

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

**Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la
Producción**

**“Instalación de un Sistema de Recirculación de Agua y
Selección de Sistema de Trampas de Condensado en
Compañía de Cervezas Nacionales”**

TESIS DE GRADO

Previo a la Obtención del Título de:

INGENIERO MECÁNICO

Presentado por:

Pedro Javier Alvares Bustos

GUAYAQUIL – ECUADOR

Año : 2005

AGRADECIMIENTO

A todas las personas que de una u otra manera colaboraron en la realización de este trabajo y especialmente al Ing. Ignacio Wiesner Director de tesis, por su invaluable ayuda

DEDICATORIA

A DIOS, que me ha permitido hacer realidad este sueño.

A MI MADRE, quien siempre ha sabido guiar mi camino.

A MIS HERMANOS, quienes con sus esfuerzos me dieron el impulso para llegar.

A MI ESPOSA por su comprensión

A MIS HIJOS razón de mi vida

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN

Ing. Eduardo Rivadeneira P.
DECANO DE LA FIMCP
PRESIDENTE

Ing. Ignacio Wiesner F.
DIRECTOR DE TESIS

Ing. Mario Patiño A.
VOCAL

Dr. Alfredo Barriga B.
VOCAL

DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Grado, me corresponden exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”

(Reglamento de Graduación de la ESPOL)

Pedro Javier Alvares Bustos

RESUMEN

El presente trabajo trata sobre la Instalación de un Sistema de Recirculación de Agua y la Selección del Sistema de Trampas de Condensado para la Torre Desaireadora, en el proceso de Filtración de Cerveza; para disminuir los costos de producción en \$1,192.08 semanales y otros beneficios, tales como: la disminución del impacto ambiental por el desperdicio de agua y la recuperación de condensado en el proceso de transferencia de calor.

En la primera parte se realiza un análisis, de los costos del desperdicio de agua de los dos últimos años (2000 – 2001) antes de la instalación de este proyecto de mejora, para poder justificar la inversión en la compra e instalación de equipos para que la TORRE DESAIREADORA trabaje con un nuevo sistema.

También se realiza el dimensionamiento del intercambiador de calor para enfriar el agua que va a ser recirculada y utilizada como fluido de trabajo de la bomba de vacío y se realiza la selección de la trampa de condensado

para eliminar su evacuación al drenaje y finalmente se capacita en el manejo y se concientiza a los operadores de este equipo, para mantener el sistema en buen funcionamiento.

INDICE GENERAL

RESUMEN.....	I
ÍNDICE GENERAL.....	II
ABREVIATURAS.....	III
SIMBOLOGIA.....	IV
ÍNDICE DE FIGURAS.....	V
ÍNDICE DE TABLAS.....	VI
ÍNDICE DE PLANOS.....	VII
INTRODUCCIÓN.....	VIII

CAPÍTULO 1

1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	3
1.1. Descripción de la Empresa.....	3
1.2. Descripción del Proceso de Filtración de Cerveza.....	4
1.3. Condiciones de Operación de la Torre Desaireadora.....	8
1.4. Análisis del Costo de Desperdicio de Agua y Condensado.....	19

CAPÍTULO 2

2. PLANTEAMIENTO Y SOLUCIÓN.....	29
2.1. Selección de Materiales y Equipos para la Instalación del Sistema de Recuperación de Agua.....	29

2.2. Dimensionamiento del Intercambiador de Calor para enfriar el Fluido de Trabajo de la Bomba de Vacío y selección de Trampa de Condensado.....	46
2.3. Presupuesto para la Compra de Materiales, componentes y Equipos.....	59
2.4. Cronograma de Trabajo y Proceso de Montaje de componentes Y Equipos.....	63
2.5. Pruebas del Sistema y Ajustes para Condiciones de Trabajo.....	63

CAPÍTULO 3

3. EVALUACIÓN DE RESULTADOS.....	66
3.1. Costos del Presupuesto.....	66
3.2. Impacto Ambiental del Proyecto.....	66
3.3. Recuperación de la Inversión.....	70

CAPÍTULO 4

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	71
4.1 Conclusiones.....	71
4.2. Recomendaciones.....	72

APÉNDICES.

BIBLIOGRAFÍA

ABREVIATURAS

BTU Lb/°F	BTU libra por grado Fahrenheit
BTU/lb	BTU por libras
BPM	Buenas Prácticas de Manufactura
BASC	Sistema de Gestión en Control y Seguridad Física
CO2	dióxido de carbono
Dint	Diámetro interior
Esp.	Espesor
°F	Temperatura en grados Fahrenheit
Ft2	Pie cuadrado
gpm	galones por minutos
gal	Galones
HI	Hectolitro
HACCP	Sistema de Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control
Hp	Caballo de fuerza
Hz	Hertz
ISO 9001	Sistema de Gestión de Calidad
ISO 14001	Sistema de gestión Ambiental
in.Hg.Vac	pulgadas de mercurio de vacío
Kg/h	Kilogramo por hora
Kcal/Kg°C	Kilocalorías por Kilogramo grados centígrados
Lb/h	Libras por hora
Lb	Libras
Lb/gal.	Libras por galones
Long.	Longitud
L/min.	Litros por minutos
m3/h	Metros cúbicos por hora
min/h	Minutos por hora
M3	Metros cúbicos
mm	milímetros
m2	Metros cuadrados

OHSAS 18001	Sistema Administrativo de Seguridad y Salud Ocupacional
psi	libras por pulgadas de mercurio de vacío
PPM	partes por millón
RPM	Revoluciones por minutos
v.	volumen
V	Voltios

SIMBOLOGÍA

A	Area en m ²
Ca	Calor específico del agua Kcal/Kg ^o C
C	Calor específico del líquido en BTU Lb/ ^o F
°C	Temperatura en grados centígrados
\$	dólares
G	Flujo de agua en Kg/h
H	Calor latente
Hmax	Cabezal máximo de descarga
L	Flujo de líquido gpm
ΔT _{lm}	Diferencial de temperatura media logarítmica
Q	Tasa de transferencia de calor
Sg	Gravedad específica del líquido
Thi	Temperatura de entrada de líquido caliente
Tco	Temperatura de salida de fluido frío
Tho	Temperatura de salida de fluido caliente
Tci	Temperatura de entrada de fluido frío
Ts	Temperatura de salida del agua a enfriar
Te	Temperatura de entrada del agua a enfriar
U	Coefficiente global de transferencia de calor
ΔT	Variación de temperatura en °F

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1	Vista De Unitanques De 5000hl.....	5
Figura 1.2	Filtro de cerveza.....	6
Figura 1.3	Enfriador de cerveza.....	7
Figura 1.4	Torre Desaireadora de agua declorada.....	9
Figura 1.5	Línea de ingresos de vapor.....	10
Figura 1.6	Diagrama de funcionamientos según el fabricante.....	11
Figura 1.7	Calentador de agua potable declorada.....	13
Figura 1.8	Enfriador de agua desaireada.....	14
Figura 1.9	Bomba de vació.....	15
Figura 1.10	Desperdicio de condensado.....	17
Figura 1.11	Desperdicio de agua y condensado simulado.....	18
Figura 2.1	Desperdicio de agua potable bomba vació.....	31
Figura 2.2	Enfriador de agua desaireada.....	32
Figura 2.3	Enfriador de aire extraído de cámara de vació.....	33
Figura 2.4	Sistema de recirculación de agua.....	35
Figura 2.5	Tanque de agua para recirculación.....	37
Figura 2.6	Placa de motobomba de recirculación.....	39
Figura 2.7	Bomba para recirculación.....	40
Figura 2.8	Motobomba de producto.....	42
Figura 2.9	Punto de regreso de agua procesada.....	43
Figura 2.10	Ingreso de agua potable a bomba de vació.....	45
Figura 2.11	Operación de las trampas de flotador.....	54
Figura 2.12	Operación de las trampas de flotador.....	56
Figura 2.13	Operación de las trampas de flotador.....	57
Figura 2.14	Trampa de vapor tipo flotador.....	58
Figura 2.15	Capacitación a operadores.....	65
Figura 3.1	Registro de Identificación y evaluación de aspectos Ambientales en proyectos.....	69

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Consumo de agua potable.....	22
Tabla 2	Costo del desperdicio de agua potable.....	23
Tabla 3	Consumo de agua procesada.....	24
Tabla 4	Costo del desperdicio de agua procesada.....	25
Tabla 5	Consumo de vapor.....	26
Tabla 6	Costo del desperdicio de condensado.....	27
Tabla 7	Costo total del desperdicio semanal, mensual y anual.....	28
Tabla 8	Tabla de datos del tanque para recirculación.....	36
Tabla 9	Placa de bomba para recirculación.....	38
Tabla 10	Serpentín de tanque para almacenar agua.....	52
Tabla 11	Presupuesto de tuberías y accesorios.....	60
Tabla 12	Presupuesto de tuberías y accesorios.....	61
Tabla 13	Presupuesto de Sistema Eléctrico.....	62
Tabla 14	Costo semanal en dólares.....	67

ÍNDICE DE PLANOS

Plano 1 Flujo Esquemático del Desaireador

APÉNDICES

Apéndice A	Trampa termostática por balanceo de presiones
Apéndice B	Estudio de Vapor hecho por la Ferretera
Apéndice C	Catálogo SIHI
Apéndice D	Flujo de Agua en tuberías de acero de cédula 40
Apéndice E	Valores aproximados de coeficientes de transferencias total de calor total.
Apéndice F	Cronograma de Montaje
Apéndice G	Registro de Torre Desaireadora
Apéndice H	Registro de Capacitación
Apéndice I	Identificación y Evaluación de Aspectos Ambientales
Apéndice J	Tabla de Capacidades de las Trampas de flotador
Apéndice K	Dimensionamiento del Intercambiador de calor
Apéndice L	Planos

BIBLIOGRAFÍA

- 1.- FRANK P. INCROPERA – WITT DAVID P., Fundamentals of Heat and Mass Transfer. Third Edition.
- 2.- KARLEKAR – DESMOND ,Transferencia de Calor. Segunda Edición.
- 3.- CRANE, Flujo de Fluidos en Válvulas y Accesorios.. Primera edición. Mc Graw Hill.
- 4.- Stem Conservation Guidelines for Condensate Drainage – Steam Trap Sizing and Selection. Armstrong International Inc. Handbook N-101 13M 6/99.
- 5.- SPIRAX SARCO. Product Manual 1996 and Engineer`s Guide to Steam System Solutions.
- 6.- Estudio de Vapor. Compañía de Cervezas Nacionales C.A. – Areas Cocimiento y Lavadora de Envase. La Ferretera C.A. – Junio 2002.

INTRODUCCIÓN

Compañía de Cervezas Nacionales C.A., una organización con más de 90 años de maestría Cervecera; empezó con una pequeña planta ubicada en el extremo del Barrio las Peñas de Guayaquil, con una producción de 14.000 HI/ anuales en el año de 1.934.

En 1978 inaugura la Planta Cervecera Pascuales, una de las Fabricas más modernas y mejor implementadas en América, con una capacidad potencial de 3'000.000 HI/anuales.

A fin de asegurar la calidad de sus productos implementó y mantiene un Sistema de Gestión Integral desde Julio del 2003, basado en las normas: ISO 9001 – ISO14001 – OHSAS 18001 – HACCP BPM – BASC. Para proyectar una imagen ecológicamente reconocida por la sociedad y cumpliendo con los requisitos legales dentro de sus actividades; buscando con esto que cada uno de sus colaboradores demuestre su compromiso con la calidad, el medio ambiente y minimice los riesgos asociados a sus actividades, al vivirlo como una cultura organizacional del día a día en sus puestos de trabajo.

En el proceso de filtración de cerveza, el uso de Agua Carbonatada es crucial. El funcionamiento de la Torre Desaireadota, equipo en el cual se produce el agua carbonatada y que tiene mas de 15 años de haber sido instalada, es a tiempo completo, es decir, hasta que la demanda se satisfaga.

Por este motivo es que el equipo estuvo trabajando bajo los parámetros de diseño de operación según diagramas de fabricantes que a su fecha no consideraba todavía los conceptos de gestión ambiental y nunca se consideró una mala practica tener desperdicios de agua potable y agua ya procesada, adicionalmente a esto, un desperdicio de condensado por una mala selección del sistema de trampas de Condensado instaladas.

Las nuevas políticas empresariales nos han llevado a que se de origen a conceptos de ahorro y no contaminación como muy importantes; de aquí nace la idea para la implementación del SISTEMA DE RECUPERACIÓN DE AGUA Y SELECCIÓN DE TRAMPAS DE VAPOR EN LA TORRE DESAIREADORA, que en este trabajo se expone como uno de los casos que como Ingeniero Mecánico me ha tocado afrontar para mejoramiento de los procesos de fabricación.

CAPÍTULO 1

1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

1.1. Descripción de la Empresa

Compañía de Cervezas Nacionales C.A., una organización con más de 90 años de maestría Cervecera; empezó con una pequeña planta ubicada en el extremo del Barrio las Peñas de Guayaquil, con una producción de 14.000 HI/ anuales en el año de 1.934.

En 1978 inaugura la Planta Cervecera Pascuales, una de las Fabricas más modernas y mejor implementadas en América, con una capacidad potencial de 3'000.000 HI/anual, que son las instalaciones actuales; está considerada como una de las empresas que más impuestos aporta al estado Ecuatoriano, contribuyendo así al sostenimiento de Universidades, Centro de Culturas y Arte, fomentando el desarrollo de la Ciencia, Educación y Deporte.

Implementó y mantiene un Sistema de Gestión Integral desde Julio del 2003, basado en las normas: ISO 9001 – ISO14001 – OHSAS

18001 – HACCP BPM – BASC., para desarrollar, mantener y mejorar su capacidad. Para proyectar una imagen ecológicamente reconocida por la sociedad y cumpliendo con los requisitos legales dentro de sus actividades; buscando con esto que cada uno de sus colaboradores demuestre su compromiso con la calidad, el medio ambiente y minimice los riesgos asociados a sus actividades, al vivirlo como una cultura organizacional del día a día en sus puestos de trabajo.

1.2. Descripción del Sistema de Filtración de Cerveza.

En la Bodega de Frío se recibe mosto desde Cocimiento a 92°C. y se lo enfría a 10°C. para almacenarlo en los UNITANQUES, cuyas capacidades son de 10.000 HI (8 unidades) y 5.000 HI (10 unidades), para los procesos de Maduración y Fermentación en la producción de Cerveza. Ver figura 1.1. Luego que pasa el tiempo necesario para que se complete estos procesos, la cerveza es Filtrada a razón de 60 m³/h., durante este proceso se utiliza AGUA DESAIREADA CARBONATADA para la dilución a una razón del 50% , es decir que se inyectaría Agua Carbonatada a una tasa de 30 m³/h. Figura 1.2, 1.3.

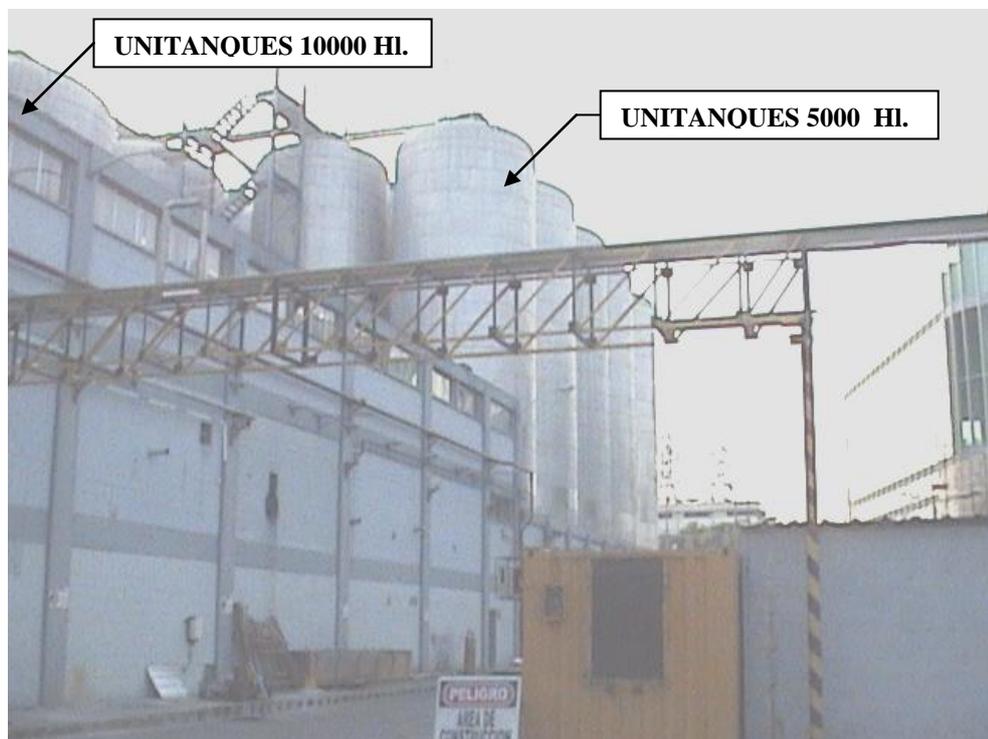


FIGURA 1.1 VISTA DE UNITANQUES DE 5000HL.



FIGURA 1.2 FILTRO DE CERVEZA.



FIGURA 1.3 ENFRIADOR DE CERVEZA.

Esta agua es producto de un equipo llamado Torre Desaireadora, figura 1.4, a la cual le ingresa Agua Potable Decolorada a temperatura ambiente y se la calienta a 46.3°C y es pulverizada para que ingrese

a una cámara de vacío donde es DESAIREADA. Esta cámara es generada por una bomba que utiliza agua potable como fluido de trabajo a una tasa de 6.5 gpm.

Para calentar el agua de clorada que va a ser desaireada se utiliza un intercambiador de calor que consume vapor a una presión de 75 psi ; en el cual el agua de clorada pasa a través del As de tubos y el vapor llena la recámara del intercambiador en la cual se enfría y condensa. Figura 1.5.

1.3. Condiciones de Operación de la Torre Desaireadora.

Para comprender mejor las formas de trabajo de la Torre Desaireadora debemos observar el diagrama adjunto en el Plano 1. Las condiciones de trabajo de la torre desaireadora normalmente son: 24 horas diarias durante 6 días semanales; cuando hay picos en las ventas, se trabaja los 7 días de la semana, hasta que se cumpla con la demanda. Citando un extracto de la manera en que funciona el equipo: Figura 1.6.



FIGURA 1.4 TORRE DESAIREADORA DE AGUA DECLORADA.

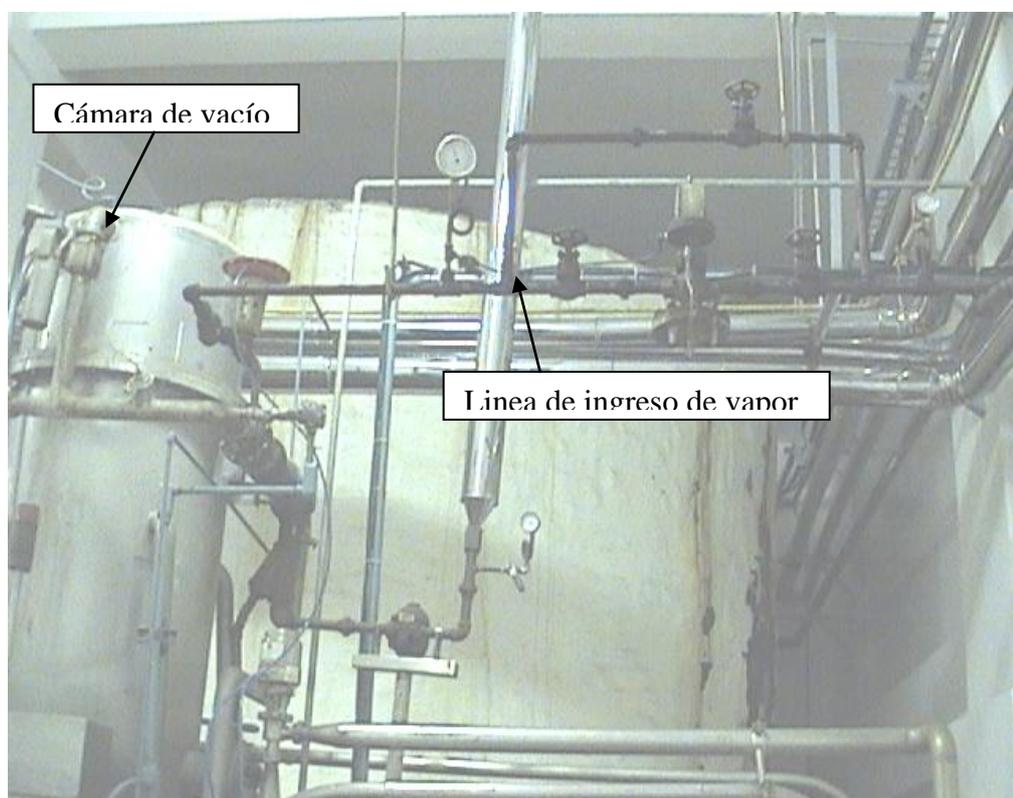


FIGURA 1.5 LINEA DE INGRESO DE VAPOR.

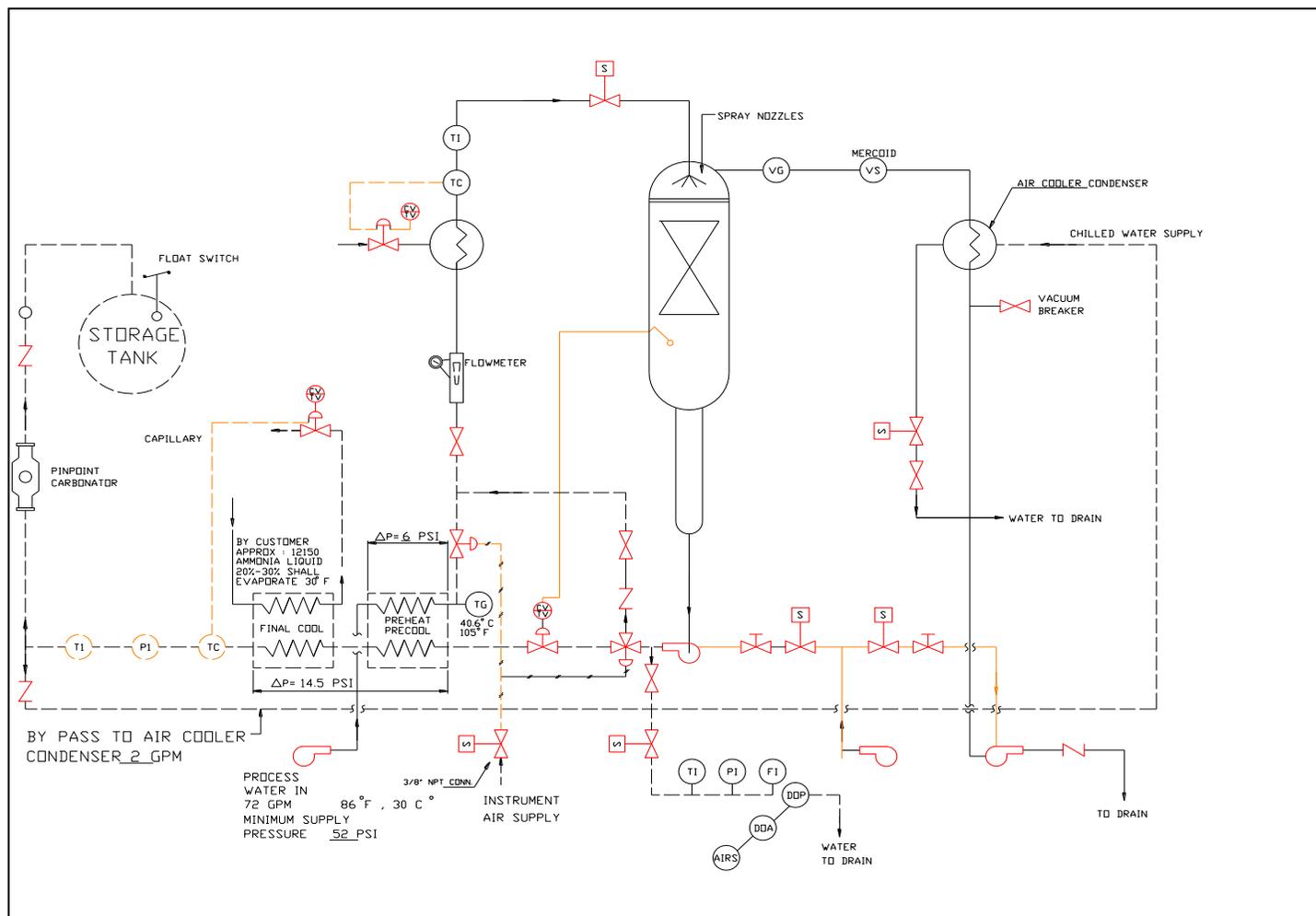


FIGURA 1.6 DIAGRAMA DE FUNCIONAMIENTO SEGÚN EL FABRICANTE

Se suministran 72 gpm de agua decolorada; la cual llega a temperatura ambiente, pasa por un intercambiador de calor de tipo Carcasa – Tubo de Flujo Encontrado (flujos paralelos con direcciones opuestas), con una presión mínima de 52 psi y se la calienta a 43.3°C. Ver figura 1.7.

Esta agua se la pulveriza al entrar a una cámara de vacío que trabaja a 23.2 in. Hg. Vac., donde el nivel de desaireación debe alcanzar las 0.06 PPM a 0.1 PPM., el agua ya desaireada es bombeada a razón de 70 gpm., hacia un sistema de enfriamiento en donde se la lleva a 2°C para luego poder inyectarle CO₂ con una pureza del 99.8%. Figura 1.8

Como el suministro de agua es de 72 gpm y el flujo del agua desaireada es de 70 gpm, esta diferencia se mantiene para evitar la variación de la presión de vacío.

El vacío de la cámara es producido por una Bomba, la cual utiliza agua potable como fluido de trabajo con un caudal de 6.5 gpm la cual es enviada al drenaje luego de cumplir su ciclo de trabajo. En la figura 1.9 mostramos la bomba de vacío marca: SIHI.



FIGURA 1.7 CALENTADOR DE AGUA POTABLE DECLORADA



FIGURA 1.8 ENFRIADOR DE AGUA DESAIREADA.



FIGURA 1.9 BOMBA DE VACIO.

El intercambiador de calor Tipo Carcaza – Tubo de flujo encontrado, en el cual se calienta el agua tiene un consumo de 200 Lb/h., a una presión que puede variar entre 75 psi y 25 psig; luego del cual estaba instalado una trampa de vapor Tipo:

- Termostática de balanceo de presión, modelo: T250 para montar en tubería de diametro 1”.

La cuál según los catálogos de trampas de vapor Spirax Sarco no son adecuadas para trabajar con equipos en los cuales se regula el ingreso de vapor por variación de la temperatura; ver Apéndice A..

Por lo que el equipo siempre trabajaba con la purga de condensado abierta al drenaje como operación normal.

El agua que se enviaba al drenaje y el condensado que eran desperdiciados representaba un gasto considerable en la producción de AGUA DESAIREADA para el proceso de filtración de la Cerveza.

Figura 1.10, 1.11.



FIGURA 1.10 DESPERDICIO DE CONDENSADO.

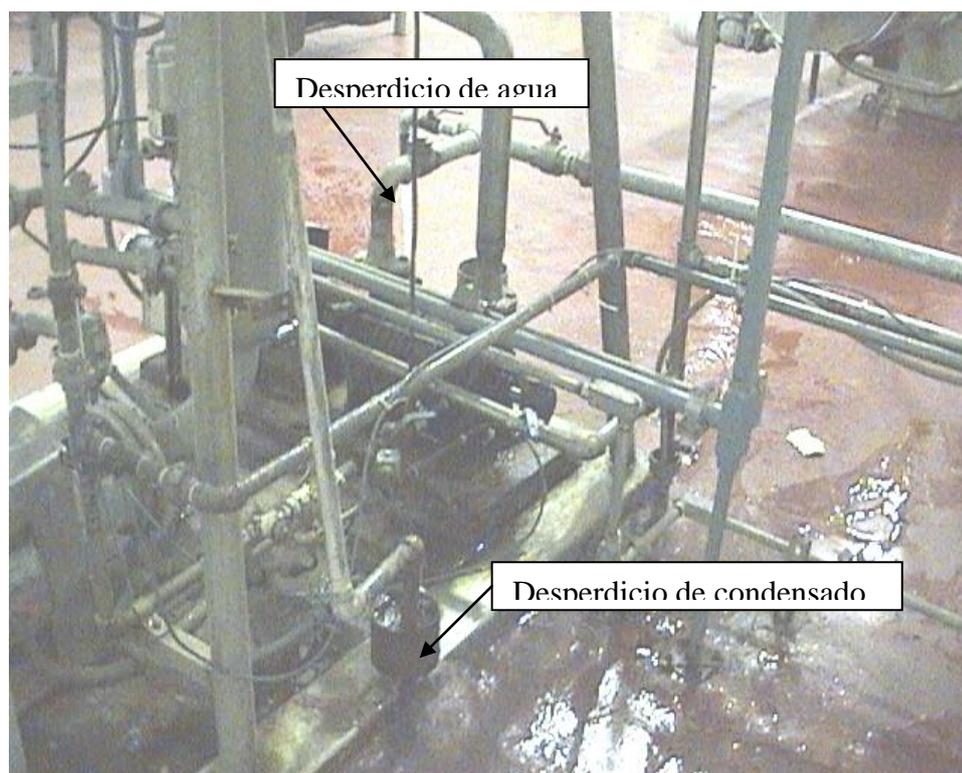


FIGURA 1.11 DESPERDICIO DE AGUA Y CONDENSADO SIMULADO.

1.4. Análisis del costo de desperdicio de agua y condensado.

Según los parámetros, que indica el fabricante, en el diagrama de funcionamiento de la torre desaireadora, el cual se puede revisar en el Plano1, podemos obtener los datos que utilizaremos para generar las siguientes tablas, correspondientes a los costo de agua del desperdicio de agua potable, agua procesada y condensado, tabla 1,2,3,4,5,6,7.

Los cálculos para el costo del agua fueron realizados con valores del año 2002 (\$ 2.00 por m³). El costo del agua procesada no se lo tiene calculado, por lo que hemos realizado el análisis con el valor del agua potable.

Para los costos de vapor utilizamos un valor que es resultado de un ESTUDIO DE VAPOR contratado con LA FERRETERA en Junio del 2002 Apéndice B. Para esto se tuvo que calcular la carga de condensado de la siguiente manera:

$$\dot{m} = \frac{L \times \Delta T \times C \times 500 \times s_g}{H}$$

De donde:

Q = Carga de condensado en lb/h.

L = Flujo de líquido en gpm.

ΔT = Variación de temperatura en °F.

C = Calor específico del líquido en BTU/lb °F.

500 = 60 min/h x 8.33 lb/gal.

Sg = Gravedad específica del líquido

H = Calor latente del vapor a determinada presión BTU/lb.

DATOS:

Q = ¿

L = 72 gpm.

ΔT = 20 °F.

C = 1 BTU/lb °F.

500 = 60 min/h x 8.33 lb/gal.

Sg = 1

H = 897.8 BTU/lb a 75 psi.

$$\bullet$$

$$m = \frac{72 \times 20 \times 1 \times 500 \times 1}{897} = 802.67 \text{ lb/h.}$$

Con este resultado y el valor obtenido del estudio de vapor mencionado anteriormente que es de \$ 5.38 por cada 1000 lb de

vapor en el año 2002, se realizaron los cálculos que se muestran en las tablas anteriormente presentadas.

El costo total que se obtiene sumando el desperdicio de agua potable, agua procesada y condensado es de \$1.192,08 semanales, los cuales representados anualmente suman \$ 57.219,84 que es un valor altamente considerable para cualquier inversión, en la que se logre recuperar este dinero.

TABLA 1
CONSUMO DE AGUA POTABLE

CONSUMO DE AGUA POTABLE				
DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO	FLUIDO DE TRABAJO	COSTO (AÑO 2002)	CONSUMO	TIEMPO DE TRABAJO
BOMBA DE VACÍO	AGUA POTABLE 29°C	\$ 2,00 / m3	6,5 GPM	6 días/semanal

NOTA: LA TORRE DESAIREADORA TRABAJA 24 HORAS AL DÍA NORMALMENTE

TABLA 2
COSTO DEL DESPERDICIO DE AGUA POTABLE

CONSUMO DE AGUA POTABLE				
CAUDAL (GPM)	HORAS SEMANALES	COSTO (AÑO 2002)	CONSUMO SEMANAL (m3)	COSTO SEMANAL
6,5	144	\$ 2,00 / m3	216	\$432,00

TABLA 3
CONSUMO DE AGUA PROCESADA

CONSUMO DE AGUA PROCESADA				
DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO	FLUIDO DE TRABAJO	COSTO (AÑO 2002)	CONSUMO	TIEMPO DE TRABAJO
INTERCAMBIADOR PARA ENFRIAR AIRE	AGUA PROCESADA 2°C	\$ 2,00 / m³	2 GPM	6 días/semanal

NOTA: LA TORRE DESAIREADORA TRABAJA 24 HORAS AL DÍA NORMALMENTE

TABLA 4
COSTO DEL DESPERDICIO DE AGUA PROCESADA

CONSUMO DE AGUA PROCESADA				
CAUDAL (GPM)	HORAS SEMANALES	COSTO (AÑO 2002)	CONSUMO SEMANAL (m3)	COSTO SEMANAL
2	144	\$ 2,00 / m3	69,12	\$138,24

TABLA 5
CONSUMO DE VAPOR

CONSUMO DE VAPOR				
DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO	FLUIDO DE TRABAJO	COSTO (AÑO 2002)	CONSUMO	HORAS SEMANALES
INTERCAMBIADOR PARA CALENTAR AGUA	VAPOR A 75 psi	\$ 5,38 / 1000 Lb.	802,67	144

TABLA 6
COSTO DEL DESPERDICIO DE CONDENSADO

CONSUMO DE CONDENSADO				
DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO	FLUJO (Lb/h)	CONSUMO SEMANAL (Lb)	COSTO (\$/1000 Lb)	COSTO SEMANAL (\$)
INTERCAMBIADOR PARA CALENTAR AGUA	802,67	115.584,48	\$5,38	\$621,84

TABLA 7

COSTO TOTAL DEL DESPERDICIO SEMANAL, MENSUAL Y ANUAL

CONSUMO ANUAL EN DOLARES				
FLUIDO	CONSUMO	COSTO SEMANAL	COSTO MENSUAL	COSTO ANUAL
AGUA POTABLE	216 m3	\$432,00	\$1.728,00	\$20.736,00
AGUA PROCESADA	69,12 m3	\$138,24	\$552,96	\$6.635,52
VAPOR	802,67	\$621,84	\$2.487,36	\$29.848,32
TOTAL		\$1.192,08	\$4.768,32	\$57.219,84

CAPÍTULO 2

2. PLANTEAMIENTO Y SOLUCION

2.1 Selección de Materiales y Equipos para la Instalación del Sistema de Recuperación de Agua.

Para realizar la selección de materiales que serán utilizados en el sistema de Recuperación de agua, haremos una clasificación de las agua que están siendo desperdiciadas en el funcionamiento de la Torre Desaireadora.

- a. Agua potable: fluido de trabajo de la bomba de vacío.
- b. Agua procesada: enfriamiento de aire extraído de la cámara de vacío.

a.- Agua Potable, Fluido de Trabajo de la Bomba de Vacío.

El fluido de trabajo de la bomba de vacío es agua potable, la cual se usa para refrigerar la bomba y generar el vacío necesario para la

Desaireación del agua de clorada, la rata de flujo es de 6.5 gpm. Por recomendaciones de los fabricantes de bombas SIHI, este fluido de servicio no debe tener una temperatura alta (mayor de 35°C), lo que causaría que la capacidad de la bomba disminuya y se sobrecaliente. (Ver apéndice C). Motivo por el cual las condiciones de trabajo de la bomba fue desechando el agua que ya era utilizada para que siempre se renove y mantenga una temperatura “fresca” para que realice su trabajo en la forma más optima. Figura 2.1.

b.- Agua procesada: para enfriamiento de aire extraído de la cámara de vacío. El agua de clorada ya desaireada en la cámara de vacío, es enviada a un enfriador tipo TUBO-CARCAZA en el cual se la enfría a una temperatura de 2°C, antes que se inyecte CO₂, para obtener el agua Carbonatada. Figura 2.2

Del agua ya enfriada a 2 °C se toma un caudal de 2 gpm para enfriar el aire, que es extraído de la cámara de vacío, en otro intercambiador tipo TUBO-CARCAZA para evitar que el fluido de trabajo de la bomba de vacío se caliente rápidamente, lo cual causaría que la capacidad de la bomba de vacío disminuya y esta se sobrecaliente lo cual aumenta el consumo de energía del motor que acciona esta bomba. Figura 2.3.



FIGURA 2.1 DESPERDICIO DE AGUA POTABLE BOMBA DE VACIO.



FIGURA 2.2 ENFRIADOR DE AGUA DESAIREADA.



FIGURA.2.3 ENFRIADOR DE AIRE EXTRAÍDO DE CÁMARA DE VACÍO (INTERCAMBIADOR TUBO – CARCAZA)

Para la instalación del sistema de recirculación de agua de trabajo de la bomba de vacío, figura 2.4, necesitaremos lo siguiente:

- Tanque para almacenar el agua potable a recircular.
- Tubería para instalación del sistema de recirculación de agua potable (fluido de trabajo).
- Una motobomba para el sistema de recirculación.
- Un Serpentín, para enfriamiento del agua potable a ser recirculada.
- Accesorios para completar la instalación de las líneas para agua.

➤ **Tanque y Motobomba para recircular el agua Almacenada.**

Para la selección de este tanque debemos tener presente el consumo de la bomba de vacío que es 6.5 gpm., adicionalmente el ambiente de trabajo de la bodega de frío es altamente corrosivo, por lo cual deberíamos utilizar un tanque fabricado con lamina galvanizada o de acero inoxidable AISI 304.



FIGURA 2.4. SISTEMA DE RECIRCULACIÓN DE AGUA

Entonces el tanque para almacenar el agua que va a ser recirculada debe tener como base un volumen que pueda abastecer la demanda que se necesita , por lo que consideraremos a nuestro criterio como base 25 gal. Figura 2.5.

Conociendo que en la antigua PLANTA PEÑAS contábamos con equipos que ya no estaban en uso, se busco y encontramos un tanque de acero inoxidable AISI-304 con un serpentín el cual podríamos utilizar para el montaje de nuestro sistema. El tanque tiene las siguientes características:

TABLA 8

TABLA DE DATOS DEL TANQUE PARA RECIRCULACIÓN.

TANQUE PARA RECIRCULACION		
D int. =	550	mm
Long. =	850	mm
Esp.=	3	mm
V =	55,00	gal.
MATERIAL	AISI-304	A/INOX.



FIGURA 2.5 TANQUE DE AGUA PARA RECIRCULACIÓN.

La Motobomba que se utilizara en este montaje, deberá mínimo cumplir con el volumen requerido por el sistema por lo cual se seleccionó la siguiente: Tabla 9, Figura 2.6, 2.7.

TABLA 9
PLACA DE BOMBA PARA RECIRCULACIÓN.

NICOLA	
TIPO CPM 146	Nº 2001
Q = 100 L/min	H max = 28 m
100/220 V.	Suc. L max = 9 M
60 Hz	3450 RPM
3/4 Hp	µf = 20

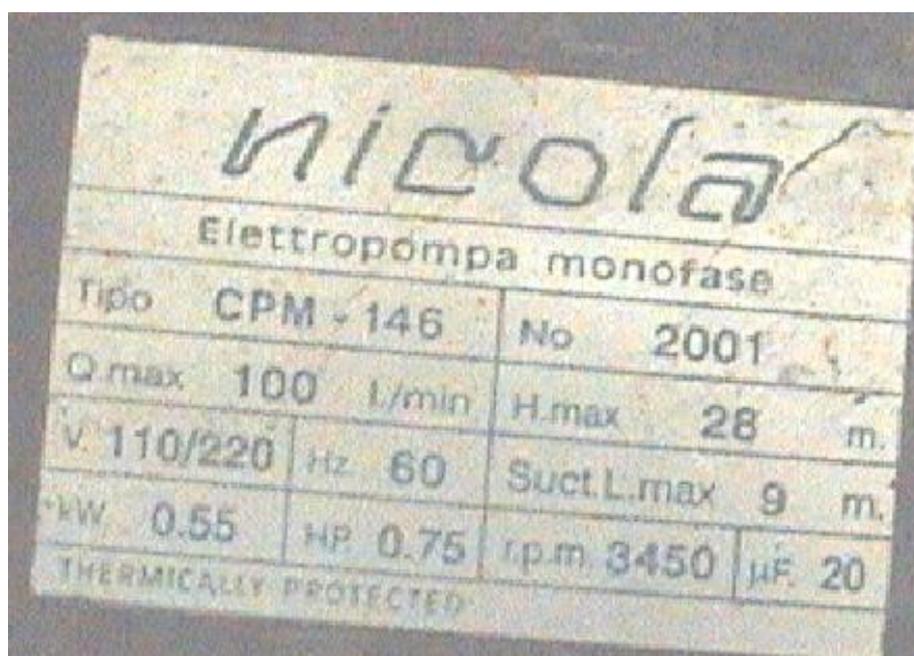


FIGURA 2.6 PLACA DE MOTOBOMBA DE RECIRCULACIÓN.

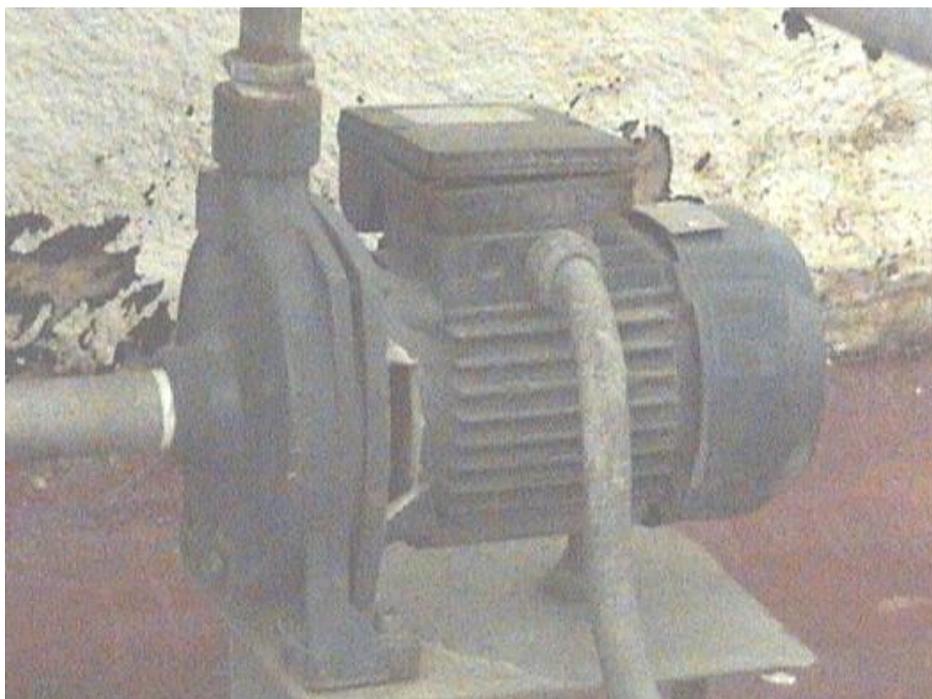


FIGURA 2.7. BOMBA PARA RECIRCULACIÓN.

Tuberías para instalación del sistema.

La tubería para la recirculación del agua que se decidió utilizar es la siguiente:

- Tubería para agua potable para bomba de vacío:

Diámetro $\frac{3}{4}$ " galvanizada cédula 40 roscada NPT la cual si puede manejar el flujo (6.5 gpm) requerido en la bomba de vacío, según tabla de FLUJO DE AGUA EN TUBERÍAS DE ACERO CEDULA 40 del libro FLUJO DE FLUIDOS EN VÁLVULAS ACCESORIOS Y TUBERÍAS de CRANE (Mc Graw Hill); Ver apéndice D.

- Tubería para agua a 2°C.

El agua procesada a 2°C con un flujo de 2 gpm, es la que utilizaremos para enfriar el agua potable que sirve de fluido de trabajo de la bomba de vacío, por medio de un serpentín instalado en el interior del tanque en que se almacenara el agua para recirculación. Vale recordar que esta agua ya esta desaireada y enfriada a 2°C, aun no se le ha inyectado CO₂, pero esta agua hay que recuperarla al proceso luego que haya cumplido su función de enfriamiento. Esta agua la devolvemos al sistema y para esto la haremos llegar en el lado de succión de la bomba de producto del equipo. Figura 2.8, 2.9.



FIGURA 2.8. MOTOBOMBA DE PRODUCTO



FIGURA 2.9 PUNTO DE REGRESO DE AGUA PROCESADA.

Entonces la tubería que utilizaremos en esta parte del sistema de recirculación de agua, debe cumplir con las siguientes características:

- Diámetro 1" sch 40

- Material: acero inoxidable AISI 304.

- Roscable N.P.T:

- Con sus respectivos accesorio y válvulas.

También como limitantes para la selección de las tuberías, hay que considerar, las conexiones que de fábrica tenemos en la bomba de vacío como lo presentaremos en la siguiente foto. Figura 2.10.

La conexión para el ingreso del fluido de trabajo de la bomba de vacío es de 3 /4" rosca N.P.T.



FIGURA 2.10 INGRESO DE AGUA POTABLE A BOMBA DE VACIO.

2.2. Dimensionamiento del Intercambiador de Calor para enfriar el Fluido de Trabajo de la Bomba de Vacío y Selección de Trampas de Condensado.

DIMENSIONAMIENTO DEL INTERCAMBIADOR DE CALOR.

Para dimensionar del intercambiador de calor haremos las siguientes consideraciones: Ver apéndice K.

- El intercambiador es de flujo encontrado
- Los tubos están limpios y libres de incrustaciones
- No hay pérdidas de calor.
- El coeficiente de transferencia de calor total es constante en toda la longitud del intercambiador.
- Los calores específicos se mantienen constantes.
- La transferencia de calor es ideal, es decir, calor perdido por el fluido frío es igual al calor ganado por el fluido caliente.

Partimos de la ecuación de la tasa de transferencia total de calor

$$Q = U \times A \times \Delta T_{lm}$$

Ec.2.2.1

De donde:

Q = tasa de transferencia de calor BTU/h.

U = Coeficiente global de transferencia de calor BTU/h °F ft².

A = área de transferencia de calor ft²

ΔT_{lm} = diferencia de temperatura media logarítmica °F

para flujo encontrado tenemos

$$\Delta T_{lm} = \frac{T1 - T2}{\ln \frac{T1}{T2}}$$

ec.2.2.2

$$T1 = Th1 - Tc1 = Thi - Tco$$

$$T2 = Th2 - Tc2 = Tho - Tci$$

De donde:

Thi = 35°C (95°F) temperatura de entrada fluido caliente.

Tco = 18°C (64.4°F) temperatura de salida fluido frío.

Tho = 27°C (80.6°F) temperatura de salida fluido caliente.

Tci = 2°C (35.6°F) temperatura de entrada fluido frío.

Entonces calculamos:

$$\Delta T_{lm} = ((95 - 64.4) - (80.6 - 35.6)) / \ln ((95 - 64.4)/(80.6 - 35.6))$$

$$\Delta T_{lm} = 37.31 \text{ } ^\circ\text{F}$$

Ahora hayamos la cantidad de Calor cedido en el intercambiador necesario para obtener agua fria a las condiciones requeridas.

$$Q = G \times C_a \times \Delta T$$

Donde:

G = Flujo de agua en Kg/h.

C_a = 1 Calor específico del agua en Kcal/ Kg °C

$$\Delta T = T_s - T_e$$

T_s = 27 °C temperatura de salida del agua a enfriar.

T_e = 35 °C temperatura de entrada del agua a enfriar.

$$G = 10 \text{ gpm} = 2.27 \text{ m}^3 / \text{h} = 2.270 \text{ Kg} / \text{h} \text{ (agua)}$$

Entonces calculamos

$$Q = 2.270 \times 1 \times (27 - 35) = -18.160 \text{ Kcal} / \text{h}$$

$$Q = 18.160 \text{ Kcal} / \text{h} \text{ (calor cedido)}$$

Asumiendo la transferencia de calor ideal, igualo los Q y calculo el flujo de agua en la parte fría.

$$Q = G \times Ca \times \Delta T$$

$$G = Q / (Ca \times \Delta T)$$

Entonces calculamos

$$G = 18.160 / (1 \times (18 - 2))$$

$$G = 4.99 \text{ gpm} = 5 \text{ gpm}$$

$$G = 5 \text{ gpm}$$

Entonces este caudal de 5 gpm es el flujo que se necesita manejar en el intercambiador para lograr enfriar el agua de recirculación para la bomba de vacío. Partiendo de la ecuación de la tasa de transferencia total de calor (ec.2.2.1), asumiendo un valor para el Coeficiente global de transferencia de calor **U**, en base de la situación física de un intercambiador de calor que trabaja Agua con

Agua. Ver apéndice E; hallaremos el valor necesario del área de transferencia para obtener nuestro objetivos.

$$Q = U \times A \times \Delta T_{lm}$$

$$A = Q / (U \times \Delta T_{lm})$$

Donde:

$$Q = 18.160 \text{ Kcal / h} = 72.064,64 \text{ BTU / h.}$$

$$U = 200 \text{ BTU / h ft}^2 \text{ } ^\circ\text{F}$$

$$\Delta T_{lm} = 37.31 \text{ } ^\circ\text{F}$$

entonces el valor del área será:

$$A = 9.65 \text{ ft}^2$$

Teniendo ya el valor del área necesaria para lograr enfriar el agua que va a servir de fluido de trabajo para la bomba de vacío, lo comparamos con el área que tenemos en el serpentín del tanque que tenemos en plantas peñas. Ver datos en la tabla 10.

Comparando el área total de los 12 anillos que tiene el tanque nos da 25.49 Ft², con el área necesaria para la instalación de nuestro sistema, la cual calculamos anteriormente y obtuvimos 9.65 Ft²,

podremos asegurar que el tanque que tenemos en plantas peñas si nos funcionara, en la **INSTALACIÓN DE UN SISTEMA DE RECUPERACIÓN DE AGUA** en la **TORRE DESAIREADORA** para la producción de agua **CARBONATADA**.

SELECCIÓN DE LA TRAMPA DE VAPOR.

Para la selección de la trampa de vapor, utilizaremos el valor de la carga de condensado calculado en el cap.1, que nos dio como resultado $Q = 802.67$ Lb/h. Utilizando el Manual de Productos de 1996 de la marca Spirax Sarco, en la sección de trampas de vapor, escogemos el modelo **TRAMPA DE VAPOR TERMOSTÁTICA TIPO FLOTADOR (FLOTA & THERMOSTATIC STEAM TRAPS)** las cuales citan entre sus aplicaciones típicas lo siguiente:

Todas las trampas tipo Flotador descargan continuamente el condensado a temperatura del vapor y modula con la carga del condensado. Se recomiendan para los colectores de gotas en las líneas principales de vapor, unidades de calentamiento, serpentines de inyección, intercambiadores de calor y son la mejor elección para todos aquellos procesos de aplicaciones que necesitan desalojar el condensado tan pronto como este se forma.

TABLA 10

SERPENTIN DE TANQUE PARA ALMACENAR AGUA

SERPENTIN DE TANQUE PARA ALMACENAR AGUA			
D tub =	40 mm	perimetro del Tubo =	125,66 mm
D anillo =	500 mm	perimetro del anillo =	1,570,80 mm
N anillo =	12	Area de c/anillo =	197,393,01 mm ²
A c/anillo =		2,12 FT ²	
A total anillos=		25,49 FT ²	

La última aplicación mencionada corresponde a la que sucede en nuestra Torre Desaireadora.

En este tipo de trampa el nivel del condensado está siempre arriba de la válvula principal, proporcionando de esta manera un seguro sello de agua y evitando cualquier fuga de vapor.

La formación de aire es imposible debido a que están equipadas con un eliminador de aire por separado, el cuál automáticamente e inmediatamente remueve todo el aire y gases que llegan a la trampa.

A continuación haremos una breve descripción de la forma en que trabajan este tipo de trampas:

1.- En los arranques la presión del sistema es baja y fuerza a que el aire salga a través de la válvula de venteo.; gran cantidad de condensado fluye con el aire el cual levanta el flotador, y este abre la válvula principal.

El aire restante continua descargando a través del venteo abierto como se indica en la figura 2.11.

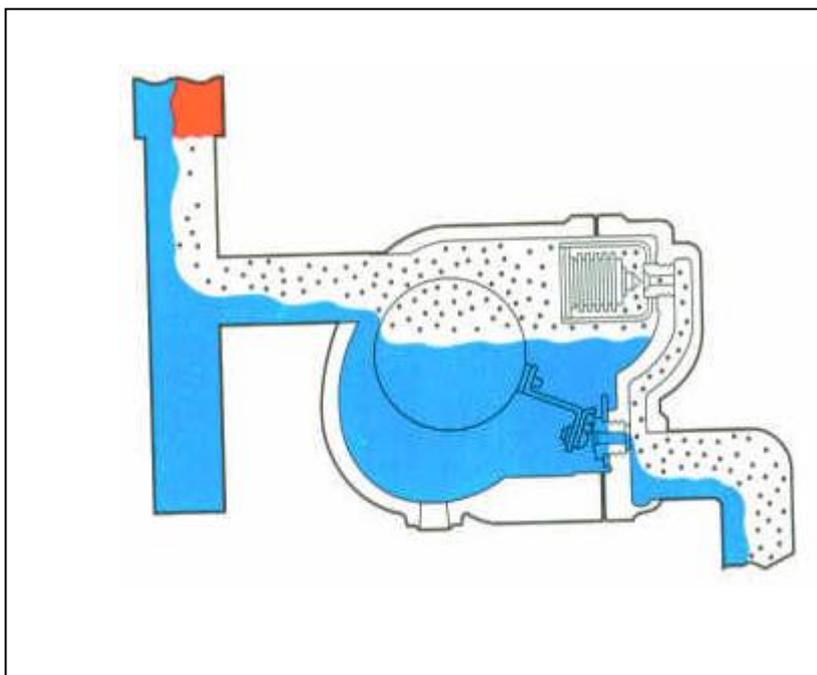


FIGURA 2.11 OPERACIÓN DE LAS TRAMPAS DE FLOTADOR

2.. Cuando el vapor alcanza la trampa, el venteo de aire termostático se cierra en respuesta a la alta temperatura. El condensado continua descargando por la válvula principal, la cual esta posicionada por el flotador para descargar el condensado a la misma rata en que llega a la trampa como se presenta en la figura 2.12.

3.- Cuando queda atrapado aire en la trampa, la temperatura cae por debajo de la del vapor saturado y la válvula de venteo de aire termostático se abre y hace descargar el aire. Figura 2.13

Ya hecha la selección del tipo de trampa que vamos a utilizar (TERMOSTATICA TIPO FLOTADOR), conociendo la carga de condensado (1.082,65 lb/h) que necesitamos descargar y utilizando la tabla de capacidades de trampas de vapor de este tipo, del catalogo Spirax Sarco pag.234; la trampa que se selecciona es:

Trampa Termostatica Tipo Flotador Spirax Sarco Fti-125 De Tamaño 1”
Coneccion Roscada N.P.T. Cuerpo De Hierro Fundido Y Componentes En Acero Inoxidable Tipo Aisi 304. Figura 2.14. Ver apéndice J.

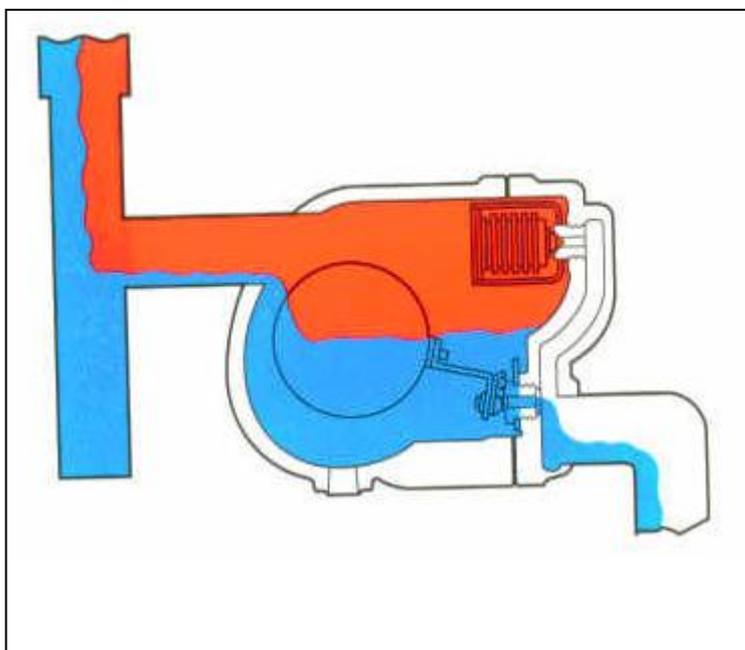


FIGURA 2.12 OPERACIÓN DE LAS TRAMPAS DE FLOTADOR

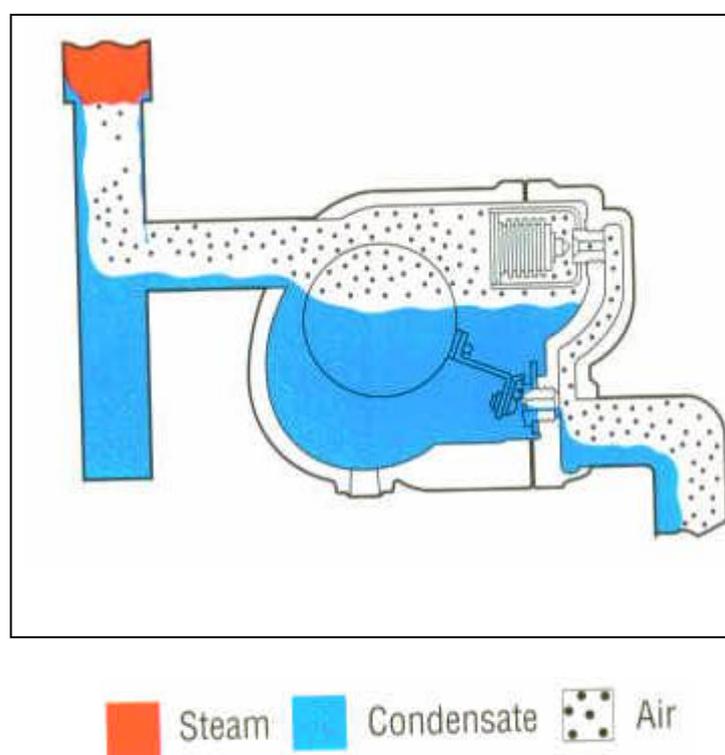


FIGURA 2.13 OPERACIÓN DE LAS TRAMPAS DE FLOTADOR

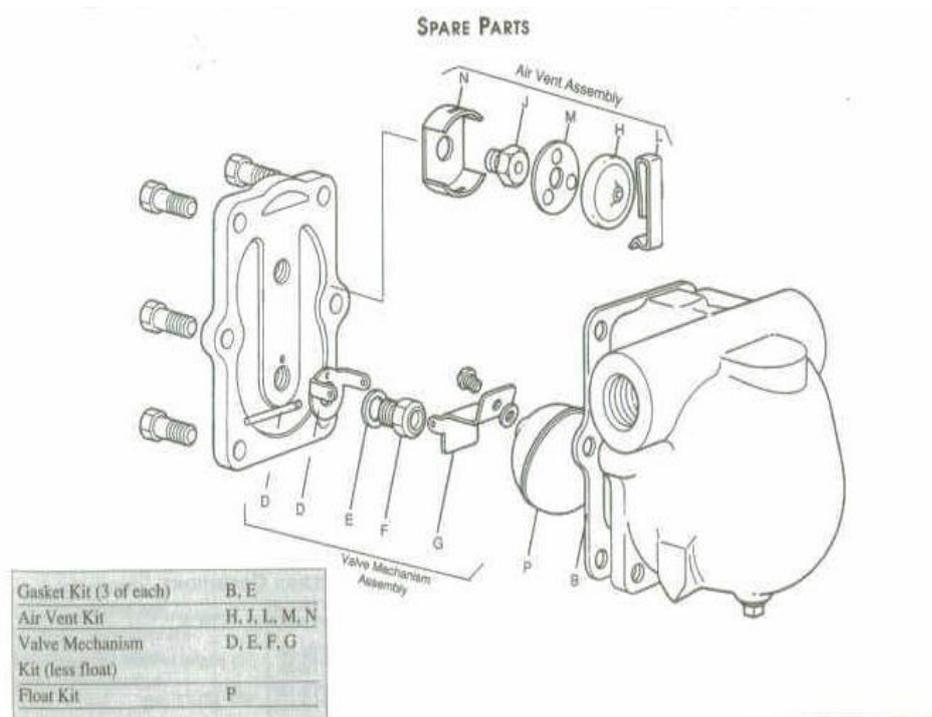


FIGURA 2.14 TRAMPA DE VAPOR TIPO FLOTADOR

2.3. Presupuesto para la Compra de Materiales, Componentes y Equipos.

El presupuesto para la compra de materiales, equipos y componentes, para la instalación del SISTEMA DE RECIRCULACIÓN DE AGUA, esta realizado con los precios que se tiene en el sistema de inventario que maneja la compañía, basados en las últimas compras realizadas de estos elementos.

El total del presupuesto para la compra de materiales es de \$ 1.306.98 comprendidos entre tuberías, accesorios, válvulas, motobomba, disyuntores, guarda motores, materiales eléctricos, trampa de vapor, etc.

Este valor del presupuesto es menor al gasto semanal por desperdicio total de las aguas como se muestra en la tabla 7, mostradas en el capítulo I, el cual da \$ 1.192,08; con lo cual se justifica la inversión.

A continuación mostraremos las tablas de los presupuestos para la instalación del SISTEMA DE RECUPERACIÓN DE AGUA Y CONDENSADO EN LA TORRE DESAIREADORA. Tabla 11, 12, 13.

TABLA 11
PRESUPUESTO DE TUBERÍAS Y ACCESORIOS

TUBERIA Y ACCESORIOS PARA INSTALACION DEL SISTEMA DE RECUPERACION DE AGUA EN LA TORRE DESAIREADORA						
ITEM	DESCRIPCION	MATERIAL	CONEXION	CANTIDAD	C. UNITARIO	C. TOTAL
1	CODO de 1 1/2" Sch.40 (CLASE 150)	HIERRO GALVANIZADO	roscada N.P.T	2	\$1,00	\$2,00
2	CODO de 1 1/4" Sch.40 (CLASE 150)	ACERO INOXIDABLE AISI-304	roscada N.P.T	1	\$5,06	\$5,06
3	CODO de 1" Sch.40 (CLASE 150)	ACERO INOXIDABLE AISI-304	roscada N.P.T	10	\$3,60	\$36,00
4	CODO de 3/4" Sch.40 (CLASE 150)	HIERRO GALVANIZADO	roscada N.P.T	4	\$0,50	\$2,00
5	REDUCCION BUJE de 1 1/2" a 1 1/4" (CLASE 150)	ACERO INOXIDABLE AISI-304	roscada N.P.T	1	\$7,50	\$7,50
6	REDUCCION BUJE de 1 1/2" a 3/4" (CLASE 150)	HIERRO GALVANIZADO	roscada N.P.T	1	\$0,46	\$0,46
7	REDUCCION BUJE de 1" a 3/4" (CLASE 150)	HIERRO GALVANIZADO	roscada N.P.T	1	\$0,46	\$0,46
8	REDUCCION COPA de 1 1/2" a 1"	ACERO INOXIDABLE AISI-305	roscada N.P.T	2	\$4,50	\$9,00
9	TEE de 1 1/2"Sch.40 (CLASE 150)	HIERRO GALVANIZADO	roscada N.P.T	1	\$2,36	\$2,36
10	TEE de 1 1/4"Sch.40 (CLASE 150)	ACERO INOXIDABLE AISI-304	roscada N.P.T	1	\$7,08	\$7,08
11	TEE de 1"Sch.40 (CLASE 150)	ACERO INOXIDABLE AISI-304	roscada N.P.T	3	\$6,28	\$18,84
12	TEE de 3/4"Sch.40 (CLASE 150)	HIERRO GALVANIZADO	roscada N.P.T	1	\$1,27	\$1,27
13	UNION SIMPLE 1" Sch.40 (CLASE 150)	ACERO INOXIDABLE AISI-304	roscada N.P.T	1	\$2,46	\$2,46
14	UNION UNIVERSAL 1 1/2" Sch.40 (CLASE 150)	HIERRO GALVANIZADO	roscada N.P.T	1	\$2,29	\$2,29
15	UNION UNIVERSAL 1 1/4" Sch.40 (CLASE 150)	ACERO INOXIDABLE AISI-304	roscada N.P.T	1	\$6,87	\$6,87
					TOTAL	\$103,65

TABLA 12
PRESUPUESTO DE TUBERIAS Y ACCESORIOS

TUBERIA Y ACCESORIOS PARA INSTALACION DEL SISTEMA DE RECUPERACION DE AGUA EN LA TORRE DESAIREADORA						
ITEM	DESCRIPCION	MATERIAL	CONEXION	CANTIDAD	C. UNITARIO	C. TOTAL
16	UNION UNIVERSAL 1" Sch.40 (CLASE 150)	ACERO INOXIDABLE AISI-304	roscada N.P.T	6	\$5,50	\$33,00
17	UNION UNIVERSAL 3/4" Sch.40 (CLASE 150)	HIERRO GALVANIZADO	roscada N.P.T	2	\$1,42	\$2,84
18	Valvula cheque horizontal de 1 1/2" (125 Lb. S.W.P. - 200 Lb W.O.G) REF: NIBCO T-413	BRONCE	roscada N.P.T a N.P.T.	1	\$20,95	\$20,95
19	Valvula cheque horizontal de 1 1/4" (125 Lb. S.W.P. - 200 Lb W.O.G)	ACERO INOXIDABLE AISI-304	roscada N.P.T a N.P.T.	1	\$33,52	\$33,52
20	Valvula cheque horizontal de 1" (125 Lb. S.W.P. - 200 Lb W.O.G)	ACERO INOXIDABLE AISI-304	roscada N.P.T a N.P.T.	1	\$31,68	\$31,68
21	Valvula de Esfera de 1 1/2" (400 psi W.O.G.).REF: NIBCO T-580	BRONCE	roscada N.P.T a N.P.T.	1	\$15,91	\$15,91
22	Valvula de Esfera de 1 1/4" (2000 Lb W.O.G.).REF: NIBCO T-560-S6-R-66	ACERO INOXIDABLE AISI-304	roscada N.P.T a N.P.T.	1	\$23,15	\$23,15
23	Valvula de Esfera de 1" (2000 Lb W.O.G.).REF: NIBCO T-560-S6-R-66	ACERO INOXIDABLE AISI-304	roscada N.P.T a N.P.T.	4	\$21,12	\$84,48
24	Valvula de Esfera de 3/4" (1000 psi W.O.G.).REF: NIBCO T-580	BRONCE	roscada N.P.T a N.P.T.	2	\$2,97	\$5,94
25	Tubería de 1 1/4" Sch.40	ACERO INOXIDABLE AISI-304	roscada N.P.T	6 m	\$21,94/m	\$131,64
26	Tubería de 1 1/2" Sch.40	HIERRO GALVANIZADO	roscada N.P.T	6 m	\$3,21/m	\$19,26
27	Tubería de 3/4" Sch.40	HIERRO GALVANIZADO	roscada N.P.T	6 m	\$1,54/m	\$9,24
28	Tubería de 1" Sch.40	ACERO INOXIDABLE AISI-304	roscada N.P.T	6 m	\$8,50/m	\$51,00
29	TRAMPA TERMOSTATICA TIPO FLOTADOR FTI-125 DE CONEXION 1" N.P.T MARCA: SPIRAX SARCO	HIERRO FUNDIDO	ROSCADA N.P.T.	1	\$443,55	\$443,55
TOTAL						\$906,16

TABLA 13
PRESUPUESTO DE SISTEMA ELECTRICO

SISTEMA ELECTRICO PARA INSTALACION DEL SISTEMA DE RECUPERACION DE AGUA EN LA TORRE DESAIREADORA				
ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	C. UNITARIO	C. TOTAL
1	GUARDAMOTOR 6 - 10 AMP. TELEMECANIQUE GV2- ME14 CON SU CONTACTO AUX. GV - AN11.	1	\$36,47	\$36,47
2	CONTACTOR TELEMECANIQUE LC1D1810 18AMP. BOBINA 110V. CONTACTOS 1NO	1	\$26,87	\$26,87
3	CABLE CONCENTRICO #14 X 3 CONDUCTORES. 600 V. DE COBRE	18	\$1,00	\$18,00
4	TUBERIA RIGIDA 1/2" ROSCADA EN TRAMOS DE 3 MTS.	8	\$6,30	\$50,40
5	RELE TERMICO 6.3-10 AMPERIOS. 3UA50-00-1J SIEMENS	1	\$25,04	\$25,04
6	CONDULETA TIPO "LB" 1/2 PULG.	2	\$1,91	\$3,82
7	DISYUNTOR 1 POLO PARA CONTROL 3 AMP. GB2-CB08. MARCA TELEMECANIQUE.	1	\$10,57	\$10,57
8	CABLE TWCU #16 AWG 1.31 30 PVC MULTIPOLAR DE COBRE	20	\$0,30	\$6,00
9	BOMBA DE AGUA 3/4 HP, ENTRADA Y SALIDA DE 1 PULGADA NPT, MONOFASICA 110V - 220V - 3500 RPM.	1	\$120,00	\$120,00
			TOTAL	\$297,17

2.4. Cronograma de Trabajo y Proceso de Montaje de Componentes Y Equipos.

El cronograma de trabajo se lo ajustó en 24 días laborables comprendidos entre el 6 de Mayo del 2002 y el 27 de Mayo del 2002.

El personal utilizado fue el siguiente:

2 Mecánicos

1 Electricista

Este cronograma se detalla en el apéndice F.

2.5. Pruebas del Sistema y Ajustes para Condiciones de Trabajo.

Las pruebas a realizarse al equipo con EL SISTEMA DE RECUPERACIÓN DE AGUA Y LA TRAMPA DE CONDENSADO SELECCIONADA ya instalados, consisten en que no varíen los parámetros de trabajo con los cuales se venía trabajando antes del montaje de este sistema.

Estos parámetros son:

- La presión de vacío que debe estar entre 20 – 26.2 in. Hg.
- La temperatura del Agua entre 43.3 – 47°C.
- La temperatura del agua de la bomba 27 – 32°C
- Caudal de agua entre 250 – 280 litros/min.
- Presión de CO2 entre 40 – 45 psig.

Valores que son verificados cada 2 horas por los operadores de este equipo, como se muestran en los registros que se evidencian en el apéndice G.

Entre los ajustes que se hicieron y que se capacito a los operadores, es que la temperatura del agua de para la bomba de vacío no pase de los 35°C, si esto ocurre, los operadores deberán renovar el agua del tanque; esto puede ocurrir por la caída del caudal de entrada de agua debido a los consumos de otras áreas de agua potable en ciertos momentos de producción, esto quiere decir, que al entrar menos agua, el aire que extrae la bomba de vacío estará mas caliente, y el diferencial de temperatura para enfriar dicha agua aumentara y la transferencia no será la adecuada.

Por lo cual los operadores deberán calibrar las válvulas de paso del agua fría para aumentar la transferencia al agua de recirculación que sirve de fluido de trabajo en la bomba de vacío.

A todos los operadores se les capacitó mediante charlas y practica en sitio del funcionamiento y manejo del sistema, los registros de capacitación constan en el apéndice H. Figura 2.15.



FIGURA 2.15 CAPACITACIÓN A OPERADORES

CAPÍTULO 3

3. EVALUACIÓN DE RESULTADOS

3.1 Costo del Presupuesto.

El costo de la inversión, lo evaluaremos con la comparación del costo de los desperdicios de agua potable, agua procesada y condensado contra el costo de los materiales que se utilizaron para el montaje del SISTEMA DE RECIRCULACIÓN DE AGUA y LA SELECCIÓN DE LA TRAMPA DE CONDENSADO para optimizar este proceso. Como se puede observar en la tabla 14, el Costo de la inversión es ligeramente mayor que el desperdicio de una semana que se tiene en este proceso

3.2 Impacto Ambiental del Proyecto.

En el sistema de Gestión Integral que maneja Compañía de Cervezas Nacionales C.A., consta la Norma ISO 14001-2000 Sistema de Gestión Ambiental, el cual se certificó en Julio del 2002.

TABLA 14
COSTO SEMANAL EN DOLARES

COSTO SEMANAL EN DOLARES		
FLUIDO	CONSUMO	COSTO SEMANAL
AGUA POTABLE	216 m3	\$432,00
AGUA PROCESADA	69,12 m3	\$138,24
CONDENSADO	115,584,48	\$621,84
DESPERDICIO		\$1.192,08
INVERSIÓN		\$1.306,98

Cuando se realiza algún proyecto en la compañía hay que cumplir los procedimientos que cita el Sistema de Gestión Integral, entre los cuales tenemos:

P.E.T-1.1.4. Cambio en Instalaciones, Equipos y Procesos.

El cual cita en su numeral cuarto lo siguiente:

En la carpeta del proyecto se incluirán los registros con la identificación de aspectos ambientales, peligros y riesgos generados durante la ejecución del proyecto: REG.400.01 Registro de identificación de aspectos Ambientales en Proyectos y REG.400.02 Identificación de Peligros y Evaluación de Riesgos en Proyectos.

Por lo cual a continuación presentamos la generación de un registro: REG.400.01 para la realización de nuestro proyecto.

El cual nos servirá para la identificación de los aspectos e impactos Ambientales de las actividades, productos y servicios que se generen en Compañía de Cervezas Nacionales, para la evaluación cada uno de los aspectos identificados mediante el análisis de los parámetros definidos y para determinar la significancia de dichos aspectos mediante el resultado de la evaluación.

		REGISTRO DE IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE ASPECTOS AMBIENTALES EN PROYECTOS														FECHA (dd/mm/aaaa)			
		Proyecto INSTALACION DE SISTEMA DE RECUPERACION DE AGUA														01/05/2002			
<input type="checkbox"/> Aspecto considerado como Significativo																			
ACTIVIDAD FUENTE QUE LO GENERA	ASPECTO AMBIENTAL RESIDUOS GENERADOS	IMPACTOS AMBIENTALES				SI			CL		LE SIN	PI SIN	E	S	P	TOTAL (Puntos)	SIG. SIN	DOCUMENTO REFERENCIA	
		Contaminación de Suelos	Contaminación del Aire	Contaminación del Agua	Agotamiento de Recursos	N	A	E	A	B								LEGISLACIÓN APLICABLE	INSTRUCCIÓN DE TRABAJO
RECUPERACION DE AGUA EN LA TORRE DESAIREADORA BODEGA DE FRIO	AGUA				X	X			X		S	N	1	1	3	5	S	16, 43, 72	ITR-435.07.22 ITR-435.07.23
	CHATARRA	X					X		X		N	N	1	1	3	5	N		ITR-430.01.01
	WYPE, LIENCILLO, FRANELA	X					X		X		N	N	1	1	2	4	N		ITR-430.01.01
	MATERIALES AISLANTES	X					X		X		N	N	1	1	1	3	N		ITR-430.01.01
	AEROSOLES		X				X		X		S	N	1	1	2	4	S	3	PET 3.3.3 PET 3.3.7
	ENVASES DE AEROSOLEOS	X					X		X		N	N	1	1	2	4	N		ITR-430.01.01
	EMPAQUETADURAS	X					X		X		N	N	1	1	2	4	N		ITR-430.01.01
	ELECTRODOS DE SOLDADURA	X					X		X		N	N	1	1	2	4	N		ITR-430.01.01
	GASES PROVENIENTES DE LA SOLDADURA		X				X		X		N	N	1	2	2	5	N		ITR-430.01.01
	RUIDO		X			X			X		S	N	1	1	3	5	S	72	
																0	N		

FIGURA 3.1 REGISTRO DE IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE ASPECTOS AMBIENTALES EN PROYECTOS

Para la evaluación de los aspectos e impactos se utiliza la Instrucción de Trabajo I.T.R.470.01.07 IDENTIFICACION Y EVALUACIÓN DE ASPECTOS AMBIENTALES, cuyo contenido los podremos observar en el apéndice I.

3.3 Recuperación de la Inversión.

La inversión para la instalación de un SISTEMA DE RECUPERACIÓN DE AGUA Y LA INSTALACION DE LA TRAMPA DE CONDENSADO TIPO FLOTADOR en la TORRE DESAIREADORA de la Bodega de Frío, para reducir los Costos en la producción de AGUA DESAIREADA para el proceso de Filtración de Cerveza; tiene un valor (\$ 1.306,98) que es ligeramente mayor que el costo semanal producido por los desperdicios de agua potable, agua procesada y condensado en este proceso. Por lo cual la recuperación de la inversión es inmediata, es decir, que luego de terminar la instalación y la calibración del sistema, la inversión se recupera en la primera semana de trabajo.

Luego de la recuperación de la inversión el resto, es ahorro y una disminución del impacto ambiental, con lo cual la compañía cumple con la implantación y sostenimiento de su SISTEMA DE GESTION INTEGRAL y disminuye los costos de producción, que es el objetivo al cual apuntan todas las empresas a nivel mundial.

CAPÍTULO 4

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

Después de haber aplicado los conceptos del SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRAL S.G.I., para la eliminación del desperdicio de agua potable, agua procesada y condensado, las conclusiones a las que llegamos, son las siguientes:

- ❖ El funcionamiento del equipo ya cumple con las Normas y Procedimientos del Sistema de Gestion Integral, bajo el cual se encuentra certificada Compañía de Cervezas Nacionales C.A.

- ❖ Se disminuyó el Impacto Ambiental por agotamiento de recursos, desperdicio de agua.

- ❖ Con la instalación del Sistema de Recirculación de Agua y la Trampa de Condensado, se obtuvo un ahorro de \$ 57.219.84 anual con una inversión de \$1,306.98
- ❖ Con la correspondiente capacitación, se logró la concientización del personal operativo que opera ese equipo, en lo que respecta al Sistema de Gestion Integral.

4.2 Recomendaciones

Después de establecer nuestras conclusiones, detallamos a continuación nuestras recomendaciones y que son las siguientes:

- ❖ Aplicar el Sistema de Recirculación de Agua, en las otras plantas Cerveceras del grupo en la producción de agua desaireada, ya que los equipos son muy similares.
- ❖ Implementar el Sistema de Recirculación en otros equipos, siempre que las condiciones de trabajo lo permitan.
- ❖ Proponer la automatización del sistema, para evitar errores en la calibración de valvulas.

APÉNDICES

Apéndice A	Trampa termostática por balanceo de presiones
Apéndice B	Estudio de Vapor hecho por la Ferretera
Apéndice C	Catálogo SIHI
Apéndice D	Flujo de Agua en tuberías de acero de cédula 40
Apéndice E	Valores aproximados de coeficientes de transferencias total de calor total.
Apéndice F	Cronograma de Montaje
Apéndice G	Registro de Torre Desaireadora
Apéndice H	Registro de Capacitación
Apéndice I	Identificación y Evaluación de Aspectos Ambientales
Apéndice J	Tabla de Capacidades de las Trampas de flotador
Apéndice K	Dimensionamiento del Intercambiador de calor
Apéndice L	Planos

APÉNDICE A:

TRAMPA TERMOSTÁTICA POR BALANCEO DE PRESIONES

Balanced Pressure Thermostatic Steam Trap T250

Model	T250	
	Angle	Straightway
PMO	250 psig	
Sizes	1/2", 3/4" & 1" 1/2" & 3/4"	
Connections	NPT	
Construction	Cast Iron Body & Cover Stainless Steel Internals	

The T250 has a welded stainless steel element, which is self-adjusting over the entire operating pressure range and will discharge condensate at approximately 20°F (1°C) below saturated steam temperature.

LIMITING OPERATING CONDITIONS

Max. Operating Pressure (PMO) 250 psig (17 barg)
 Max. Operating Temperature Saturated Steam Temperature
 Max. allowable pressure 250 psig up to 450°F 17 barg up to 232°C
 TMA 450°F (232°C) 0-17 barg

PRESSURE SHELL DESIGN CONDITIONS

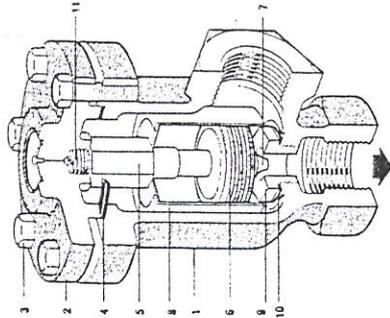
250 psig up to 450°F 17 barg up to 232°C
 450°F (232°C) 0-17 barg

No.	Part	Material
1	Body	ASTM A126 CL B
2	Cap	ASTM A126 CL B
3	Cap Screws	ASTM A149
4	Cap Gasket	Stainless Steel Clad Non-Abestos Felt AISI 304
5	Element Assembly	AISI 303
6	Bel lows	Stainless Steel
7	Valve Head	AISI 304
8	Bel lows Shield (1" over)	Stainless Steel
9	Valve Seat	Stainless Steel
10	Valve Seat Gasket	Stainless Steel Clad Non-Abestos Felt AISI 304
11	Lockwasher	Stainless Steel
12	Plug (Sov. only)	Cast Iron

TYPICAL APPLICATIONS

Hospital, laundry and kitchen equipment, high capacity process equipment, outdoor applications subject to freezing, applications requiring high air venting capacity on initial start up.

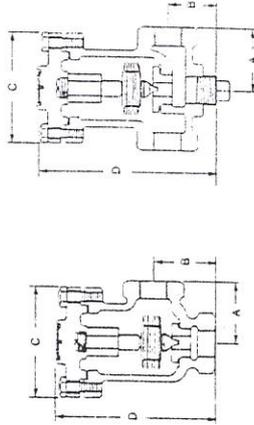
Lead of revolution may restrict the use of this product below the conditions quoted. Limiting conditions refer to standard conversion units only. In the interests of development and improvement of the product, we reserve the right to change the specification.



Capacities Hot Condensate lb/h	1/2"	3/4"	1"
Inlet Pressure psig	620	850	1300
2	74	820	1200
5	14	1200	1650
10	20	1560	2225
15	10	1800	2650
20	14	2100	2950
30	21	2450	3500
40	28	2750	4000
50	35	3100	4400
60	41	3500	4900
75	52	4200	5750
100	69	4500	6200
125	85	4800	6700
150	103	5000	7000
175	121	5275	7450
200	143	5600	7900
225	166	5900	8300
250	192	6200	8700

Discharge Capacities shown were obtained from tests using hot condensate at approximately 20°F below Saturated Steam Temperature. When condensate temperature is below 20°F, discharge capacity is from two to three times greater than shown above.

THIS 2,009 US 03 94



Angle

Straightway

SAMPLE SPECIFICATION

Steam traps shall be balanced pressure thermostatic type, self-adjusting to all pressures within their operating range. Bodies to be of heavy cast iron with NPT connections. Thermostatic elements shall be of precision welded stainless steel construction. All internals to be stainless steel and shall be replaceable without disturbing the piping connections.

INSTALLATION

A pipeline strainer should be installed ahead of any steam trap to protect the valve and seat from dirt and scale. Full port isolating valves should be placed to permit servicing. The trap should be installed below the drainage point of the equipment with a collecting leg before the trap. For best operation, the bellows should be in a horizontal position as shown. For a freeze-resistant installation, inlet piping must be pitched toward the trap for gravity flow, and the trap outlet must be free of any piping. See installation instructions #250-D8.

MAINTENANCE

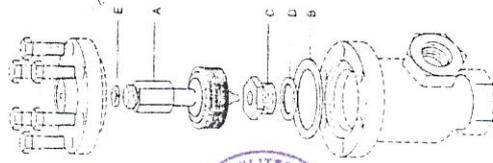
This product can be maintained without disturbing the piping connections. Complete isolation from both supply and return line is required before any servicing is performed. The trap should be disassembled periodically for inspection and cleaning of the valve head and seat.

Worn or damaged parts should be replaced using a complete element set.

Complete installation and maintenance instructions are given in IMI 250-D8, which accompanies the product.

Size	DIMENSIONS (NOMINAL) IN INCHES AND MILLIMETERS				Weight
	A	B	C	D	
Angle					
1/2"	1.75	1.75	3.12	4.56	3.5 lb 1.6 kg
3/4"	1.75	1.75	3.12	4.56	4.5 lb 2.0 kg
1"	2.12	2.25	3.9	5.37	6.9 lb 3.1 kg
Straightway					
1/2"	1.75	1.75	3.12	5.37	4.3 lb 1.9 kg
3/4"	1.87	1.75	3.12	5.37	4.3 lb 1.9 kg

SPARE PARTS



- Element Set A, B, C, D, E
- Element & Lockwasher A, E
- Valve Seat & Gasket C, D
- Cap Gasket B

Available spare parts are shown in heavy outline. Angle & Straightway traps accept the same spare parts.



THIS 2,009 US 03 94

Telephone: (610) 797-5830 FAX: (610) 433-1346

Telephone: (610) 797-5830 FAX: (610) 433-1346

Telephone: (610) 797-5830 FAX: (610) 433-1346

THIS 2,009 US 03 94

APÉNDICE B:

ESTUDIO DE VAPOR HECHO POR LA FERRETERA



LA FERRETERA C.A.

Desde 1900 al servicio de la industria

ESTUDIO DE VAPOR

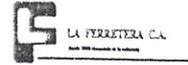


COMPANIA DE CERVEZAS NACIONALES C.A.

ÁREAS: - COCIMIENTO
- LAVADORA DE ENVASES



Armstrong



CÁLCULO DEL COSTO DE LAS MIL LIBRAS DE VAPOR

Esta información fue proporcionada en el mes de Junio del 2002, el costo de las mil libras de vapor se calculará a partir de los costos para producción de vapor mensual proporcionados por el Ing. Patricio Vásquez, los mismos que se detallan a continuación:

Combustible	\$ 76651.20	102.400	combust \$ 0.664
Agua	\$ 7286.73	6550	
Químicos	\$ 1161.00	2125	
Energía eléctrica	\$ 2100.00	3850	
Mantenimiento	\$ 3200.00		
Mano de obra	\$ 1500.00		
TOTAL	\$ 91898.93	120.425	

Compañía de Cervezas Nacionales cuenta con tres calderos, uno de ellos es acuatubular con una eficiencia de 89.3% y una capacidad de 60000 lb/hr, mientras que los otros dos tienen una capacidad de 800 BHP. El caldero acuatubular es el que se mantiene siempre en operación, mientras que los otros operan solo tres horas al día; con esta información, los cálculos los haremos tomando en cuenta solo la caldera que se utiliza diariamente. Cabe mencionar que los calderos utilizan como combustible el búnker.



La caldera trabaja con una eficiencia de 89.3%, una capacidad de vapor de 60000 lb/hr, operando 24 horas al día por 25 días al mes. Además, el poder calorífico del búnker es 153000 Btu / gal. Con estas condiciones, se procederá a realizar el cálculo para hallar el costo del Mbtu:

$$1 \text{ Mbtu} \times \frac{1'000,000 \text{ BTU}}{1 \text{ Mbtu}} \times \frac{1}{153000 \text{ BTU/gal}} = 6.53 \text{ gal}$$

Esta cantidad de combustible es un valor ideal, pero al tener una eficiencia de caldera menor a uno, se necesitará más combustible para generar la misma cantidad de vapor. El galón de combustible cuesta \$0.48/gal, entonces tenemos que el MBTU cuesta:

$$\frac{6.53 \text{ gal}}{0.893} \times \frac{\$ 0.48^{0.64}}{1 \text{ gal}} = \frac{\$ 3.51}{1 \text{ Mbtu}} \quad 4.68$$

Cabe mencionar que en este costo sólo se considera al búnker, de modo que con la información proporcionada hay que encontrar el porcentaje que representa el agua, los químicos, la energía eléctrica, el mantenimiento y la mano de obra:

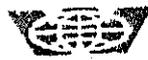
$$\frac{\$ 76651.20}{\$ 91898.93} \times 100 = 83.4\% \quad 85\%$$

Es decir que el 16.6% corresponde a todos los insumos diferentes del búnker. Esto quiere decir que se le debe agregar este porcentaje al costo antes calculado. En términos prácticos, se considera que 1 Mbtu es equivalente a 1000 lb, de esta forma tenemos que las 1000 lb cuestan \$ 4.09.

\$ 5,38
1000 lb

APÉNDICE C:

CATALOGO SIHI



WATER DEAERATOR

Ref: Drawings: Flow Schematic C-60-80-0010
General Arrangement D-60-82-0038

1. Manufacturer Wittmann Hasselberg Inc.

2. Number of Units One

3. Design Data

- 3.1 Water Deaeration Rate 70 GPM
- 3.2 Oxygen Deaeration Level .06 PPM to .1 PPM
- 3.3 Deaeration Temperature 110°F (43.3°C)
- 3.4 Deaeration Pressure 26.2 In. Hg. Vac.
- 3.5 Process Water Supply 72 GPM
- 3.6 Process Water Pressure 52 PSIG Minimum

4. Utility Requirements

- 4.1 Steam Supply 200 lbs/hr
- 4.2 Steam Supply Pressure 75 psig Maximum 25 PSIG Minimum
- 4.3 Control Air Supply Variable CFM
- 4.4 Control Air Pressure 125 psig Maximum 65 PSIG Minimum
- 4.5 Fresh Water Supply 6-7 GPM
- 4.6 Electrical Supply - Motors 440 Volts 3 Phase, 60 Hertz
Controls 110 Volts 1 Phase, 60 Hertz

5. Materials of Construction

- 5.1 Vacuum Chamber 304 Stainless Steel
- 5.2 Process Water Piping 304 Stainless Steel
- 5.3 Packing Ceramic Saddles
- 5.4 Process Water Preheater 304 Stainless Steel

Compiled By <u>T.P.M.</u>	Customer <u>Compania de Cervezas Nacionales</u>	Pg. <u>1</u> of <u>2</u>
	P.O. No. <u>86.51</u>	
Checked By <u>G.L.K.</u>	Job No. <u>S.O. 47927</u>	
	Equipment No. _____	



5.5 Process Water Final Heater

5.5.1 Shell _____ 316 Stainless Steel

5.5.2 Tubes _____ 316 Stainless Steel

5.6 Air Cooler/condenser

5.6.1 Shell _____ Brass

5.6.2 Tubes _____ Brass

5.7 Process Water Pump _____ 316 Stainless Steel Casing, Backplate, Impeller & Shaft

6. Motor Data

6.1 Process Water Pump

6.1.1 Horsepower _____ 10

6.1.2 RPM _____ 3500

6.1.3 Construction _____ TEFC

6.1.4 Full Load Amps _____ 12.3

6.2 Vacuum Pump

6.2.1 Horsepower _____ 5

6.2.2 RPM _____ 1750

6.2.3 Construction _____ TEFC

6.2.4 Full Load Amps _____ 1.3



CIB-ESPOL

It is assumed that degenerated water storage tanks are in the cellar.

Compiled By _____ T.P.M.	Customer _____ Compañia de Cervezas Nacionales	Pg. 2 of 2
Checked By _____ G.L.K.	P.O. No. _____ 86.51	
	Job No. _____ S.O. 47927	
	Equipment No. _____	

APÉNDICE D:

FLUJO DE AGUA EN TUBERÍAS DE ACERO DE CÉDULA 40

B-11a. Flujo de agua en tuberías de acero de cédula 40

Caída de presión en 100 metros y velocidad en tuberías de cédula 40, para agua a 15°C

Table with columns for flow rate (Caudal), velocity (Velocidad), and pressure drop (Caída de presión) for various pipe diameters (1/8", 1/4", 3/8", 1/2", 3/4", 1", 1 1/4", 1 1/2", 2", 2 1/2", 3", 3 1/2", 4", 5", 6", 8", 10", 12", 14", 16", 18", 20", 24").

1 metro cúbico = 1 000 litros

Consúlten las explicaciones de la página B-20 para obtener la pérdida de presión y la velocidad en tuberías que no sean de cédula 40 y para longitudes diferentes a 100 metros.

APÉNDICE E:

**VALORES APROXIMADOS DE COEFICIENTES DE
TRANSFERENCIA TOTAL DE CALOR TOTAL**



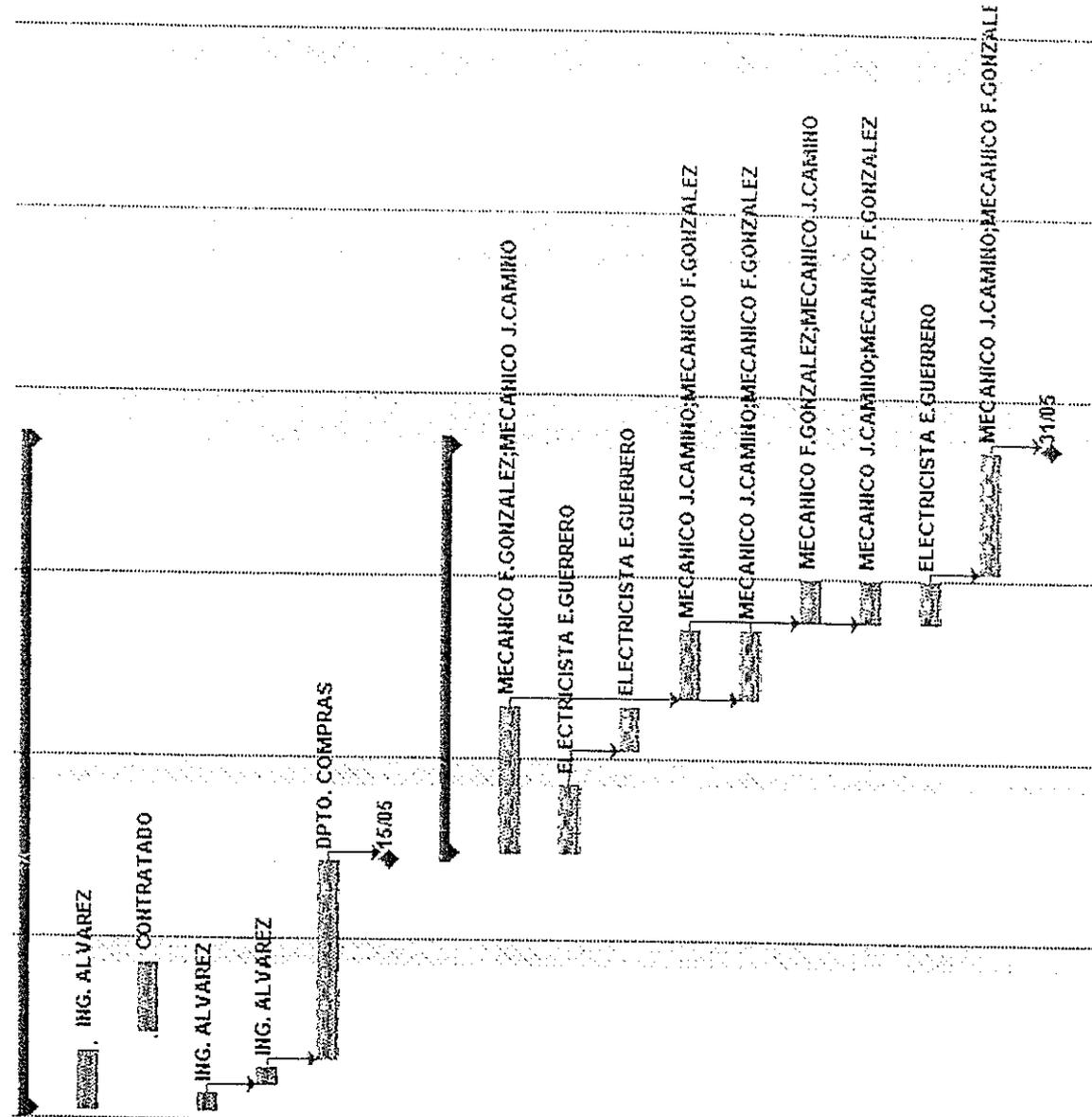
Tabla 11-1. Valores aproximados de coeficientes de transferencia total de calor total

Situación física	$Btu/h \cdot ft^2 \cdot F$	$W/m^2 \cdot K$
Pared exterior de ladrillo, enyesado interior:		
no aislada	1.45	1.30
Estructura de la pared exterior, enyesado interior:		
no aislada	0.25	1.40
con aislante de lana sólida	0.07	0.40
Ventana placa-vidrio	1.10	0.30
Ventana de vidrio aluminado doble	0.40	2.30
Condensador de vapor	200-1000	1000-5000
Calentador de suministro de agua	200-1500	1000-8000
Condensador de freón 12 con agua refrigerante	50-150	100-250
Cambista de calor de agua a agua	150-700	250-1700
Cambista de calor de tubo aletado, agua en tubos, aceite a través de tubos	5-10	10-55
Cambista de calor de agua a aceite	20-60	110-340

APÉNDICE F:

CRONOGRAMA DE MONTAJE

1	EL MONTAJE DE ANILLO LIQUIDO	24 días
2	CALCULO DEL TANQUE Y SERPENTIN PARA ENFRIAR AGUA	2,75 días
3	TRASLADAR TANQUE DE PLANTA PEÑAS	3 días
4	SELECCIÓN DE MATERIALES	1 día
5	SOLICITAR MATERIALES	1 día
6	COMPRA DE MATERIALES	7 días
7	LLEGADA DE MATERIALES	0 días
8	EL INSTALACION DE ANILLO LIQUIDO	15 días
9	PREPARAR TUBERIAS Y ACCESORIOS PARA EL MONTAJE	5 días
10	INSTALACION DE LINEA DE FUERZA Y CONTROL DE	3 días
11	INSTALACION DE LA MOTOBOMBA PARA	2 días
12	INSTALACION DE LINEA DE RECIRCULACION	3 días
13	INSTALACION DE LINEA PARA ENFRIAMIENTO	3 días
14	CONEXION DE LINEA DE RECIRCULACION	2 días
15	CONEXION DE LINEA DE ENFRIAMIENTO	2 días
16	CONEXION DE LINEA DE FUERZA Y CONTROL DE LA MOTOBOMBA	2 días
17	PRUEBA Y CALIBRACION DEL EQUIPO CON ANILLO LIQUIDO	5 días
18	ENTREGA DE PROYECTO	0 días



APÉNDICE G:

REGISTRO DE TORRE DESAIREADORA.

HORA	TEMPERATURA DESAREAC. (°C)	PRESIÓN XACIO (PUL. HG.)	FLUJO (GAL. X MIN)	TEMPERATURA ENFRÍAM. (°C)	PRESIÓN DE CO2 (PSI)	VOLUMEN TANQUE (ML)	OPERADOR	OBSERVACIONES
08H00	50.0	25.2	300	2.6	34	1= 770 2= 1.035	<i>Llanos</i> <i>Guardo</i>	
10H00	50.0	25.2	300	2.1	34	1= 590 2= 1.035	"	
12H00	50.0	25.2	300	2.6	34	1= 450 2= 1.035	"	
14H00	50.0	25.2	300	2.6	34	1= 320 2= 1.035	"	
16H00	50.0	25.2	300	0.7	34	1= 180 2= 1.020	MONSIE CASTILLO	
18H00	49.8	25.2	300	1.9	34	1= 620 2= 450	"	
20H00	50.0	25.2	300	1.5	34	1= 930 2= 120	"	
22H00	49.8	25.2	280	1.9	34	1= 900 2= 120	"	
00H00	49.8	25.2	275	1.7	34	1= 980 2= 120	"	
02H00	50.0	25.2	300	2.2	34	1= 1.020 2= 120	"	
04H00	50.0	25.2	300	2.3	34	1= 980 2= 90	"	
06H00	50.0	25.2	300	2.1	34	1= 790 2= 80	"	



REVISADO POR: *[Signature]*

APROBADO POR: *[Signature]*

INSPECTOR TÉCNICO DE BODEGA DE FRÍO

DIRECTOR DE ELABORACIÓN

APÉNDICE H:

REGISTRO DE CAPACITACIÓN

REGISTRO DE ENTRENAMIENTO

AÑO	MES	DÍA
-----	-----	-----

Nombres :	Apellidos:
Cargo:	Área/Sección:

Nombre del Programa:	<input type="checkbox"/> Interno	Recibido por:
Institución:	<input type="checkbox"/> Externo	----- Funcionario-Empleado
Lugar:		Supervisado por:
Fecha de Realización:	Duración:	----- Formación y Desarrollo

V. 08.2003

ORIGINAL = FORMACIÓN Y DESARROLLO

REG - 347.03

EVALUACIÓN DEL ENTRENAMIENTO

AÑO	MES	DÍA
-----	-----	-----

Escriba su calificación en la casilla ubicada frente a cada concepto, teniendo en cuenta la siguiente escala:
 5 = Excelente 4 = Muy Bueno 3 = Bueno 2 = Regular 1 = No Adecuado

Nombre del Programa:			
CONTENIDO	Puntaje	LOGÍSTICA	Puntaje
1.- Respondió a sus expectativas		5.- Material didáctico utilizado (<i>Opcional</i>)	
2.- Resultó útil para su desempeño		6.- Condiciones ambientales y físicas de aula	
3.- Adquirió conocimientos nuevos y enriquecedores		7.- Evaluación global del curso o evento	
4.- Se lograron los objetivos del curso o evento			

FACILITADOR (ES)	Nombre:	Nombre:	Nombre:
	Puntaje	Puntaje	Puntaje
1.- Demostró dominio del tema			
2.- Claridad en la exposición			
3.- Logró interés y participación del grupo			
4.- Utilización del tiempo asignado			
5.- Utilización de ayudas didácticas			
6.- Asistencia y puntualidad			



CIB-ESPOL

Comentarios Generales:.....

.....

.....

.....

.....

V. 08.2003

ORIGINAL = FORMACIÓN Y DESARROLLO

REG - 347.03

APÉNDICE I:

**IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE ASPECTOS
AMBIENTALES**

	INSTRUCCIÓN DE TRABAJO	ITR- 470.01.007
INSTRUCCIÓN:	IDENTIFICACION Y EVALUACION DE ASPECTOS AMBIENTALES	
RESPONSABLE:	Jefe de Gestión Ambiental	
		Dpto. de Gestión Ambiental

1. OBJETIVO

- Identificar los aspectos e impactos ambientales, de las actividades productivas y servicios que se generan en Compañía de Cervezas Heineken.
- Evaluar cada uno de los aspectos identificados mediante el análisis de los parámetros definidos.
- Determinar la significancia de dichos aspectos mediante el resultado de la evaluación.

2. RESPONSABILIDAD

Será responsabilidad del **Jefe de Gestión Ambiental** en conjunto con los Directores / Jefes del área generadora de los aspectos ambientales, realizar la identificación y evaluación de los aspectos generados.

3. IDENTIFICACIÓN DE ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTALES

Para todos de la identificación de aspectos e impactos ambientales se llevarán a cabo los siguientes pasos:

3.1 Identificación de ACTIVIDADES

Como punto inicial de la identificación de aspectos ambientales, determinar cuáles son los procesos que se llevan a cabo en el área a evaluar e identificar cuáles son las actividades, productos y servicios asociados.

3.2 Identificación de la SITUACION

Una vez establecidas las actividades que se llevan a cabo en el área a evaluar, identificar la **condición de la actividad**. Para efectos de esta identificación se han establecido los siguientes criterios de calificación:

N	→	Operación Normal
A	→	Operación Anormal
E	→	Riesgo/ Emergencia

- Operación Normal:** Actividades o situaciones rutinarias y planificadas de operación que intervengan dentro del proceso productivo y de distribución de bebidas.
- Operación Anormal:** Actividades o situaciones planificadas o procesos que son diferentes a los procesos normales de producción, tales como arranques, paradas, mantenimientos, etc.
- Riesgo/ Emergencia:** Acciones no planificadas, cuyas consecuencias pueden ocasionar graves daños a personas o instalaciones y afectar al medio ambiente y que requieren de una acción inmediata ejecutada en forma rápida y procesada efectiva. Se ejecutará el análisis de riesgo asociado al análisis de riesgo.

Fecha de Implantación:	REV. No.	Fecha de Revisión:	Revisado Por:	Fol. Ho.
20 de enero del 2002	06			1 de 6

LOCALIDAD CONTAMINADA: PUEBLO NUEVO, SITIO CORRAL, REPUBLICA DE ESTADOS UNIDOS MEXICANOS

	INSTRUCCIÓN DE TRABAJO	ITR- 470.01.007
INSTRUCCIÓN:	IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE ASPECTOS AMBIENTALES	Área/Sección: Dpto. de Gestión Ambiental
RESPONSABLE:	Jefe de Gestión Ambiental	

3.3 Identificación de ASPECTOS AMBIENTALES

De acuerdo a conocimiento del puesto de trabajo, describa cuáles son los aspectos ambientales que se generan como resultado de la ejecución de dichas actividades, productos o servicios.

Entiéndase por aspecto ambiental:
A todos aquellos elementos de las actividades, productos y servicios de la Compañía de Carreteras Nacionales que pueden interactuar con el medio ambiente.

3.5 Identificación de la CLASE

Este parámetro se asignará en función del impacto que dicho aspecto genera en el medio ambiente, estableciéndose los siguientes criterios de evaluación:

B	→	Beneficiosa
A	→	Adverso

- **Beneficiosa** Cuando las actividades por diseño o serlo, tienen como efecto la conservación de la materia prima o reducción de la contaminación.
- **Adverso** Cuando los elementos de las actividades interactúan con el medio ambiente, afectándolo en forma negativa a través de la contaminación o del uso desmedido de insumos o recursos.

4. EVALUACIÓN DE ASPECTOS AMBIENTALES

Un aspecto ambiental puede ser considerado significativo o no significativo. La misma **aspecto ambiental significativo** a aquel aspecto que tiene o puede tener un **impacto ambiental significativo**.

A fin de determinar la significancia de los aspectos ambientales se han definido los siguientes niveles de evaluación - ordenados según importancia:

3.4 Identificación de IMPACTOS AMBIENTALES

Una vez definidos los aspectos ambientales que genera el área a evaluar determine cuáles es (son) el (los) impacto(s) ambiental(es) que se generan como resultado de la ejecución de dichas actividades, productos y servicios.

Entiéndase por impacto ambiental:
Cualquier cambio en el ambiente ya sea este adverso o beneficioso, total o parcial resultado de las actividades, productos y servicios que se llevan a cabo en la Compañía de Carreteras Nacionales.

Definido de los impactos ambientales tenemos:

- Contaminación al Agua
- Contaminación al Suelo
- Contaminación al Aire
- Agotamiento de Recursos

4. EVALUACIÓN DE ASPECTOS AMBIENTALES

Un aspecto ambiental puede ser considerado significativo o no significativo. La misma **aspecto ambiental significativo** a aquel aspecto que tiene o puede tener un **impacto ambiental significativo**.

A fin de determinar la significancia de los aspectos ambientales se han definido los siguientes niveles de evaluación - ordenados según importancia:

Fecha de Implantación:	Rev.No.	Fecha de Revisión:	Revisado por:
20 de enero del 2002	06		

Aprobado por:	Pág. No.
	2 de 6

	INSTRUCCIÓN DE TRABAJO	ITR- 470.01.007
INSTRUCCIÓN:	IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE ASPECTOS AMBIENTALES	Area/Sección: Dpto. de Gestión Ambiental
RESPONSABLE:	Jefe de Gestión Ambiental	

Los siguientes parámetros son evaluados de manera cuantitativa y su calificación dependerá de la situación bajo la cual se genera el aspecto ambiental.

4.3 ESCALA DEL IMPACTO

Calificación determinada en función de la cantidad de aspecto que se genera como resultado de que se realice la actividad.

Se han establecido los siguientes criterios de evaluación:

- **Bajo:** Cantidad de aspecto es despreciable
- **Medio:** La cantidad del aspecto se puede controlar, reducir o evitar.
- **Alto:** La cantidad del aspecto ambiental es incontralable.

CALIFICACIÓN CUANTITATIVA

a) Si el aspecto a evaluar se genera bajo una situación Normal o Anormal se asignará la siguiente puntuación:

Bajo	→	1
Medio	→	2
Alto	→	3

b) Si el aspecto a evaluar se genera bajo una situación de Riesgo al Parámetro Expositivo. De esta forma se establece la siguiente:

Bajo	→	1
Medio	→	2
Alto	→	3

relación; la calificación dependerá del puntaje asignado en el Proyecto de Identificación de Riesgos y Evaluación de Impacto (A.G. 327 16)

Evaluación de RIESGOS

Exposición

1 - 1
5 - 7
8 - 10

Evaluación de ASPECTOS

Escala

1	BA
2	ME
3	AL

4.4 SEVERIDAD

Determinada por la criticidad o gravedad del impacto en función de la peligrosidad del mismo.

Se han establecido los siguientes criterios de calificación:

- **Bajo:** El impacto que se produce en el entorno es despreciable.
- **Medio:** Su carga contaminante no afecta al sistema de tratamiento.
- **Alto:** Su carga contaminante afecta los sistemas de tratamiento y son más críticos en el ambiente global - Alimento toxico, radiactivo, inflamable, explosivo, PCB (Isómeros Poloclorados).

CALIFICACIÓN CUANTITATIVA

INSTRUCCIÓN DE TRABAJO		ITR- 470.01.007
INSTRUCCIÓN:	IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE ASPECTOS AMBIENTALES	
RESPONSABLE:	Jefe de Gestión Ambiental	

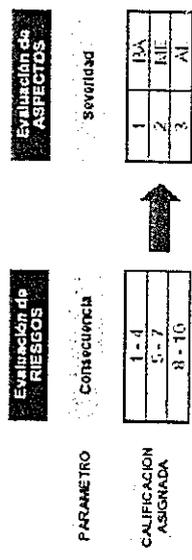
4.5 PROBABILIDAD

Se refiere a la probabilidad de ocurrencia del ASPECTO, independientemente de su duración y de la de su impacto, asediada a la frecuencia de la actividad y eventos especiales. Se evalúa de acuerdo a los siguientes criterios de evaluación:

- Bajo:** Cuando están presentes condiciones de operación más serenas que las contempladas en el plan de trabajo, pero con un nivel de riesgo a la ocurrencia del impacto.

Bajo	→	1
Medio	→	2
Alto	→	3

a) Si el aspecto a evaluar se genera bajo una situación Normal o Anormal se asignará la siguiente puntuación:



PARÁMETRO
CONSECUENCIA

1-4
5-7
8-10

SEVERIDAD

BA
ME
AL

CALIFICACION ASIGNADA

- Medio:** Cuando la probabilidad de que el impacto ocurra se incrementa debido a que:
 - No existe contención adecuada en caso de derrames.
 - Los operadores están en mal estado.
 - El alta capacidad, entorno ambiental, expansión o procedimientos escallos.
 - No hay mantenimiento de alarma temprana.

Fecha de Implementación:	Rev. No.	Fecha de Revisión:	Revisado por:
20 de enero del 2002	06		
Aprobado por:			PAI. No. 5096

	INSTRUCCIÓN DE TRABAJO	ITR- 470.01.007
INSTRUCCIÓN:	IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE ASPECTOS AMBIENTALES	
RESPONSABLE:	Jefe de Gestión Ambiental	
<p>Área/Sección: Dpto. de Gestión Ambiental</p>		

e) Existen antecedentes de que el aspecto impactado ha ocurrido con anterioridad

Medio	→	{ Una vez al mes Una vez a la semana
-------	---	--

- **Alto:** Cuando todas las características del proceso, el impacto ocurre con total seguridad, a menos que cambie alguna de las condiciones habituales de operación (sólamente aplicable en situaciones NORMALES)

Alto	→	{ Una vez al día Continuo
------	---	---------------------------------

f) Si el aspecto se genera bajo una situación de Riesgo, la calificación dependerá del puntaje asignado en el momento de la identificación de Riesgos / Evaluación de Riesgos (REG 227) al parámetro Programado. De esta forma se establecer la siguiente relación:

Evaluación de RIESGOS	Probabilidad	Evaluación de ASPECTOS
1-4	1	BA
5-7	2	ME
8-10	3	A

↑

PARAMETRO CALIFICACION ASIGNADA

5. DETERMINACIÓN DE SIGNIFICANCIA

Una vez evaluados todos los parámetros, se determina que un aspecto ambiental es significativo si se cumple cualquiera de las siguientes condiciones producto de la evaluación:

- Si existe un Requisito Legal Aplicable
- Calificación de Legitimación Asignada equivalente a S
- Si existen Partes Interesadas
- Calificación de Partes Interesadas equivalente a S...
- Si la suma de la calificación asignada a los parámetros **Severa**, **Severidad** y **Probabilidad** es mayor o igual a 6.

Fecha de Implicación:	Rev. No.:	Fecha de Revisión:	Revisado por:	Aprobado por:
20 de enero del 2002	00			
Fecha de Implicación: 27/04/2019 min 06:06:56				

APÉNDICE J:

TABLA DE CAPACIDADES DE LAS TRAMPAS DE FLOTADOR

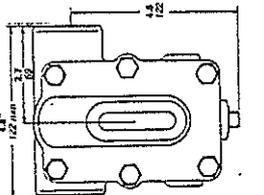
Spirax/sarco

Cast Iron Float & Thermostatic Steam Traps FTI-15, FTI-30, FTI-75, FTI-125, FTI-200

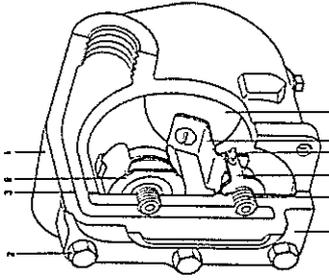
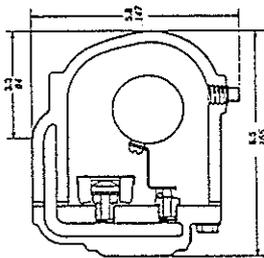
Model	FTI-15	FTI-30	FTI-75	FTI-125	FTI-200
PMA	15 psig	30 psig	75 psig	125 psig	200 psig
Size	1 1/2" x 3/4" x 1 1/2"				
Connections	NPT				
Construction	Cast Iron Body & Cover Stainless Steel Internals				

The Spirax Sarco FTI contains a float valve mechanism which discharges condensate continuously as steam temperature while non-condensable gases are released by separate internal bellows pressure. The air line piping connections simplify installation.

TYPICAL APPLICATIONS
Air heating coils, heat exchangers, steam main drip stations, small process equipment, particularly when controlled by a modulating temperature control valve; replacement of less efficient inverted bucket traps on unit heating equipment.



WEIGHT: 11.3 lb
3 kg



LIMITING OPERATING CONDITIONS
Max. Operating Pressure (PMA): FTI-15: 15 psig (1.0 barg)
FTI-30: 30 psig (2.1 barg)
FTI-75: 75 psig (5.2 barg)
FTI-125: 125 psig (8.6 barg)
FTI-200: 200 psig (13.8 barg)

Max. Operating Temperature: 45°F (23°C) of superheat at all operating pressures

PRESSURE SHELL DESIGN CONDITIONS

PMA: 200 psig/up to 450°F 13.8 barg/up to 232°C
Max. allowable pressure
TMA: 450°F/200 psig 232°C/13.8 barg
Max. allowable temperature

CONSTRUCTION MATERIALS

No.	Part	Material
1	Body	Cast Iron
2	Cover Screws	Carbon Steel
3	Cover Gasket	Graphite
4	Cover	Cast Iron
5	Valve Seal	Stainless Steel
6	Ball Float	Stainless Steel
7	Ball Arm	Stainless Steel
8	Air Vent Assembly	Stainless Steel
9	Air Vent Head	Stainless Steel
10	Air Vent Seal	Stainless Steel
11	Sight Batcher	Stainless Steel
12	Float Pin	Stainless Steel
13	Valve Head	Stainless Steel

Local regulations may control the use of this product. Before the conditions quoted, limiting conditions refer to standard steam service only. In the interests of development and improvement of the product, we reserve the right to change the specifications.

Cast Iron Float & Thermostatic Steam Traps FTI-15, FTI-30, FTI-75, FTI-125, FTI-200

SAMPLE SPECIFICATION

Steam traps shall be of the mechanical float type having cast iron bodies, NPT horizontal inlet and outlet connections, and all stainless steel internals. The operating into the trap body shall be a stainless steel balanced pressure diaphragm. The vent chamber without sustaining damage. Internals of the trap shall be completely serviceable without disturbing the piping.

INSTALLATION

A pipeline strainer should be installed ahead of any steam trap. Full-port ball valves should be placed in permit servicing. The trap should be installed below the drainage point of the equipment with a collecting leg before the trap in a position so that the float area is in a horizontal plane and the float rises and falls vertically with the flow direction as indicated on the body. Refer to the IMI which accompanies the product for complete instructions.

MAINTENANCE

This product can be maintained without disturbing the piping connections. Complete isolation from both supply and return line is required before any servicing is performed. The trap should be disassembled periodically for inspection and cleaning of the valve head and seal operating mechanism and air vent. Worn or damaged parts should be replaced using a complete valve mechanism assembly and/or air vent assembly. Complete installation and maintenance instructions are given in the IMI, which accompanies the product.

CAPACITIES IN LB/HR HOI CONDENSATE

	FTI-30	FTI-75	FTI-125	FTI-200
10"	379	643	1091	1677
12"	407	700	1185	1808
14"	435	757	1279	1938
16"	463	814	1373	2068
18"	491	871	1467	2198
20"	519	928	1561	2328
22"	547	985	1655	2458
24"	575	1042	1749	2588
26"	603	1099	1843	2718
28"	631	1156	1937	2848
30"	659	1213	2031	2978
32"	687	1270	2125	3108
34"	715	1327	2219	3238
36"	743	1384	2313	3368
38"	771	1441	2407	3498
40"	799	1498	2501	3628
42"	827	1555	2595	3758
44"	855	1612	2689	3888
46"	883	1669	2783	4018
48"	911	1726	2877	4148
50"	939	1783	2971	4278
52"	967	1840	3065	4408
54"	995	1897	3159	4538
56"	1023	1954	3253	4668
58"	1051	2011	3347	4798
60"	1079	2068	3441	4928
62"	1107	2125	3535	5058
64"	1135	2182	3629	5188
66"	1163	2239	3723	5318
68"	1191	2296	3817	5448
70"	1219	2353	3911	5578
72"	1247	2410	4005	5708
74"	1275	2467	4099	5838
76"	1303	2524	4193	5968
78"	1331	2581	4287	6098
80"	1359	2638	4381	6228
82"	1387	2695	4475	6358
84"	1415	2752	4569	6488
86"	1443	2809	4663	6618
88"	1471	2866	4757	6748
90"	1499	2923	4851	6878
92"	1527	2980	4945	7008
94"	1555	3037	5039	7138
96"	1583	3094	5133	7268
98"	1611	3151	5227	7398
100"	1639	3208	5321	7528
102"	1667	3265	5415	7658
104"	1695	3322	5509	7788
106"	1723	3379	5603	7918
108"	1751	3436	5697	8048
110"	1779	3493	5791	8178
112"	1807	3550	5885	8308
114"	1835	3607	5979	8438
116"	1863	3664	6073	8568
118"	1891	3721	6167	8698
120"	1919	3778	6261	8828
122"	1947	3835	6355	8958
124"	1975	3892	6449	9088
126"	2003	3949	6543	9218
128"	2031	4006	6637	9348
130"	2059	4063	6731	9478
132"	2087	4120	6825	9608
134"	2115	4177	6919	9738
136"	2143	4234	7013	9868
138"	2171	4291	7107	9998
140"	2199	4348	7201	10128
142"	2227	4405	7295	10258
144"	2255	4462	7389	10388
146"	2283	4519	7483	10518
148"	2311	4576	7577	10648
150"	2339	4633	7671	10778
152"	2367	4690	7765	10908
154"	2395	4747	7859	11038
156"	2423	4804	7953	11168
158"	2451	4861	8047	11298
160"	2479	4918	8141	11428
162"	2507	4975	8235	11558
164"	2535	5032	8329	11688
166"	2563	5089	8423	11818
168"	2591	5146	8517	11948
170"	2619	5203	8611	12078
172"	2647	5260	8705	12208
174"	2675	5317	8799	12338
176"	2703	5374	8893	12468
178"	2731	5431	8987	12598
180"	2759	5488	9081	12728
182"	2787	5545	9175	12858
184"	2815	5602	9269	12988
186"	2843	5659	9363	13118
188"	2871	5716	9457	13248
190"	2899	5773	9551	13378
192"	2927	5830	9645	13508
194"	2955	5887	9739	13638
196"	2983	5944	9833	13768
198"	3011	6001	9927	13898
200"	3039	6058	10021	14028
202"	3067	6115	10115	14158
204"	3095	6172	10209	14288
206"	3123	6229	10303	14418
208"	3151	6286	10397	14548
210"	3179	6343	10491	14678
212"	3207	6400	10585	14808
214"	3235	6457	10679	14938
216"	3263	6514	10773	15068
218"	3291	6571	10867	15198
220"	3319	6628	10961	15328
222"	3347	6685	11055	15458
224"	3375	6742	11149	15588
226"	3403	6799	11243	15718
228"	3431	6856	11337	15848
230"	3459	6913	11431	15978
232"	3487	6970	11525	16108
234"	3515	7027	11619	16238
236"	3543	7084	11713	16368
238"	3571	7141	11807	16498
240"	3599	7198	11901	16628
242"	3627	7255	11995	16758
244"	3655	7312	12089	16888
246"	3683	7369	12183	17018
248"	3711	7426	12277	17148
250"	3739	7483	12371	17278
252"	3767	7540	12465	17408
254"	3795	7597	12559	17538
256"	3823	7654	12653	17668
258"	3851	7711	12747	17798
260"	3879	7768	12841	17928
262"	3907	7825	12935	18058
264"	3935	7882	13029	18188
266"	3963	7939	13123	18318
268"	3991	7996	13217	18448
270"	4019	8053	13311	18578
272"	4047	8110	13405	18708
274"	4075	8167	13499	18838
276"	4103	8224	13593	18968
278"	4131	8281	13687	19098
280"	4159	8338	13781	19228
282"	4187	8395	13875	19358
284"	4215	8452	13969	19488
286"	4243	8509	14063	19618
288"	4271	8566	14157	19748
290"	4299	8623	14251	19878
292"	4327	8680	14345	20008
294"	4355	8737	14439	20138
296"	4383	8794	14533	20268
298"	4411	8851	14627	20398
300"	4439	8908	14721	20528
302"	4467	8965	14815	20658
304"	4495	9022	14909	20788
306"	4523	9079	15003	20918
308"	4551	9136	15097	21048
310"	4579	9193	15191	21178
312"	4607	9250	15285	21308
314"	4635	9307	15379	21438
316"	4663	9364	15473	21568
318"	4691	9421	15567	21698
320"	4719	9478	15661	21828
322"	4747	9535	15755	21958
324"	4775	9592	15849	22088
326"	4803	9649	15943	22218
328"	4831	9706	16037	22348
330"	4859	9763	16131	22478
332"	4887	9820	16225	22608
334"	4915	9877	16319	22738
336"	4943	9934	16413	22868
338"	4971	9991	16507	22998
340"	4999	10048	16601	23128
342"	5027	10105	16695	23258
344"	5055	10162	16789	23388
346"	5083	10219	16883	23518
348"	5111	10276	16977	23648
350"	5139	10333	17071	23778
352"	5167	10390	17165	23908
354"	5195	10447	17259	24038
356"	5223	10504	17353	24168
358"	5251	10561	17447	24298
360"	5279	10618	17541	24428
362"	5307	10675	17635	24558
364"	5335	10732	17729	24688
366"	5363	10789	17823	24818
368"	5391	10846	17917	24948
370"	5419	10903	18011	25078
372"	5447	10960	18105	25208
374"	5475	11017	18199	25338
376"	5503	11074	18293	25468
378"	5531	11131	18387	25598
380"	5559	11188	18481	25728
382"	5587	11245	18575	25858
384"	5615	11302	18669	25988
386"	5643	11359	18763	26118
388"	5671	11416	18857	26248
390"	5699	11473	18951	26378
392"	5727	11530	19045	26508
394"	5755	11587	19139	26638
396"	5783	11644	19233	26768
398"	5811	11701	19327	26898
400"	5			

Cast Iron Float & Thermostatic Steam Traps

FT, FTI and FTB Capacities

spirax/sarco
Cast Iron Float & Thermostatic Steam Traps
FT, FTI and FTB Capacities

CAPACITIES IN LB/H HOT CONDENSATE

Inlet/Outlet Pressure	FT-150		FT-200		FTB-20	FTB-25	FTB-30	FTB-125	FTB-175
	1/2" 1-1/4" 1-1/2"	1/2" 1-1/4" 1-1/2"	1/2" 1-1/4" 1-1/2"	1/2" 1-1/4" 1-1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1-1/2"
100 psig	170	170	275	275	1300	1300	1300	1300	2600
80 psig	170	170	275	275	1300	1300	1300	1300	2600
60 psig	170	170	275	275	1300	1300	1300	1300	2600
40 psig	170	170	275	275	1300	1300	1300	1300	2600
20 psig	170	170	275	275	1300	1300	1300	1300	2600
10 psig	170	170	275	275	1300	1300	1300	1300	2600
5 psig	170	170	275	275	1300	1300	1300	1300	2600
3 psig	170	170	275	275	1300	1300	1300	1300	2600
2 psig	170	170	275	275	1300	1300	1300	1300	2600
1 psig	170	170	275	275	1300	1300	1300	1300	2600

CAPACITIES IN LB/H HOT CONDENSATE

Inlet/Outlet Pressure	FT-150		FT-200		FTB-20	FTB-25	FTB-30	FTB-125	FTB-175
	1/2" 1-1/4" 1-1/2"	1/2" 1-1/4" 1-1/2"	1/2" 1-1/4" 1-1/2"	1/2" 1-1/4" 1-1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1-1/2"
100 psig	170	170	275	275	1300	1300	1300	1300	2600
80 psig	170	170	275	275	1300	1300	1300	1300	2600
60 psig	170	170	275	275	1300	1300	1300	1300	2600
40 psig	170	170	275	275	1300	1300	1300	1300	2600
20 psig	170	170	275	275	1300	1300	1300	1300	2600
10 psig	170	170	275	275	1300	1300	1300	1300	2600
5 psig	170	170	275	275	1300	1300	1300	1300	2600
3 psig	170	170	275	275	1300	1300	1300	1300	2600
2 psig	170	170	275	275	1300	1300	1300	1300	2600
1 psig	170	170	275	275	1300	1300	1300	1300	2600

ORIFICE DIAMETER

psi	150	180	200	250	300	350	400	450	500	600	700	800	900	1000
1/2"	1.18	1.25	1.32	1.48	1.65	1.82	2.00	2.18	2.35	2.75	3.15	3.55	3.95	4.35
3/4"	1.32	1.40	1.48	1.70	1.95	2.20	2.45	2.70	2.95	3.50	4.00	4.50	5.00	5.50
1"	1.48	1.58	1.68	2.00	2.35	2.70	3.05	3.40	3.75	4.50	5.15	5.80	6.45	7.10
1 1/2"	1.75	1.88	2.02	2.45	2.90	3.35	3.80	4.25	4.70	5.70	6.50	7.30	8.10	8.90
2"	2.02	2.18	2.35	2.90	3.45	4.00	4.55	5.10	5.65	6.80	7.80	8.80	9.80	10.80

For Lph, multiply by 5.4

* Each orifice is a double vented trap

Telephone: (610) 797-5830 FAX (610) 423-1346
 TIS 2.317 US 03 94

Telephone: (610) 797-5830 FAX (610) 423-1346
 SPIRAX SARCO, INC., P.O. BOX 119, ALLENTOWN, PA 18105

Steam Trapping

Float & Thermostatic

CAPACITIES IN LB/H HOT CONDENSATE

Inlet/Outlet Pressure	FT-FTI-15 *		FT-FTI-20 *		FT-FTI-25 *		FT-FTI-125 *		FTI-200	
	1/2" 3/4" 1" 1 1/2"	1/2" 3/4" 1" 1 1/2"	1/2" 3/4" 1" 1 1/2"	1/2" 3/4" 1" 1 1/2"	1/2" 3/4" 1" 1 1/2"	1/2" 3/4" 1" 1 1/2"	1/2" 3/4" 1" 1 1/2"	1/2" 3/4" 1" 1 1/2"	1/2" 3/4" 1" 1 1/2"	1/2" 3/4" 1" 1 1/2"
100 psig	279	315	350	400	450	500	550	600	650	700
80 psig	279	315	350	400	450	500	550	600	650	700
60 psig	279	315	350	400	450	500	550	600	650	700
40 psig	279	315	350	400	450	500	550	600	650	700
20 psig	279	315	350	400	450	500	550	600	650	700
10 psig	279	315	350	400	450	500	550	600	650	700
5 psig	279	315	350	400	450	500	550	600	650	700
3 psig	279	315	350	400	450	500	550	600	650	700
2 psig	279	315	350	400	450	500	550	600	650	700
1 psig	279	315	350	400	450	500	550	600	650	700

ORIFICE DIAMETER

psi	150	180	200	250	300	350	400	450	500	600	700	800	900	1000
1/2"	1.18	1.25	1.32	1.48	1.65	1.82	2.00	2.18	2.35	2.75	3.15	3.55	3.95	4.35
3/4"	1.32	1.40	1.48	1.70	1.95	2.20	2.45	2.70	2.95	3.50	4.00	4.50	5.00	5.50
1"	1.48	1.58	1.68	2.00	2.35	2.70	3.05	3.40	3.75	4.50	5.15	5.80	6.45	7.10
1 1/2"	1.75	1.88	2.02	2.45	2.90	3.35	3.80	4.25	4.70	5.70	6.50	7.30	8.10	8.90
2"	2.02	2.18	2.35	2.90	3.45	4.00	4.55	5.10	5.65	6.80	7.80	8.80	9.80	10.80

* FTI-3/4" to 2"
 FTI: 1/2", 3/4", 1"

Local regulations may restrict the use of this product below the conditions specified. Limiting conditions refer to standard conventional units.
 In the interest of development and improvement of the product, we reserve the right to change the specifications.

TIS 2.317 US 03 94

APÉNDICE K

DIMENSIONAMIENTO DEL INTERCAMBIADOR DE CALOR



CTB-ESPOL

The process of heat exchange between two fluids that are at different temperatures and separated by a solid wall occurs in many engineering applications. The device used to implement this exchange is termed a *heat exchanger*, and specific applications may be found in space heating and air-conditioning, power production, waste heat recovery, and chemical processing. In this chapter we consider the principles of heat transfer needed to design and/or to evaluate the performance of a heat exchanger.

11.1 HEAT EXCHANGER TYPES

Heat exchangers are typically classified according to *flow arrangement* and *type of construction*. The simplest heat exchanger is one for which the hot and cold fluids move in the same or opposite directions in a *concentric tube* (or *double-pipe*) construction. In the *parallel-flow* arrangement of Figure 11.1a, the hot and cold fluids enter at the same end, flow in the same direction, and leave at the same end. In the *counterflow* arrangement of Figure 11.1b, the fluids enter at opposite ends, flow in opposite directions, and leave at opposite ends.

Alternatively, the fluids may move in *cross flow* (perpendicular to each other), as shown by the *finned* and *unfinned* tubular heat exchangers of Figure 11.2. The two configurations differ according to whether the fluid moving over the tubes is *unmixed* or *mixed*. In Figure 11.2a, the fluid is said to be *unmixed*

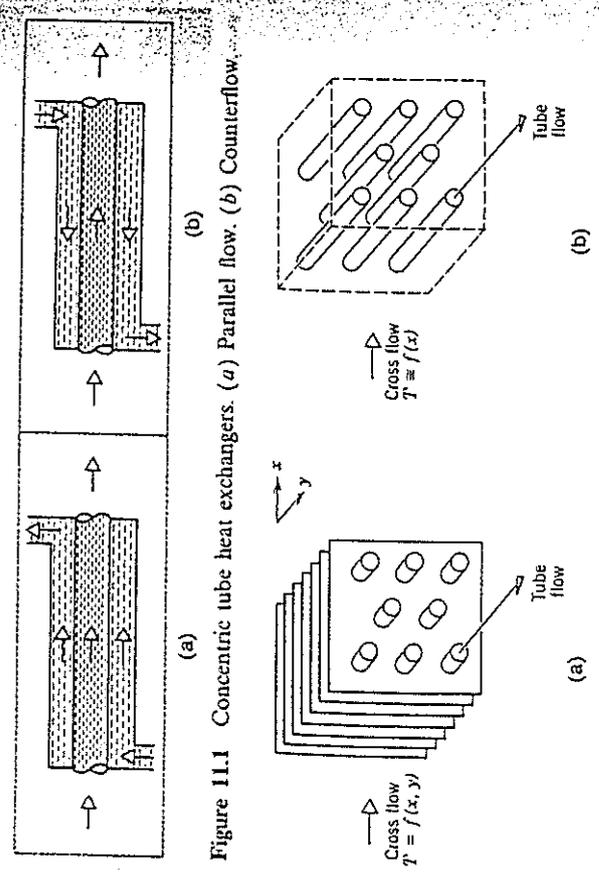


Figure 11.1 Concentric tube heat exchangers. (a) Parallel flow. (b) Counterflow.

Figure 11.2 Cross-flow heat exchangers. (a) Finned with both fluids unmixed. (b) Unfinned with one fluid mixed and the other unmixed.

because the fins prevent motion in a direction (y) that is transverse to the main-flow direction (x). In this case the fluid temperature varies with x and y . In contrast, for the unfinned tube bundle of Figure 11.2b, fluid motion, hence mixing, in the transverse direction is possible, and temperature variations are primarily in the main-flow direction. Since the tube flow is unmixed, both fluids are unmixed in the finned exchanger, while one fluid is mixed and the other unmixed in the unfinned exchanger. The nature of the mixing condition can significantly influence heat exchanger performance.

Another common configuration is the *shell-and-tube* heat exchanger [1]. Specific forms differ according to the number of shell and tube passes, and the simplest form, which involves single tube and shell passes, is shown in Figure

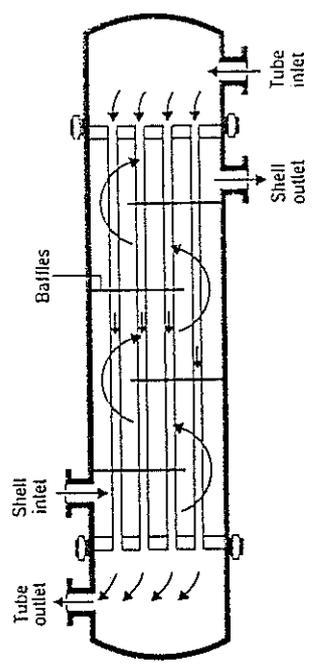


Figure 11.3 Shell-and-tube heat exchanger with one shell pass and one tube pass (cross-counterflow mode of operation).

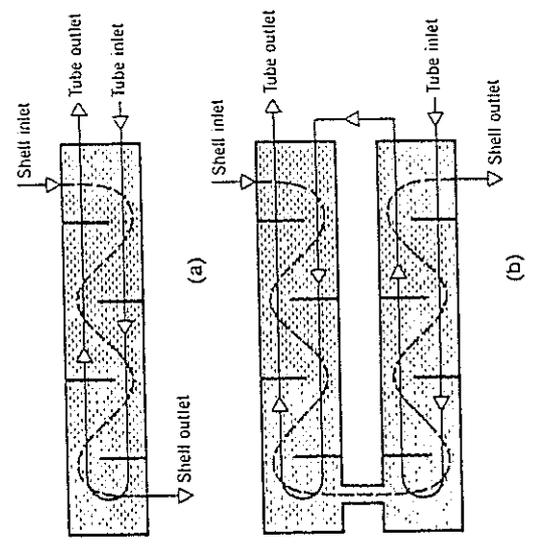


Figure 11.4 Shell-and-tube heat exchangers. (a) One shell pass and two tube passes. (b) Two shell passes and four tube passes.

where $\Delta T = T_h - T_c$ is the local temperature difference between the hot and cold fluids.

To determine the integrated form of Equation 11.12, we begin by substituting Equations 11.10 and 11.11 into the differential form of Equation 11.8

$$d(\Delta T) = dT_h - dT_c$$

to obtain

$$d(\Delta T) = -dq \left(\frac{1}{C_h} + \frac{1}{C_c} \right)$$

Substituting for dq from Equation 11.12 and integrating across the heat exchanger, we obtain

$$\int_1^2 \frac{d(\Delta T)}{\Delta T} = -U \left(\frac{1}{C_h} + \frac{1}{C_c} \right) \int_1^2 dA$$

or

$$\ln \left(\frac{\Delta T_2}{\Delta T_1} \right) = -UA \left(\frac{1}{C_h} + \frac{1}{C_c} \right) \quad (11.13)$$

Substituting for C_h and C_c from Equations 11.6b and 11.7b, respectively, it follows that

$$\begin{aligned} \ln \left(\frac{\Delta T_2}{\Delta T_1} \right) &= -UA \left(\frac{T_{h,i} - T_{h,o}}{q} + \frac{T_{c,o} - T_{c,i}}{q} \right) \\ &= -\frac{UA}{q} [(T_{h,i} - T_{c,i}) - (T_{h,o} - T_{c,o})] \end{aligned}$$

Recognizing that, for the parallel-flow heat exchanger of Figure 11.7, $\Delta T_1 = (T_{h,i} - T_{c,i})$ and $\Delta T_2 = (T_{h,o} - T_{c,o})$, we then obtain

$$q = UA \frac{\Delta T_2 - \Delta T_1}{\ln(\Delta T_2/\Delta T_1)}$$

Comparing the above expression with Equation 11.9, we conclude that the appropriate average temperature difference is a *log mean temperature difference*, ΔT_{lm} . Accordingly, we may write

$$q = UA \Delta T_{lm} \quad (11.14)$$

where

$$\Delta T_{lm} = \frac{\Delta T_2 - \Delta T_1}{\ln(\Delta T_2/\Delta T_1)} = \frac{\Delta T_1 - \Delta T_2}{\ln(\Delta T_1/\Delta T_2)} \quad (11.15)$$

Remember that, for the parallel-flow exchanger,

$$\begin{aligned} \Delta T_1 &\equiv T_{h,1} - T_{c,1} = T_{h,i} - T_{c,i} \\ \Delta T_2 &\equiv T_{h,2} - T_{c,2} = T_{h,o} - T_{c,o} \end{aligned} \quad (11.16)$$

11.3.2 The Counterflow Heat Exchanger

The hot and cold fluid temperature distributions associated with a counterflow heat exchanger are shown in Figure 11.8. In contrast to the parallel-flow exchanger, this configuration provides for heat transfer between the hotter portions of the two fluids at one end, as well as between the colder portions at the other. For this reason, the change in the temperature difference, $\Delta T = T_h - T_c$, with respect to x is nowhere as large as it is for the inlet region of the parallel-flow exchanger. Note that the outlet temperature of the cold fluid may now exceed the outlet temperature of the hot fluid.

Equations 11.6b and 11.7b apply to any heat exchanger, and hence may be used for the counterflow arrangement. Moreover, from an analysis like that performed in Section 11.3.1, it may be shown that Equations 11.14 and 11.15 also apply. However, for the counterflow exchanger the endpoint temperature differences must now be defined as

$$\begin{aligned} \Delta T_1 &\equiv T_{h,1} - T_{c,1} = T_{h,i} - T_{c,o} \\ \Delta T_2 &\equiv T_{h,2} - T_{c,2} = T_{h,o} - T_{c,i} \end{aligned} \quad (11.17)$$

Note that, for the same inlet and outlet temperatures, the log mean tempera-

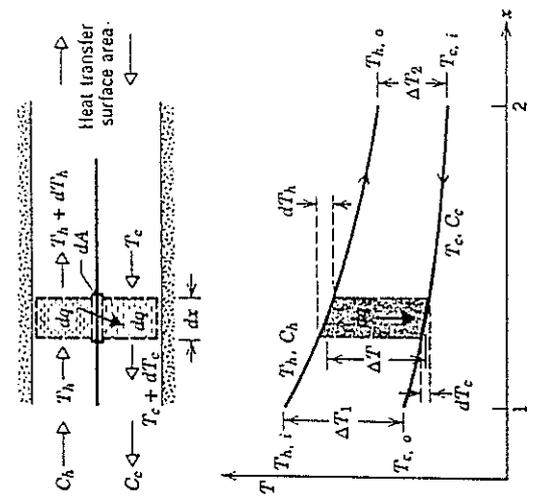


Figure 11.8 Temperature distributions for a counterflow heat exchanger.

How to Trap Shell & Tube Heat Exchangers & Submerged Coils

Submerged coils are heat transfer elements which are immersed in the liquid to be heated, evaporated or concentrated. This type of coil is found in virtually every plant institution which uses steam. Common examples are water heaters, reboilers, reaction heaters, evaporators, and vaporizers. These are used in heating water for process domestic use, vaporizing industrial gases such as propane and oxygen, concentrating in-process fluids such as sugar, black liquor and petroleum and heating fuel oil for easy transfer and atomization.

Different application requirements involving constant or variable steam pressure determine which type of trap should be used. Trap selection factors include the ability to handle air at low differential pressures, energy conservation and the removal of

dirt and slugs of condensate. Three standard methods of sizing help determine the proper type and size traps for coils.

Safety Factor

- I. Constant Steam Pressure.
INVERTED BUCKET TRAPS OR F&T TRAPS—use a 2:1 safety factor at operating pressure differentials.
- II. Modulating Steam Pressure.
F&T TRAPS OR INVERTED BUCKET TRAPS.
 1. 0-15 psig steam—2:1 at ½ psi pressure differential (on F&T traps SHEMA ratings can also be used).
 2. 16-30 psig steam—2:1 at 2 psi pressure differential.
 3. Above 30 psig steam—3:1 at ½ of maximum pressure differential across the trap.

- III. For constant or modulating steam pressure with syphon drainage. An automatic differential condensate controller with a safety factor of 3:1 should be used. An alternate is an IBLV with a 5:1 safety factor.

Apply the safety factor at full differential on constant steam pressure. Apply the safety factor at one half maximum differential for modulating steam pressure.

Shell and Tube Heat Exchangers

One type of submerged coil is the shell and tube heat exchanger (Fig. 26-1). In these exchangers, numerous tubes are installed in a housing or shell with confined free area. This assures positive contact with the tubes by any fluid flowing in the shell. Although the term submerged coil implies that steam is in the tubes and the tubes are submerged in the liquid being heated, the reverse can also be true where steam is in the shell and a liquid is in the tubes.

Trap Selection for Shell and Tube Heat Exchangers

To determine the condensate load on shell and tube heaters, use the following formula when actual rating is known.* (If heating coil dimensions alone are known, use formula shown for embossed coils. Be sure to select applicable "U" factor):

$$Q = \frac{L \times \Delta T \times C \times 500 \times sg}{H}$$

Where:

Q = Condensate load in lbs/hr

L = Liquid flow in GPM

ΔT = Temperature rise in °F

C = Specific heat of liquid in Btu/lb-°F (Table 50-1)

500 = 60 min/hr x 8.33 lbs/gal

sg = Specific gravity of liquid (Table 50-1)

H = Latent heat of steam in Btu/lb

(Steam Tables, page 2)

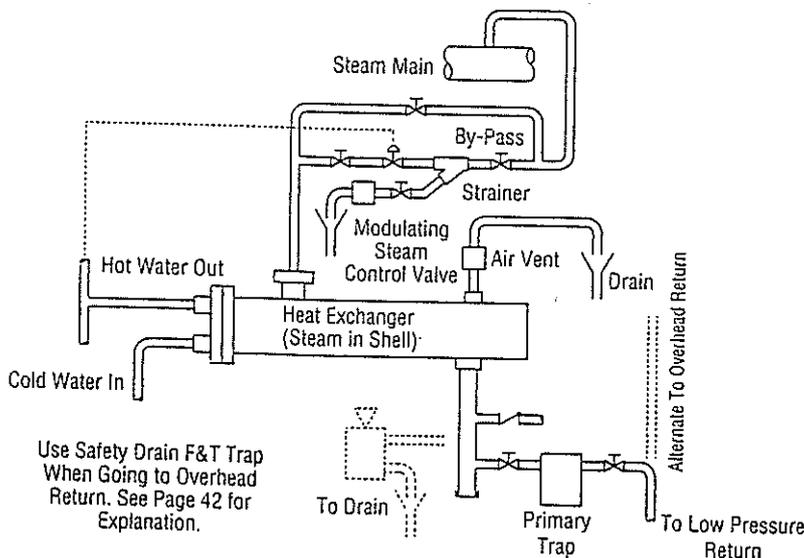
EXAMPLE: Assume a water flow rate of 50 GPM with an entering temperature of 40°F and a leaving temperature of 140°F. Steam pressure is 15 psig. Determine the condensate load.

Using the formula:

$$Q = \frac{50 \text{ GPM} \times 100^\circ\text{F} \times 1 \text{ Btu/lb-}^\circ\text{F} \times 500 \times 1.0 \text{ sg}}{945 \text{ Btu/lb}} = 2,645 \text{ lbs/hr}$$

* Size steam traps for reboilers, vaporizers and evaporators (processes that create vapor) using the formula for EMBOSSED COILS on page 27.

Figure 26-1. Shell And Tube Heat Exchangers (Typical Piping Diagram)



Recommended Trap Selection (See Table 50-1 for Feature Codes, References)

Equipment Being Trapped	1st Choice and Feature Code	Constant Pressure		1st Choice and Feature Code	Variable Pressure	
		0-30 psig	Above 30 psig		0-30 psig	Above 30 psig
Shell and Tube Heat Exchangers	B, C, E, F, G, I, K, N, Q	IBLV	IBLV	B, C, G, H, I, L	F&T ³	F&T ³
	Alternate Choice	DC F&T	DC *F&T	Alternate Choice	DC IBT	DC IBLV
Embossed Coils and Pipe Coils Syphon Drain	B, C, E, F, G, H, I, K, N, Q	DC	DC	B, C, G, H, I, L	DC	DC
	Alternate Choice	IBLV	IBLV	Alternate Choice	IBT	IBLV
Embossed Coils and Pipe Coils Gravity Drain	B, C, E, F, G, I, K, N, Q	IBLV	IBLV	B, C, G, H, I, L	F&T ³	*F&T ³
	Alternate Choice	DC F&T	DC *F&T	Alternate Choice	DC IBT	DC IBLV

* Use IBLV above F&T pressure/temperature limitations.

PLEASE NOTE:

1. Provide vacuum breaker wherever subatmospheric pressures occur.
2. Provide a safety drain when elevating condensate on modulating service.
3. If dirt and large volumes of air must be handled, an inverted bucket trap with an external thermostatic air vent can be used effectively.

media queda definido así:

Tipo de intercambiador: A tubos y carcasa, con un extremo fijo y otro flo-
tante.

Fluidos: Vapor por el lado de carcasa y agua por el lado de tubos.

Tipo de flujo: Cruzado.

Caudales de fluidos: Agua: 14.880 Kg/Hr.

Vapor: a calcular

Temperaturas: Agua: Entrada 120°C
Salida 160°C
Vapor: Entrada 104°C
Salida 194°C

Dimensiones: Largo máximo de tubería: 12 pies
Diámetro mínimo de tubería: 5/8"



Handwritten notes:
 $Q = \frac{M_{\text{vapor}}}{t_{\text{vapor}}}$
 $\rho = \frac{M}{V}$
 $n = \frac{A \cdot v}{P}$
 $Q = \frac{V}{t}$
 $Q = \frac{M}{P \cdot t}$

Handwritten temperature ranges:
 104-160
 194-120

A. CALCULOS PRELIMINARES

a) Calor necesario para obtener agua caliente a las condiciones re-
queridas. (Q)

$$Q = G \times C_A \times \Delta t$$

Donde:

- G = Flujo de agua (Kg/Hr) = 14.880
- C_A = Calor específico del agua (Kcal/Kg °C) = 1
- t = (t_s - t_e) = 40°C
- t_s = Temperatura del agua a la salida = 160°C
- t_e = Temperatura del agua a la entrada = 120°C

$$Q = 14.880 \text{ Kg/Hr} \times 1 \text{ Kcal/Kg} \cdot ^\circ\text{C} (160 - 120)^\circ\text{C}$$

$$Q = 595.200 \text{ Kcal/Hr}$$

b) Cantidad de vapor necesaria para obtener el calor para el calentamiento del agua.

$$\text{Kg/Hr (vapor)} = Q/C_L$$

$$Q = w \cdot h_{fg}$$

Donde:

$$Q = w \cdot \lambda$$

$$Q = w \cdot C \cdot \Delta T$$

$$Q = 595.200 \text{ Kcal/Hr}$$

$$C_L = 469,45 \text{ Kcal/Kg (Calor latente del vapor a } 194^\circ\text{C)}$$

$$\text{Kg/Hr (vapor)} = \frac{595.200 \text{ Kcal/Hr}}{469,45 \text{ Kcal/Kg}} = 1.267,87$$

$$w = C \cdot \Delta T$$

c) Cálculo de LMTD

$$\text{LMTD} = \frac{T_1 - T_2}{\ln \frac{T_1}{T_2}}$$

$$T_1 = 194 - 120 = 74$$

$$T_2 = 194 - 160 = 34$$

$$\text{LMTD} = \frac{74 - 34}{\ln \frac{74}{34}} = \frac{40}{\ln 2.18} = \frac{40}{0.78} = 51,28^\circ\text{C}$$

d) Dimensionamiento del intercambiador

Con coeficiente de transferencia de calor total asumido

$U = 250 \text{ BTU/Hr pie}^2 \cdot ^\circ\text{F}$ (Ref.: B-12-70) procedemos a hacer los cálculos para dimensionar nuestro intercambiador.

$$Q = q$$

$$Q = 595.200 \text{ Kcal/Hr} = 2'361.998,49 \text{ BTU/Hr}$$

$$q = AU (LMTD)$$

$$U = 250 \text{ BTU/Hr-pie}^2\text{-}^\circ\text{F}$$

$$LMTD = 51,28 \text{ }^\circ\text{C}$$

A = a calcular

$$A = \frac{q}{U \cdot (LMTD)}$$

$$A = \frac{2'361.998,49 \text{ BTU/Hr}}{250 \text{ BTU/Hr} \times \text{pies}^2 \times \text{ }^\circ\text{F} \times 51,28 \text{ }^\circ\text{C} \times \frac{1.8 \text{ }^\circ\text{F}}{1 \text{ }^\circ\text{C}}}$$

102.36 pies²

Nuestras medidas de diseño impuestas son:

Máximo largo de tubos 12 pies

Mínimo diámetro de tubería 5/8"

Con estos datos calculamos el número de tubos (n)

$$n = \frac{\text{area, total}}{\text{Area de cada tubo}} = \frac{102,36 \text{ pies}^2}{\pi \times D \times L}$$

Donde:

$$D = \text{diámetro mínimo de tubería} = 0,052 \text{ pies}$$

$$L = \text{largo de tubos} = 12 \text{ pies}$$

$$n = \frac{102,36 \text{ pies}^2}{3,14 \times 0,052 \text{ pies} \times 12 \text{ pies}} = 53 \text{ tubos}$$

Calculamos ahora el diámetro de la carcasa que encerrarán este número de tubos.

$$D_o = 1,75 d_o (n N_{PT})^{0,47}$$

(Ref.: B-14)

Donde:

$$d_o = \text{diámetro de la tubería} = 0,625" \rightarrow 0,052 \text{ pies.}$$

$$(n N_{PT}) = \text{número de tubos} = 53$$

$$D_o = 1,75 \times 0,625" \times 53^{0,47}$$

$$1,75 \times 1,25 = 2,1875$$

$$2,1875 \times 1,277 = 2,792$$

1,32 \times π \times d_o



CIB-ESPOL

APÉNDICE L:

PLANOS



CIB-ESPOL



BIBLIOGRAFÍA

- 1.- FRANK P. INCROPERA – WITT DAVID P., Fundamentals of Heat and Mass Transfer. Third Edition.
- 2.- KARLEKAR – DESMOND ,Transferencia de Calor. Segunda Edición.
- 3.- CRANE, Flujo de Fluidos en Válvulas y Accesorios.. Primera edición.
Mc Graw Hill.
- 4.- Stem Conservation Guidelines for Condensate Drainage – Steam Trap Sizing and Selection. Armstrong International Inc. Handbook N-101
13M 6/99.
- 5.- SPIRAX SARCO. Product Manual 1996 and Engineer`s Guide to Steam System Solutions.
- 6.- Estudio de Vapor. Compañía de Cervezas Nacionales C.A. – Areas Cocimiento y Lavadora de Envase. La Ferretera C.A. – Junio 2002.