidad de energía de la purga de superficie del caldero

$$ED_{purga} = M_{purga} \times H_f \text{ purga}_{PRESION DE CALDERO} \dots \dots (4)$$

Dónde:

M_{purga} = Caudal de purgas en kg/h

$H_f \text{ purga}$ = Entalpía de la purga en kJ/kg purga y corresponde a la entalpía de líquido para la presión de generación de vapor.

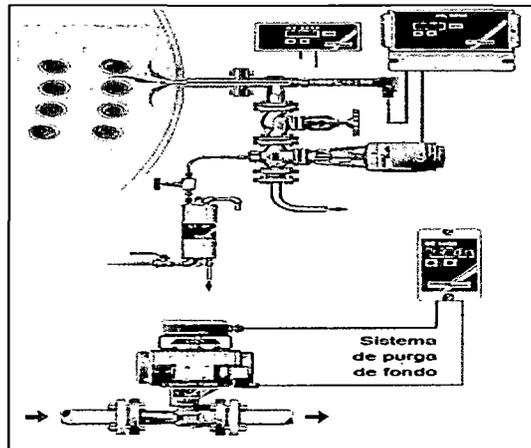
II.2.7. Sistema de purga automática

El mejor sistema de control de TDS será un sistema que se vaya adaptando al cambio gradual del nivel de TDS en la caldera. El control automático se puede conseguir por varios métodos para satisfacer los requerimientos de la caldera y siempre dará mejor servicio que la operación sobre una válvula manual. Se dispone de sistemas para calderas en las que la sonda puede estar montada directamente en la caldera, o en los que la sonda se monta en la línea de purga. Se considera que el punto óptimo para la colocación del control TDS está en el lateral de la caldera por debajo del nivel mínimo de agua y lo más alejado de la entrada de agua de alimentación.

Beneficios de un sistema de purga automática

- Se requieren menos agua, combustible y productos químicos para el sistema de generación de vapor.
- Se reducirá el problema de arrastres de líquido a la red de vapor ocasionando menor mantenimiento y costes de reparación.
- Se generara vapor limpio y seco para la planta de producción.

FIGURA 2.11:
PURGA AUTOMÁTICA DE CALDERA



Fuente: página web <http://www.spiraxsarco.com/purgas>.
Consultado 02/05/2014

Purga de superficie automática

La Purga automática de superficie por análisis de sólidos disueltos permite mantener la caldera dentro de los parámetros lógicos y por ello permite extender la vida útil, disminuyendo además la mano de obra ya que automatizando este servicio se pueden evitar los olvidos y las aperturas prolongadas de purgas superficiales como así también, reemplazar la purga continua que resulta muy costosa comparada con su eficacia.

Purga de fondo automática

La purga automática de fondo Proporciona un control eficiente de la purga de fondo, asegurando que los ciclos se producen con el mínimo de pérdidas de calor por duplicidad u omisión. Se consigue abriendo una válvula de gran paso situada en la parte inferior de la caldera durante unos pocos segundos. Esto permite la eliminación de una gran cantidad de agua y de sólidos bajo la presión de la caldera e introducirla en un tanque de purga, especialmente diseñado para permitir que la mezcla se enfríe antes de drenar.

II.2.8. Ahorro de energía y económico en purga automática en caldera

Los altos costos de los combustibles y de los productos químicos, la escasez de materias primas, reglamentaciones más estrictas sobre la contaminación del agua, y el aumento de costos laborables, han incrementado la importancia del control automático como medio de economía de material y de energía.

Operaciones

El módulo de control permite programar los períodos que se quieren obtener entre la realización de las purgas, éstas se programan directamente desde el teclado, apareciendo los tiempos conformados en el display indicador.

Para seleccionar el tiempo de apertura de la válvula existen controles que regulan el tiempo de apertura. El sistema está preparado para producir una primera apertura en el tiempo estipulado, se cierra la misma y automáticamente 4 minutos después se produce una segunda apertura, con esta operación se logran barrer los lodos que quedaron alrededor de la canaleta que se formó en la primera purga.

En el caso de un corte de energía, la válvula puede ser accionada manualmente, ubicando una llave sobre el dado del eje que sobresale del actuador.¹²

Aprovechamiento

Las economías de combustible por una adecuada cantidad de purgas, depende de la presión de operación de la caldera, la carga y la velocidad de purga.

Reducciones

Se produce una reducción en el uso de compuestos químicos de pretratamiento y en el agua de reposición, o sea que se requiere menos agua de reposición con purgas de menor régimen. Los requerimientos de compuestos químicos para la clarificación, ablandamiento y regeneración por desmineralizado, también se reducen. En el futuro la reducción en consumo de productos químicos de pretratamiento y de uso interno será aún más efectiva.

Evaluación económica de la purga innecesaria del caldero.

Porcentaje de combustible perdido por purgas.¹³

$$Z\% = \frac{H_f \text{ purga} \times N}{H_{g\text{vapor}} \times (C - 1) + H_f \text{ purga} - H_f \text{ agua} \times C} \dots \dots \dots (5)$$

¹² CONAE. Consejos para ahorro de energía en sistemas de vapor

¹³ CONAE. Consejos para ahorro de energía en sistemas de vapor

C= Ciclos de concentración

C= STD caldero / STD ingreso

Z % = Porcentaje de combustible perdido en la purga

HFpurga = Entalpia liquida de la purga a presión saturación del caldero

N= Eficiencia térmica

Hg vapor = Entalpia de vapor del caldero

Hf agua = Entalpia de agua de alimentación

Ahorro por control de purgas en el caldero

Se procede a realizar una diferencia de purgas de caldero de lo actual que se purga y lo recomendado por el fabricante.

Purga Anual Actual

Producción de vapor por caldero de: Mv Kg/h.

Concentración actual de agua de alimentación: STD ingreso ppm.

Concentración actual en purga de caldero: STD caldero ppm.

Caudal de purga 1 : (STD ingreso / (STD caldero – STD ingreso)) x Mv

Tiempo de operación: Hh/día.

Purga Anual Actual: Caudal de purga 1 x Hx30x12 kg /año..... (6)

Purga Anual recomendada

Concentración recomendado para purga de caldero: 3500ppm.

Producción de vapor por caldero de: Mv Kg/h.

Concentración actual de Agua de Alimentación: STD ingreso ppm.

Caudal de purga 2 : (STD ingreso / (3500 –STD ingreso)) x Mv

Purga Anual recomendada: Caudal de purga 2 xHx30x12 kg /año..... (7)

Ahorro total de caudal de purga (Kg/hr)..... (7)

(6) Purga Anual Actual - (7) Purga Anual recomendada

Ahorro de combustible por purga automática

Ahorro de combustible:(7) x Cp x (T2–T1)/Poder Calorífico Gas Natural
(m3/año)..... (8)

Ahorro de combustible por purga automática :(8) x 0.2 \$/m3... (9)

Ahorro de agua recuperada por purga automática:

Cantidad de Agua Recuperada:(7) m3/Año.

Costo Total de Agua Tratada:\$2.27/m3.

Ahorro de agua tratada por purgas automática :\$(7b) x2.27..... (10)

Ahorro total por purga automática

(10) + (9) \$

II.2.9. Eficiencia térmica de la caldera

Se establecen dos métodos para determinar la eficiencia:

El método de pérdidas de calor y el de entradas y salidas (Directo).

- El método de pérdidas de calor o sea la determinación de la eficiencia mediante la sustracción en porcentaje de la suma de las pérdidas medidas en la caldera.
- El método directo o energía que entrega la caldera en el vapor contra la energía entregada a la caldera.

Método de Pérdidas de Calor.

Consiste en la evaluación de las pérdidas en el generador de vapor y del calor suministrado con los fluidos que entran a él. Para la aplicación del método de pérdidas de calor se requiere determinar lo siguiente:

Total de Pérdidas de Calor:

- Por gases secos.
- Por formación de CO.
- Por radiación.
- Por la combustión del H₂.
- Por la humedad del aire.
- Por la humedad en el combustible.
- Pérdidas no determinadas.

EFICIENCIA DE LA COMBUSTION (EC)

Para la determinación de la eficiencia de combustión se utiliza la siguiente relación.

$$EC = \frac{\text{Calor combustible} - \text{Perdidas}}{\text{Calor combustible}}$$

$$EC = \frac{Mc \times PC - \text{Perdidas}}{Mc \times PC}$$

$$EC = \frac{\text{Calor Util}}{Mc \times PC}$$

$$EC = 100\% - \text{Perdidas } \%$$

$$EC = 100\% - (\text{Pérdida Calor sensible} + \text{Pérdida gases no quemados})\%$$

Pérdida por calor sensible en los gases secos

$$P1 = \frac{0.35 \times (T_{\text{gas}} - T_{\text{ambiente}})}{CO_2}$$

Pérdida por gases no quemados de los humos

$$P2 = \frac{40 \times CO}{CO_2 + CO}$$

$$EC = 100\% - (P1 + P2)\% \quad \dots\dots (11)$$

Método Directo (Entradas y Salidas)

En este método lo que se pretende es cuantificar la forma en que es utilizado el calor suministrado por el combustible, agua de alimentación y créditos. Esto es, cuánto de este calor es usado para la producción del vapor, que es el objetivo del sistema de generación, y cuánto calor es perdido por la purga continua y las pérdidas del generador de vapor.

Q_a = Calor de generación del vapor

$$Q_a = M_{\text{vapor}} \times (H_g \text{ vapor} - h_f \text{ agua}) \dots \dots \dots (12)$$

$$Q_c = PC \times Mc \dots \dots \dots (13)$$

Datos de operación

H_g vapor = Entalpia de vapor a Presión del caldero.

h_f agua = Entalpia liquida a Temperatura ingreso de agua de alimentación.

M_{vapor} = Flujo de vapor kg/hr

M combustible = Flujo de combustible m³/hr

PC = Poder calorífico = 35310 BTU/m³ del gas natural.

$$\text{Eficiencia termica} = \frac{Q_a}{Q_b} \times 100\% \dots \dots \dots (14)$$

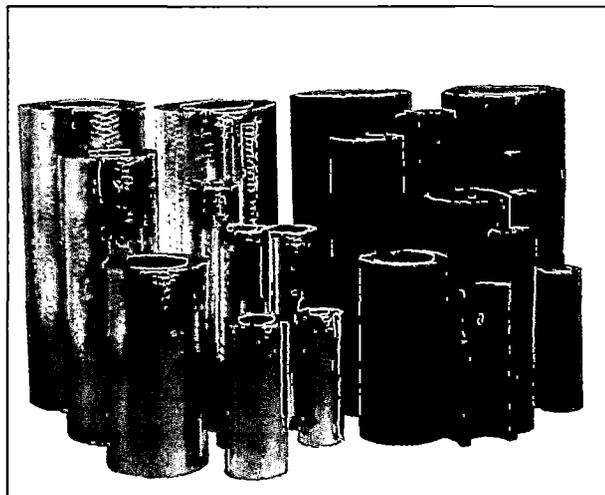
II.2.10. Aislamiento térmico

Las cañuelas de lana mineral de roca consisten en aislamientos térmicos normalizados para tubería estándar de diversos diámetros nominales, en dos canaletas o conchas que se ajustan a lo largo del tubo y que se moldean en forma cilíndrica. Son fabricadas con lana mineral aglutinada con resina sintética. Tienen gran resistencia mecánica. Se ajustan perfectamente al tubo sin dejar la más mínima ranura o escape de calor.

Por su alta densidad (12 lb / pie³) evita el paso de calor con mucha eficiencia y proporciona una excelente durabilidad, y que no pierde peso al estar sometida continuamente a temperaturas hasta de 800 °F.

Las cañuelas de lana mineral de roca son totalmente incombustibles y 100% libres de asbesto. Por su composición química, las cañuelas de lana mineral de roca son químicamente neutras, no causan ni promueven la corrosión.¹⁴

FIGURA 2.12:
AISLAMIENTO TÉRMICO DE TUBERÍAS



Fuente: página web <http://www.ratsa.com/ver.php>

Consultado 03/05/2014

Aplicación

Cañuelas para aislamiento térmico de tuberías en líneas de servicio que operan a temperaturas desde -80° C hasta 454°C en régimen continuo. Para el aislamiento térmico de tuberías frías deben ser provistas de una barrera de vapor para evitar condensación. En instalaciones de tubería expuestas a la intemperie se deben proteger del agua lluvia.

¹⁴ http://www.calorcol.com/portals/0/contenidos/documentos/pdf/cañuelas_lmr.pdf

FIGURA 2.13:

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE AISLAMIENTO

Unidad	Carpetas con fol y sin fol de aluminio	TEMPERATURA MEDIA		K
		°F	°C	
Densidad	12 lbs / pie ³			
Dimensiones	Longitud	0.91 m		
	Espesor	1, 1½, 2, 2½, 3 y 4 plg.		
Conductividad térmica K	0.24 BTU/hora pie ² a 100°F			
Diámetro nominal de la tubería	De ½ a 8 plg.			
Norma	ASTM Norma C 547			
NRC	65%, 500 a 100 ciclos/seg a 1 plg de espesor			
Empaque	De polietileno reforzado			
		100	38	0.24
		175	79	0.29
		200	93	0.32
		250	121	0.34
		325	163	0.40
		400	204	0.47

Fuente: <http://www.calorcol.com/portals/0/contenidos>

Consultado 03/05/2014

FIGURA 2.14:

ESPEORES DE AISLAMIENTO RECOMENDADOS

TEMPERATURA (°C)	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550
DIÁMETRO TUBERÍA	ESPEORES DE AISLAMIENTO (plg)									
½"	1	1	1	1½	1½	1½	2	2½	2½	3
¾"	1	1	1	1½	1½	1½	2	2½	2½	3
1"	1	1	1½	1½	2	2	2½	3	3	3½
1¼"	1	1	1½	2	2	2½	2½	3	3	3½
1½"	1	1½	1½	2	2	2½	2½	3	3	3½
2"	1	1½	1½	2	2	2½	3	3	3½	4
2½"	1½	1½	2	2½	3	2½	3	3½	4	4
3"	1½	2	2	2½	3	3	3	3½	4	4½
4"	1½	2	2½	3	3	3	3½	4	4½	5
5"	1½	2	2½	3	3	3½	4	4½	5	5½
6"	1½	2	2½	3	3	3½	4	4½	5	5½
8"	1½	2	2½	3	3	3½	4	5	5½	6
10"	2	2½	3	3	3½	4	4½	5	6	6½
12"	2	2½	3	3	3½	4	5	5½	6	7
14"	2	2½	3	3½	4	4	5	6	6½	7
16"	2	2½	3	3½	4	4½	5	6	6½	7½
18"	2	2½	3	3½	4	4½	5	6	6½	7½
20"	2½	3	3½	4	4	4½	5	6	7	8
22"	2½	3	3½	4	4	5	5½	6	7	8
24"	2½	3	3½	4	4	5	5½	6	7	8

Fuente: página web <http://www.calorcol.com/portals/0/contenidos>

Consultado 03/05/2014

II.2.11. Evaluación de un proyecto de inversión

Indicadores para evaluación de proyectos de inversión

Considerando valor del dinero en el tiempo

Valor anual neto (van)

El valor actual neto, es un procedimiento que permite calcular el valor presente de un determinado número de flujos de caja futuros, originados por una inversión. La metodología consiste en descontar al momento actual, todos los flujos de caja futuros den determinar la equivalencia en el tiempo 0 de los flujos de efectivo futuros que genera un proyecto y comparar esta equivalencia con el desembolso inicial. Dicha tasa de actualización (k) o de descuento (d) es el resultado del producto entre el coste medio ponderado de capital y la tasa de inflación del periodo. Cuando dicha equivalencia es mayor que el desembolso inicial, entonces, es recomendable que el proyecto sea aceptado.¹⁵

La fórmula que nos permite calcular el Valor Actual Neto es:

$$VAN = -I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{V_t}{(1+k)^t} \dots \dots \dots (15)$$

Vt = Representa los flujos de caja en cada periodo t.

lo = Es el valor del desembolso inicial de la inversión.

n = Es el número de períodos considerado.

k = Tasa descuento de interés.

¹⁵ GALLARDO JUAN. Preparación y Evaluación de proyectos

Si el proyecto no tiene riesgo, se tomará como referencia el tipo de la renta fija, de tal manera que con el VAN se estimará si la inversión es mejor que invertir en algo seguro, sin riesgo específico.

VAN > 0 La inversión produciría ganancias por encima de la rentabilidad exigida (r) El proyecto puede aceptarse

VAN < 0 La inversión produciría pérdidas por debajo de la rentabilidad exigida (r) El proyecto debería rechazarse

VAN = 0 La inversión no produciría ni ganancias ni pérdidas

Puede considerarse también la interpretación del VAN, en función de la creación de valor para la empresa:

- Si el VAN de un proyecto es positivo, el proyecto crea valor.
- Si el VAN de un proyecto es negativo, el proyecto destruye valor.
- Si el VAN de un proyecto es cero, el proyecto no crea ni destruye valor.

Tasa interna de retorno (TIR)

La tasa interna de una inversión es el promedio geométrico de los rendimientos futuros esperados de dicha inversión, y que implica por cierto el supuesto de una oportunidad para "reinvertir". En términos simples, diversos autores la conceptualizan como la tasa de descuento con la que el valor actual neto o valor presente neto (VAN) es igual a cero.

La TIR puede utilizarse como indicador de la rentabilidad de un proyecto: a mayor TIR, mayor rentabilidad, se utiliza como uno de los criterios para decidir sobre la aceptación o rechazo de un proyecto de inversión. Para ello, la TIR se compara con una tasa mínima o tasa de corte, el coste de oportunidad de la inversión (si la inversión no tiene riesgo, el coste de oportunidad utilizado

para comparar la TIR será la tasa de rentabilidad libre de riesgo). Si la tasa de rendimiento del proyecto - expresada por la TIR- supera la tasa de corte, se acepta la inversión; en caso contrario, se rechaza.

$$VAN = -I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{V_t}{(1+TIR)^t} = 0 \dots\dots\dots(16)$$

El criterio general para saber si es conveniente realizar un proyecto es el siguiente:

Si $TIR > r$ Se aceptará el proyecto. La razón es que el proyecto da una rentabilidad mayor que la rentabilidad mínima requerida (el coste de oportunidad).

Si $TIR < r$ Se rechazará el proyecto. La razón es que el proyecto da una rentabilidad menor que la rentabilidad mínima requerida.

Playback

Denominado periodo medio de recuperación, es uno de los llamados métodos de selección estáticos. Se trata de una técnica que tienen las empresas para hacerse una idea aproximada del tiempo que tardarán en recuperar el desembolso inicial invertido en el proceso productivo

Para nuestra aplicación

$$Pay\ back = \frac{INVERSION}{AHORRO\ ECONOMICO} \dots\dots\dots (17)$$

II.3. Normatividad

NTP 350.303-2010 calderas industriales. Inspección de las instalaciones con fines de eficiencia térmica y reducción de emisiones.

Esta Norma Técnica Peruana se aplica a las calderas de tubos de humo (pirotubular) y de tubos de agua (Acotubular) que utilizan combustibles sólidos, líquidos y gaseosos.

Mediante la evaluación, se comprobará básicamente lo siguiente:

- Que la caldera cuente con autorización de fabricación.
- Acta de prueba de arranque inicial (start-up)
- Que los equipos auxiliares e instalaciones anexas cumplan la normativa vigente.
- Que las especificaciones técnicas se ajusten en su contenido a lo requerido en el Código o norma respectivos, utilizados para la construcción de la caldera.
- Que la sala de calderas cumpla con la normativa que le sea aplicable en cuanto se refiere a: seguridad; ventilación; alojamiento de equipos auxiliares; mantenimiento de la caldera y sus equipos auxiliares.
- Que el personal técnico encargado de la operación de la caldera esté convenientemente calificado y autorizado.
- Que en la sala de calderas se disponga de la información siguiente: Cuaderno de Parte Diario; Reglamento de Seguridad de acuerdo a normas vigentes; Estándares actualizados de las emisiones permisibles.

NTP 350.301-2008 calderas industriales. Estándares de Eficiencia Térmica (combustible/vapor) y etiquetado.

Esta Norma Técnica Peruana establece los estándares de eficiencia térmica (combustible/vapor) que deberán cumplir las calderas industriales sin equipo de recuperación de calor y las características del etiquetado.

Los estándares de eficiencia térmica (combustible/vapor) para las calderas descritas por la NTP 350.300, se han clasificado de acuerdo a las siguientes categorías mostradas en la Tabla 2.3.

El fabricante garantizará la eficiencia térmica (combustible/vapor) indicada en la Tabla.

**TABLA 2.3:
RANGO DE EFICIENCIA TÉRMICA**

CATEGORIA	RANGO DE EFICIENCIA TERMICA (n)
A	Mayor de 82 %
B	$80 < n \leq 82$ %
C	$78 < n \leq 80$ %

Fuente: Categoría – eficiencia térmica ntp350.303-2010

NTP 350.300-2002 calderas industriales. Procedimiento para la determinación de la eficiencia térmica de calderas industriales.

Esta Norma Técnica Peruana establece el método de prueba que debe aplicarse para verificar la eficiencia térmica de las calderas.

Todas las calderas que estén dentro del campo de aplicación de esta NTP deben ser probadas.

Determinación de la eficiencia térmica

Es posible calcular la eficiencia térmica de dos maneras:

Método Directo

El Método Directo involucra el ingreso y la utilización de calor, de modo que la eficiencia térmica se calcula mediante:

Método indirecto

El Método Indirecto involucra el ingreso y la pérdida de calor, de modo que la eficiencia:

Q1: calor perdido en los gases secos;

Q2: perdido por la entalpía del vapor de agua en los gases;

Q3: calor perdido por inquemados gaseosos;

Q4: calor perdido por inquemados sólidos;

Q5: calor perdido por convección; y

Q6: calor perdido por radiación.

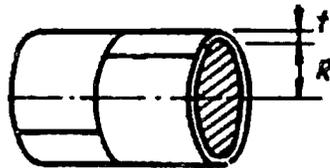
$$P_i = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5 + Q_6$$

$$N = 100\% - P_i$$

NORMA ASME SECCION VIII – Recipientes a presión

El cálculo de un recipiente consiste, básicamente en la determinación de los espesores de las diferentes partes que lo forman, teniendo en cuenta, la forma del equipo, sus dimensiones, el material a utilizar, las condiciones de presión y temperatura, Norma o Código que debe de cumplir el diseño del recipiente

Determinación del casco cilíndrico



$$T_{\text{espesor casco cilíndrico}} = T_{\text{casco}} + CA \dots \dots \dots (18)$$

T = Espesor de la pared (plg)

CA = Margen de corrosión

$$T_{\text{casco}} = \frac{PR}{SE - 0.6P}$$

Determinación del espesor de la tapa toriesferica

$$T = \frac{0.885xPxL}{SxE - 0.1xP}$$

$$T_{\text{tapa toriesferica}} = T_{\text{tapa}} + CA \dots \dots \dots (19)$$

CAPITULO III

III. VARIABLES E HIPOTESIS

III.1. Variables de investigación

Se definen las siguientes variables del informe de tesis:

VD: Ahorro y disponibilidad energía térmica.

VI: Sistema de purga automática.

III.2. Operacionalización de las variables

TABLA 3.1:
OPERALIZACION DE VARIABLES

VARIABLE	DIMENSION	INDICADORES
VARIABLE INDEPENDIENTE		
Sistema de purga automática	Automatización de la purga de fondo	Flujo másico de purga de fondo
		Tiempo de purgado
	Automatización de la purga de superficie	Nivel de Conductividad
		Flujo másico de purga superficie
VARIABLE DEPENDIENTE		
Ahorro y disponibilidad de energía térmica	Disponibilidad de energía	Calor sensible de la purga de superficie
	Ahorro de energía	Eficiencia de combustión
		Eficiencia térmica del caldero
	Ahorro económico	Flujo de combustible
Rentabilidad (TIR, VAN, PAYBACK)		

Fuente: Elaboración propia

III.3. Hipótesis

III.3.1. Hipótesis general

- El diseño de un sistema de purga automática de fondo y superficie generara ahorro y disponibilidad de energía térmica en la caldera pirotubular de 1000 BHP.

III.3.2. Hipótesis específica

- El cambio de operación de purga manual por automática genera ahorro económico.
- El calentamiento de agua de reposición al caldero con la energía térmica disponible de la purga de superficie permite generar ahorro de energía.

CAPITULO IV

IV. METODOLOGIA

IV.1. Tipo de investigación

En el presente informe de tesis se está aplicando la **investigación aplicada**.

Es aplicada porque se realizará un análisis Termodinámico por purgar innecesariamente determinando las pérdidas de energía que existen y se evaluara el costo económico.

Para ello, se utilizará conocimientos prácticos de mecánica de fluidos, termodinámica y equipos de medición (medidor de flujo, medidor de temperatura, sensor de conductividad) para determinar variables como caudal de purga, energía térmica y eficiencia térmica.

La presente investigación pretende desarrollar un sistema de purga automática de fondo y superficie para dar solución a lo que es purgas innecesarias del caldero, Debido a que el control de purga es manual tienen problemas con las diferentes concentraciones que se generan en el caldero, tienen problemas de arrastre de agua al generar vapor y el agua de purga que se envía al desagüe es demasiado caliente.

Mediante este equipo se mejorará la eficiencia térmica ya que se podrá mantener el nivel de concentración determinado por el fabricante y la energía de la purga servirá para el calentamiento del agua de reposición al caldero.

IV.2. Diseño de la investigación

Diseño por observación – Análisis de la variable X y variable Y.

$$O_x \leftrightarrow O_y$$

IV.2.1. Parámetros básicos de investigación

Se determinan los siguientes parámetros de investigación

Balance energético del caldero

Datos de diseño

Potencia caldero	: 1000 BHP
Producción de vapor	(mv) : 14347.17 kg/hr
Presión de operación	(P1) : 8 barg
Temperatura de saturación	(Tv) : 175.42 °C
Agua de alimentación	(Ma) : 15692.21 kg/hr
Temperatura de retorno de condensado	(Trc) : 87.83°C
Temperatura agua de reposición	(Tar) : 29.32°C
Temperatura agua de ingreso al caldero	(Tic) : 70.28°C
Flujo de combustible gas natural	(Mc) : 1195.5 m3/hr
Poder calorífico del combustible	(PC) : 35310 BTU/m3
Concentración agua de ingreso al caldero	(STD) : 300 ppm
Concentración dentro del caldero	(STD) : 3500 ppm

IV.2.2.Etapas de la investigación

En la presente investigación tecnológica aplicada se plantea las siguientes etapas:

1. Determinación de la eficiencia térmica y de combustión del caldero actual del caldero de 1000 BHP utilizando la norma "NTP 350.303-2002 Calderas industriales.
2. Metodología de cálculo y determinación de parámetros de la purga del caldero.
3. Evaluación del combustible con respecto a la purga del caldero.
4. Desarrollo y diseño de sistema de purga automática de fondo y superficie.
5. Evaluación de la energía disponible de la purga de superficie para el calentamiento del agua de reposición al caldero.
6. Selección de equipos para elaborar el sistema de calentamiento de agua de reposición y tanque de condensado.
7. Determinación de las mejoras económicas y energéticas por el cambio de purga manual a automática.
8. Determinación de la eficiencia térmica por implementación de sistema de purga automática y aprovechamiento de la purga de superficie para calentamiento del agua de reposición.
9. Evaluación del proyecto de inversión mediante indicadores económicos.

IV.2.3. Detalles de la investigación

1. Determinación de la eficiencia térmica actual del caldero de 1000 BHP utilizando la norma "NTP 350.300-2002 Calderas industriales.

Debido a que contamos con medidores de flujo, utilizaremos el método directo para la determinación de la eficiencia térmica actual.

Datos de operación

$M_a = 15,692.21 \text{ kg/hr}$ y $T_{ic} = 70.28 \text{ }^\circ\text{C}$

$H_g \text{ mv} = 2772.1 \text{ KJ/Kg}$ a $P_1: 8 \text{ barg}$

$H_f \text{ ma} = 294.01 \text{ KJ/kg}$ a $T_{ic} = 70, 28^\circ\text{C}$

$M_v = 14,347.17 \text{ kg/hr}$

$M_{c1} = 1195.5 \text{ m}^3/\text{hr}$ Gas Natural

$PC = 35310 \text{ BTU/m}^3$

De acuerdo ecuación 14, capítulo II, página 57 se tiene lo siguiente:

$Q_a = \text{Calor de generación vapor} = 33775899.58 \text{ BTU/hr}$

$Q_{c1} = \text{Calor del combustible} = 42213105 \text{ BTU/hr}$

$$\text{Eficiencia térmica} = \frac{33775,899.58}{42213,105} \times 100\%$$

$$\text{Eficiencia térmica} = 80\%$$

Determinación de la **Eficiencia de la combustión**

Datos de operación

$T_{gc1} = 220^{\circ}\text{C}$

Tambiente = 20°C

$\text{O}_2 = 4\%$

$\text{CO}_2 = 9.6\%$

De acuerdo ecuación 11, capítulo II página 56 se tiene lo siguiente:

$\text{EC} = 100\% - 7.27\% - 0.0013\%$

$\text{EC} = 100\% - 7.27\% - 0.0013\%$

$\text{EC} = 91.9\%$

Según la norma NTP 350.301-2008 CALDERAS INDUSTRIALES.

Estándares de Eficiencia , de la tabla 2.3 la caldera pertenece a la categoría C intermedia.

2. Metodología de cálculo y determinación de parámetros de la purga.

Purga de Fondo

Datos de operación

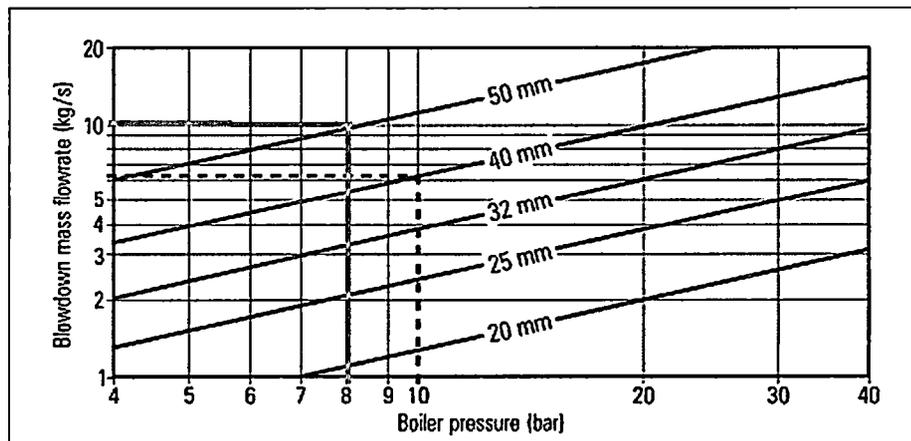
$\phi_{\text{Purga}} = 50 \text{ mm}$

$P_1 = 8 \text{ barg}$

Se determina la cantidad de purga de fondo a M_{pf} (kg/hr)

GRAFICO 4.1:

PRESION DE CALDERA VS MASA PURGA FONDO



Fuente: <http://www.spiraxsarco.com/steam-engineering>

Se tiene un tiempo de purgado de 10 segundos cada 4 horas de operación.

$$M_{pf} = 10 \text{ kg/s} \times 10\text{s} = 100 \text{ kg}$$

Esta purga se realiza para purgar las incrustaciones y lodos se acumulan en la parte interior del caldero.

Purga de superficie

Datos de operación

$$M_v = 14,347.17 \text{ kg/hr}$$

STD ingreso = 300 ppm del agua de alimentación

STD caldera = 3500 ppm concentración en la caldera.

Se determina el caudal de purga.

De acuerdo ecuación 3, capítulo II página 39 se tiene lo siguiente:

$$M_{ps} = 14,347.17 \times \frac{300}{3500 - 300}$$

$$M_{ps} = 1345 \text{ kg/hr}$$

3. Evaluación del combustible con respecto a la purga del caldero.

Se pretende determinar el porcentaje de combustible (%) que se pierde en la purga del caldero

Datos de operación:

C= 12 ciclos de concentración

HFpurga= 748.2 KJ/KG

Eficiencia térmica = 80.01%

Hg vapor = 2772.1 KJ/KG

Hf agua = 294.01 KJ/kg

De acuerdo ecuación 5, capítulo II página 52, se tiene lo siguiente:

$$Z\% = \frac{748.2 \times 80.01\%}{2772.1 \times (12 - 1) + 748.2 - 294.01 \times 12}$$

$$Z\% = 2.17\%$$

Se está perdiendo 2.17% del combustible gas natural por purgar el caldero.

4. Desarrollo y diseño de sistema de purga automática de fondo y superficie.

Determinación del diámetro de la purga de superficie.

Mediante los siguientes datos de operación

Mps= 1,345 Kg/hr, P1= 8 Barg, Longitud de recorrido = 2 metros

FIGURA 4.1:

HOJA DE CÁLCULO DEL DIÁMETRO POR CAÍDA DE PRESIÓN

Introducir Datos		Unidades
Grado de Tubería	ANSI Sch40	
Presión del Condensado [?]	8	barG
Carga de Condensado [?]	1345	kg/h
Presión de la Línea de Recuperación	2	barG
Máxima Pérdida de Presión Permisible	0,5	bar
Longitud de la Tubería [?]	2	m
Válvulas de Flujo Cerradas (ej. Globo) (Cant) [?]	1	
Válvulas de Flujo Instaladas (ej. Comp) (Cant) [?]	4	
Válvulas Check (Cant) [?]	1	
Codos (Cant)	3	
Rugosidad Interna de la Tubería [?]	0,05	mm

[Ocultar Opciones Avanzadas](#)

Resultados	
Tamaño de Tubería	NPS1 1/2
Diámetro Interno Tubería	40,894 mm
Velocidad del Condensado	14,632 m/s
Caída de Presión	0,372448 bar
Longitud Equivalente a una Tubería Horizontal	30,1886 m

Fuente: página web <http://www.tlv.com/global/LA/calculator>

Consultado 15/07/2014

Se determina una tubería de acero al carbono de SCH40 de 1 1/2"

Selección de la válvula de control modulante

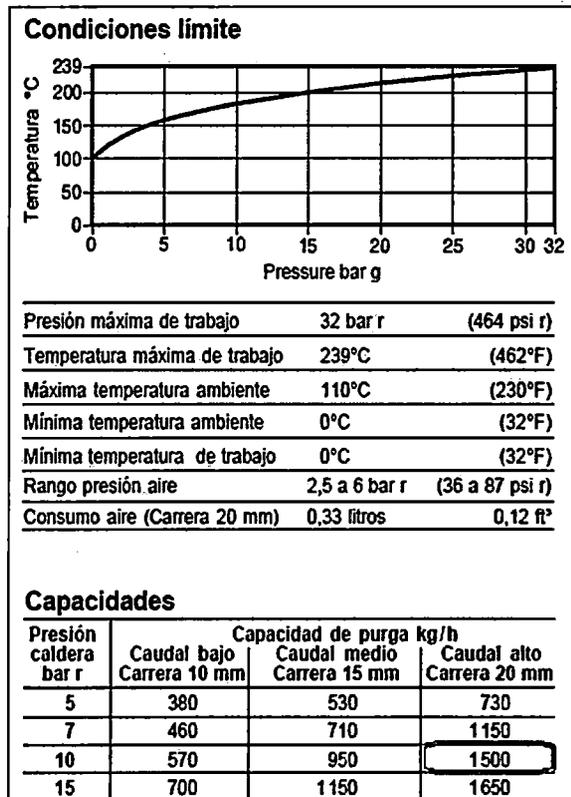
Procedemos a seleccionar a una válvula control modulante, esta una válvula será accionada neumáticamente para la purga de la caldera.

Válvula purga superficie

Se selecciona la válvula de control BCV 31 DN20 Spirax Sarco para la línea de purga de superficie.

FIGURA 4.2:

VÁLVULA DE CONTROL BCV31



Fuente: Catalogo BCV31 Spirax Sarco

Válvula purga fondo

El caldero actual cuenta con una purga de fondo de 2" por lo que se seleccionara una válvula de control con actuador neumático **BVA325**.

FIGURA 4.3:

VÁLVULA DE CONTROL ABV40

Datos técnicos		
Tamaños disponibles	1", 1 1/2", 2"	
Bridas conexión	Clase 150, Clase 300	
Tiempo actuación (Carrera)	1 a 3 segundos	
Medio actuación	Aire comprimido limpio Gas no corrosivo	
1"	BVA320S/12 actuador	
1 1/2"	BVA320S/12 actuador	
2"	BVA325S/12 actuador	
Materiales		
Válvula		
Cuerpo	Acero al carbono ASTM A216 WCB	
Asientos y sellos eje	PTFE reforzado con carbono	
Esfera	Acero inoxidable austenítico AISI 316	
Eje	Acero inoxidable martensítico AISI 420 Acero inoxidable austenítico AISI 316	
Actuador		
Cuerpo, pistón y tapas	Aleación de aluminio	
Piñón	Acero al carbono	
'O' ring	Nitrilo	
Condiciones límite		
Presión máxima de trabajo	17,5 bar g	
Temperatura máxima de trabajo	208°C	
Prueba hidráulica válvula	(Clase 150)	29 bar g
	(Clase 300)	78 bar g
Temperatura ambiente máxima (Electroválvula MV: 50°C)	80°C	
Presión mínima aire actuación	6 bar g	
Rango interruptor LSB3	10 A 250 Vca	
Protección	IP65	

Fuente: Catalogo ABV40 Spirax Sarco

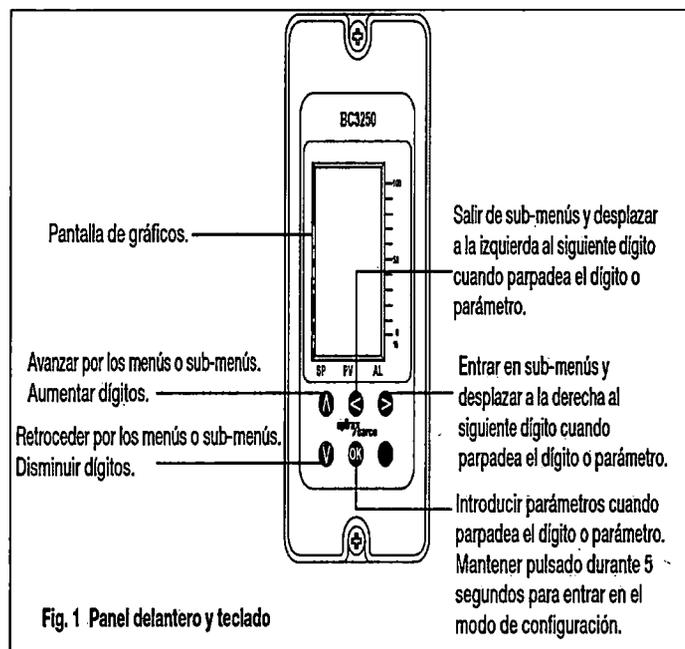
Se selecciona un controlador de procesos **BC3250**

El BC3250 es un controlador de purga para calderas de vapor. Controla el nivel de TDS abriendo y cerrando una válvula de purga. También controla una válvula de purga de fondo, que elimina los sólidos que se han precipitado al fondo de la caldera.

Este producto funciona controlando la conductividad de los líquidos, junto con un sensor de conductividad Spirax Sarco, una válvula de purga.

La válvula de purga de fondo la controla un temporizador.

FIGURA 4.4:
CONTROLADOR DE PROCESOS BC3250



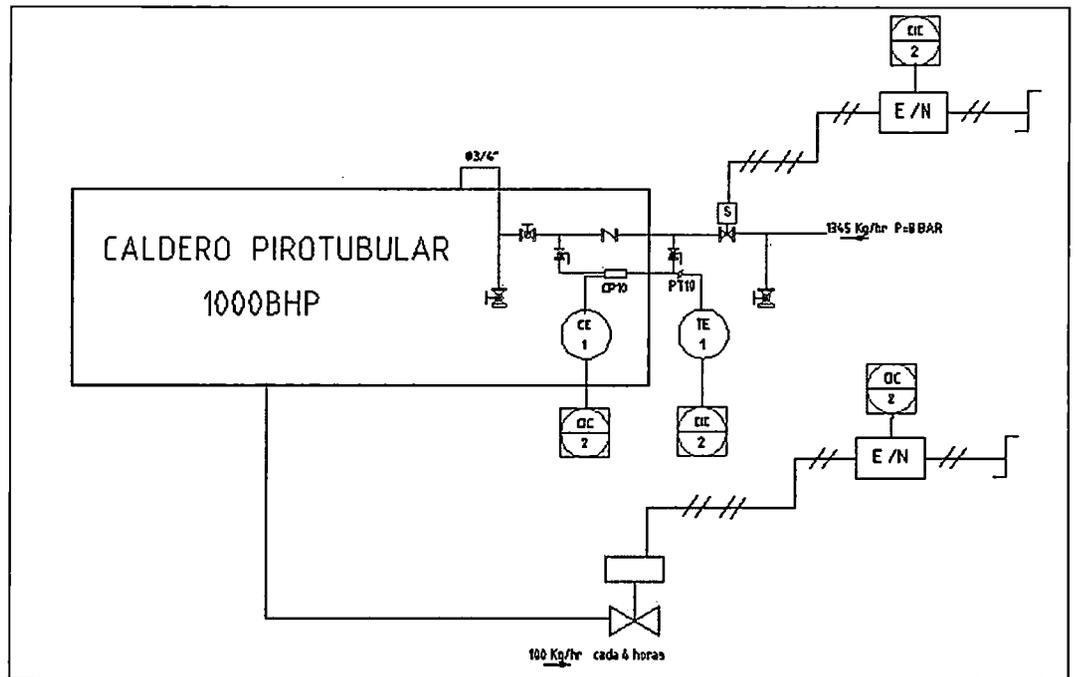
Fuente: Catalogó Spirax Sarco

El sistema contará con los siguientes elementos

- Controlador de sólidos totales bc3250, Spirax Sarco
- Válvula de control de purga BCV31 de ANSI 300, Sarco
- Válvula de control de purga ABV40 de ANSI 300, Sarco
- Sensor de conductividad cp10, Sarco
- Cámara sensora s20 p/sistema bcs1 de 1p, Sarco"
- Válvula. esfera, acero al carbono, bola 316ss, 1p rosc., m10s2 Sarco (
- Valv. check, acero inox., 1 1/2p wafer ansi, dcv4 Sarco
- Electroválvula. ch1 gc 3/2, 1/4p, reac. res., 220v-240v, micro
- FRL. qb1 de 1/4p 40μ, 0 - 10 bar, micro
- Valv. compuerta, acero forjado, clase 800, 1 1/2p roscada, neway.
- Sensor pt100 ai316 6x100mm, de 1/2, 0-300°C, cabezal de aluminio, novus.
- Tablero de control, que incluye: filtro para armónicos y supresor de picos.
- Tubo de poliuretano de 8mm ø di 5.5mm ø, caja/100mt, legris – micro (15 m)
- Conector a 90° orient. de 1/4p bspt -tubo x 8 mm, micro (5 und)

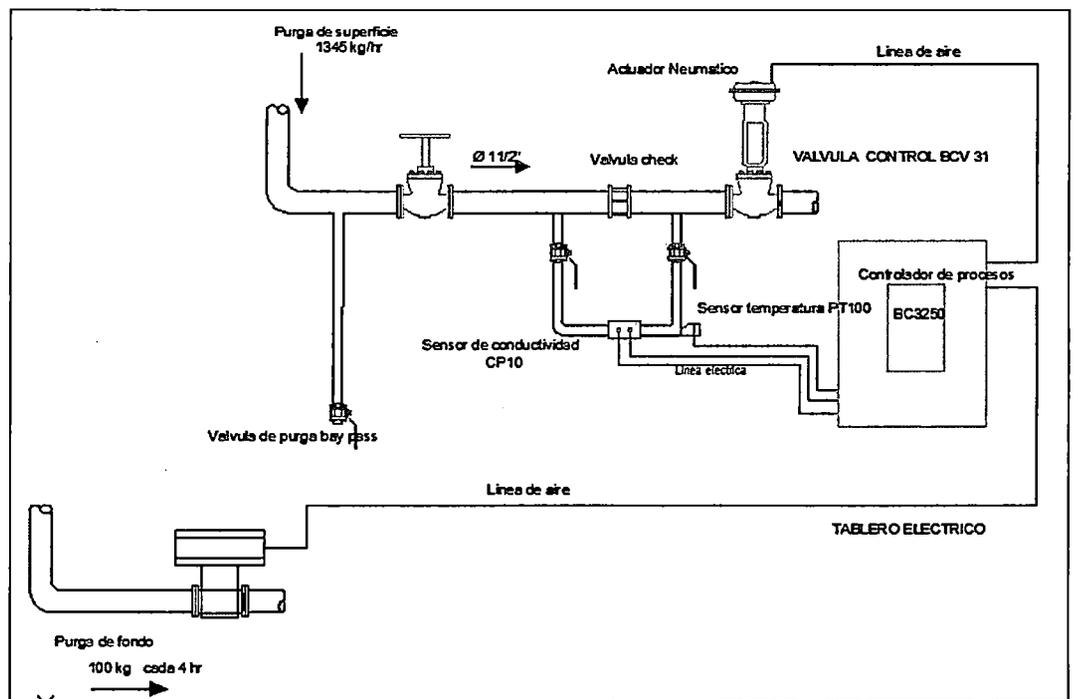
FIGURA 4.5:

DIAGRAMA P&ID SISTEMA PURGA AUTOMÁTICA



Fuente: Elaboración propia

FIGURA 4.6:
ESQUEMA MECÁNICO SISTEMA PURGA AUTOMÁTICA



Fuente: Elaboración propia

5. Evaluación de la energía térmica de la purga de superficie.

Se registran los siguientes datos de operación durante el año 2013

$M_{ps} = 1,345 \text{ kg/hr}$

$P1: 8 \text{ barg}$

$H_f: \text{Entalpia líquido a presión } 8\text{barg} = 742.59 \text{ KJ/KG}$

Se determina la energía disponible de la purga

De acuerdo ecuación 4, capítulo II, página 48 se tiene lo siguiente:

$$E_{\text{Termica purga}} = 1,006.329 \text{ KJ/hr}$$

$$E_{\text{Termica purga}} = 279.53 \text{ KW} = 28 \text{ BHP}$$

Esta energía térmica equivale a un calentador de agua de 28 BHP que se puede aprovechar utilizándola para el calentamiento de agua de reposición al tanque de condensado.

6. Diseño de sistema de calentamiento de agua de reposición y tanque de condensado.

Red de tubería de sistema purga automática hacia tanque flash

Condiciones de ingreso

Diseño de red de tubería de transporte de flujo de purga

$M_{ps} = 1345 \text{ kg/hr}$ a $P1 = 8 \text{ barg}$, $L = 25 \text{ mtrs tubería}$, Accesorios = 10 codos

$P2 = 1 \text{ barg}$

FIGURA 4.7:
DIAMETRO DE LA TUBERIA DE PURGA

Introducir Datos		Unidades	SI(bar)
Grado de Tubería	ANSI Sch40		
Presión del Condensado [?]	8	barG	
Carga de Condensado [?]	1345	kg/h	
Presión de la Línea de Recuperación	1	barG	
Máxima Pérdida de Presión Permisible	1	bar	
Longitud de la Tubería [?]	25	m	
Válvulas de Flujo Cerradas (ej. Globo) (Cant) [?]	0		
Válvulas de Flujo Instaladas (ej. Comp) (Cant) [?]	0		
Válvulas Check (Cant) [?]	0		
Codos (Cant)	10		
Rugosidad Interna de la Tubería [?]	0,05	mm	

[Ocultar Opciones Avanzadas](#)

Resultados	
Tamaño de Tubería	NPS1 1/2
Diámetro Interno Tubería	40,894 <input type="text" value="mm"/>
Velocidad del Condensado	27,2806 <input type="text" value="m/s"/>
Caída de Presión	0,969068 <input type="text" value="bar"/>
Longitud Equivalente a una Tubería Horizontal	41,7125 <input type="text" value="m"/>

Fuente: página web <http://www.tlv.com/global/LA/calculator>

Consultado 15/07/2014

Calculo de espesor mínimo

Según ASME 31.3

$$t_M = \frac{PD}{2 * (SEW + PY)} + C$$

Tm = Espesor mínimo de la pared (mm)

P= Presión de diseño (PSIG)

C= Suma de tolerancias / Se asume 0.5 mm

E= Factor de calidad (0.85)

S= Tensión del material ASTM A53 (17.1 KPSI)

W= Factor de resistencia junta soldada (1)

Y= Coeficiente para materiales (0.4)

FIGURA 4.8:

VALORES DE COEFICIENTE PARA ACEROS

Materiales	Temperatura, °C (°F)					
	≤ 482 (900 y menores)	510 (950)	538 (1.000)	566 (1.050)	593 (1.100)	≤ 621 (1.150 y mayores)
Aceros Ferriticos	0,4	0,5	0,7	0,7	0,7	0,7
Aceros Austeniticos	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,7
Otros metales ductiles	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
Hierro Fundido	0,0	...	...	...	...	...

Fuente: Norma Asme 31.3 "Tuberías de proceso "

FIGURA 4.9:

ESFUERZOS PERMITOS EN TENSION PARA METALES

Material	No. de especific.	N.º P o N.º S		No. UNS	Notas	Temp. mín. T (°)	Mín. esfuerzo especificado, ksi		Temp. mín.		
		(S)	Grado				Tensión	Elasticidad	a 100	200	300
Acero carbón tuberías y tubos (2)											
A 285 Gr. A	A 134	1	...	...	(6b)(57)	B	45	24	15,0	14,7	14,2
A 285 Gr. A	A 672	1	A45	K01700	(57)(59)(67)	B	45	24	15,0	14,7	14,2
Soldadura a tope Smbs y ERW	API5L	S-1	A25	...	(8a)	-20	45	25	15,0	15,0	14,7
	API5L	S-1	A25	...	(57)(59)	B	45	25	15,0	15,0	14,7
...	A 179	1	...	K01200	(57)(59)	-20	47	26	15,7	15,7	15,3
Tipo F	A53	1	A	K02504	(8a)(77)	20	48	30	16,0	16,0	16,0
	A 139	S-1	A	...	(8b)(77)	A	48	30	16,0	16,0	16,0
...	A 387	1	...	K11500	(57)(59)	-20	48	30	16,0	16,0	16,0
...	A53	1	A	K02504	(57)(59)	B	48	30	16,0	16,0	16,0
...	A 106	1	A	K02501	(57)	B	48	30	16,0	16,0	16,0
...	A 135	1	A	...	(57)(59)	B	48	30	16,0	16,0	16,0
...	A 369	1	FFA	K02501	(57)	B	48	30	16,0	16,0	16,0
...	API5L	S-1	A	...	(57)(59)(77)	B	48	30	16,0	16,0	16,0
A 285 Gr. B	A 134	1	...	...	(6b)(57)	B	50	27	16,7	16,5	15,9
A 285 Gr. B	A 672	1	A50	K02200	(57)(59)(67)	B	50	27	16,7	16,5	15,9
A 285 Gr. C	A 134	1	...	...	(6b)(57)	A	55	30	18,3	18,3	17,7
...	A 524	1	I	K02104	(57)	-20	55	30	18,3	18,3	17,7
...	A 333	1	1	K03008	(57)(59)	-50	55	30	18,3	18,3	17,7
...	A 334	1	1	K03008	(57)(59)	-50	55	30	18,3	18,3	17,7
A 285 Gr. C	A 671	1	CA55	K02801	(59)(67)	A	55	30	18,3	18,3	17,7
A 285 Gr. C	A 672	1	A55	K02801	(57)(59)(67)	A	55	30	18,3	18,3	17,7
A 516 Gr. 55	A 672	1	CS5	K01800	(57)(67)	C	55	30	18,3	18,3	17,7
A 516 Gr. 60	A 671	1	CC60	K02100	(57)(67)	C	60	32	20,0	19,5	18,9
A 515 Gr. 60	A 671	1	CB60	K02401	(57)(67)	B	60	32	20,0	19,5	18,9
A 515 Gr. 60	A 672	1	DB60	K02401	(57)(67)	B	60	32	20,0	19,5	18,9
A 516 Gr. 60	A 672	1	C60	K02100	(57)(67)	C	60	32	20,0	19,5	18,9
...	A 139	S-1	B	K03003	(6b)	A	60	35	20,0	20,0	20,0
...	A 135	1	B	K03018	(57)(59)	B	60	35	20,0	20,0	20,0
...	A 524	1	I	K02104	(57)	-20	60	35	20,0	20,0	20,0
...	A53	1	B	K03005	(57)(59)	B	60	35	20,0	20,0	20,0
...	A 106	1	B	K03006	(57)	B	60	35	20,0	20,0	20,0
...	A 333	1	6	K03006	(57)	-50	60	35	20,0	20,0	20,0
...	A 334	1	6	K03006	(57)	-50	60	35	20,0	20,0	20,0
...	A 369	1	FFB	K03006	(57)	-20	60	35	20,0	20,0	20,0
...	A 381	S-1	Y15	...	...	A	60	35	20,0	20,0	20,0
...	API5L	S-1	B	...	(57)(59)(77)	B	60	35	20,0	20,0	20,0

Fuente: Norma Asme 31.3 "Tuberías de proceso "

Se determina el espesor mínimo de la tubería:

$$t_M = \frac{130 \times 40.894}{2 * (20000 * 0.85 * 1 + 130 * 0.4)} + 0.5$$

$$t_M = 0.656 \text{ mm}$$

Tomando la tabla de la empresa en ventas de tuberías FIERRO TRADI S.A

TABLA 4.1:

TUBOS DE ACERO ASTM A53 GRADO B / API 5L

DIAMETRO NOMINAL	DIAMETRO EXTERIOR		SCHEDULE	ESPESOR DE PARED	PESO NOMINAL	PRESION DE PRUEBA	
	pulg.	m.m.				n°	m.m.	Kg/m	lb/pulg.2	Kg/cm2
3/8	0.675	17.1	40	2.31	0.84	700	49.2
			80	3.20	1.10	850	60.0
1/2	0.840	21.3	40	2.77	1.27	700	49.2
			80	3.73	1.62	850	60.0
3/4	1.050	26.7	40	2.87	1.69	700	49.2
			80	3.91	2.20	850	60.0
1	1.315	33.4	40	3.38	2.50	700	49.2
			80	4.55	3.24	850	60.0
1 1/4	1.660	42.2	40	3.56	3.39	1300	91.0
			80	4.85	4.47	1900	133.0
1 1/2	1.900	48.3	40	3.68	4.05	1300	91.0
			80	5.08	5.41	1900	133.0
2	2.375	60.3	40	3.91	5.44	2500	175.0
			80	5.54	7.48	2500	175.0

Fuente: Catalogo de empresa FIERRO TRADI S.A

Tomando la tubería comercial ASTM A53 sch40 de 1 1/2"

Diseño de tanque flash para almacenamiento purga superficie

Se selecciona el tanque flash para la separación del fluido bifásico, donde el vapor flash generador servirá para el calentamiento con un inyector del tanque de condensado y la purga del tanque flash mediante un intercambiador de calor de tipo placas para el calentamiento del agua de reposición.

Determinación del porcentaje de vapor flash

De acuerdo ecuación 2, capítulo II, página 31 se tiene lo siguiente:

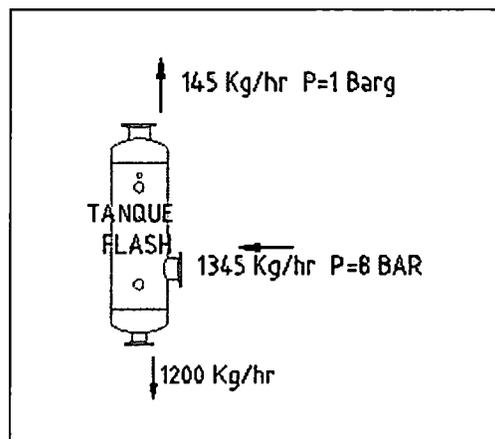
$$\%X = \frac{742.59 - 505.42}{2200} \times 100\% = 10.78 \%$$

Se determina las siguientes condiciones

Mps flash = 145 kg/hr y Mps liquido = 1200 kg/hr

GRAFICO 4.2:

BALANCE TERMICO EN TANQUE FLASH



Fuente: Elaboración propia

Consideraciones de diseño

Se debe colocar la velocidad de vapor flash a no más de $V=1\text{m/s}$

La altura del tanque debe ser 3 veces el diámetro $HT=3*DT$

La entrada de condensado debe estar a 35% de la altura total

Calculo del diámetro del tanque (DT)

Flujo volumétrico (m ³ /hr)	Velocidad recomendada (m/s)	Diámetro del tanque (pulg)	Diámetro comercial (pulg)	Velocidad recalculada (m/s)
128.64	1	8.40	10	0.7

Calculo de la altura del tanque (HT)

$$HT= 3xDT$$

$$HT= 0.762 \text{ se considera } 0.8 \text{ mtrs}$$

Determinación de espesor del tanque diseño por presión interna

$$\text{Diámetro del tanque} = 0.25 \text{ mtrs} = 10 \text{ plg}$$

$$\text{Presión de diseño (P)} = 30 \text{ PSI}$$

$$\text{Esfuerzo máximo admisible} = 16600 \text{ PSI}$$

$$\text{Eficiencia de junta} = 0.85$$

Determinación del casco cilíndrico

De acuerdo ecuación 18, capítulo II, página 66 se tiene lo siguiente

$$T = \frac{30 \times 5}{16600 \times 0.85 - 0.6 \times 30} = 0.011 \text{ plg}$$

$$T_{\text{espesor}} = 0.011 + \frac{1}{8} = 0.136 \text{ plg} = 3.45 \text{ mm}$$

Se trabajara con planchas de material de acero al carbono de norma ASTM A36 1.2 x 2.4 x 3/16"

Determinación del espesor de la tapa toriesferica

De acuerdo ecuación 19, capítulo II, página 66 se tiene lo siguiente

$$T = \frac{0.885 \times 30 \times 30}{16600 \times 0.85 - 0.1 \times 30} = 0.056 \text{ plg}$$

$$T_{\text{espesor}} = \frac{0.885 \times 30 \times 30}{16600 \times 0.85 - 0.1 \times 30} = 0.056 \text{ plg} + \frac{1}{8} = 0.181 \text{ plg} = 4.597 \text{ mm}$$

Se trabajara con planchas de material de acero al carbono de norma ASTM A36 1.2 x 2.4 x 3/16"

Calculo del diámetro de ingreso al tanque (Dit)

Mpsf = 145 kg/hr

Velocidad diseño = 20 m/s

P2=1 barg,

$$M_{\text{psf}} = \frac{\rho_{\text{vapor}} \times V \times \pi \times D_{\text{it}}^2}{4}$$

$$\frac{145}{3600} = \frac{1.1369 \times 20 \times \pi \times D_{it}^2}{4}$$

Df = 47.49 mm de diámetro interior se considera una tubería sch40 de 2"

Calculo del diámetro de salida flash (Df)

Mpsf = 145 kg/hr

Velocidad diseño = 15 m/s

P2=1 barg,

$$M_{psf} = \frac{\rho_{vapor} \times V_x \times \pi \times D_F^2}{4}$$

$$\frac{145}{3600} = \frac{1.1369 \times 15 \times \pi \times D_F^2}{4}$$

Df = 54.84 mm de diámetro interior se considera una tubería sch40 de 2"

Calculo del diámetro de salida purga tanque flash (Dspf)

Mps liquido = 1200 kg/hr

Velocidad diseño = 0.5 – 1 m/s

P2=1 barg,

$$M_{psf} = \frac{\rho_{liquido} \times V_x \times \pi \times D_{spf}^2}{4}$$

$$\frac{1200}{3600} = \frac{942 \times 0.5 \times \pi \times D_{spf}^2}{4}$$

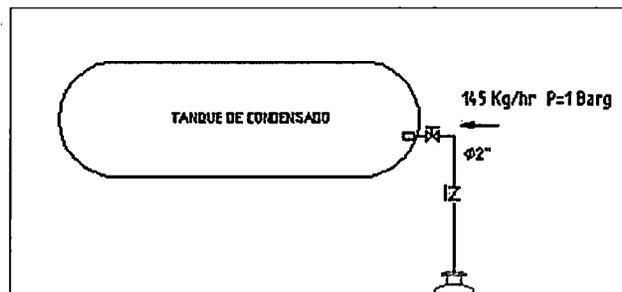
Df = 30.01 mm de diámetro interior se considera una tubería sch40 de 1 1/4"

Calentamiento del tanque de condensado

Con las condiciones de flash de $m_{psf} = 145 \text{ kg/hr}$ se calentara el tanque de condensado mediante un inyector de vapor.

GRAFICO 4.3:

CALENTAMIENTO DEL TANQUE CONDENSADO



Fuente: Elaboración propia

$$E_{\text{flash}} = m_{psf} \times H_g 1 \text{ barg} = 145 \text{ kg/hr} \times 2705.5 \text{ KJ/hr} = 392297.5 \text{ KJ/hr}$$

FIGURA 4.10:

SELECCIÓN DE INYECTOR DE VAPOR

Tipo inyector	IN15	IN25M	IN40M
Presión Sistema bar r	Capacidad Vapor Saturado kg/h		
0,5	11	75	222
1	20	135	400
2	48	175	580
3	66	280	805
4	84	350	970
5	102	410	1 125
6	120	500	1 295
7	138	580	1 445
8	156	640	1 620
9	174	700	1 820
10	192	765	1 950
11	210	830	2 250
12	228	900	2 370
13	246	975	2 595
14	264	1 045	2 710
15	282	1 095	2 815
16	300	1 170	3 065
17	318	1 225	3 200

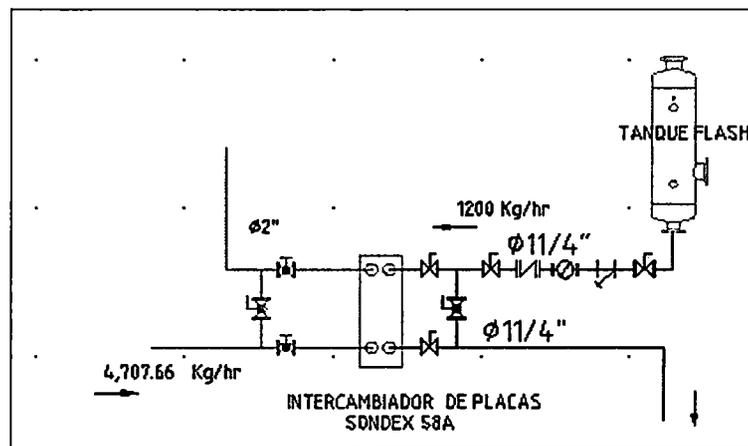
Fuente: Catalogo Inyectores de vapor IN15, IN25M, IN40M Spirax Sarco

Calentamiento del agua de reposición

Con las condiciones de $m_{psl}=1200 \text{ kg/hr}$ se calentara el agua de reposición mediante un intercambiador de calor tipo placas.

GRAFICO 4.4:

CALENTAMIENTO AGUA DE REPOSICION



Fuente: Elaboración propia

Selección de trampa de vapor

Para esta aplicación se seleccionara una trampa tipo flotador por trabajar en proceso continuo.

Se determina la trampa flotador

Purga tanque flash: 1200 kg/hr

$P_2 = 1 \text{ barg}$

P_{2X} = Presión a la salida de la trampa = 0.32 barg y $T_{2X} = 107.88^\circ\text{C}$

FIGURA 4.11:

TRAMPA DE VAPOR FLOTADOR SPIRAX SARCO

Capacities in lb/h hot condensate																		
Differential Pressure	FT, FTI-15 *				FT, FTI-30 *				FT, FTI-75 *				FT, FTI-125 *				FTI-200	
psi bar	1/2", 3/4", 1", 1-1/4"	1-1/2"	2"		1/2", 3/4", 1", 1-1/4"	1-1/2"	2"		1/2", 3/4", 1", 1-1/4"	1-1/2"	2"		1/2", 3/4", 1", 1-1/4"	1-1/2"	2"		1/2", 3/4", 1"	
1/4 .017	279	600	1100	2300	279	375	1000	1300	160	550	550	650	100	400	400	550		50
1/2 .035	369	770	1700	2800	369	500	1300	1800	213	725	725	1100	135	520	520	675		75
1 .07	489	980	2400	3600	489	690	1700	2500	280	960	960	1500	175	680	680	880		115
2 .14	650	1240	3300	4650	650	910	2300	3400	365	1300	1300	2000	230	890	890	1225		180
5 .35	785	1640	5000	6900	785	1200	3400	5200	520	1900	1900	3100	330	1300	1300	1950		230
10 .69	1000	2000	6600	9000	1000	1500	4600	6800	700	2650	2650	4150	415	1700	1700	2600		305
15 1.0	1075	2340	7600	10900	1075	1680	5500	7800	795	3050	3050	4750	500	2050	2050	3000		365
20 1.4					1210	1800	6000	8600	875	3400	3400	5200	565	2300	2300	3250		415
30 2.1					1370	2000	7000	10000	970	4000	4000	5900	665	2700	2700	3800		495
40 2.8									1120	4400	4400	6400	750	3000	3000	4200		530
50 3.5									1230	4750	4750	6800	830	3200	3200	4600		575
75 5.2									1450	5400	5400	7700	970	3800	3800	5500		680
100 6.9													1110	4200	4200	6100		750
125 8.6													1190	4500	4500	6600		820
150 10.3																		895
175 12.0																		930
200 13.6																		985

Fuente: Trampas de vapor Spirax Sarco

Se determina un trampa flotador modelo FT-75 de 2" Spirax Sarco

Selección del intercambiador de calor

Datos de operación

Fluido caliente

Mpsl= 1200 kg/hr a Tpsl 1 =107.88 °C y Tpsl 2= 22.47°C

Fluido a calentar

Mar= 4,707.66 kg/hr a Tar 1= 29.32 °C y Tar 2

Mediante balance de energía se determina la carga térmica de la purga de condensado

Se determina la energía de purga de

$$Q_{\text{purga condensado}} = 113.91 \text{ KW} = 97944,97 \text{ kcalorias/hr}$$

Se selecciona un intercambiador de tipo placas modelo S8A

FIGURA 4.12:
INTERCAMBIADOR DE PLACAS S8A

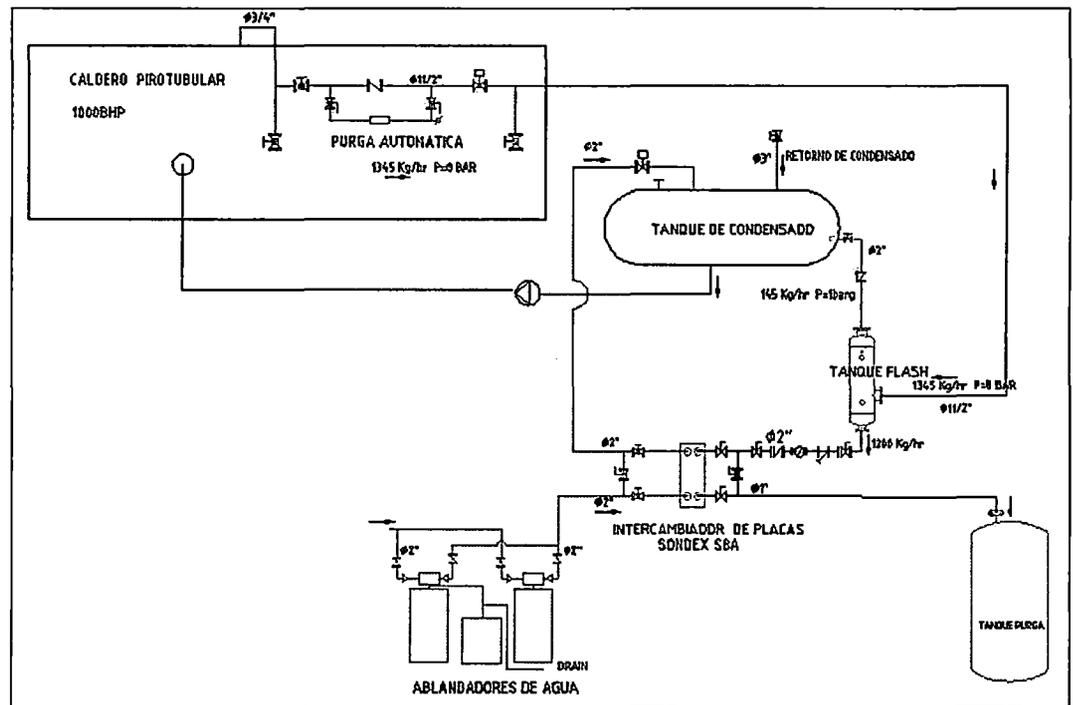
LA LLAVE		18/03/2014	
053	NISEV	Item: 1	
PHE-Type		S8A-IT10-16-TL-LIQUID	
		Hot side	Cold side
Flowrate	(l/h)	1500	4767
Inlet temperature	(°C)	115.00	20.00
Outlet temperature	(°C)	30.00	46.32
Pressure drop	(mWG)	1.32	6.76
Heat exchanged	(Kcal/h)	124591	
Thermodynamic properties:		Water	Water
Density	(kg/l)	0.98	0.99
Specific heat	(Kcal/kg*K)	1.00	1.00
Thermal conductivity	(Kcal/h*m*K)	0.57	0.53
Mean viscosity	(cP)	0.42	0.75
Wall viscosity	(cP)	0.75	0.42
Fouling factors	(m ² *h*K/Mcal)	0.05	0.05
Dimensioning factor	t	46.77	
Inlet branch		F1	F3
Outlet branch		F4	F2
Design of Frame / Plates:			
Plate arrangement (passes*channel)		1 x 7 + 0 x 0	
Plate arrangement (passes*channel)		1 x 8 + 0 x 0	
Number of plates		16	
Effective heat surface	(m ²)	1.18	
Overall K-value Duty/Clean	(Kcal/m ² *h*K)	3,478.80	5,106.00
Plate material		0.5 mm AISI 316	
Gasket material / Max. temp.		NITRIL HT HANG ON (H) / 140	
Max. design temperature	(°C)	150.00	
Max. Working/test pressure	(Kp/cm ²)	8.00	10.40
Max. Differential pressure	(Kp/cm ²)	8.00	
Approval		None	
Liquid volume	(dm ³)	3	
Frame length	(mm)	112	Max. No. of Plates 20
Net weight	(kg)	38	
Frame type		IT	
Connections HOT side :		1.25 INCH Threaded pipe BSP, AISI 316	
Connections COLD side:		1.25 INCH Threaded pipe BSP, AISI 316	

Fuente: Intercambiador marca SONDEX S4A +S8A

El modelo del intercambiador de placas **S8A- IT10-16-TL-LIQUID** de potencia calorífica **124591 kcal/hr** y $T_{ar2} = 51.09\text{ }^{\circ}\text{C}$

FIGURA 4.13:

SISTEMA DE CALENTAMIENTO CON PURGA DE CALDERA



Fuente: Elaboración propia

Selección del aislamiento térmico

Tomando las recomendaciones

- Para protección personal: Limitando la temperatura superficie el máximo 60°C .
- Limitando la pérdida de energía a un valor determinado 150w/mt^2 .
- Limitando la eficiencia aislante entre 90 y 95%.

Red de tubería de purga de superficie

Esta línea de tubería se inicia desde el sistema de purga automática hasta el tanque flash.

$P1 = 8 \text{ barg}$, $T1 = 176. \text{ }^\circ\text{C}$

Diámetro Externo = 48.3 mm

Red de tubería de flash

Esta línea de tubería se inicia se inicia desde la salida del vapor flash hacia el tanque de condensado

$P1 = 1 \text{ barg}$, $T1 = 120.45^\circ\text{C}$

Diámetro Externo = 60.3 mm

Red de tubería de purga de tanque

Esta línea de tubería se inicia se inicia desde la salida del vapor flash hacia el tanque de condensado

$P1 = 1 \text{ barg}$, $T1 = 120.45^\circ\text{C}$

Diámetro Externo = 60.3 mm

FIGURA 4.14:

SELECCIÓN AISLAMIENTO TÉRMICO ASTM C585

Personnel Protection Report			
Item Description:	TUBERIA DE PURGA	System Units:	ASTM C585
Geometry Description:	Steel Pipe - Horizontal		
Bare Surface Emittance:	0.8	Nominal Pipe Size:	40 mm
Process Temp:	175.4 °C	Ave. Ambient Temp:	20.0 °C
Relative Humidity:	N/A	Ave. Wind Speed:	2.0 m/s
		Dew Point:	N/A
		Personnel Protection Thickness:	15.0
Outer Jacket Material:	All Service Jacket	Outer Surface Emittance:	0.9
Insulation Layer 1:	850F Mineral Fiber PIPE, Type I, C547-07	Thickness:	Varied
Append To Audit		Browse...	
Variable Insulation Thickness	Surface Temp (°C)	Heat Loss (W/m)	Efficiency (%)
Bare	175.1	744.50	
15.0	38.5	103.00	86.16
25.0	28.7	59.83	91.96
40.0	25.9	46.52	93.75
50.0	23.8	36.33	95.12
65.0	23.1	32.73	95.60
80.0	22.6	30.11	95.96
90.0	22.2	28.10	96.23
100.0	21.9	26.33	96.46

Fuente: Programa 3E PLUS v4

Se determina un espesor de 1 1/2" material Lana mineral 850 F

TABLA 4.2:

ESPEJOR DE AISLAMIENTO RESPECTO A LA TEMPERATURA

TRAMO DE TUBERIA	TEMPERATURA (°C)	Tipo Aislamiento	Espesor de aislamiento (plg)
Red de tubería de purga de superficie	175.40	Cañuelas lana mineral	1 1/2"
Red de tubería de flash	120.45	Cañuelas lana mineral	1"
Red de tubería de purga de tanque	120.45	Cañuelas lana mineral	1"
Tanque de purga	120.45	Mantas de lana mineral	2"

Fuente: Elaboración propia

7. Determinación de las mejoras económicas y energéticas por el cambio de purga manual a automática.

El ahorro económico que se generara por cambiar la operación de purga manual a purga automática.

De acuerdo ecuación 9, capítulo II, página 54 se tiene lo siguiente:

Ahorro económico de combustible por purga automática = 6,952.85 \$ / Año

Ahorro por recuperar agua tratada por purga automática: 4,885.21 \$ / Año

Ahorro económico por purga recomendada = 11,838.066 \$ / Año

8. Determinación de la eficiencia térmica por implementación de sistema de purga automática y aprovechamiento de la purga de superficie para calentamiento del agua de reposición.

Procederemos a determinar el ahorro de combustible para generar la misma cantidad de vapor en un proceso de producción.

Ahorro de combustible por purga automática

Ahorro energía de combustible x purga recomendada = 142,074.82 BTU/HR

Representa en términos de combustible

A1= 4.023 m³/hr

Ahorro de combustible por aprovechamiento de energía de purga

Analizando el sistema actual de agua de alimentación al caldero

Sistema de agua de alimentación a caldero actual

Agua de reposición

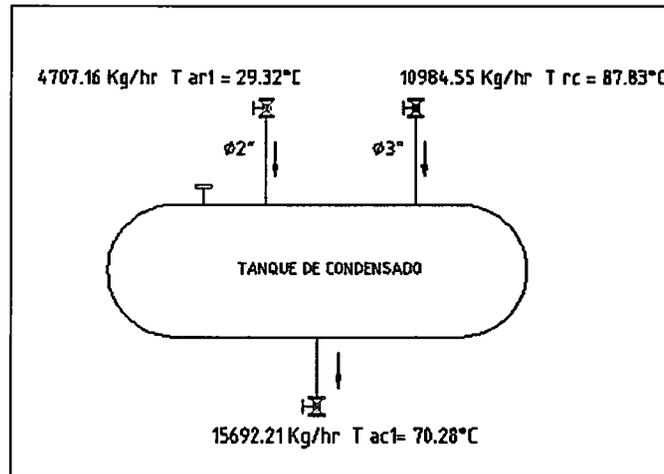
Mar = 4,707.66 kg/hr y Tar1= 29.32°C

Agua de retorno de condensado

Mrc= 10,984.55 kg/hr y Tar1= 87.83°C

GRAFICO 4.5:

BALANCE DE ENERGÍA EN TANQUE CON SISTEMA ACTUAL



Fuente: Elaboración propia

Determinamos el calor sensible que va hacia el caldero

De acuerdo ecuación 1, capítulo II, página 25 se tiene lo siguiente:

$$Q_{\text{calor sensible 1}} = M_{ac1} \times C_P \times (T_{ac1})$$

$$Q_{\text{calor sensible 1}} = 15692.21 \times 4.186 \times 70.28$$

$$Q_{\text{calor sensible 1}} = 1283.36 \text{ KW}$$

Sistema de agua de alimentación a caldero actual con aprovechamiento de energía de purga.

Se determinó anteriormente utilizando la energía de la purga de superficie que la temperatura de agua de reposición al tanque de condensado es $T_{ar2} = 51.09 \text{ °C}$.

Agua de reposición

Mar = 4707.16 kg/hr y Tar2= 51.09°C

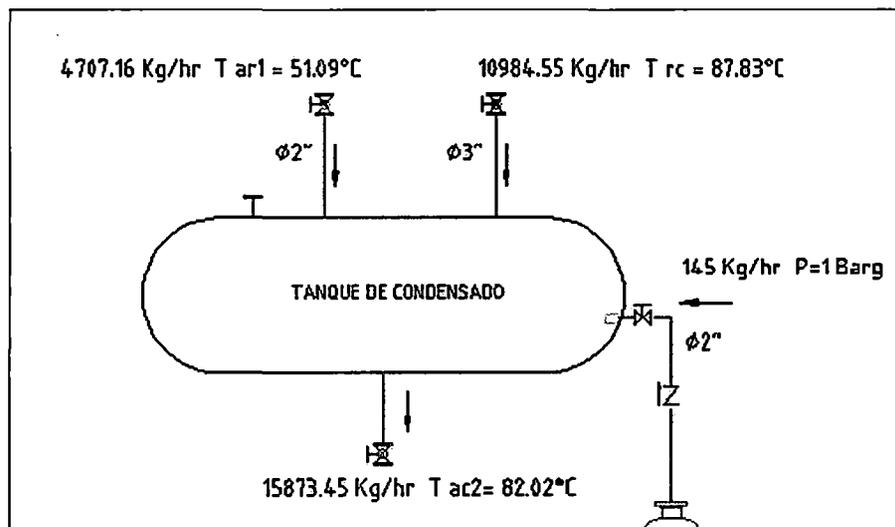
Agua de retorno de condensado

Mrc= 10,984.55 kg/hr y Tar1= 87.83°C

Vapor flash

Mvp= 145 kg/hr y P= 1 barg

GRAFICO 4.6:
BALANCE DE ENERGÍA EN TANQUE DE CONDENSADO CON SISTEMA DE CALENTAMIENTO



Fuente: Elaboración propia

Aplicando un balance de energía

$$\sum Q \text{ ingreso} = \sum Q \text{ salida}$$

$$m_{ar} \times c_p \times T_{ar2} + m_{rc} \times c_p \times T_{rc} + m_{vp} \times h_{g \ 1bar_g} = M_{ac2} \times CP \times (T_{ac2})$$

Balance de masa

$$m_{ar} + m_{rc} + m_{vp} = M_{ac2}$$

De las siguientes ecuaciones se determina

$$M_{ac2} = 15873.45 \text{ kg/hr}$$

$$T_{ac2} = 82.02 \text{ }^\circ\text{C}$$

Determinamos el calor sensible que va hacia el caldero

De acuerdo ecuación 1, capítulo II, página 25 se tiene lo siguiente:

$$Q_{\text{calor sensible 2}} = M_{ac2} \times CP \times (T_{ac2})$$

$$Q_{\text{calor sensible 2}} = 15873.45 \times 4.186 \times 82.02$$

$$Q_{\text{calor sensible 2}} = 1513.87 \text{ KW}$$

El ahorro se determinará con la diferencia de los calores sensibles

$$\text{Ahorro por utilizar energía purga} = Q_{\text{sensible 2}} - Q_{\text{sensible 1}}$$

$$\text{Ahorro por utilizar energía purga} = 1513.87 - 1283.36$$

$$\text{Ahorro por utilizar energía purga} = 230.51 \text{ KW}$$

$$\text{Ahorro por utilizar energía purga} = 786,532.77 \text{ BTU /HR}$$

Se determina el ahorro de combustible

$$M_{\text{combustible 2}} = \frac{786532,77}{35310}$$

$$M_{\text{combustible 2}} = 22.28 \text{ m}^3/\text{hr}$$

Ahorro de combustible por aprovechamiento de energía de la purga

A Combustible 1= 4.024 m3/hr

A Combustible 2= 22.28 m3/hr

Ahorro de combustible total = A Combustible 1 + A Combustible 2

Ahorro de combustible total = 26.304 m3/hr

Energía térmica disponible (ETD)

ETD = 26.304 m3/hr x 35310 BTU/m3 = 928794.24 BTU/hr

Mc2 = Mc1 - Ahorro de combustible total

Mc2 = 1195.5 m3/hr - 26.304 m3/hr = 1169.196 m3/hr

Procederemos a determinar la eficiencia térmica

De acuerdo ecuación 14, capítulo II, página 57 se tiene lo siguiente:

$$\text{Eficiencia termica} = \frac{Qa}{Qb} \times 100\%$$

Qa=Calor de útil del vapor

Qc2= Poder calorífico x Mc2

Datos de operación

Qa = Calor de generación vapor = 33775899.58 BTU/ hr

Qc1 = 1169.96 x 35310 = 41311287.6BTU/hr

De la ecuación..... (14)

Se determina la eficiencia térmica

$$\text{Eficiencia termica} = 82 \%$$

Determinación de la **Eficiencia de la combustión**

Datos de operación

Tgc1 = 210°C

Tambiente = 20°C

O2 = 3%

CO2= 10.2%

De acuerdo ecuación 11, capítulo II, página 56 se tiene lo siguiente:

EC = 100% - 5.83 % - 0.0012%

EC= 93.4%

9. Evolución económica por el diseño de un sistema de purga automática de fondo y superficie para ahorro y disponibilidad de energía térmica en una caldera pirotubular de 1000 BHP.

Ahorro económico por purga automática

Ahorro PA = 11,838.066 \$/año

Ahorro económico por Calentamiento de agua de reposición

Ahorro CA = 0.2 dólar/m³ x 22.28 m³/hr x 24 hr /día x 365 día/año

Ahorro CA = 39,034.56 \$/año

Ahorro Económico = Ahorro PA + Ahorro CA

Ahorro Económico = 50,873.22 dólares /año

Se realizó una cotización por el servicio de suministro e instalación de los equipos a la empresa TERMODINAMICA S.A – LA LLAVE S.A

Propuesta económica = 35, 600. 00 dólares americanos + IGV

Propuesta económica = 35,600.00 x1.18 = 42,008.00 Dólares Americanos

10. Evaluación del proyecto de inversión

La inversión será realizada por misma compañía cervecera Ambev

Inversión económica = 42,008.00 Dólares

Ahorro mensual = 4,239.44 Dólares /mes

Aplicando indicadores económicos

Criterio del van Económico

FJ= Flujo Neto en el periodo

Io = Inversión en el periodo o

K= Tasa de descuento del inversión

Se asumirá una tasa efectiva anual considerando los riesgos que pueden ocurrir.

k = 15.5 % y K mensual = 1.3 %

n= Periodo de evaluación 12 meses

De acuerdo ecuación 15, capítulo II, página 60 se tiene lo siguiente:

	Mes 0	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4...12
Ahorro		4,827	4,827	4,827	.....4,827
Inversión	-42,008				
Repuestos		200	200	200	.....200
Beneficios	-42,008	4,627	4,627	4,627	.....4,627

Determinamos el VAN para un periodo de 12 meses.

$$VAN = -42,008.00 + \sum_{j=1}^{12} \frac{\text{Beneficios}_j}{(1 + 1.3\%)^j}$$

VAN = 2,629.39 dólares El proyecto es rentable

Criterio del TIR

Corresponde a aquella tasa descuento que hace que el VAN del Proyecto sea exactamente igual a cero.

De acuerdo ecuación 16, capítulo II, página 61 se tiene lo siguiente:

$$0 = -42,008.00 + \sum_{j=1}^6 \frac{\text{Beneficios}_j}{(1 + \text{TIR})^j}$$

TIR = 2.3 % > 1.3%

Se aceptará un proyecto en el cual la tasa de interna de retorno, Es mayor que la tasa de descuento del inversionista.

Criterio playback

Periodo de recuperación de capital, que indica en cuánto tiempo se puede recuperar el desembolso inicial del proyecto.

De acuerdo ecuación 17, capítulo II, página 61 se tiene lo siguiente:

$$\text{PAYBACK} = \frac{42,008.00 \text{ dolares}}{48,473.00 \text{ dolares /año}}$$

$$\text{PAYBACK} = 10 \text{ meses}$$

La instalación del sistema de purga automática y aprovechamiento de energía térmica es recomendable debido a que se recuperará la inversión en un periodo de 10 meses.

IV.3. Población y muestra

La muestra para esta investigación es igual a la población ya que se trata de un diseño, en donde se ha realizado el análisis en un equipo específico para una planta de producción con características propias.

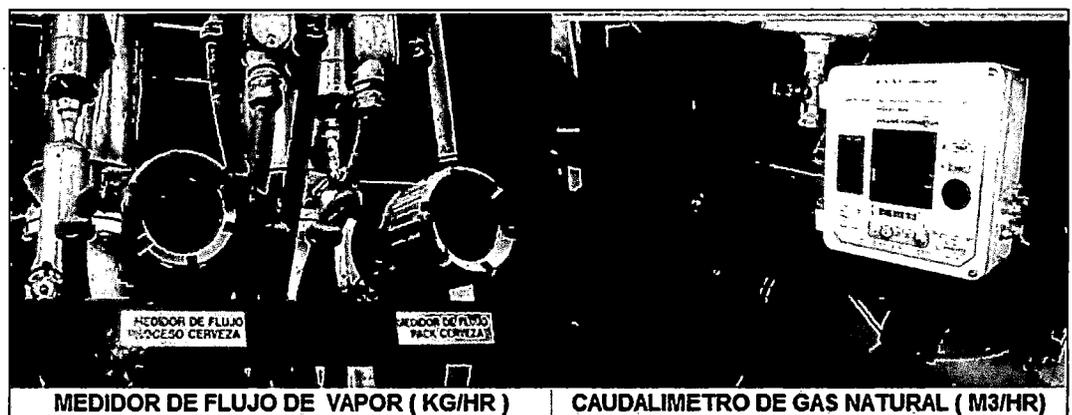
MUESTRA = Purga de fondo y superficie de caldero pirotubular de 1000BHP

IV.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Para la toma de datos se han utilizado instrumentos tales como: termómetros, manómetros, flujómetros y fórmulas de aplicación práctica.

Se menciona los siguientes instrumentos para recolección de datos.

FIGURA 4.15:
INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN



Fuente: Elaboración propia

IV.5. Procedimiento de recolección de datos

Mediante el apoyo de un operario calderista de la compañía cervecera AMBEV se realizara la toma de datos específicos durante el periodo de Enero – Diciembre del 2013. Que se detallan en el cuadro de parámetros de funcionamiento o parámetros de entrada, y otros se han tomado de los archivos de la oficina de producción.

TABLA 4.3:
GENERACIÓN DE VAPOR DURANTE AÑO 2013

Año 2013	FLUJO DE GAS NATURAL	PRODUCCION DE VAPOR	AGUA DE ALIMENTACION
MES	M3/HR	KG/HR	KG/HR
ENERO	1,197.00	14085	15,405
FEBRERO	1196.05	14241	15,576
MARZO	1196.05	14398	15,748
ABRIL	1196.05	14380	15,728
MAYO	1195.1	14383	15,731
JUNIO	1195.1	14388	15,737
JULIO	1197	14378	15,726
AGOSTO	1192.25	14382	15,730
SEPTIEMBRE	1192.25	14383	15,731
OCTUBRE	1195.1	14382	15,730
NOVIEMBRE	1197	14386	15,735
DICIEMBRE	1197	14380	15,728
CAUDAL PROMEDIO	1,195.50	14,347.17	15,692.21

Fuente: Elaboración propia

TABLA 4.4:
DATOS OPERATIVOS EN GENERACIÓN DE VAPOR AÑO 2013

Año 2013	Agua Reposición 30%	Retorno de Condensado 70%	Temperatura Agua reposición	Temperatura Retorno de condensado	Temperatura Agua ingreso a la caldera
MES	kg/hr	kg/hr	°C	°C	°C
ENERO	4,622	10,784	33.1	90.1	73
FEBRERO	4,673	10,903	33.2	85.1	69.53
MARZO	4,724	11,023	33.2	86.1	70.23
ABRIL	4,718	11,010	32	87.4	70.78
MAYO	4,719	11,012	30	88.1	70.67
JUNIO	4,721	11,016	26.4	86.9	68.75
JULIO	4,718	11,008	26.7	87.4	69.19
AGOSTO	4,719	11,011	26.8	88.7	70.13
SEPTIEMBRE	4,719	11,012	28	88.3	70.21
OCTUBRE	4,719	11,011	27	88.4	69.98
NOVIEMBRE	4,720	11,014	27.8	88.6	70.36
DICIEMBRE	4,718	11,010	27.6	88.9	70.51
CAUDAL PROMEDIO	4,707.66	10,984.55	29.32	87.83	70.28

Fuente: Elaboración propia

IV.6. Procedimiento estadístico y análisis de datos

Como es una investigación de tipo tecnológica aplicada y al tener una muestra igual a la población no amerita realizar un análisis estadístico, sino un análisis de los resultados obtenidos que lo comparamos con normas técnicas para estar enmarcados en los rangos establecidos que se presenta en el **capítulo 5**.

CAPITULO V

V. RESULTADOS

Mediante las ecuaciones anteriores se determinó los siguientes resultados

**TABLA 5.1:
EFICIENCIA TERMICA ACTUAL**

Año 2013	ENERGIA DE INGRESO COMBUSTIBLE	ENERGIA GENERACION VAPOR	EFICIENCIA TERMICA	Categoría Norma NTP 350.301-2008
MES	BTU/HR	BTU/HR	%	
ENERO	42266070	33,003,914	0.78	C
FEBRERO	42232525.5	33,565,966	0.79	C
MARZO	42232525.5	33,895,935	0.80	C
ABRIL	42232525.5	33,822,108	0.80	C
MAYO	42198981	33,835,455	0.80	C
JUNIO	42198981	33,957,074	0.80	C
JULIO	42266070	33,908,315	0.80	C
AGOSTO	42098347.5	33,863,987	0.80	C
SEPTIEMBRE	42098347.5	33,861,766	0.80	C
OCTUBRE	42198981	33,872,566	0.80	C
NOVIEMBRE	42266070	33,860,247	0.80	C
DICIEMBRE	42266070	33,837,548	0.80	C
PROMEDIO	42,212,957.88	33,773,740.14	0.80	C

Fuente: Elaboración propia

TABLA 5.2:**EFICIENCIA TÉRMICA UTILIZANDO PURGAS AUTOMÁTICAS**

Proyectado	ENERGIA DE INGRESO COMBUSTIBLE	ENERGIA GENERACION VAPOR	EFICIENCIA TERMICA
MES	BTU/HR	BTU/HR	%
ENERO	41359688.8	33,003,914	0.80
FEBRERO	41317679.28	33,565,966	0.81
MARZO	41309159.99	33,895,935	0.82
ABRIL	41310136.73	33,822,108	0.82
MAYO	41276429.44	33,835,455	0.82
JUNIO	41276158.12	33,957,074	0.82
JULIO	41343789.75	33,908,315	0.82
AGOSTO	41175850.2	33,863,987	0.82
SEPTIEMBRE	41175795.94	33,861,766	0.82
OCTUBRE	41276483.7	33,872,566	0.82
NOVIEMBRE	41343355.65	33,860,247	0.82
DICIEMBRE	41343681.23	33,837,548	0.82
PROMEDIO	41,292,350.73	33,773,740.14	0.82

Fuente: Elaboración propia

CAPITULO VI.

VI. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

VI.1. Contrastación de la Hipótesis con los resultados

- El diseño de un sistema de purga automática de fondo y superficie generara ahorro y disponibilidad de energía térmica en la caldera piro-tubular de 1000 BHP.

Se logró obtener un ahorro de energía 2 % el cual representa 50,873.22 dólares /año, y una disponibilidad de energía (928,794.24 BTU/hr) que son aproximadamente 26.304 m3/hr.

- El cambio de operación de purga manual por automática genera ahorro económico.

El cambio de operación de purga manual por automática genera un ahorro de 11,838.066 \$/año.

- El calentamiento de agua de reposición al caldero con la energía térmica disponible de la purga de superficie permite generar ahorro de energía.

El ahorro de energía que se logró por el calentamiento del agua de reposición es de 786,532.77 BTU /HR.

VI.2. Contrastación de los resultados con otros estudios similares

Solo existe folletos técnicos de SPIRAX SARCO el cual mencionan un ahorro de purga de automática de 1.5 - 3% de eficiencia térmica.

CAPITULO VII

VII. CONCLUSIONES

- Al diseñar un sistema de purga automática se tendrá un control exacto de la conductividad del caldero, se ahorrará un 2% de eficiencia térmica lo cual representa un ahorro económico de **50,873.22 dólares /año** y una disponibilidad de energía térmica **928,794.24 BTU/hr** que son aproximadamente **26.304 m3/hr** de gas natural.
- Mediante el cambio de operación de purga manual por automática del caldero pirotubular de 1000 BHP se lograra una disminución en el costo de combustible **6,952.85 \$ / Año** y costo de agua tratada **4,885.21 \$ / Año**.
- Evaluando la energía térmica de la purga de superficie se determinó que es útil para el precalentamiento del agua de reposición que generalmente llega con una temperatura de **29.32 °C** al tanque de condensado, mediante este sistema se lograra enviar con temperatura final de **82.02 °C** al caldero para generar la misma cantidad de vapor pero utilizando menos combustible que en términos de ahorro de energía representa **786,532.77 BTU /HR**.
- Se determinó económicamente que el sistema de purga automática de y disponibilidad de energía térmica representa una inversión de **42,008.00 dólares**, determinando un ahorro mensual **4,239.00 Dólares** ,y el periodo de recuperación es 10 meses con una TIR de 2.3 % mensual y un VAN de 2,629.39 dólares , el cual muestra nos garantiza la viabilidad del proyecto .

CAPITULO VIII

VIII. RECOMENDACIONES

- Si es posible la instalación del sistema de purga automática y aprovechamiento de la energía térmica disponible de la purga, se recomendaría evaluar los ahorros económicos que se generarán por reducir los mantenimientos preventivos al caldero, ya que habrá una disminución de incrustaciones, lodos dentro del caldero y tratamiento químico del agua.
- Se recomienda el contraste mensual de la medición del sensado de conductividad (instalado) y se compare con otro instrumento de medición de conductividad para garantizar la precisión del equipo.
- Se recomendaría que se realicen auditorías energéticas las industrias que trabajan 3 turnos de producción para identificar de los puntos de pérdida de energía con la finalidad de plantear las mejoras correspondientes.

CAPITULO IX

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- [1] LENNTECH. **Sistema de Ablandamiento de Agua**. Disponible:
<http://www.lenntech.es/processes/softening/softening.htm> vapor2.shtml
Articulo Web consultado: 22/04 /2014.
- [2] SPIRAX SARCO. **Tanque almacenamiento de vapor Flash**. Disponible:
<http://www.spiraxsarco.com/es/pdfs/TI/p404-03.pdf>. Articulo Web consultado:
30/05/2014.
- [3] YUNUS CENEL . **Termodinamica** .MEXICO, Mc Graw Hill / Interamericana Editores S.A .Sexta edición 2008.
- [4] ROBERTO DANIEL BOHÓRQUEZ GUZMÁN. **Auditoría Energética al Circuito de Vapor y Condensado de una Planta de Elaboración de Café Liofilizado** Obtención de título de ingeniero mecánico GUAYAQUIL - ECUADOR - ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL 2013.
- [6] CONUEE. **Tratamiento de agua para utilización en calderas** .Secretaria de Energía .México, Volumen 1.1 página 1-27, Octubre 2009.
- [7] SPIRAX SARCO. **Purga automática de calderas** Disponibilidad: <http://www.spiraxsarco.com/es/pdfs/SB/p403-56.pdf>, Articulo Web consultado:
30/05/2014.

[8] CONAE. Consejos para ahorro de energía en sistemas de vapor. Dirección de enlace y programas regionales - Apoyo sector privado. México, Volumen 1.0 página 1-14, Enero 2008.

[9]CALORCOL. **Lana mineral para aislamiento térmico**. Disponibilidad: http://www.calorcol.com/portals/0/contenidos/documentos/pdf/canuelas_lmr.pdf .Articulo Web consultado: 30/05/2014.

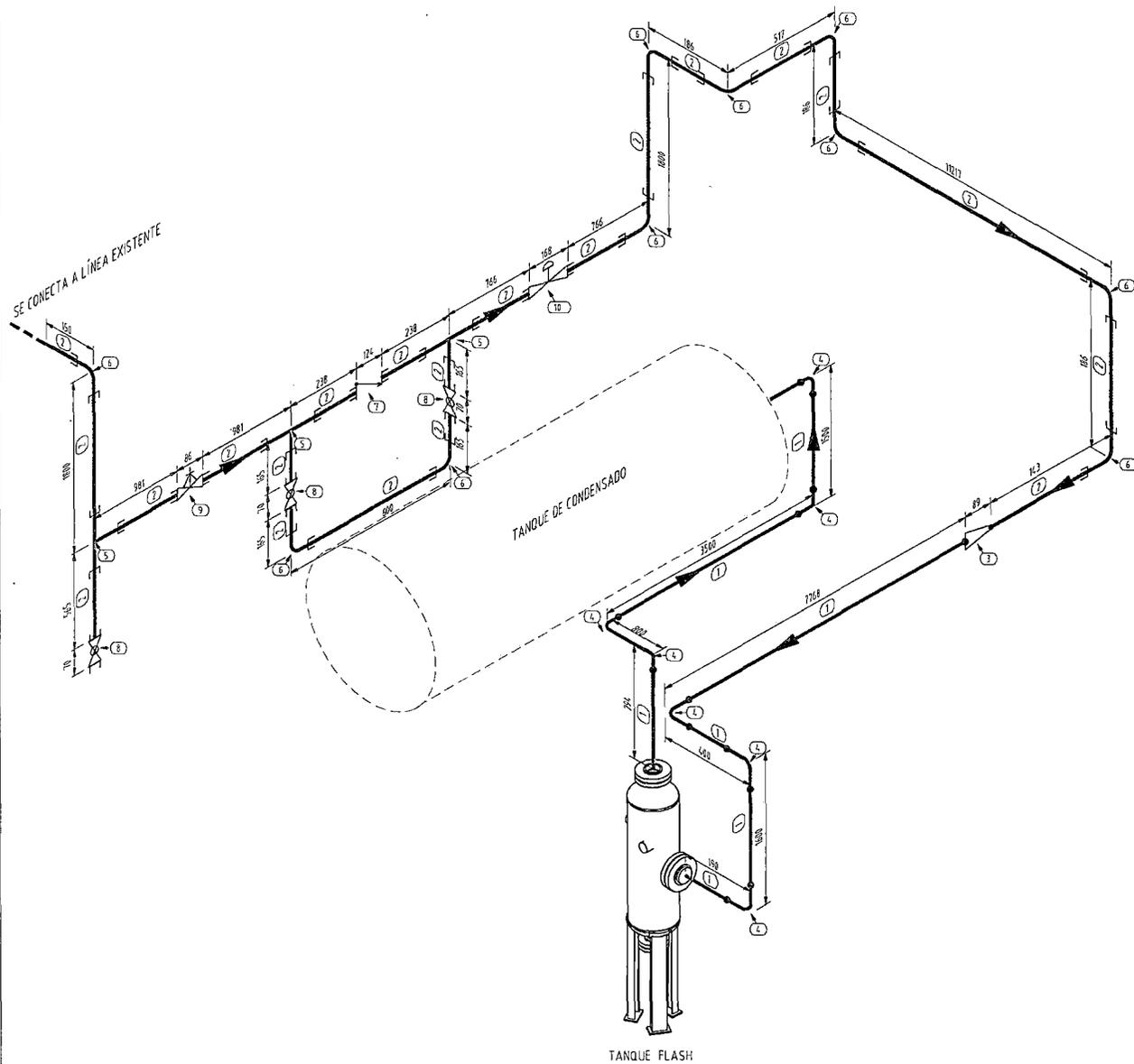
[10]GALLARDO JUAN. **Preparación y Evaluación de proyectos**. México, Mc Graw Hill. Publicación 1998. 250 Paginas.

ANEXOS

- **Matriz de consistencia**
- **Planos de instalación**
 - Isométrico de la purga del caldero
 - Plano de la purga de superficie
 - Plano eléctrico de purga automática
 - Diagrama de flujo de sistema de calentamiento
 - Isométrico general de sistema de purga automática
- **Catálogos de accesorios**
 - Cámara sensora S20
 - Controlador de procesos BC3250
 - Sensor CP10
 - Sensor PT100
 - Válvula ABV 40
 - Válvula de control BCV31
 - S4A-S8A Painted & Stainless Steel GB
- **Propuesta económica**
 - Propuesta " MEJORA PERFORMANCE SIST VAPOR - AMBEV "

TITULO : DISEÑO DE UN SISTEMA DE PURGA AUTOMÁTICA DE FONDO Y SUPERFICIE PARA AHORRO Y DISPONIBILIDAD DE ENERGÍA TÉRMICA EN UNA CALDERA PIROTUBULAR DE 1000 BHP.

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES E INDICADORES	METODOLOGIA
<p><u>Problema principal</u></p> <p>¿Cómo implementar un sistema de purga automática de fondo y superficie que permita generar ahorro y disponibilidad de energía térmica en una caldera pirotubular de 1000 BHP?</p> <p><u>Problema específicos</u></p> <p>P1: ¿De qué manera el cambio de operación de la purga del caldero manual por automática genera un ahorro económico?</p> <p>P2: ¿De que manera la energía térmica disponible de purga superficie para calentamiento del agua de reposición al caldero permite generar ahorro de energía?</p>	<p><u>Objetivo general</u></p> <p>Diseñar un sistema de purga automática de fondo y superficie mediante análisis termodinámico para generar ahorro y disponibilidad de energía térmica en una caldera pirotubular de 1000 BHP.</p> <p><u>Objetivos específicos</u></p> <p>O1: Determinar el ahorro económico por cambiar la operación de la purga del caldero manual por automática.</p> <p>O2: Evaluar la energía térmica disponible de purga superficie para calentamiento del agua de reposición al caldero para ahorrar energía.</p>	<p><u>Hipótesis general</u></p> <p>El diseño de un sistema de purga automática de fondo y superficie generara ahorro y disponibilidad de energía térmica en la caldera pirotubular de 1000 BHP.</p> <p><u>Hipótesis específicas</u></p> <p>H1: El cambio de operación de purga manual por automática genera ahorro económico.</p> <p>H2: El calentamiento de agua de reposición al caldero con la energía térmica disponible de la purga de superficie permite generar ahorro de energía.</p>	<p><u>Variable independiente</u></p> <p>X: Sistema de purga automática</p> <p><u>Indicadores</u></p> <p>X1: Flujo másico de purga de fondo.</p> <p>X2: Tiempo de purgado</p> <p>X3: Nivel de Conductividad</p> <p>X4: Flujo másico de purga superficie</p> <p><u>Variable Dependiente</u></p> <p>Y: Ahorro y disponibilidad de energía térmica</p> <p><u>Indicadores</u></p> <p>Y1: Consumo de combustible</p> <p>Y2: Costo de gas natural</p> <p>Y3: Eficiencia térmica del caldero</p> <p>Y4: Calor sensible de la purga de superficie</p>	<p><u>Tipo de investigación</u></p> <p>Aplicada</p> <p><u>Nivel</u></p> <p>Descriptivo - Evaluativo</p> <p><u>Método</u></p> <p>Observatorio -Directo</p> <p><u>Diseño</u></p> <p>Por observación</p> <p>Análisis de la variable X</p> <p>Análisis de la variable Y</p> <p>Ox ↔ Oy</p> <p><u>Población y muestra</u></p> <p>Purga de fondo y superficie de caldera pirotubular de 1000BHP</p> <p><u>Instrumentos</u></p> <p>Medidor de caudal vapor ,Medidor conductividad .Caudalimetro de gas natural, Medidor de temperatura</p>



LISTA DE MATERIALES

ITEM	CANT.	DIMENSIÓN	DESCRIPCIÓN	MATERIAL
1	14274 MM	ø3"	TUBERÍA SCH-40	ASTM A-53
2	20733 MM	ø1½"	TUBERÍA SCH-40	ASTM A-53
3	1 UND.	3" x 1½"	REDUCCIÓN CONCENTRICA	ASTM A-105
4	7 UND.	ø3"	CODO DE 90° ROSCADO	ASTM A-105
5	3 UND.	ø1½"	TEE ROSCADO	ASTM A-105
6	10 UND.	ø1½"	CODO DE 90° ROSCADO	ASTM A-105
7	1 UND.	ø1½"	VÁLVULA CHECK	ASTM A-105
8	3 UND.	ø1½"	VÁLVULA ESFERICA	ASTM A-105
9	1 UND.	ø1½"	VÁLVULA COMPUERTA	ASTM A-105
10	1 UND.	ø1½"	VÁLVULA DE CONTROL	ASTM A-105

LEYENDA



△	PARA REVISIÓN	S.M.	V.H.	R.E.
REV	DESCRIPCION	REALIZADO	COMP.	APROBADO
		20/10/10	20/10/10	V B CLIENTE

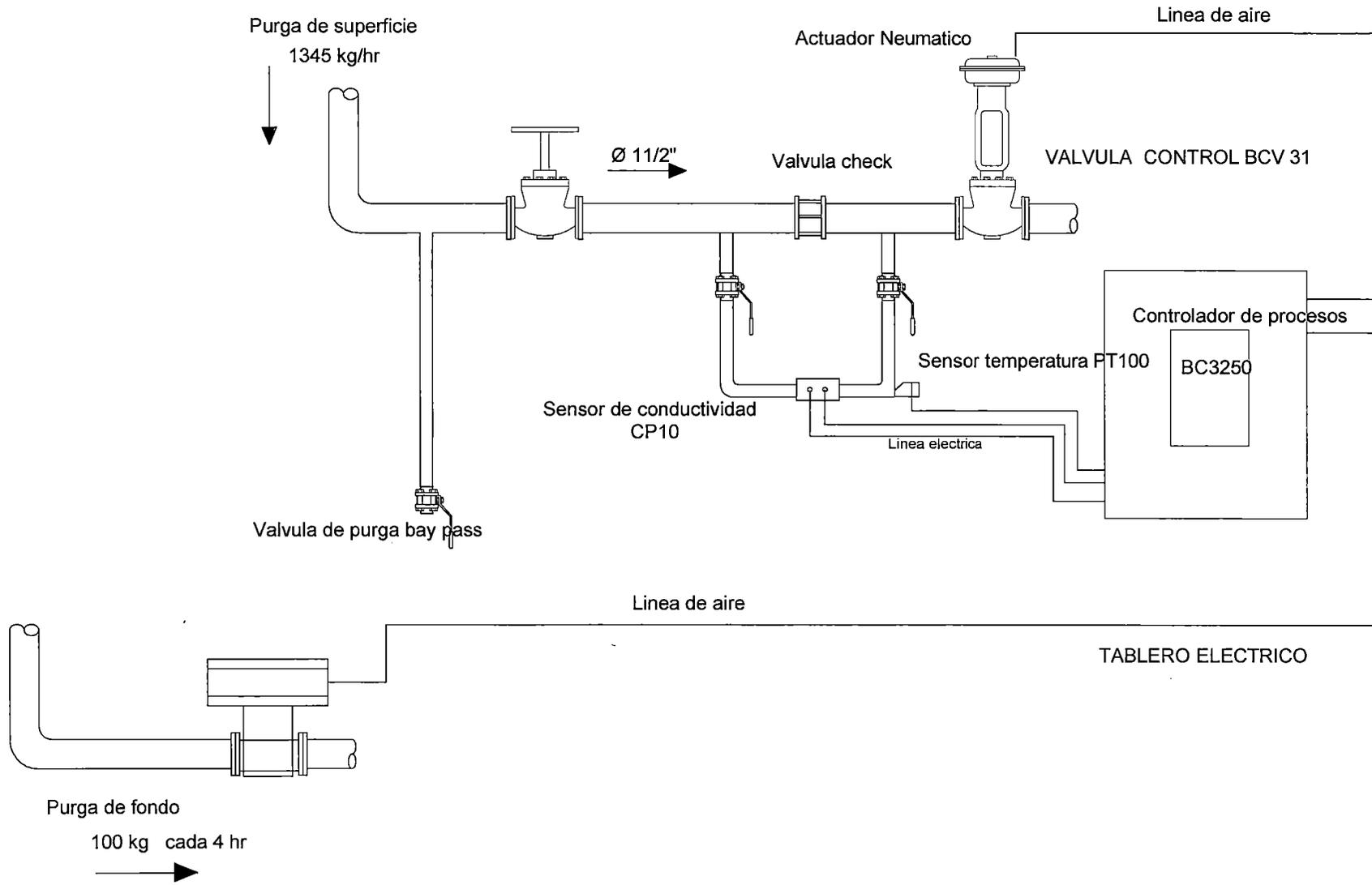
COMPAÑIA CERVECERA AMBEV - HUACHIPA



PROYECTO XXX	REALIZADO COMPROBADO	L.B.V	20-07-14	PROY. DIB
ESCALA S/E	APROBADO V O B E CLIENTE			

PLANO ISOMETRICO DE LINEA DE PURGA DE CALDERA

FORMATO A3	TAG: AMBEV-003	PLANO No. TE14-PL-AMBEV-MEC-002	HOJA 1 DE 1	REVIS A
---------------	-------------------	------------------------------------	-------------	------------



① Valvula de compuerta 1 1/2"

④ Sensor de conductividad CP10

⑦ Valvula control ABV 40

② Valvula de esfera 1"

⑤ Sensor de tempertatura PT100

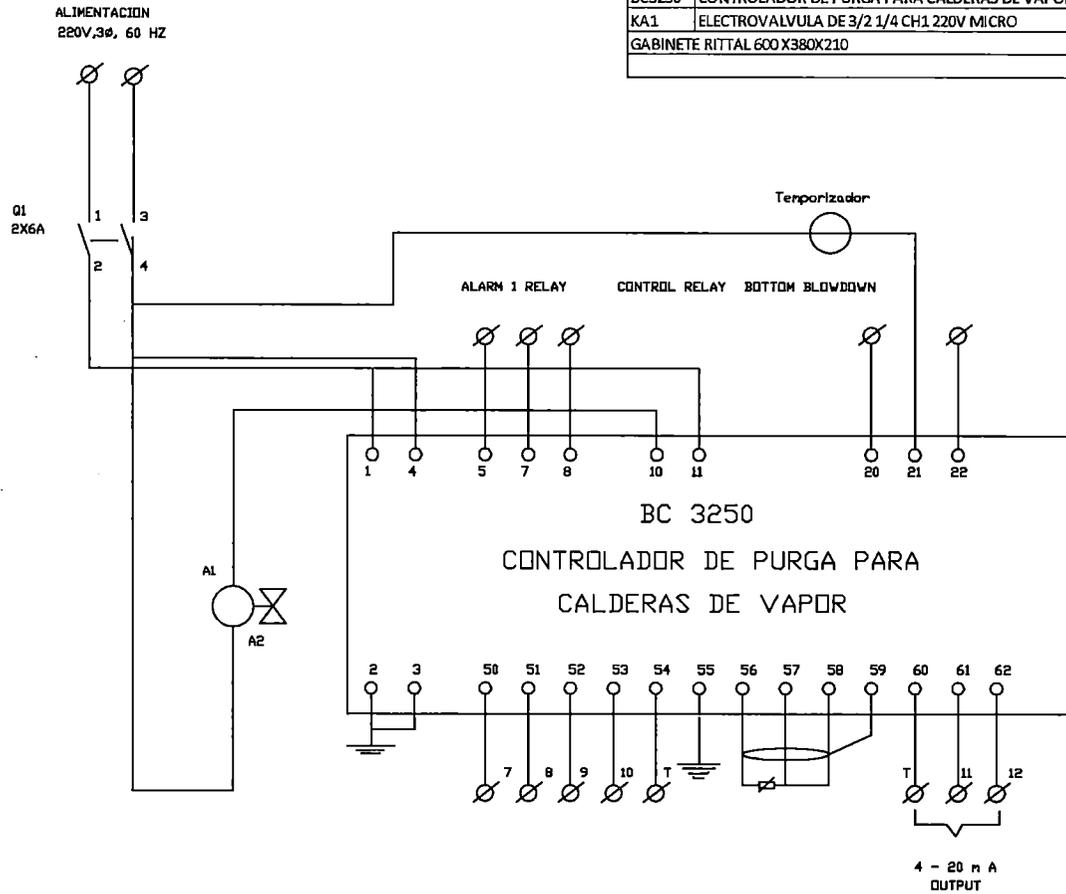
③ Valvula de Check 1 1/2"

⑥ Valvula de control BCV31

APROBADO PARA CONSTRUCCION		REVISION		FECHA	
REV.	DESCRIPCION	ELABORADO	DATE	APROBADO	FECHA
COMPAÑIA CERVECERA AMBEV HUACHIPA					
	PROYECTO	REALIZADO	L.S.	20.02.04	PROY. 001
	ESCALA	APROBADO			
	Vº CLIENTE				
PLANO MECANICO DE PURGA AUTOMATICA					

LISTA DE MATERIALES

LEYENDA	
Q1	INTERRUPTOR MAGNETICO 2X6 MARCA ABB
BC3250	CONTROLADOR DE PURGA PARA CALDERAS DE VAPOR
KA1	ELECTROVALVULA DE 3/2 1/4 CH1 220V MICRO
	GABINETE RITTAL 600 X380X210



PROCESOS	MATERIAL PREFABRICABLE	
	MATERIAL MONTABLE	
	TOTAL	*****

NOTAS
1'
2'
3'
4'

COMPAÑIA CERVECERA AMBEV

TERMODINAMICA S.A.

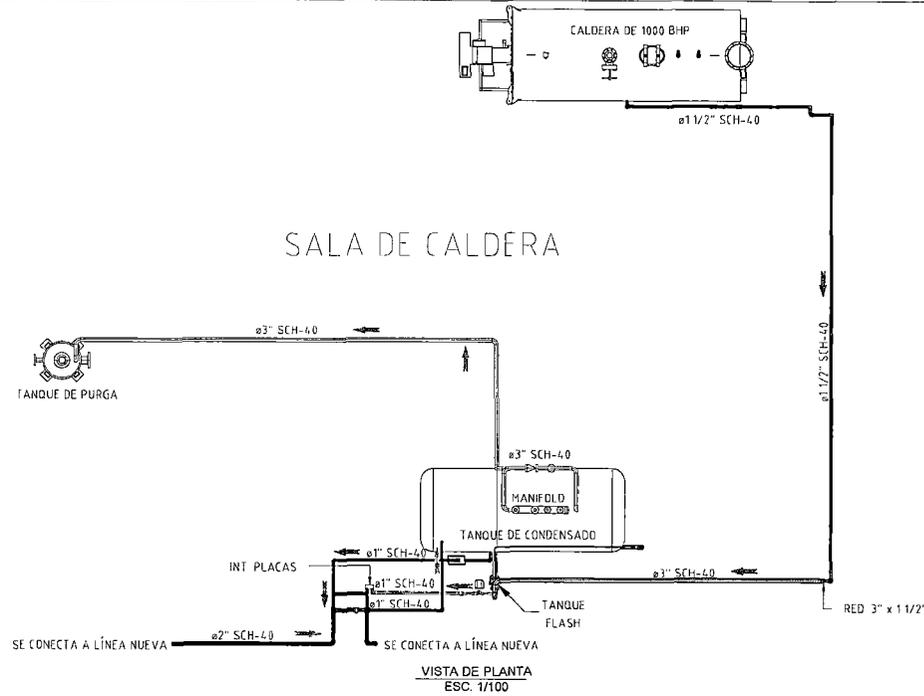
ANEXO/UNID	CLASIF.	PLANO No.	REVIS.
--	M		

A-3 ISOMETRICO

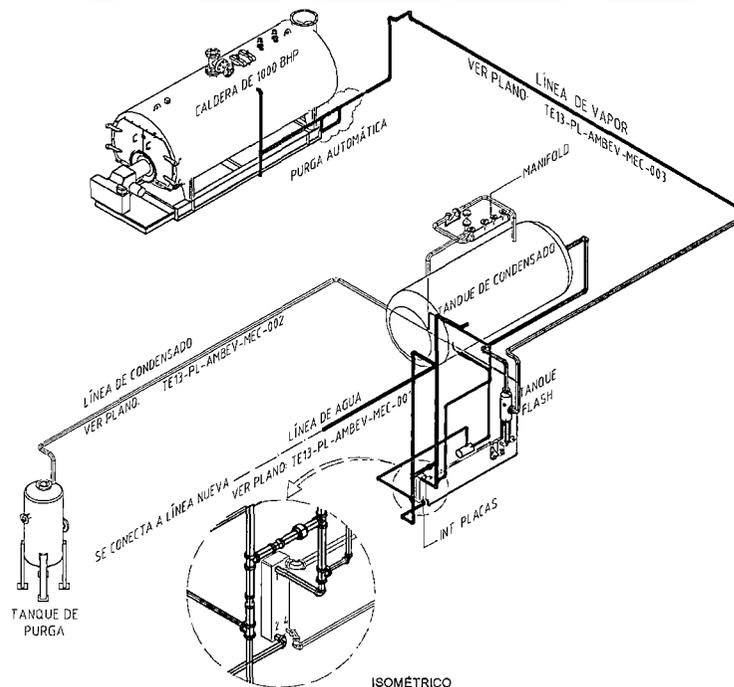
APROBADO PARA CONSTRUCCION	XX/XX/13	P.CANO	X.X.							DIAGRAMA MECANICO N°
REV.	DESCRIPCION	FECHA	DIBUJADO	STRESS SOPORTES	INSTR.	M.T.O.	COMPROB.	APROB. CLIENTE		XXX-XX-XXX-XXX-X (Hoja x de x)
										LISTA DE LINEAS N°
										XXX-XX-XXX-XXX-X
										PLANO DE TUBERIAS N°
										XXX-XX-XXX-XXX-X

TITULO :
PLANO ELECTRICO
PURGA AUTOMATICA SUPERFICIE

ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE REFINERIA LA PAMPILLA. PROHIBIDA SU REPRODUCCION SIN AUTORIZACION



VISTA DE PLANTA
ESC. 1/100



ISOMÉTRICO

△	APROBADO PARA CONSTRUCCIÓN	S.M.	V.M.	R.C.	
REV	DESCRIPCION	REALIZADO	COMP.	APROBADO	V.º B. CLIENTE

COMPañIA CERVECERA AMBEV - HUACHIPA

	PROYECTO	REALIZADO	L.B.V.	20-07-14	PROY. DIB.
	ESCALA	COMPROBADO			
	1/100	APROBADO			
	VEB9 CLIENTE				

ISOMÉTRICO GENERAL

FORMATO	TAG	PLANO N.º	REVIS
A3	AMBEV-005	TE13-PL-AMBEV-MEC-003	0



Cert. No. LRQ 0963008

ISO 9001

spirax/sarco

TI-P403-45

AB Issue 5

Cámara sensora S 20 y sensores

- Permite la medida continua con compensación de temperatura
- Fácil montaje de los sensores para limpieza
- Diseñada para montaje en la línea

Descripción

La cámara sensora Spirax Sarco S 20 se monta con sensores de conductividad y temperatura para determinar la conductividad de líquidos.

El uso de sensor de temperatura proporciona una medida precisa cuando la temperatura varía como en el caso de sistemas de monitorización de retorno condensados.

La cámara es de forma hexagonal y conexión de 1¼" BSP o 1" NPT.

Tiene conexiones radiales hembra para:-
Sensor de conductividad CP 10 (3/8" BSP).

Sensor de temperatura TP 20 (¼" BSP).

Una conexión de ¼" BSP (¼" NPT) en el lado contrario para una toma de muestras opcional.

Spirax Sarco puede suministrar un enfriador de muestras o un tapón si no se va a utilizar la conexión.

Condiciones límite

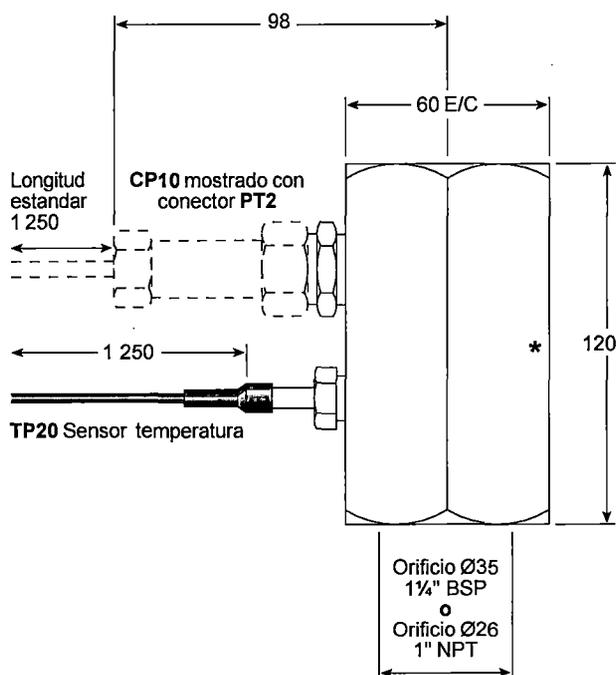
El conjunto cámara sensora y sensores está limitado a:-

Presión máxima 11 bar r

Temperatura máxima 150°C

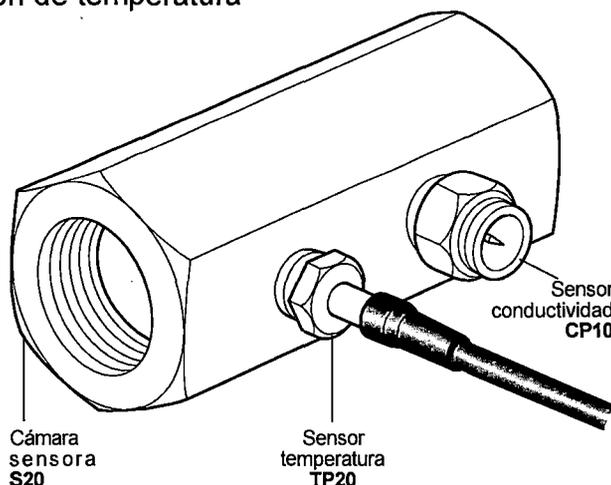
Conductividad mínima 10 µS/cm o 10 ppm

Dimensiones (aproximadas) en milímetros



Peso 1,9 kg

*Conexión muestra ¼" BSP



Materiales

Cámara sensora S 20

Acero inoxidable BS 970 303 S31

CP10 sensor de conductividad

Cuerpo Acero inoxidable BS 970 303 S31

Aislamiento Plástico PEEK

Pasador Acero inoxidable BS 970 303 S31

Arandela Bellville Acero inoxidable DIN 1.4122

Arandela Acero inoxidable A2 BS 43220

TP20 sensor de temperatura

Cuerpo y sonda Acero inoxidable 316 ASTM A269 Gr. 316

Aislamiento cable PFA

Seguridad

Este documento no contiene suficiente información para una instalación segura del producto. Ver las Instrucciones de Instalación y mantenimiento que acompañan al equipo.

El sensor CP10 contiene PTFE que puede producir gases tóxicos si se expone a un calor excesivo.

Instalación

Nota: No instalar el sensor a la intemperie sin protección adicional. Montar la cámara sensora en una tubería horizontal o vertical con las válvulas de aislamiento adecuadas para permitir la inspección/limpieza de los sensores. Pueden montarse reducciones si es necesario. El caudal puede circular en cualquier dirección. Los sensores deben estar en posición horizontal. Para más detalles ver Instrucciones de Instalación y Mantenimiento que acompañan al equipo.

Aviso: El cable PT2 no debe exponerse a temperaturas superiores a 120°C.

Mantenimiento

No precisa mantenimiento. Periódicamente inspeccionar y limpiar tal y como se describe en las Instrucciones de Instalación y Mantenimiento que acompañan al equipo..

Como pasar pedido

Ejemplo: 1 - Cámara sensora Spirax Sarco S 20 completa con sensor CP 10, conector PT 2, tapón de ¼" BSP y sensor de temperatura TP 20.



Cert. No. LRQ 0963008

ISO 9001

spirax sarco

TI-P403-90
 AB Issue 2

BC3250

Controlador de purga

Descripción

El BC3250 es un controlador de purga para calderas de vapor. Controla el nivel de TDS (total sólidos disueltos – sales disueltas) abriendo y cerrando una válvula de purga.

También controla una válvula de purga de fondo, que elimina los sólidos que se han precipitado al fondo de la caldera.

Este producto funciona junto con un sensor de conductividad Spirax Sarco, una válvula de purga o una válvula de descarga (para detección de condensado contaminado).

Tiene un rango de voltaje de alimentación es de 99 – 264 Vca.

El panel delantero tiene una pantalla LCD de gráficos y un teclado de cinco teclas para seleccionar, visualizar y cambiar funciones.

En el modo de ejecución (normal), el display se divide en tres secciones:

- i) Variables del proceso y parámetros de control.
- ii) Línea de información. Muestra los diferentes estados de control y unidades de proceso.
- iii) Gráfico de tres barras, muestra un porcentaje de una escala:
 - PV Valores más altos y bajos registrados de variable del proceso.
 - SP Punto de consigna y punto de histéresis.
 - AL Alarma de Nivel Alto y punto de histéresis.

Es posible seleccionar un filtro para aumentar el efecto de amortiguación cuando la sonda se instala directamente en la pared de la caldera. Esto evita que se active demasiado frecuentemente la válvula.

Un gráfico de tendencia (trend) aparece si se pulsan las teclas derecha o izquierda en el modo de ejecución - Muestra un registro de las variaciones de TDS durante un periodo de tiempo.

El BC3250 puede usarse en un sistema de detección de condensado contaminado. No detectará contaminantes que no afecten la conductividad, tales como aceites, grasas y azúcares.

La purga puede ser seleccionada por pulsos en vez de continua, la válvula abrirá durante 10 segundos y cerrará durante 20 segundos. De esta manera se evita el riesgo de que se dispare una alarma de nivel bajo de agua en calderas pequeñas.

Se proporciona de estándar una salida aislada 0 - 20 o 4 - 20 mA y se puede usar para un display remoto del nivel de sales o para un sistema de gestión.

Si el actuador de la válvula de purga de fondo tiene una caja de maniobra, se puede configurar una alarma para indicar si la válvula falla al cerrar o no se eleva del asiento.

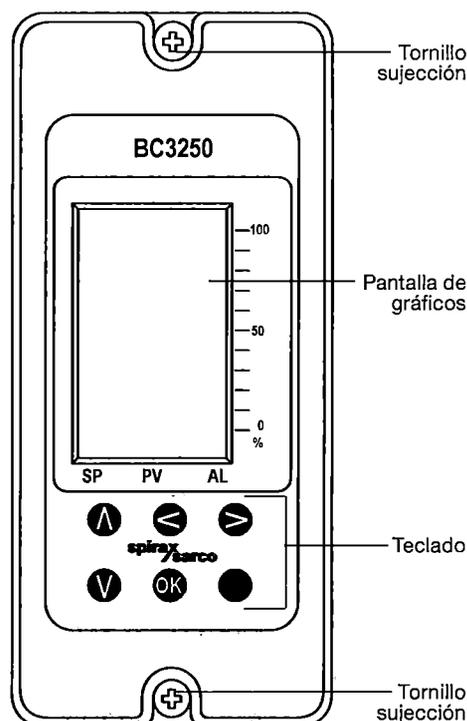
El BC3250 puede comunicarse por infrarrojos con otros controladores de sala de calderas. Está diseñado como unidad maestro o esclava según se precise.

La unidad puede montarse en panel, raíl DIN o en chasis.

Características principales:

Controlador de purga con temporizador de purga de fondo.

- Multi-voltaje 99 Vca – 264 Vca.
- Display en $\mu\text{S}/\text{cm}$ o ppm.
- Pantalla LCD de gráficos para PV y gráfico de tendencias.
- Filtro para condiciones con turbulencias.
- Comunicaciones por infrarrojos.
- Función de diagnóstico/comprobación.
- Salida 0/4 - 20 mA.
- Comunicaciones EIA 485/Modbus.



Aprobaciones

Este producto cumple con la normativa de Directrices de Compatibilidad Electromagnética 2004/108/EC.

Este producto cumple con todos los Requisitos de la Directiva y se puede usar en Ambientes Clase A (Industriales). Se le ha realizado una evaluación EMC completa y detallada, disponible bajo la referencia UK Supply BH BC3250 2008.

El BC3250 cumple con la Directiva de Bajo Voltaje (2006 / 95 / EC) al cumplir con los siguientes requisitos:

- Requisitos de seguridad de equipos eléctricos de medida, control y uso en laboratorio EN 61010-1:2001.

El BC3250 ha sido comprobado como controlador y limitador de TDS al cumplir con la normativa:

- VdTÜV requisitos para dispositivos de control y limitadores de TDS, Nivel de agua 100 (07.2006).
- Listado UL - abierto:

Señales de Entrada

El BC3250 puede aceptar señales de sondas de conductividad Spirax Sarco (CP10, CP30 o CP32) y un sensor de temperatura Pt100.

Señales de salida

Si la conductividad del agua supera el punto de consigna, el relé de la válvula se activará hasta que la conductividad sea inferior al punto de consigna. Si la conductividad del agua supera el nivel de alarma, el relé de alarma pasará a situación de reposo hasta que la conductividad baje por debajo del nivel de alarma.

Otras características:

- Función de comprobación.
- Muestra directamente el factor de la sonda.
- Parámetros de configuración protegidos por contraseña.

Datos técnicos BC3250

Alimentación	Rango voltaje alimentación	99 Vca a 264 Vca a 50/60 Hz	
	Consumo	7,5 W (máximo)	
Ambiental	General	Solo para uso en lugar protegido (no al aire libre)	
	Máxima altitud	2 000 m (6 562 ft) por encima del nivel del mar	
	Temperatura ambiente	0 - 55°C	
	Máxima humedad relativa	80% hasta 31°C disminuyendo linealmente hasta 50% a 40°C	
	Categoría exceso de voltaje	III	
	Grado de contaminación	2 (como se suministra)	
		3 (cuando se instala en una caja) - Mínimo de IP54 o UL50 / NEMA Tipo 3, 3S, 4, 4X, 6, 6P o 13.	
	Rango de protección (sólo panel delantero)	NEMA tipo 4 solo chorro (aprobación UL), Y IP65 (verificado por TRAC Global)	
	LVD (seguridad)	Seguridad eléctrica EN 61010-1	
		UL61010-1, UL 508, Clause 23.2.	
	EMC	CAN/CSA C22.2 No. 61010-1	
		Inmunidad/Emisiones	Adecuado para ambientes industriales
	Caja	Material	Policarbonato
Panel delantero	Color	Pantone 294 (azul)	
	Material	Goma silicona, 60 shore.	
Soldaduras	Plomo estaño (40/60%)		
Conectores de red y de señales	Terminales	Bornes conexión brida tornillo. Atención: Usar solo conectores suministrados por Spirax Sarco. Si no, puede comprometer la seguridad y aprobación.	
	Tamaño cable	0,2 mm ² (24 AWG) a 2,5 mm ² (12 AWG).	
	Longitud sin aislante	5 - 6 mm	
Cables de sonda de TDS	Tipo	Alta temperatura	
	Tipo de blindaje	Apantallado	
	Número de hilos	4	
	Calibre	1 - 1,5 mm ² (18 - 16 AWG)	
		Rango 0 - 9,99 - 10 metros	
		Rangos 0-999,0 y 0-9990 - 100 metros	
	Longitud máxima	Rango 0 - 99,90 - 30 metros	
Tipo recomendado	Prysmian (Pirelli) FP200, Delta Crompton Firetuf OHLS		
Cables de sonda Pt100	Tipo	Alta temperatura, trenzado	
	Tipo de blindaje	Apantallado	
	Número de hilos	Número de hilos 3	
	Calibre	1 - 1,5 mm ² (18 - 16 AWG)	
	Longitud máxima	100 m (328 ft)	
Cable(s) de señal de salida 0/4-20 mA	Tipo	Par trenzado	
	Tipo de blindaje	Apantallado	
	Número de pares	1	
	Calibre	0,23 - 1 mm ² (24 - 18 AWG)	
	Longitud máxima	100 m (328 ft)	
	Tipo recomendado	varios	
Cable de comunicaciones RS485	Tipo	EIA RS485 par trenzado	
	Tipo de blindaje	Apantallado	
	Número de pares	2 o 3	
	Calibre	0,23 mm ² (24 AWG)	
	Longitud máxima	1200 m (4000 ft)	
	Tipo recomendado	Alpha Wire 6413 o 6414	

Se pueden usar cables LAN Cat. 5 o Categoría 5E SctP (apantallado), FTP (papel metálico) o STP (apantallado), pero limitados a 600 m.

Datos técnicos BC3250 (continuación)

Datos técnicos señales de entrada	Conductividad del agua	Tipos de sonda:	CP10, CP30 y CP32
		Rangos	0 – 9,99 ppm o $\mu\text{S/cm}$ 0 – 99,9 ppm o $\mu\text{S/cm}$ 0 – 999 ppm o $\mu\text{S/cm}$ 0 – 9990 ppm o $\mu\text{S/cm}$
	Precisión	$\pm 2.5\%$ FSD (Poss > si EMC alto)	
	Factor pH	0,50 – 1,00 (0,7 por defecto)	
	Factor Neutralizante	0,7	
	Resolución	0,1% FSD	
	Alimentación:	Ca – 4 hilos	
	Compensación de temperatura (TC)	Sensor tipo	Pt100 – Clase B o superior
		Rango	0 - 250°C (Sin montar Pt100 – temperaturas programadas por el usuario 100 - 250°C, pasos de 1°C)
		Precisión	$\pm 2,5\%$ FSD – precisión del sistema $\pm 5\%$
		Resolución	1% FSD
	Entrada quemador	Alimentación:	Cc – 3 hilos
		Rango de voltaje de entrada	99 – 264 Vca
	Datos técnicos señales de salida	Limpieza de la sonda	Corriente máxima entrada	2 mA máximo
Voltaje máximo			32 Vcc
4 - 20 mA		Alimentación	Ca/cc/pulsos
		Corriente mínima	0 mA
		Corriente máxima	20 mA
		Voltaje circuito abierto (máximo)	19 Vcc
		Resolución	1% FSD
		Máxima carga señal salida	500 Ω
		Aislamiento	100 V
Velocidad		10 / segundo	
Relés		Contactos	2 x SPCO (un solo polo conmutado)
		Rango voltaje (máximo)	250 Vca
		Carga resistiva	3 amp a 250 Vca
		Carga inductiva	1 amp a 250 Vca
	Carga motor ca	$\frac{1}{4}$ HP (2,9 amp) a 250 Vca $\frac{1}{10}$ HP (3 amp) a 120 Vca	
	Capacidad de prueba	C300 (2,5 amp) - circuitos de control/bobinas	
	Vida eléctrica (operaciones)	3×10^5 o mayor dependiendo de la carga	
	Vida mecánica (operaciones)	30×10^6	
RS485	Capa física	RS485 4 hilos full duplex o 2 hilos half duplex	
	Protocolo	Modbus formato RTU	
	Aislamiento	60 Vca/cc	
	Carga unitaria del receptor	$\frac{1}{8}$ (256 dispositivos - máximo)	
Infrarrojos	Velocidad	Hasta 10 frames / segundo	
	Capa física	IrDA	
	Velocidad (Baudios)	38 400	
	Rango	10 cm	
	Ángulo de trabajo	15°	
Información seguridad de ojos	Exento de la EN 60825-12: 2007 Seguridad de productos laser - no sobrepasa los límites de emisión accesible (AEL) de Clase 1		

Seguridad, Instalación y Mantenimiento

Este documento no contiene suficiente información para realizar la instalación con plena seguridad. Consulte las Instrucciones de Instalación y mantenimiento que acompañan al producto.

El producto debe instalarse en un armario industrial adecuado o una caja ignífuga para proporcionar una protección mínima requerida de IP54 (EN 60529) o Tipo 3, 3S, 4, 4X, 6, 6P y 13 (UL50/NEMA 250). Este producto cumple con los requisitos de la cláusula 23.2 de UL508 y puede considerarse como parte del rango 5VA para uso industrial.

El controlador puede montarse en un panel, raíl DIN o directamente sobre un chasis.

Instalar el producto en un ambiente que minimice los efectos del calor, vibraciones, choques e interferencias eléctricas.

No instalar el producto a la intemperie sin protección adicional.

No intentar abrir el producto; Es una unidad sellada y no tiene piezas sustituibles ni interruptores internos.

No tapar u obstruir el haz de infrarrojos entre productos.

Las instalaciones eléctricas deberán realizarse siguiendo las normativas locales (UNE 20460 en España, NEC 1998 en USA, BS 7671 en UK).

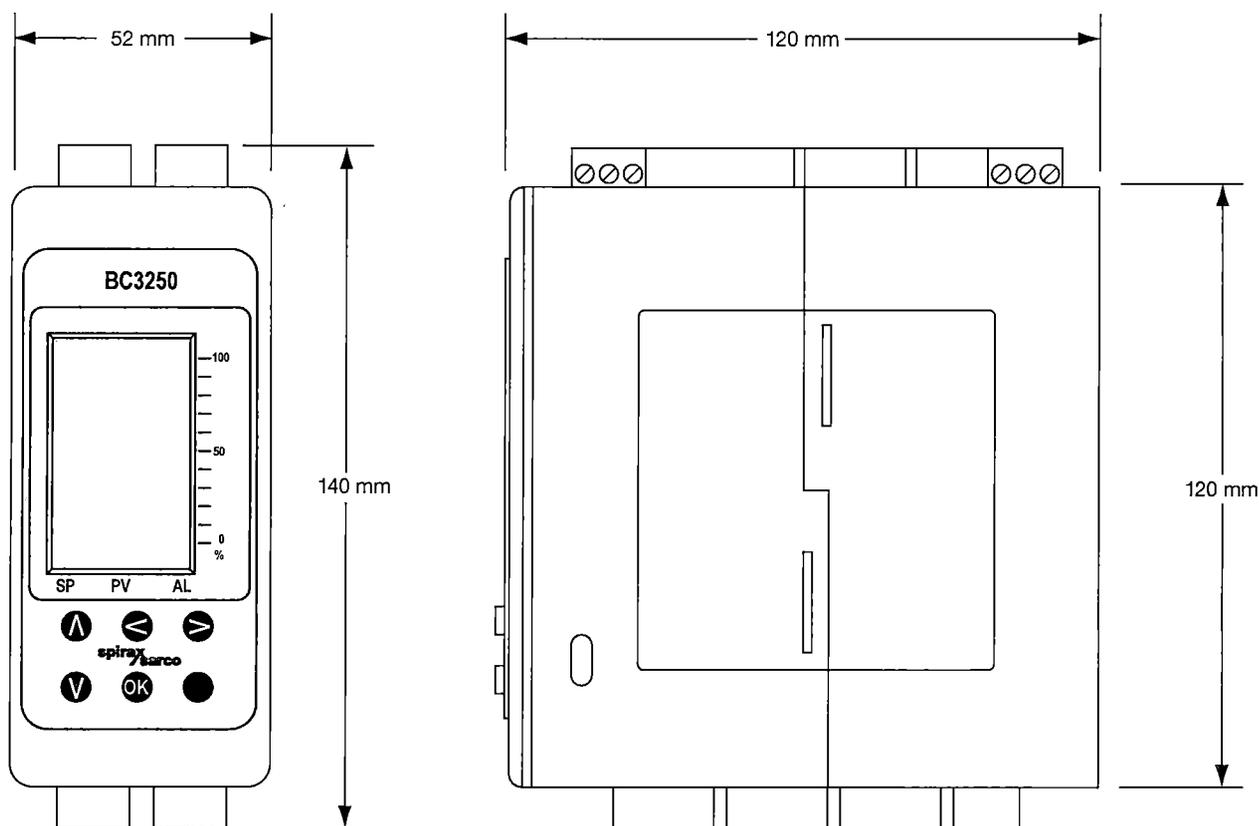
Todos los materiales y métodos de cableado deberán cumplir con las correspondientes normativas EN e IEC.

No es necesario un servicio especial o mantenimiento preventivo del producto.

Los controladores de nivel de agua de la caldera y las alarmas de nivel, requieren una prueba e inspección.

Dimensiones / peso (aproximados) en mm (in) y g.

Peso 550 g.



Cómo especificar

Controlador de purga con temporizador de purga y comunicaciones por infrarrojos.

Cómo pasar pedido

Ejemplo: 1 controlador de purga Spirax Sarco BC3250.

**Sensor
CP10****Instrucciones de Instalación y Mantenimiento**

1. Seguridad

Rogamos lean la hoja informativa de seguridad IM-GCM-10, así como cualquier regulación Nacional o Regional.

Este producto está diseñado y construido para resistir la fuerza encontrada en su uso normal. El uso del producto para cualquier otro propósito que no sea control de temperatura pudiera causar lesión o fatalidad al personal.

Este producto tiene PTFE que puede desprender humos tóxicos si se expone a calor excesivo.

No instalar a la intemperie sin protección adicional.

2. Descripción

El sensor CP10 es una sonda conductiva diseñada para el uso en sistemas de control de sales disueltas en el agua (TDS) y control de conductividad - conductividad mínima 10 μ S/cm o 10 ppm. Es una unidad compacta con un electrodo central de acero inoxidable, aislante PEEK, anillo de sellado de PTFE, cuerpo en acero inoxidable, muelle de disco y arandela.

El sensor tiene una rosca de $\frac{3}{8}$ " BSP en paralelo para conectar a la cámara sensora y una tuerca hexagonal de 24 mm E/C. Se suministra con junta metálica en 'S' de acero inoxidable.

La conexión eléctrica se realiza a través de un conector IP65 (suministrado aparte).

El sensor CP10 y el conector PT2 están diseñados para trabajar con una fuente de alimentación de voltaje limitado. Son accesorios aprobados por Underwriters Laboratory como Accesorios listados.

3. Condiciones límite

Condiciones de diseño del cuerpo	PN40	
Presión/temperatura máxima	32 bar r a 239°C	(464 psi r a 462°F)
Prueba hidráulica:	60 bar r	(870 psi r)

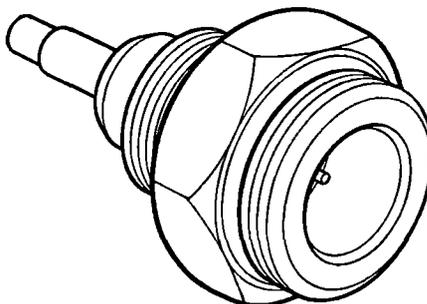


Fig. 1 Sensor CP10

4. Instalación

Atención: No instalar el sensor a la intemperie sin protección adicional.

Instalar la cámara sensora en una tubería horizontal o vertical con válvulas de interrupción que permitan la inspección/limpieza de los sensores. Si se requiere se pueden instalar reducciones. El flujo puede ser en ambas direcciones. Los sensores deben estar en horizontal.

El TP20 tiene una rosca cónica y se puede instalar usando cinta PTFE.

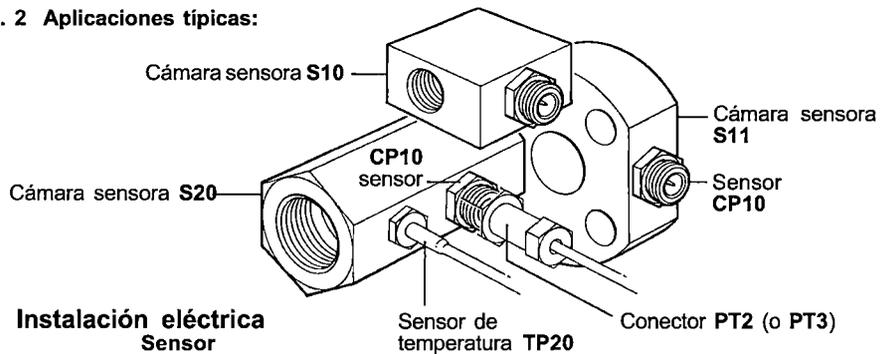
El sensor CP10 se suministra con junta metálica en 'S' de acero inoxidable. No recomendamos el uso de cinta PTFE en las roscas del CP10, pero se puede usar un poco de pasta de juntas con base de grafito o cobre que facilita el desmontaje.

Montar los sensores en las cámaras y apretar a un par de 60 N m (44 lbf ft).

Montar el conector PT2 (u otro conector Spirax Sarco) al sensor CP10 y apretar.

Atención: El conector y su cable no deben exponerse a temperaturas superiores a 120°C (248°F).

Fig. 2 Aplicaciones típicas:



4.1 Instalación eléctrica Sensor CP10

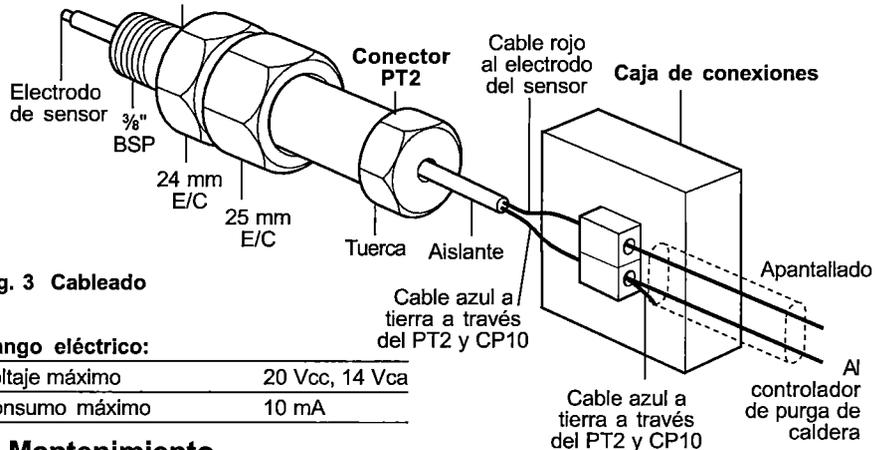


Fig. 3 Cableado

Rango eléctrico:

Voltaje máximo	20 Vcc, 14 Vca
Consumo máximo	10 mA

5. Mantenimiento

Recomendamos que el CP10 se retire una vez al año para su limpieza y comprobación, aunque la frecuencia del mantenimiento dependerá de la calidad y caudal del agua de caldera o condensado. Aislar y despresurizar el sistema, (o con el sistema vacío), retirar el CP10.

Limpiar el electrodo del sensor con un poco de papel y el aislante con un trapo o un cepillo (no de alambre). Inspeccionar el aislante y el electrodo por erosión, daños o corrosión y si es necesario sustituir. Volver a apretar el sensor CP10 a un par de apriete de 60 N m (44 lbf ft).

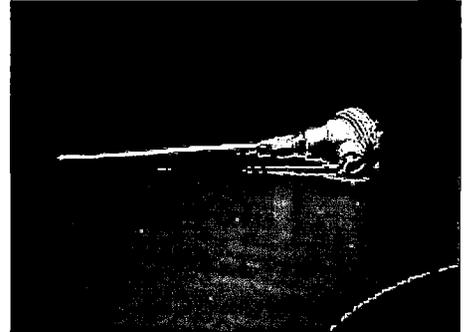
Nota: Siempre usar juntas nuevas.

Recambios disponibles

Junta	Spirax Sarco No. 0957191	Paquete de 10
CP10 y junta	Spirax Sarco No. 0861079	1 juego

SENSOR DE TEMPERATURA POR RESISTENCIA
PT-100

- Resistencia de Platino
- Resistencia 100Ω a 0°C
- Vaina EN SS316
- Aplicación en procesos de producción de Alimentos, medición ambiental e industrial
- Dimensiones a pedido



El sensor **PT-100** es un sensor de temperatura que basa su funcionamiento en la variación de resistencia a cambios de temperatura del medio. El elemento consiste en un arrollamiento muy fino de Platino bobinado entre capas de material aislante y protegido por un revestimiento cerámico.

El material que forma el conductor(platino), posee un coeficiente de temperatura de resistencia α , el cual determina la variación de la resistencia del conductor por cada grado que cambia su temperatura según la siguiente ecuación:

$$R_t = R_o(1 + \alpha t)$$

Donde:

R_o = resistencia en Ω (ohms) a 0°C

R_t = resistencia en Ω (ohms) a t°C

t = temperatura actual

α = coeficiente de temperatura de la resistencia cuyo valor entre 0°C y 100°C es de 0.003850 $\Omega \times (1/\Omega) \times (1/^\circ\text{C})$ en la escala Práctica de Temperaturas Internacionales(IPTS-68).

A continuación se despliegan las características el Platino comparadas con otros materiales:

Metal	Resistividad $\mu\Omega/\text{cm}$	Coeficiente de t° $\Omega/\Omega, ^\circ\text{C}$	Intervalo útil de temp $^\circ\text{C}$	Resist a 0°C Ω	Precisión $^\circ\text{C}$
Platino	9.83	0.003850	-200 a 950	25, 100, 130	0.01
Niquel	6.38	0.0063 a 0.0066	-15 a 300	100	0.50
Cobre	1.56	0.00425	-200 a 120	10	0.10

El platino es el elemento más indicado para la fabricación de sensores de temperatura por resistencia, ya que, como se desprende de la tabla anterior posee:

1. Alto coeficiente de temperatura.
2. Alta resistividad, lo que permite una mayor variación de resistencia por °C.
3. Relación lineal resistencia-temperatura.
4. Rigidez y ductilidad lo que facilita el proceso de fabricación de la sonda de resistencia
5. Estabilidad de sus características durante su vida útil.

Los sensores PT100 de Andean Instruments pueden ser fabricados en 2 materiales de Vaina:

SS316= Acero Inoxidable 316
Cu = Cobre

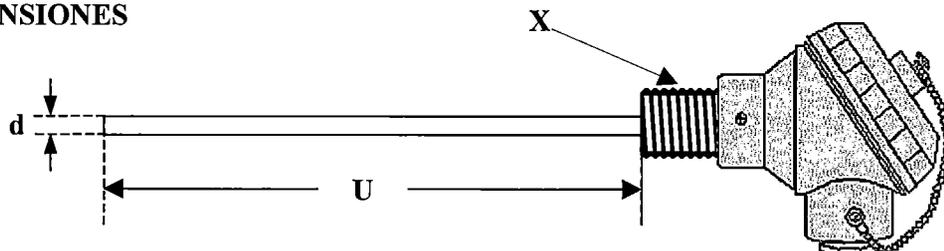
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Tipo de sensor	Resistencia de Platino 100Ω a 0°C
Rango de t° Operativo	0 – 400°C
Material del cuerpo	Incomel 600
Exactitud	0.5°C
Conexión	3 cables(RTD, RTD, compensación)



Leandro N. Alem 1351/53
-(1871)- Dock Sud
Buenos Aires - Argentina
T.E.: 4201-5316 / 4222-9821
FAX: 4222-9821
Web: www.ingecozs.com

DIMENSIONES



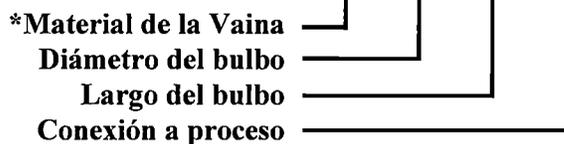
Donde:

d = diámetro del bulbo

U = largo del bulbo

Método de Especificación:

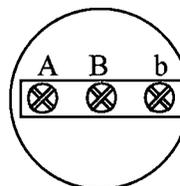
PT100 - M - d - U - X



Ejemplo: PT100 -SS316-6-100-1/2"NPTM, representa a un sensor PT100 de Acero Inoxidable 316, diámetro del bulbo 6mm, largo del bulbo 100mm y conexión a proceso 1/2 NPT Macho.

CONEXIONADO

CABLE	SEÑAL
A	RTD
B	RTD
b	COMPENSACION





ISO 9001

Purga de fondo de caldera ABV40

- Purga temporizada para evitar pérdidas de calor
- Para presiones de caldera hasta 17,5 bar
- Retorno por resorte para seguridad
- Actuador neumático de respuesta rápida

Descripción

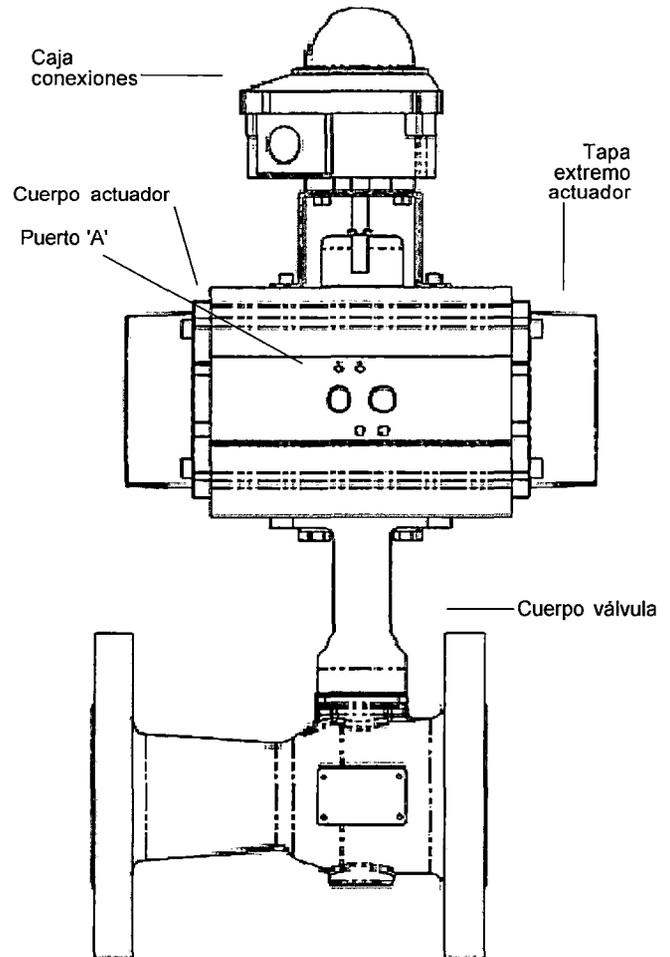
El Spirax Sarco ABV 40 es una válvula de esfera con actuador neumático de retorno por resorte para purga de fondo de caldera. Usado conjuntamente con el temporizador Spirax Sarco, proporciona un control de la purga de fondo asegurando que los ciclos se producen con el mínimo de pérdidas de calor por duplicidad u omisión.

El actuador neumático (que puede ser actuado con gas no corrosivo), abre la válvula y mediante resorte retorna a la posición de cierre para asegurar el funcionamiento seguro.

Una caja de conexiones está montada en el actuador y puede usarse para dar señal de posición abierta o cerrada de la válvula. Se requiere electroválvula que puede montarse directamente en el actuador según NAMUR (VDI/VDE 3845).

Puede instalarse la electroválvula Spirax Sarco MV. Alternativamente, el aire de actuación puede conectarse directamente al puerto 'A' (¼" BSP), del actuador cuando es necesario instalar la electroválvula lejos del actuador..

Debe usarse una electroválvula de ¼" BSP de 3 vías. En ABV 40 debe instalarse con el flujo en sentido de la flecha en el cuerpo.



Condiciones límite

Presión máxima de trabajo	17,5 bar g
Temperatura máxima de trabajo	208°C
Prueba hidráulica válvula	(Clase 150) 29 bar g
	(Clase 300) 78 bar g
Temperatura ambiente máxima (Electroválvula MV: 50°C)	80°C
Presión mínima aire actuación	6 bar g
Rango interruptor LSB3	10 A 250 Vca
Protección	IP65

Datos técnicos

Tamaños disponibles	1", 1 1/2", 2"
Bridas conexión	Clase 150, Clase 300
Tiempo actuación (Carrera)	1 a 3 segundos
Medio actuación	Aire comprimido limpio Gas no corrosivo
1"	BVA320S/12 actuador
1 1/2"	BVA320S/12 actuador
2"	BVA325S/12 actuador

Materiales

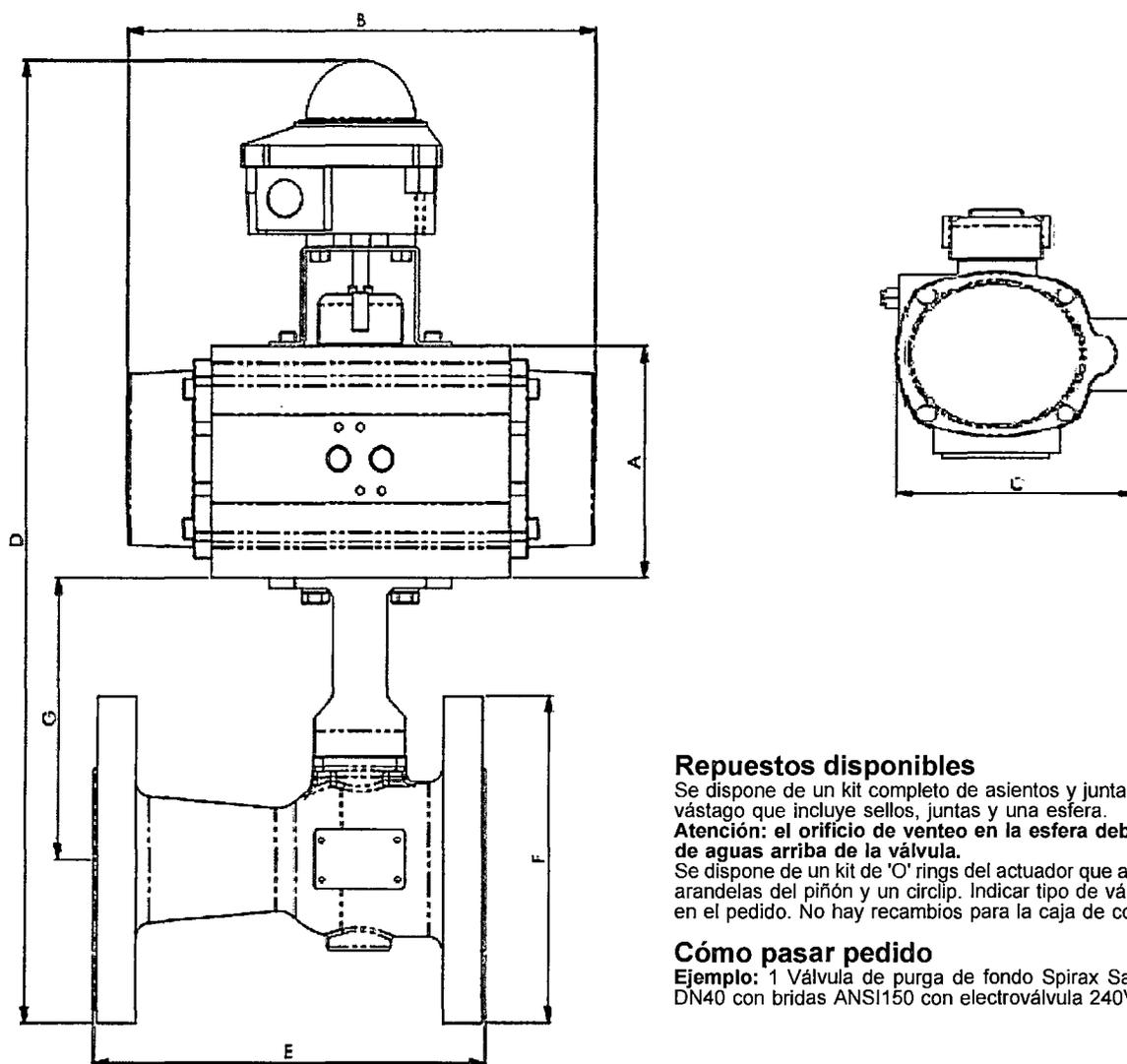
Válvula		
Cuerpo	Acero al carbono	ASTM A216 WCB
Asientos y sellos eje	PTFE reforzado con carbono	
Esfera	Acero inoxidable austenítico	AISI 316
Eje	Acero inoxidable martensítico	AISI 420
	Acero inoxidable austenítico	AISI 316

Actuador

Cuerpo, pistón y tapas	Aleación de aluminio	
Piñón	Acero al carbono	
'O' ring	Nitrilo	

Dimensiones/peso (aproximados) en mm y kg

Tamaño válvula	Tipo de brida	Tipo de actuador	A	B	C	D	E	F	G	Orificio	Peso
1"	Clase 150	BVA320 S/12	107	217	111	424	127	108	124	20	7
	Clase 300	BVA320 S/12	107	217	111	432	165	124	124	20	9
1 1/2"	Clase 150	BVA320 S/12	107	217	111	455	165	127	139	31	9
	Clase 300	BVA320 S/12	107	217	111	469	190	156	139	31	12
2"	Clase 150	BVA325 S/12	117	258	122	480	178	152	142	36	13
	Clase 300	BVA325 S/12	117	258	122	487	216	165	142	36	15



Repuestos disponibles

Se dispone de un kit completo de asientos y juntas de sellado del vástago que incluye sellos, juntas y una esfera.

Atención: el orificio de venteo en la esfera debe estar el lado de aguas arriba de la válvula.

Se dispone de un kit de 'O' rings del actuador que además contiene arandelas del piñón y un circlip. Indicar tipo de válvula y actuador en el pedido. No hay recambios para la caja de conexiones.

Cómo pasar pedido

Ejemplo: 1 Válvula de purga de fondo Spirax Sarco ABV 40 de DN40 con bridas ANSI150 con electroválvula 240V.



Cert. No. LRQ 0963008

ISO 9001

spirax sarco

TI-P403-36

AB Issue 6

Válvula de control de purga BCV 31 DN20

Descripción

La válvula Spirax Sarco BCV31 es una válvula accionada neumáticamente para la purga de calderas. Se usa normalmente con un controlador de purga como parte del sistema de control automático de TDS. También puede usarse para aplicaciones de *bajo caudal y alta caída de presión*. El caudal se ajusta limitando el recorrido del vástago para regular el número de orificios destapados. La válvula, especialmente diseñada para minimizar el efecto de la erosión y asegurar un cierre hermético, se suministra ajustada para el caudal menor y carrera de 10mm. Puede ajustarse para mayores caudales variando el recorrido a 15 ó 20mm. El actuador incorpora un indicador de posición y diafragma cilíndrico. Incorpora un tapón de 1/4" BSP para montar una toma de muestras. La BCV31 precisa de un filtro regulador para el aire de alimentación de (1/8" BSP), para eliminar el aceite y agua, y de una electroválvula (disponible de Spirax Sarco).

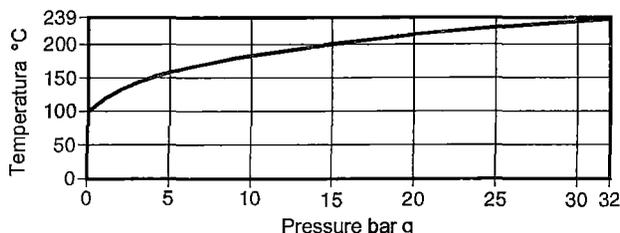
Funcionamiento: La válvula cierra por resorte y además cierra con la ayuda de la presión de la caldera. Cuando la electroválvula abre, el aire entra en el actuador provocando la apertura de la válvula hasta la carrera ajustada.

Tamaños y conexiones

DN20 Bridas BS 10 Tabla H, BS 1560 Clase 300, EN 1092 PN40 (Versión PN40 disponible con certificado 3.1.B bajo pedido).

***Nota:** Todos los certificados/requisitos de inspección deben indicarse al pasar pedido.

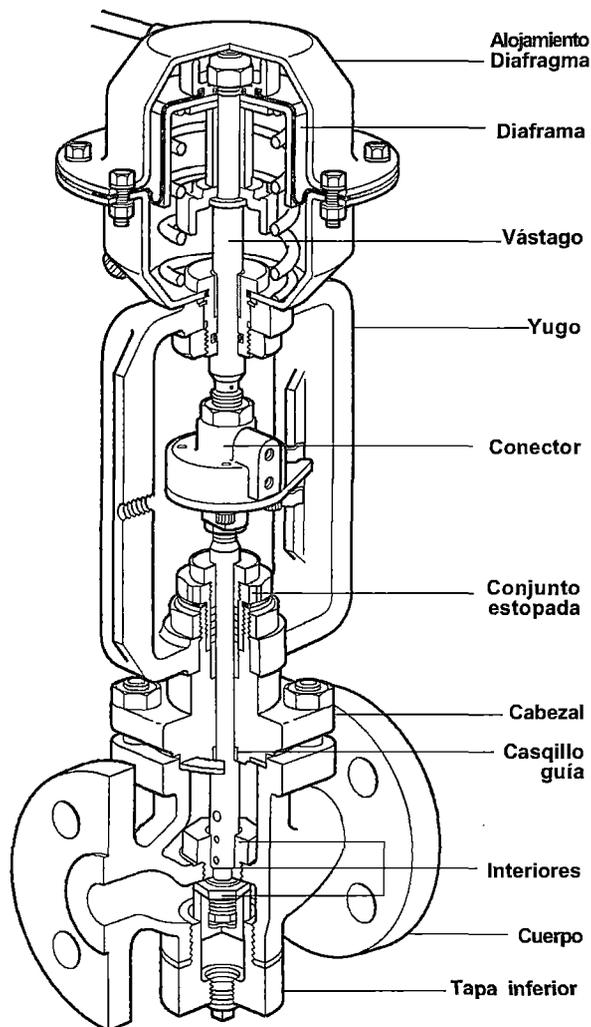
Condiciones límite



Presión máxima de trabajo	32 bar r	(464 psi r)
Temperatura máxima de trabajo	239°C	(462°F)
Máxima temperatura ambiente	110°C	(230°F)
Mínima temperatura ambiente	0°C	(32°F)
Mínima temperatura de trabajo	0°C	(32°F)
Rango presión aire	2,5 a 6 bar r	(36 a 87 psi r)
Consumo aire (Carrera 20 mm)	0,33 litros	0,12 ft ³

Capacidades

Presión caldera bar r	Capacidad de purga kg/h		
	Caudal bajo Carrera 10 mm	Caudal medio Carrera 15 mm	Caudal alto Carrera 20 mm
5	380	530	730
7	460	710	1150
10	570	950	1500
15	700	1150	1650
20	780	1250	1700
32	940	1400	1800



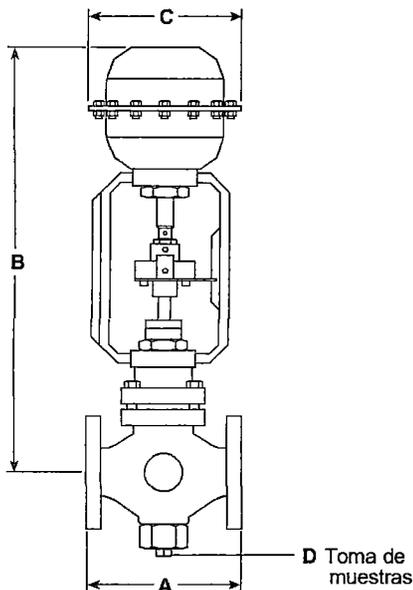
Materiales

Parte	Material
Cuerpo	Acero fundido DIN 17245 GS-C25
Cabezal	Acero forjado DIN 17243 C 22.8
Conjunto estopada	Acero inoxidable/ aros de grafito ASTM A276 316L
Tapa inferior	Acero BS 970 230 MO7
interior Versión 3.1.B	Acero forjado DIN 17243 C 22.8
Interiores	Acero inoxidable (Obturador y asiento endurecidos) Tipo 431
Casquillo guía	Bronce fosforoso BS EN 12163 CW451K
Alojamiento diafrag.	Plancha acero
Diafragma	Goma nitrilo reforzada
Yugo	Aluminio
Vástago	Acero inoxidable
Conector	Acero

Dimensiones/pesos (aproximados) en mm y kg

Tamaño	BS 4504 PN40	BS 1560 Clase 300	BS 10 Tabla H	A	B	C	D	Peso
DN20	150	150	146	378	147	1/4" BSP	9,2	

Actuador - distancia para desmontar 80 mm.



Seguridad

ADVERTENCIA

Lea atentamente la hoja informativa de seguridad IM-GCM-10 y las normativas locales o nacionales. Este producto ha sido diseñado y fabricado para soportar las fuerzas durante su uso normal. Manipular correctamente el actuador según lo indicado en este manual para evitar posibles daños o accidentes.

Instalación

Este documento no contiene suficiente información para relizar la instalación. Ver las instrucciones de instalación que se entregan con cada válvula.

No se recomienda la instalación al exterior sin protección adicional especialmente la electroválvula.

Mantenimiento

Se recomienda una inspección anual de la válvula y el actuador y reemplazar las partes deterioradas si es necesario. La estopada se puede ajustar según descrito en las Instrucciones de Instalación y Mantenimiento.

Nota: Se debe montar un casquillo guía (20) cuando se cambia el asiento (3). Ver las instrucciones de Instalación y Mantenimiento.

Como pasar pedido

Válvula de control de purga Spirax Sarco BCV31 con bridas BS 4504 PN40 a 220V.

Recambios

Los recambios disponibles se listan a continuación. No se dispone de otras partes como recambios.

Recambios disponibles

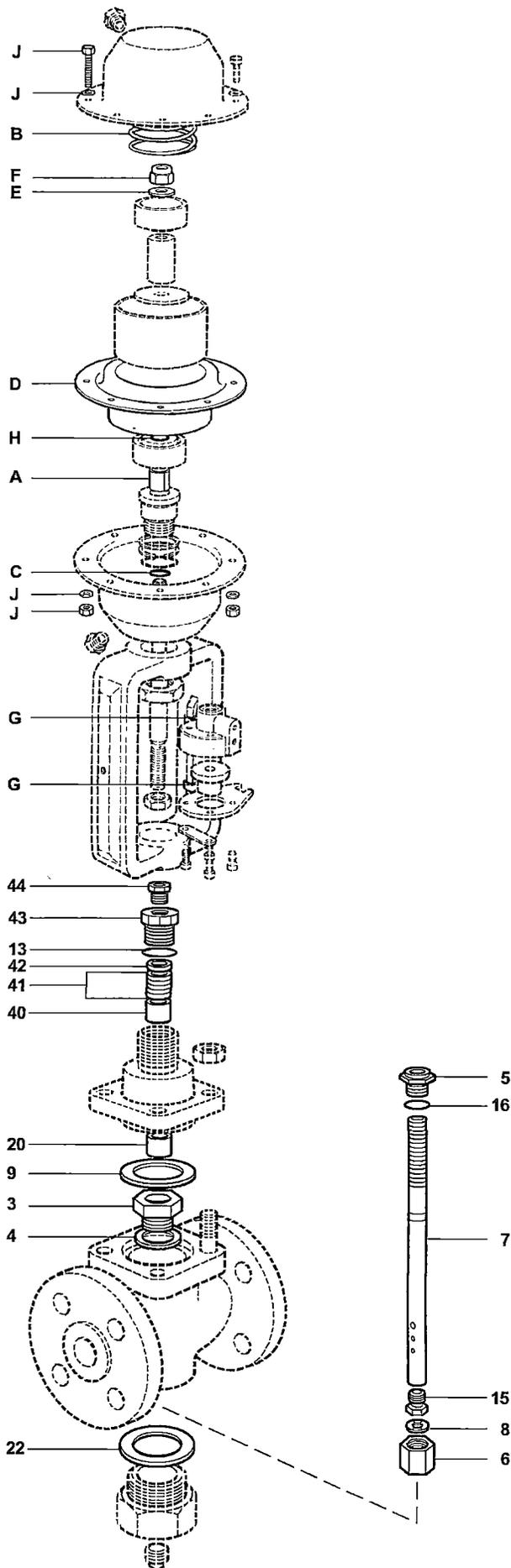
Juego junta y empaquetadura	Parte No. 4034682	4, 9, 13, 16, 22, 41
Juego obturador, asiento y vástago	Parte No. 4034683	3, 5, 6, 7, 8, 15, 16, 20 + Juego junta y empaquetadura
Kit estopada ajustable	Parte No. 4034484	40, 42, 43, 44 + Juego junta y empaquetadura

Recambios disponibles para actuador

Kit sellado empujador (Cojinete guía pistón y 'O' rings)	A, C, H
Kit diafragma (Diafragma, tuerca y arandela de Nylon y 'O' ring)	D, E, F, H
Indicadores de carrera (2 unidades)	G
Kit resortes	B, J

Como pasar pedido

Al pasar pedido debe utilizarse la nomenclatura señalada en el cuadro anterior, indicando el tamaño y tipo de bridas de la válvula.
Ejemplo: 1 Juego de junta y empaquetadura Parte No. 4034682, para una válvula de purga Spirax Sarco BCV31 con bridas EN 1092 PN40.

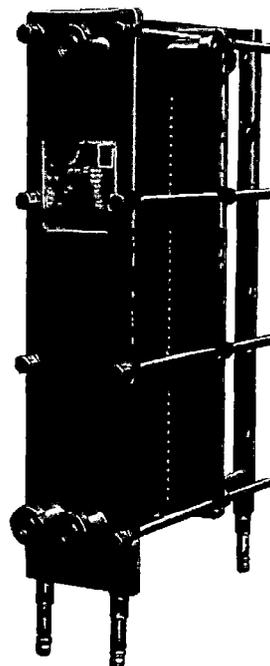
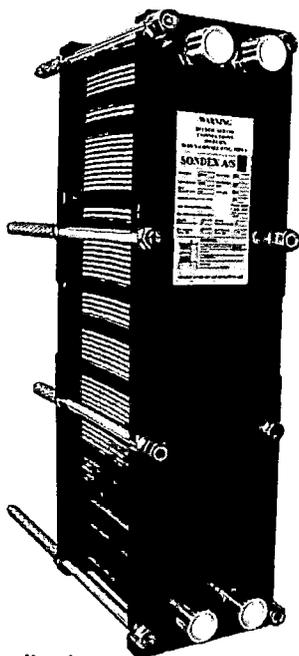




SONDEX

S4A + S8A

Plate Heat Exchanger



Recommended Applications:

The **S4A & S8A** range of **Sondex** plate heat exchangers is specially designed for the HVAC area, heat recovery, the food, industrial and chemical market.

Design Principle:

The **Sondex** type **S4A and S8A** plate range with lengths up to 0.75 m and a "long" thermal pattern will cover many duties up to 8 m³/h in a single pass solution, meaning that all the connections are on the head side. This will ensure easy pipe- and service work, and by dismantling the exchanger for service, no pipes need to be removed.

The heat transfer is obtained, when the warm medium transfers energy through the thin, strong flow plates between the channels and delivers it to the cold opposing medium without mixing the two media.

Counter-current flow creates the optimal efficiency.

The plate- and inlet design allows effective, easy CIP (Cleaning in Place) of all "flow" surfaces.

Flow plates:

The corrugated "herringbone" pattern ensures turbulent flow in the whole effective area. Furthermore, this pattern brings "metallic" contact between the plates, and together with locking devices on the gaskets, the plate pack is easily assembled.

The plate pack is held firm and safely between the fixed head and movable follower of the frame.

Data Required for Correct Quotation:

Duty, flow rate, type of media, temperatures, working pressure/temperature, pressure losses and thermodynamic properties determine the exchanger type, size of heat surface and plate pattern.

Technical Information

Frame:

Painted frame and stainless steel frame, with the clamping bolts placed around the frame edge. Standard colour by painted frame: Blue RAL 5010. Available in other colours.

Working pressure:

The frames are designed for a working pressure of MPa/1.0/1.6 MPa.

Intermediate Frames:

Intermediate frames and corner blocks for IS and FS frames in stainless steel.

Construction Standard:

According to PED 97/23/EC:
A-D "Merkblätter"
According to ASME CODE:
ASME VIII, DIV. 1

Connections:

1 1/4" pipe or threaded pipe ISO7 BSP/ NPT in stainless steel or titanium. 1"/DN25 dairy pipe or union. According to all known standards.

Plates:

Standard material:
AISI 316 and titanium.
Also 2 x 0.4 mm "Sonder Safe" plates, for food and industry.
Not standard: 254 SMO, hastelloy C 276 and other pressable materials.

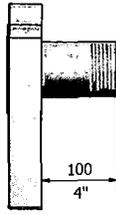
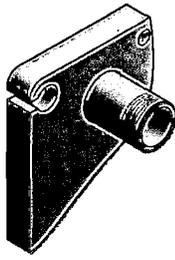
Gaskets:

The gasket is the unique "hang-on", non-glued type. Standard material: Nitrile, EPDM and Viton.

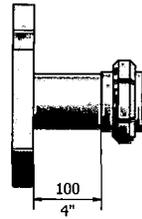
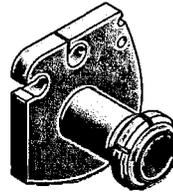
Extra Equipment:

Safety cover in stainless steel. Insulating jacket. Assembling spanner. Foundation feet for the IS frame.

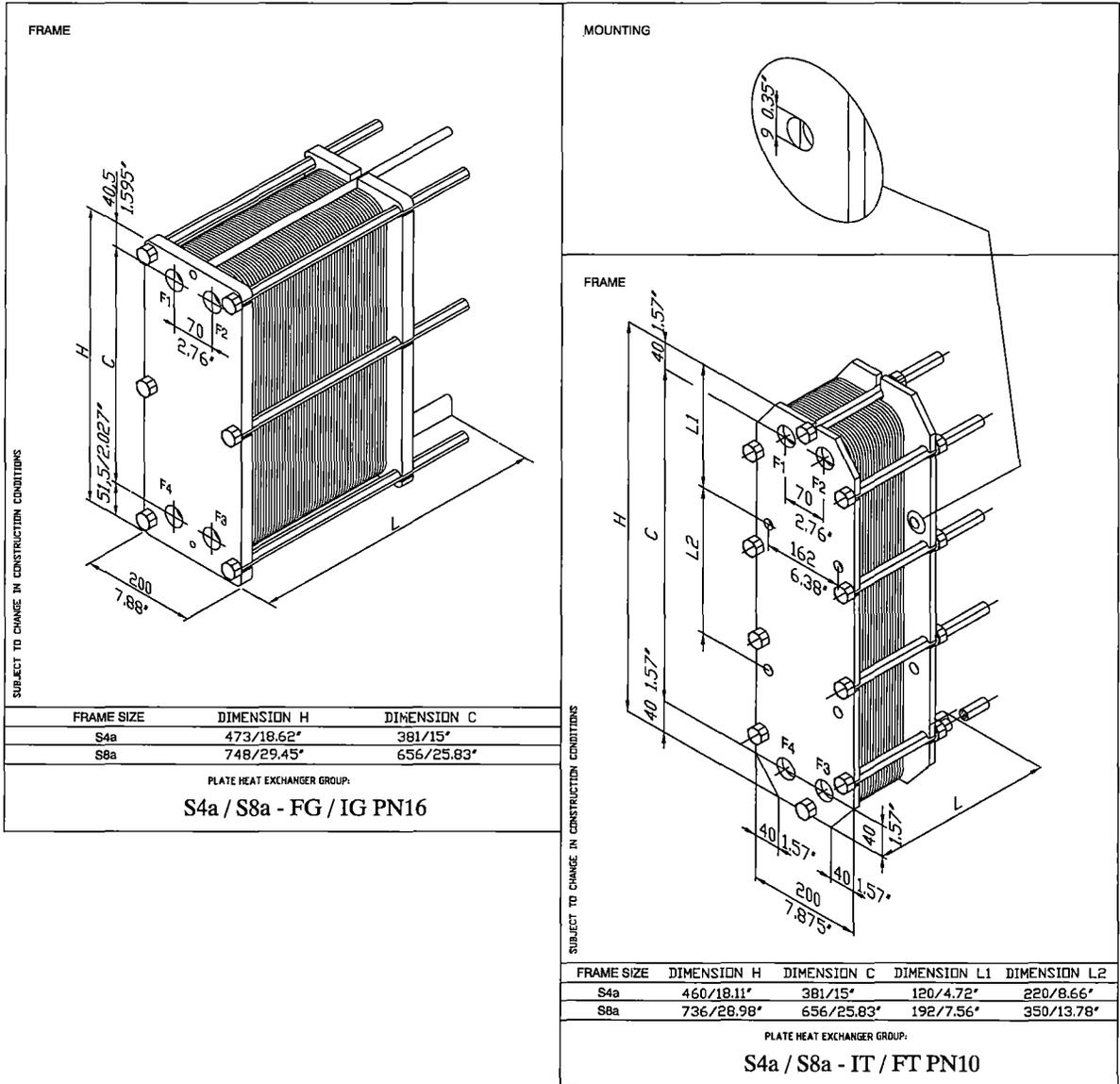
CONNECTIONS:



THREADED PIPE



DAIRY UNION

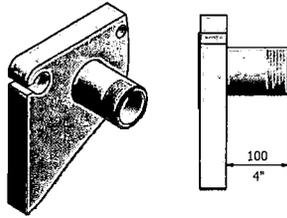


SONDEX A/S · JERNET 9 · DK-6000 KOLDING · DENMARK

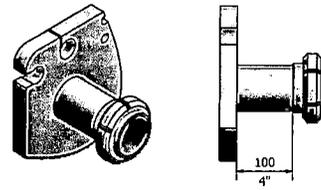
SONDEX

Phone +45 76 30 61 00 • Telefax +45 75 53 89 68 / +45 75 50 50 19 • E-mail: info@sondex.dk

CONNECTIONS:



THREADED PIPE



DAIRY UNION

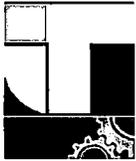
<p>MOUNTING</p>		<p>MOUNTING</p>	
<p>FRAME</p> <p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">SUBJECT TO CHANGE IN CONSTRUCTION CONDITIONS</p>		<p>FRAME</p> <p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">SUBJECT TO CHANGE IN CONSTRUCTION CONDITIONS</p>	
FRAME SIZE	DIMENSION H	DIMENSION C	
S4a	632/24.88"	381/15"	
S8a	907/35.71"	656/25.83"	
PLATE HEAT EXCHANGER GROUP:		PLATE HEAT EXCHANGER GROUP:	
S4a / S8a - FS PN16		S4a / S8a - IS PN16-25	



SONDEX A/S · JERNET 9 · DK-6000 KOLDING · DENMARK

SONDEX

Phone +45 76 30 61 00 • Telefax +45 75 53 89 68 / +45 75 50 50 19 • E-mail: info@sondex.dk



TERMODINAMICA S.A.

RUC 20504638422

Av. Víctor Reynel 1045 Teléfono 3366700 Fax 3366801

P-TE-13/CAL110

SEÑORES: COMPAÑIA CERVECERA AMBEV PERU S.A.C.
ATENCION: CAROLINA QUISPE VILCAPUMA
REFERENCIA: EDT – 131002 – HU MEJORA DE PERFORMANCE DEL SISTEMA DE GENERACION DE VAPOR
FECHA: 05 de Agosto de 2014

Estimados Señores:

Tenemos el agrado de presentarle nuestra propuesta para

“MEJORA DE PERFORMANCE DEL SISTEMA DE GENERACIÓN DE VAPOR”

En la presente propuesta económica se muestran las características y ventajas de lo ofrecido:

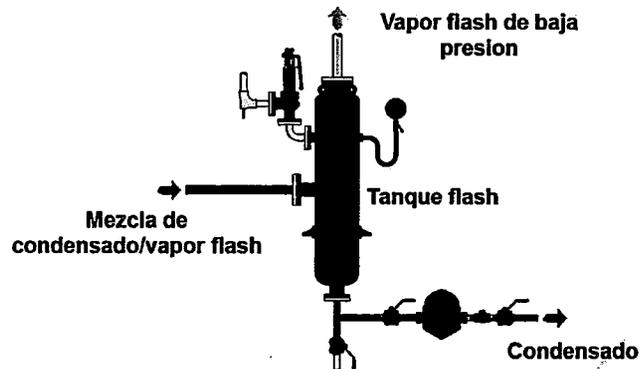
<u>ITEM</u>	<u>CANT</u>	<u>DESCRIPCIÓN</u>	<u>PRECIO UNITARIO</u>	<u>PRECIO TOTAL</u>
01	1	<p>SISTEMA DE RECUPERACION DE ENERGIA UTILIZANDO VAPOR FLASH</p> <p>El equipo tendrá las siguientes características:</p> <p>Diámetro : 0.25 m Altura : 0.8 m Posición : vertical Material : plancha de acero al carbón ASTM A36</p> <p>Se incluye lo siguiente:</p> <p>Accesorios Tanque Flash:</p> <ul style="list-style-type: none">- VALV. SEGURIDAD, BRONCE 1P X 1 1/4P X 30 PSIG. MOD. 6010, KUNKLE, SETEADA A 15 PSIG- MANOMETRO MGS18/3 DE 4P, 0 - 60 PSI, 1/4P INF, NUOVA FIMA.- TUBO SIFON DE 1/4 P/MANOMETRO CON COPLA.- VALV. ESFERA, ACERO AL CARBONO, BOLA 316SS, AST. PTFE REF., 1/4P ROSC., M10S2 SARCO.- VALV. GLOBO, ACERO AL CARBONO, CLASE 150, 2 , BRIDADA, ANSI 150, NEWAY- VALV. CHECK, ACERO AL CARBONO, CLASE 150, BRIDADA ANSI 150, NEWAY- TRAMPA FLOTADOR SARCO- VALV. ESFERA, ACERO AL CARBONO, BOLA 316SS, AST. PTFE REF., 2P ROSC., M10S2 SARCO (2 unid.)- FILTRO Y MOD. IT NPT, SARCO.- VISOR DE CONDENSADO SGL NPT, SARCO	<u>USD 17.550.00</u>	<u>USD 17.550.00</u>



TERMODINAMICA S.A.

RUC 20504638422

Av. Víctor Reynel 1045 Teléfono 3366700 Fax 3366801



- VALVULA PARA NIVEL COD. 2010500 COLUMNA DE NIVEL 1/2"X150 PERILLA METAL C/CHECK / TUBO PIREX RAYA ROJA DE 5/8

Intercambiador de calor:

- INTERCAMBIADOR DE CALOR SONDEX - DINAMARCA
CONEXIÓN VAPOR-LIQUIDO: 1.1/4 BSP
CONEXIÓN LIQUIDO-LIQUIDO: 1.1/4 BSP
- VALV. ESFERA M10V2 DE 1 1/4P SARCO (06 unid)

Purga del Intercambiador:

- TRAMPA FLOTADOR FT14HC-10 DE 2P, SARCO
- VALV. ESFERA, ACERO AL CARBONO, BOLA 316SS, AST. PTFE REF., 2P ROSC., M10S2 SARCO (2 unid)
- FILTRO Y MOD. IT DE 2P NPT, SARCO
- VALV. CHECK, ACERO INOX., 2P WAFER ANSI, DCV4 SARCO
- VISOR DE CONDENSADO SGL DE 2P NPT, SARCO

(TIEMPO DE ENTREGA: 08 SEMANAS)

INSTALACION DE SISTEMA DE RECUPERACION DE ENERGIA UTILIZANDO VAPOR FLASH

- Fabricación de tanque flash e instalación con accesorios.
- Montaje de Intercambiadores y accesorios para sistema de calentamiento de agua de alimentación al tanque de condensado.
- Tendido de línea de purga de superficie de caldera ATA 2 al Tanque Flash y línea de vapor flash a intercambiadores.
- Pruebas y puesta en servicio.

(TIEMPO DE EJECUCION: 08 DÍAS)



TERMODINAMICA S.A.

RUC 20504638422

Av. Víctor Reynel 1045 Teléfono 3366700 Fax 3366801

<u>ITEM</u>	<u>CANT</u>	<u>DESCRIPCIÓN</u>	<u>PRECIO UNITARIO</u>	<u>PRECIO TOTAL</u>
02	01	<p>PURGA DE SUPERFICIE AUTOMATICA</p> <p>Se incluye lo siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> - CONTROLADOR DE SOLIDOS TOTALES BC3250, PARA MONTAJE EN PARED, SARCO - VALVULA DE CONTROL DE PURGA BCV31 DE, ANSI 300, SARCO - SENSOR DE CONDUCTIVIDAD CP10, SARCO - "CAMARA SENSORA S20 P/SISTEMA BCS1 DE 1P, SARCO" - 870396/CONECTOR PT2 C/CABLE, SARCO - VALV. ESFERA, ACERO AL CARBONO, BOLA 316SS, AST. PTFE REF., 1P ROSC., M10S2 SARCO (4 UND) - VALV. CHECK, ACERO INOX., 1 1/2P WAFER ANSI, DCV4 SARCO - 0.250.032.522.201 / ELECTROVALV. CH1 GC 3/2, 1/4P, REAC. RES., 220V-240V, MICRO - 0.101.002.332 / FR C/MANOM. QB1 DE 1/4P 40µ, 0 - 10 BAR, MICRO - VALV. COMPUERTA, ACERO FORJADO, CLASE 800, 1 1/2P ROSCADA, NEWAY - SENSOR PT100 AI316 6X100mm, DE 1/2, 0-300°C, CABEZAL DE ALUMINIO, NOVUS - TABLERO DE CONTROL, QUE INCLUYE: FILTRO PARA ARMONICOS Y SUPRESOR DE PICOS. - 1001N00 00 14 / TUBO DE POLIURETANO DE 8MM ø DI 5.5MM ø, CAJA/100MT, LEGRIS – MICRO (15 m) - 0.451.990.813 / CONECTOR A 90° ORIENT. DE 1/4P BSPT -TUBO X 8 MM , MICRO (5 UND) - 0.451.160.800 / PASACHAPA INST.TUBO X 8 MM , MICRO (2 UND) - 31.360.813 / PASAMURO 1/4P X 8MM, LEGRIS - 0.400.001.322/ SILENCIADOR DE BRONCE SINT DE 1/4 SBR 0-10BAR, MICRO <p>(TIEMPO DE ENTREGA: INMEDIATO)</p> <p>INSTALACIÓN DE SISTEMA DE PURGA DE SUPERFICIE AUTOMATICA</p> <p>Instalación de sistema de Purga automática de Superficie para control de sólidos totales modelo BCV31 marca SPIRAX SARCO, la cual comprende lo siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Instalación de Controlador BC3250. ➤ Instalación de Cámara Sensora de 1", conexión bridada ANSI 300 ➤ Instalación de sensor de conductividad CP10. ➤ Instalación de válvula de control BCV31 de 1 ½", conexión bridada ANSI 300. ➤ Suministro e Instalación de Tanque para toma de muestras de solidos con conexiones. ➤ Fabricación e instalación de tanque enfriador de muestras e instalación de accesorios. ➤ Es necesario contar con un punto de aire comprimido en la sala de calderas y un punto de corriente, este no deberá estar a una distancia no mayor a 02 metros del caldero. ➤ Pruebas de operatividad y puesta en marcha del sistema. <p>(TIEMPO DE ENTREGA: 07 DÍAS)</p>	USD 15.850.00	USD 15.850.00



TERMODINAMICA S.A.

RUC 20504638422

Av. Víctor Reynel 1045 Teléfono 3366700 Fax 3366801

<u>ITEM</u>	<u>CANT</u>	<u>DESCRIPCIÓN</u>	<u>PRECIO UNITARIO</u>	<u>PRECIO TOTAL</u>
03	1	INYECCION DE VAPOR Se incluye: - INYECTOR DE VAPOR DE MOD. IN40, SARCO - VALV. ESFERA, ACERO AL CARBONO, 2P BRIDADA ANSI 150, M40S2 SARCO (TIEMPO DE ENTREGA : INMEDIATO)	USD 2,200.00	USD 2,200.00

COSTO TOTAL : US\$. 35,600.00 + IGV
DOLARES AMERICANOS

Forma de pago : 50% De adelanto.
50% Al finalizar los trabajos.

Validez de la oferta : 15 Días.

Garantía : 01 año Con buenas prácticas de mantenimiento y operación.

Sin otro particular y en espera de sus gratas órdenes, quedamos de ustedes

Atentamente,

TERMODINAMICA S.A.


CESAR VILLA IQUIRA
Senior Project Manager | Energy Thermal
C.I.P. 60716
Telf. (511) 336 – 6850 Anexo: 103
RPM. #998302956, MOVIL: 998302956, NEXTEL: 41*342*4697
Email: cvilla@termodinamica.com.pe