



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

PRACTICA PROFESIONAL

**INFORME DE PRACTICA PROFESIONAL, CARGILL DE HONDURAS,
PLANTA PRODUCTOS NORTEÑOS S.A.**

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO

INGENIERO EN MECATRÓNICA

PRESENTADO POR:

21441007 EMILIO JOSUÉ MORALES DURÁN

ASESOR: ING. ORLANDO AGUILUZ

CAMPUS SAN PEDRO SULA

MARZO 2019

DEDICATORIA

A Dios: Por permitirme llegar a estas instancias de mi vida estudiantil. Porque nunca me ha dejado solo en cada paso que doy en mi vida.

A mi madre: Porque me ayudaste a salir adelante. Por el gran esfuerzo que hiciste para ayudarme a llegar hasta este momento. Porque con tus palabras de aliento me ayudaste a seguir cuando lo necesitaba. Por ser una parte muy importante en mi vida.

A mi padre: Porque me ayudaste a llegar hasta aquí. Porque siempre estabas para mí cuando tenía preguntas. Porque siempre has tenido la voluntad de transmitirme todo tu conocimiento y siempre me has ofrecido tu ayuda. Por ser una parte muy importante en mi vida.

A mis hermanos: Por alegrarme el día siempre. Por ser el motivo para dar lo mejor de mí.

RESUMEN EJECUTIVO

En el siguiente informe se estarán exponiendo las actividades realizadas durante la práctica profesional realizada en la compañía Cargill, en su planta de procesamiento de pollos Productos Norteños S.A. (Pronorsa).

Se podrá notar que se obtuvo mucho conocimiento sobre el amoníaco y sus funciones, el proceso de tratado del pollo antes de ser enviado a los supermercados, y como se ha logrado mantener automatizado la gran mayoría de equipos en la planta.

También se pudo aprender sobre los procesos de auditorías internas que realizan entre sus distintas plantas y departamentos, con tal de mantener un alto nivel de calidad en sus procedimientos y asegurarse que se está cumpliendo con los estándares de calidad.

ÍNDICE

1.	Introducción.....	1
2.	Generalidades de la Empresa.....	2
2.1.	Descripción de la Empresa.....	2
2.2.	Descripción del Departamento	2
2.3.	Objetivos.....	2
2.3.1.	Objetivo General.....	2
2.3.2.	Objetivos Específicos	2
3.	Marco Teórico.....	3
3.1.	Industria de la alimentación.....	3
3.2.	Importancia de la Inocuidad de los Alimentos	4
3.2.1.	Salmonela.....	4
3.3.	Refrigeración.....	5
3.4.	Sistema de Refrigeración.....	6
3.4.1.	Compresores.....	6
3.4.2.	Evaporadores.....	8
3.4.3.	Intercambiadores de Calor	9
3.4.4.	Condensadores	11
3.5.	Tuberías.....	12
3.6.	Amoniaco	13
3.7.	Auditorias	14
4.	Metodología.....	19
4.1.	Técnicas e Instrumentos Aplicados	19

4.1.1.	Enfoque Cualitativo	19
4.1.2.	Enfoque Cuantitativo	19
4.2.	Fuentes de Información	19
4.3.	Cronograma de Actividades.....	20
5.	Descripción del Trabajo Realizado.....	21
5.1.	Revisión y Actualización de Procedimientos Operativos Estándar y Procedimientos de Tarea Estándar con técnicos de refrigeración	21
5.2.	Actualización de matriz de válvulas de alivio	21
5.3.	Instalación de tubería y panel de enfriador de salmuera	22
5.4.	Capacitación HAZMAT	22
5.5.	Presentación sobre Capacitación HAZMAT.....	24
5.6.	Instalación de rótulos faltantes en sala de maquinas	25
5.7.	Inspección de compresores.....	25
5.8.	Inventariado de partes para máquinas de refrigeración	26
5.9.	Recopilación de documentación para auditoria interna EHS.....	26
5.10.	Revisión de panel de control Quantum	26
5.11.	Inspección post-arranque de condensadores evaporativos	27
5.12.	Auditoria interna EHS.....	27
6.	Conclusiones	28
7.	Recomendaciones	29
7.1.	Para la Empresa.....	29
7.2.	Para la Universidad	29
8.	Bibliografía	30
9.	Anexos	34

Índice de Imágenes

Ilustración 1 Pollos domésticos.....	3
Ilustración 2 Salmonela	5
Ilustración 3 Compresor de tornillo Frick.....	7
Ilustración 4 Partes de un compresor de tornillo.....	8
Ilustración 5 Enfriadores de placas Alfa Laval.....	9
Ilustración 6 Intercambiador de calor tubo dentro de tubo Morris.....	11
Ilustración 7 Condensador EVAPCO.....	12
Ilustración 14 Compresores Frick RWF II y RXF.....	34
Ilustración 15 Datos de enfriador Morris del tipo tubo dentro de tubo	34
Ilustración 16 Tabla de datos sobre condensadores EVAPCO.....	35

Índice de Tablas

Tabla 1 Potencial de Destrucción de la Capa de Ozono.....	13
Tabla 2 Cronograma de Actividades	20

I. INTRODUCCIÓN

En el siguiente informe se expone sobre el periodo de práctica profesional en la empresa Cargill de Honduras, en su planta de procesamiento de pollos Pronorsa.

Durante ese tiempo, se estuvo aprendiendo sobre el ciclo de refrigeración del pollo, su ciclo de preparación y la importancia de que cada sistema funcione de la mejor manera.

También se estuvieron realizando los preparativos para una auditoria interna, que se realizará al departamento de refrigeración. Esto comprendió muchas acciones de parte del equipo para la auditoria, para tener la documentación lista y la sala de refrigeración en el mejor estado posible.

En la actualidad, ya se encuentran los documentos a un 90%. La sala de máquinas recibió una limpieza y pintura, además de reparaciones a algunas máquinas y la ejecución de un proyecto en sus torres evaporativas.

II. GENERALIDADES DE LA EMPRESA

2.1. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

Cargill Products Latin America es un grupo de empresas localizadas a través de todo el mundo. Su principal enfoque es la industria de la alimentación, contando con un amplio portafolio de empresas de procesamiento de alimentos tanto para humanos como para animales.

2.2. DESCRIPCIÓN DEL DEPARTAMENTO

Pronorsa cuenta con el departamento de mantenimiento, en el cual laboran varios ingenieros en la gestión, planeación y ejecución de planes de mantenimiento. Dentro del departamento los ingenieros están distribuidos para atender los alcores de mantenimiento del departamento de refrigeración, el proceso, y la caldera.

2.3. OBJETIVOS

2.3.1. OBJETIVO GENERAL

- Obtener experiencia en el campo laboral por medio de un periodo como practicante en la empresa Cargill, en su planta Pronorsa.

2.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar un periodo de practica en el departamento de mantenimiento, y aprender sobre el mantenimiento de la misma por medio de los ingenieros presentes.
- Formar parte del proceso de preparación para una auditoría interna de seguridad de los procesos.
- Aprender e interactuar con el funcionamiento de un sistema de refrigeración de nivel industrial.

III. MARCO TEÓRICO

3.1. INDUSTRIA DE LA ALIMENTACIÓN

La industria de la alimentación es una de las industrias más rentables y con mayor cantidad de exponentes a nivel global.

Berkowitz (2012) Afirma: "El término industrias alimentarias abarca un conjunto de actividades industriales dirigidas al tratamiento, la transformación, la preparación, la conservación y el envasado de productos alimenticios."(p. 5)

En ese rubro, se incluyen los entes que venden productos agropecuarios, carnes (de pollo, de res, de cerdo, etc.). En el país, son muchas las empresas que incursionan al medio por medio de los supermercados, pulperías, etc. Además, se debe de mencionar a los productores a pequeña escala, todos siendo fuentes de empleo y proveedores de productos que son esenciales en la vida diaria de los hondureños.

Solleiro & Valle (2003) Afirman que "Esta industria surgió como un instrumento para facilitar la alimentación del ser humano y su existencia se justifica en la medida que contribuya a tal propósito."(p. 65)



Ilustración 1 Pollos domésticos
Fuente: FAO

Cabe destacar la gran magnitud en el proceso de preparación del pollo en las empresas que manejan altos volúmenes. Con un proceso en el que interactúan tanto hombre como máquina, el pollo recorre desde su sacrificio, limpieza, entre otros procesos, y termina en el procesamiento de congelado antes de su transporte a los supermercados y centros de venta.

3.2. IMPORTANCIA DE LA INOCUIDAD DE LOS ALIMENTOS

Dinçer (2003) Afirma: "La congelación inhibe los agentes responsables del deterioro a temperaturas ordinarias, sin causar cambios importantes en los aspectos nutricionales, químicos y físicos, como la apariencia, el olor y el sabor, y, por lo tanto, la congelación puede conservar muchos productos alimenticios en una forma aceptable para los consumidores como los frescos. productos." (p. 491)

En esta clase de procesos es necesario llevar un riguroso estándar de higiene. El no cumplir estos estándares pueden llevar a alteraciones en el producto que pueden impedir su venta; o en el peor de los casos, llevar a la contaminación de la carne y a un posterior envenenamiento de los consumidores.

Según García Hurtado (2012): "En general, se considera que las alteraciones de los alimentos traen como consecuencia el deterioro de los mismos, la pérdida de sus características organolépticas y de la calidad, lo que los convierte en no aptos para el consumo humano." (p. 10)

La carne en descomposición es fuente de muchos peligros. La carne en estado de descomposición se puede identificar por muchos factores, como cambios en el color de la carne, mal olor, formación de limo, la formación de bacterias dañinas. (Mendoza Martínez & Calvo Carrillo, 2010, p. 159)

3.2.1. SALMONELA

Una de las enfermedades que se pueden obtener por el mal manejo del pollo es la salmonela. Existe un historial sobre empresas que han sufrido grandes daños debido al mal manejo de la salubridad e infección del público de enfermedades.

En 2006, 6 personas sufrieron infección estomacal en Londres, Inglaterra. A esas personas se les sumaron muchas más. Se descubrió que todas estaban infectadas de salmonela, y el consumo de chocolates Cadbury como común denominador. Al realizar una investigación, se descubrió que la fuente de la salmuera fue una fuga de líquido, la cual no se trató. Cadbury tuvo que cerrar temporalmente 11 de sus fábricas. (Remy Oyague, 2018, p. 67)

Este es un ejemplo de lo que puede ocurrir si no se garantiza la inocuidad del proceso y de sus componentes. Por eso las empresas de alimentación invierten grandes cantidades de dinero en asegurar que su producto está en el mejor estado posible según los estándares.



Ilustración 2 Salmonela
Fuente: FoodSafety.gov

3.3. REFRIGERACIÓN

Para cumplir con los estándares de calidad y sanidad requeridos, es necesario mantener el proceso y el producto final en una baja temperatura. Se debe de congelar el pollo para asegurar su inocuidad y la prevención de atracción de factores que afecten su calidad.

Dependiendo del proceso, se requiere un sistema de refrigeración que pueda realizar el intercambio de energía calorífica necesario para satisfacer las necesidades del sistema. En este caso se hace uso de un sistema de refrigeración de clase industrial.

Sanz del Castillo & Sanz del Castillo (2014) Afirman que: "En refrigeración industrial se encuentran sustancias naturales como el amoniaco (R717), y el CO₂ (R744), y productos químicos como los HFC, como refrigerantes."(p. 53)

Para el sistema que trabaja en la compañía se hace uso de amoniaco para realizar la refrigeración del sistema.

3.4. SISTEMA DE REFRIGERACIÓN

El sistema de refrigeración es el conjunto de máquinas, tuberías y componentes eléctricos encargados de reducir la temperatura de una zona determinada. El sistema comprende el uso de compresores, evaporadores, tubería aislada, intercambiadores de calor, etc.

"Si un líquido en un contenedor no tiene algún otro gas presente, con el tiempo suficiente llega a equilibrarse con su propio vapor a una presión llamada presión de saturación, la cual solo depende de su temperatura. A esta presión, la tendencia de escape de las moléculas del líquido es la misma a la ratio de condensación de las moléculas de vapor. La presión de saturación aumenta mientras la temperatura lo hace." (Arora, 2012, p. 4)

3.4.1. COMPRESORES

Los compresores son equipos utilizados para aumentar la presión del refrigerante antes de mandarlo al sistema. Durante el proceso, el amoniaco se recibe en los compresores de forma de vapor.

Togores (2011) Afirma: "Los compresores rotativos son máquinas que aspiran y comprimen el fluido refrigerante de manera continua."(p. 724)

Después de la compresión, dependiendo de la función del compresor, sale como vapor a alta o baja temperatura y es recirculado al sistema.

Stosic, Smith, & Kovacevic (2005) Afirman que: "Estos dependen de masas de aceite inyectado relativamente largas con el gas comprimido para lubricar el movimiento del rotor, sellas las aperturas y reducir el aumento de temperatura durante la compresión."(p. 7)



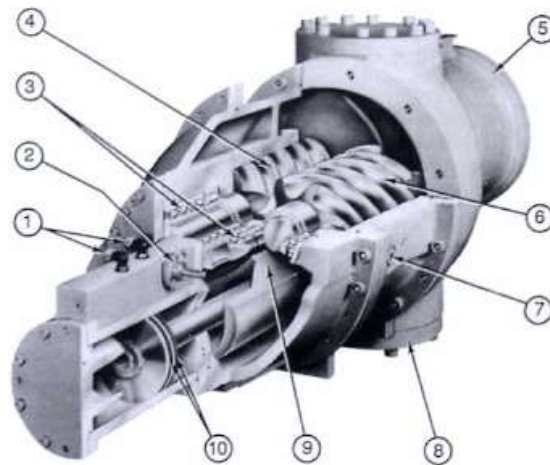
*Ilustración 3 Compresor de tornillo Frick
Fuente: Johnson Controls*

Cabe destacar el hecho que el sistema de refrigeración en la sala de máquinas es un sistema multietapa. Estos sistemas consisten en trabajar la presión y temperatura del amoniaco por etapas, para asegurar la mayor cantidad de eficiencia posible.

Según Bloch & Godse (2006): "Los arreglos multietapa son frecuentes y pueden acomodarse a rangos de presiones de aproximadamente 0.1 bar absoluto, a 40 bar."(p. 25)

3.4.1.1. Funcionamiento

"La naturaleza del compresor de tornillo es bombear gran cantidad de aceite a la vez que comprime el refrigerante, de manera que estos compresores suelen tener un separador de aceite para hacer retornar tanto aceite del compresor como sea posible"(Whitman & Johnson, 2000, p. 171)



1. Conductos de control del aceite.
2. Válvula solenoidal de control de capacidad.
3. Conjuntos de cojinetes de descarga.
4. Rotor macho.
5. Motor semihermético.
6. Rotor hembra.
7. Orificio de inyección para el aceite del rotor.
8. Brida para la entrada de aspiración.
9. Válvula deslizante de control de capacidad.
10. Juntas de estanqueidad del pistón deslizante.

Ilustración 4 Partes de un compresor de tornillo
 Fuente: *Tecnología de la refrigeración y aire acondicionado, Volumen 4*

3.4.1.2. Mantenimiento

Semanalmente se les realiza una inspección a todos los compresores del sistema en búsqueda de anomalías. Una vez al año se le hace una inspección minuciosa, deteniendo la máquina, e inspeccionando los tornillos y rodamientos.

3.4.2. EVAPORADORES

Según Wang (2000): "El evaporador es uno de los componentes principales de un sistema de refrigeración, en el cual el refrigerante es evaporado con el propósito de extraer calor del aire circulante, agua fría, u otras sustancias."

En el sistema de refrigeración se le consideran evaporadores a los equipos utilizados para extraer el calor y reducir la temperatura dentro del área de proceso, como los aires acondicionados y los cuartos fríos.

3.4.2.1. Funcionamiento

En un evaporador, el refrigerante se encuentra en estado de ebullición dentro absorbiendo calor latente. La temperatura del refrigerante y del aire circulante aumentan al mismo tiempo, haciendo que el refrigerante se evapore y aumente su presión en la tubería. Al iniciar un evaporador, la válvula de expansión alimenta al evaporador de refrigerante. Dentro del mismo, habrá una gran diferencia entre la temperatura del evaporador y la del refrigerante. En la búsqueda de equilibrio térmico, el refrigerante absorbe calor, además de aumentar su temperatura y presión. Esto causa que el evaporador reduzca su temperatura. (Wirz, 2008, p. 14)

3.4.2.2. Mantenimiento

El mantenimiento de un evaporador consiste en la revisión semanal del estado de los mismos, en búsqueda de formaciones de escarcha o hielo en lugares donde no debería de haber.

3.4.3. INTERCAMBIADORES DE CALOR

Los intercambiadores de calor son aquellos dispositivos utilizados durante el proceso de refrigeración para extraer el calor de ciertos líquidos que se necesitan a baja temperatura.

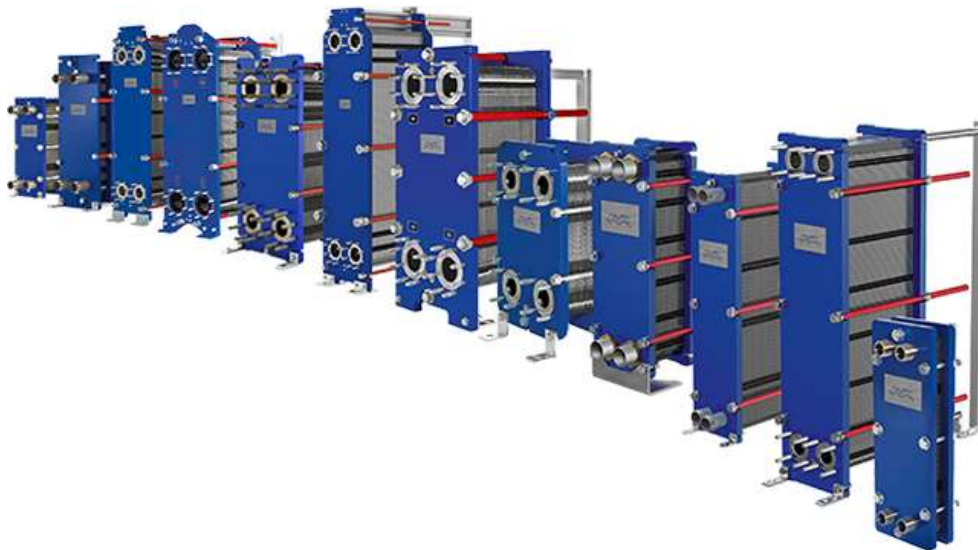


Ilustración 5 Enfriadores de placas Alfa Laval

Fuente: Alfa Laval

Según Shah & Sekulic (2003): "Las aplicaciones típicas incluyen el calentamiento o enfriamiento de un flujo de fluidos de preocupación y la evaporación o condensación de flujos de fluidos de uno o varios componentes." (p. 1)

Los líquidos que uno puede encontrar en los intercambiadores son salmuera y agua.

3.4.3.1. Funcionamiento

El funcionamiento de los enfriadores depende de su construcción.

"Los intercambiadores de calor son clasificados de la siguiente manera: intercambiador de calor tubular, intercambiador de calor de placas, intercambiadores de calor de superficie extendida, regeneradores." (Thulukkanam, 2013)

Los intercambiadores de calor por placas funcionan a contraflujo, mientras pasa el líquido a enfriar, el refrigerante se mueve a través de las placas, extrayendo el calor que fluye a través de los tubos.

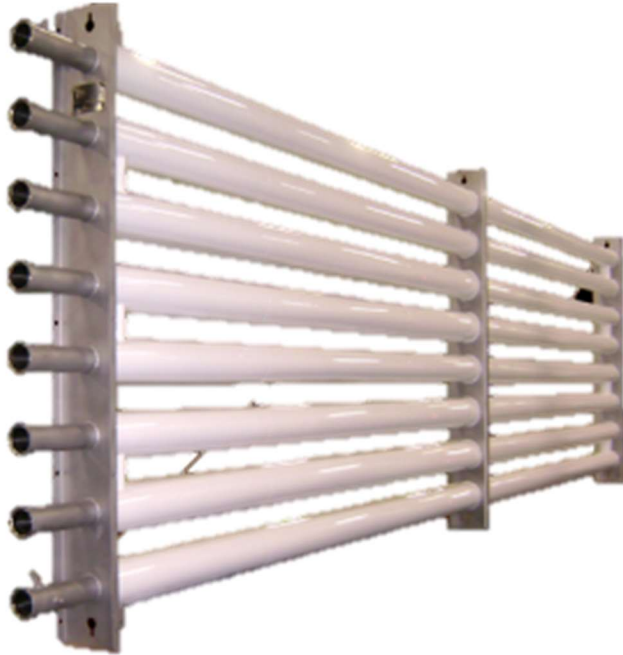
En los intercambiadores de calor del tipo tubo dentro de tubo, el líquido y el refrigerante van a contra flujo. El líquido va en una tubería, usualmente en forma de serpentín. Al sentido contrario, fluye el refrigerante, en un sistema de tubería de un diámetro mayor al del tubo por el cual fluye el líquido. El tubo con refrigerante cubre al tubo con líquido y procede a extraer el calor del líquido fluyendo.

3.4.3.2. Mantenimiento

El mantenimiento del intercambiador de calor depende del tipo de intercambiador de calor.

En los enfriadores de tubo con placas, se realizan inspecciones a el sensor de flujo y las termocuplas, y cada cierto tiempo se realiza la calibración de las termocuplas.

A los enfriadores de tipo tubo dentro de tubo en forma de serpentín se les realiza una inspección a sus termocuplas, su moduladora, y sus presostatos. Este procedimiento es realizado en cada uno de los intercambiadores de calor.



*Ilustración 6 Intercambiador de calor tubo dentro de tubo Morris
Fuente: Morris*

3.4.4. CONDENSADORES

“El fluido de trabajo ingresa al condensador como un vapor sobrecalentado y sale como un líquido condensado. La mayor parte de la transferencia de calor es isotérmica, sin embargo, generalmente hay algunos grados de atemperación del vapor entrante y el subenfriamiento del flujo de líquido que sale.” (Kirkpatrick, 2017, p. 67)

Existen 3 métodos para condensar el refrigerante: por medio de aire, por medio de agua, y el condensador evaporativo. La elección del condensador depende de varios factores como precio, eficiencia, y elementos disponibles. (Serrano, 2013)



*Ilustración 7 Condensador EVAPCO
Fuente: EVAPCO*

3.4.4.1. Funcionamiento

Los condensadores se ubican en torres sobre la sala de máquinas. Ahí llega el amoníaco proveniente de los compresores. Ya dentro del condensador, el amoníaco en forma de vapor reduce su temperatura con ayuda de aire extraído del exterior. Al ver hacia adentro uno puede notar el líquido bajando a través de la pared del condensador.

3.4.4.2. Mantenimiento

Los condensadores evaporativos son inspeccionados cada semana, en búsqueda de fugas en la tubería, ruidos extraños en el motor, detalles en las bandas o problemas en los ventiladores.

3.5. TUBERÍAS

Las tuberías en el sistema de refrigeración se encuentran con una capa de insulación en las zonas donde el escarchado es frecuente, con el propósito de evitar que la energía calorífica se pierda en el medio.

Se deben de tomar en cuenta muchos factores a la hora de realizar una insulación.

Según Jones (2001): " La tubería utilizada debe ser de un material que no sea atacado por el refrigerante y, además de tener las propiedades estructurales necesarias, debe estar limpia y deshidratada. antes de su uso." (p. 360)

3.6. AMONIACO

García Almiñana (2007) Afirma sobre el amoniaco: " Debe destacarse el R-717 (amoníaco) el cual goza de unas excelentes propiedades termodinámicas, que permite que se aplique con muy elevadas prestaciones."(p. 23)

Como norma se exige una pureza del 99.95% del amoniaco para considerarlo apto para el uso en el sistema. Además de no ser dañino para el medio ambiente.

REFRIGERANTE	ODP	TIPO
R-11	1 (patrón de referencia)	CFC
R-12	1,0	CFC
R-114	0,8	CFC
R-115	0,5	CFC
R-502	0,23	CFC
R-22	0,055	HCFC
R-123	0,020	HCFC
R-124	0,022	HCFC
R-141b	0,11	HCFC
R-134a	0	HFC
R-152a	0	HFC
R-404A	0	HFC
R-407C	0	HFC
R-410A	0	HFC
R-507	0	HFC
R-290	0	NATURAL
R-717	0	NATURAL
R-718	0	NATURAL

*Tabla 1 Potencial de Destrucción de la Capa de Ozono
Fuente: Instalaciones de refrigeración y aire acondicionado*

La siguiente tabla se utiliza el refrigerante R-11 como referencia para medir el impacto en la capa de ozono por parte de los demás refrigerantes. El amoniaco es el refrigerante R-717, el cual no hace daño a la capa de ozono.

3.7. AUDITORIAS

Una auditoria es un proceso en el cual un grupo de personas, ya sean de la empresa o entes externos, realizan una revisión de una serie de apartados anteriormente establecidos. Existen muchos tipos de auditorías dentro de las empresas, dependiendo del rubro.

Durante el tiempo de práctica se realizaron los preparativos para una auditoria interna de Manejo de Seguridad de los Procesos (PSM). Según Bridges, Tew, & Lane s. f.: "Manejo de la Seguridad de los Procesos (PSM) es una colección de sistemas de manejo y su implementación con el propósito de controlar el riesgo de incidentes mayores." (p. 8)

En una auditoria en general, se hace inspección de todas las áreas a ser auditadas, eso es la inspección de planta. Esta es realizada con el objetivo de ver el área de trabajo, y asegurarse que no haya factores que sean considerados un riesgo para los trabajadores de esa zona. También se hace énfasis en la revisión de hallazgos en auditorias anteriores y si fueron corregidos en tiempo y forma. Además de la inspección de planta, también se hace una revisión de documentación. Se debe de asegurar que toda la documentación se encuentra en orden y llenada correctamente, esto para comprobar que toda la información relevante se encuentra documentada. Mucha de esa documentación es para comprobar que los involucrados en el proceso están conscientes del procedimiento correcto para evitar incidentes, constatar que son personas calificadas, etc.

Para la preparación de los puntos de esta auditoría, se debe de realizar una búsqueda de documentación para constatar que:

- Los asociados al proceso a ser auditado tienen las credenciales apropiadas y las capacitaciones debidas.
- Los contratistas están certificados para trabajar en los lugares a ser auditados.
- Que los asociados están informados sobre los peligros en el área a auditar, y las consecuencias de algún fallo en el mismo.
- El análisis de los riesgos que pueden ocurrir durante el proceso, entre otras.

Una vez al año, la planta es sometida a una auditoria de EHS (medio ambiente, seguridad y salud). A diferencia de la auditoria de PSM, esta es realizada a toda la planta, y todos sus

incisos son defendidos por diferentes asociados de la misma. Esta auditoria comprende una duración de aproximadamente 4 días a una semana, debido a la gran extensión de la planta y la gran cantidad de puntos que se revisan.

En esta auditoria se revisa:

- El registro de capacitaciones hacia empleados y contratistas
- La comprobación sobre la capacitación a los contratistas que trabajan en cualquier lugar de la planta.
- El registro de cambios importantes hechos dentro de la planta, ya sea adición de máquinas o reemplazo de las mismas, entre otras.

Toda esta información es dividida en puntos, en los que cada ingeniero recopila la información para su punto asignado. Esta actividad requiere de mucho tiempo por parte del auditado, en especial si se combina con la realización de las actividades diarias dentro de la planta.

3.8. HAZMAT

Noll, Hildebrand, Schnepf, & Rudner (2014) Afirman que: "Una substancia peligrosa es cualquier substancia en cualquier forma o cantidad que posee un riesgo no razonable a la seguridad, salud, y propiedad cuando es transportado al comercio."(p. 5)

Estos son químicos cuya interacción con las personas en estado puro o con falta de protección por parte de la persona conlleva a daño físico.

Para garantizar la seguridad de los usuarios, se siguen estándares impuestos tanto por instituciones de seguridad, como por la misma empresa. Dependiendo del químico, se puede requerir una protección mínima, como el uso de guantes de goma. También puede llegar a ser necesario el uso de trajes de protección. En la empresa se requiere el uso de trajes de autocontenido a partir de los 25ppm (partes por millón) en el caso del amoniaco. Al alcanzar esa cantidad, es necesario que el técnico que va a interactuar con el amoniaco lleve un traje de contención clase B. El traje de contención clase B consiste en un traje de cuerpo completo sin presurizar, el uso de un equipo SCBA con su mascara y botas de hule.

Cuando la intensidad supera los 100ppm, es obligatorio el uso de trajes clase A. Los trajes clase A consisten en un traje inflado y sellado, dentro del cual se encuentran con su equipo SCBA. Para refrescar el conocimiento de



*Ilustración 8 Traje contra amoníaco clase B
Fuente: DuPont*



*Ilustración 9 Traje contra amoníaco clase A
Fuente: DuPont*

Para los propósitos de la auditoria es necesario que exista un registro que tanto los técnicos de refrigeración, como el equipo de respuesta a emergencias están capacitados en el uso de esta clase de equipamiento.

3.9. VÁLVULAS DE ALIVIO

Las válvulas de alivio son componentes de un sistema que funcionan como medida de seguridad. Si el sistema llega a cierta presión, las válvulas de alivio se abren, redirigiendo la presión hacia la salida al ambiente creada. Esto evita que se genere una sobrepresión la cual pondría en riesgo la integridad de las maquinas. Estos dispositivos se encuentran en la categoría de descartes lo que significa que son reemplazados cada cierto tiempo sin importar su estado.



*Ilustración 10 Válvula de alivio HANSEN
Fuente: Hansen Technologies*

3.10. ORDENES DE TRABAJO

Las ordenes de trabajo son una serie de documentos en los cuales se detallan las instrucciones para los técnicos de mantenimiento, refrigeración, etc. Estas ordenes son desplegadas semanalmente para prever a los técnicos de las instrucciones para realizar las inspecciones, lubricaciones, o el trabajo solicitado.

Las ordenes de trabajo son una manera bastante útil para también supervisar el progreso de las inspecciones, cambios, o reparaciones. Les sirve a los supervisores para tener los

materiales listos en caso que se necesite comprar algo, y para preparar reparaciones especiales en caso que la inspección así lo indique.

IV. METODOLOGÍA

Según Kothari (2004): " La metodología de investigación es una forma de resolver sistemáticamente el problema de investigación. Puede ser entendida como una ciencia del estudio de cómo la investigación se realiza científicamente."(p. 8)

Una investigación no sería capaz de dar frutos si no se sigue una metodología, un método o manera de realizar las cosas, para llegar a las conclusiones que se buscan.

En los trabajos de investigación, es bastante común hacer uso de dos tipos de enfoques, el enfoque cualitativo y el enfoque cuantitativo. En combinación, ambos enfoques permiten al investigador obtener los datos más veraces posibles.

4.1. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS APLICADOS

Para la realización de este informe se hizo uso de los enfoques cuantitativos y cualitativos.

4.1.1. ENFOQUE CUALITATIVO

Este enfoque da prioridad a las características observadas por medio de la interacción. 17

Marczyk, DeMatteo, & Festinger (2005) Afirman que: " La investigación cualitativa involucra estudios que no intentan cuantificar sus resultados a través de resumen estadístico o análisis." (p. 17)

4.1.2. ENFOQUE CUANTITATIVO

Torres (2006) Afirma: "El método cuantitativo o método tradicional se fundamenta en la medición de características de los fenómenos sociales..."(p. 57)

El enfoque cuantitativo es el cual prioriza los datos obtenidos por métodos matemáticos y datos obtenidos por medio de estadísticas.

4.2. FUENTES DE INFORMACIÓN

Para la realización de este informe se hizo uso de diversas fuentes de información. Esto es necesario para respaldar la información provista en el informe con información de fuentes verificadas y de fechas recientes.

Las fuentes utilizadas en este informe se pueden dividir en:

- Libros provistos por la universidad
- Libros electrónicos provistos por el motor de búsqueda Google
- Libros en estado físico de mi propiedad

4.3. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Actividades	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10
Revisión y Actualización de Procedimientos Operativos Estándar y Procedimientos de Tarea con técnicos de refrigeración										
Actualización de matriz de inventario de amoniaco										
Instalación de tubería y panel de enfriador de salmuera										
Capacitación HAZMAT										
Presentación sobre Capacitación HAZMAT										
Instalación de rótulos faltantes en sala de maquinas										
Inspección pre-arranque de compresores										
Inventariado de partes para máquinas de refrigeración										
Recopilación de documentación para auditoria interna EHS										
Revisión de panel de control Quantum										
Inspección post-arranque de condensadores evaporativos										
Auditoria interna EHS										

Tabla 2 Cronograma de Actividades

Fuente: Propia

V. DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO REALIZADO

5.1. REVISIÓN Y ACTUALIZACIÓN DE PROCEDIMIENTOS OPERATIVOS ESTÁNDAR Y PROCEDIMIENTOS DE TAREA ESTÁNDAR CON TÉCNICOS DE REFRIGERACIÓN

La planta de mantenimiento cuenta con procedimientos establecidos y documentados de los trabajos básicos que se realizan en la sala de máquinas. Estos documentos requerían ser actualizados, ya que esto se realiza al menos una vez al año.

El trabajo fue realizado de la siguiente manera. Se estableció un día de la semana para reunir a la mayor cantidad de técnicos de refrigeración posibles, y con su apoyo, se lleva cabo una comparación entre el procedimiento realizado por los técnicos y el procedimiento ya establecido por el IIAR. En caso de haber alguna discordancia entre el material escrito y la retroalimentación por los técnicos, se procede a realizar una actualización de los procedimientos. Se hizo revisión de los procedimientos de operación de todas las maquinas dentro de la sala de refrigeración. Los procedimientos operativos son documentos donde describe la función de la máquina, sus parámetros, la cantidad, descripción técnica, y los procedimientos de arranque, operación, apagado, y que hacer en caso de emergencia. También se hizo revisión de los procedimientos de tarea. En los procedimientos de tarea se va a encontrar los riesgos incluidos en la tarea a realizar, y los pasos para realizar dicha tarea.

5.2. CREACIÓN DE PROCEDIMIENTO DE TAREA DE REVISIÓN DE INVENTARIOS DE AMONIACO

Al completar las revisiones, se pudo notar la ausencia de un procedimiento de tarea. La ausencia fue descubierta mientras se revisaban los procedimientos de tarea estándar y se comparaban con los elementos que debían contener según el formato de la auditoría. Así que se me fue asignado la creación del mismo. Inmediatamente procedí a crearlo, tomando como referencia la información suministrada por los técnicos de refrigeración y el supervisor de refrigeración. El trabajo se completó en un día, en ese momento se procedió a hacer el despliegue y posterior discusión con los técnicos de refrigeración presentes.

5.3. ACTUALIZACIÓN DE MATRIZ DE INVENTARIO DE AMONIACO

Uno de los incisos de la auditoria, especifica que se debe de contener un registro de la cantidad de amoniaco en el sistema. Existe un formato para realizar los cálculos por medio

de la longitud, diámetro y tamaño de tanto los tanques, como las tuberías. Se realizaron mediciones de las máquinas que interactúan con el amoniaco, las tuberías de todas las etapas del sistema, y posteriormente los tanques presurizados. Para finalizar, se ingresan los valores a una matriz, y se realizan algunos cálculos para obtener el valor buscado. Cabe destacar que, debido al tamaño del sistema, el cual se extiende por toda la sala de refrigeración, se necesitaron varios días para realizar las mediciones. El proceso de medición iniciaba desde cada uno de los tanques recirculadores y se extiende hasta los equipos que requieren del amoniaco en el estado específico. Ya que estos sistemas cuentan con succión y recirculación, dos mediciones eran necesarias. Se comprobó que la operación fue correcta comparando el valor obtenido con el valor teórico según la bitácora de adición de amoniaco.

5.4. INSTALACIÓN DE TUBERÍA Y PANEL DE ENFRIADOR DE SALMUERA

Durante el mes de octubre, se realizó el armado de un panel de control para un enfriador de salmuera con la ayuda de un técnico. Debido a problemas con la entrega de algunos materiales no se pudo completar el trabajo el año pasado. Los materiales fueron recibidos en el mes de enero. Ya con los materiales faltantes a disposición, se procedió a iniciar la instalación. Se estableció el día domingo para realizar la instalación, ya que la planta se encuentra detenida para trabajos de mantenimiento el día domingo. Durante la semana se estuvieron realizando los preparativos correspondientes para solo realizar la instalación de tubería y el intercambio del panel. El día domingo, se procedió a quitar el cableado anterior y desconectar el panel que se iba a cambiar, esta acción no se podía hacer antes debido a que el enfriador se encontraba en uso. Luego se procedió a instalar el nuevo cableado y tubería. En la tarde de ese mismo día, se procedió a conectar los sensores y a realizar las primeras pruebas. El proceso de sustitución del panel, el despliegue de tubería y el cableado tomaron aproximadamente unas 10 horas. El panel y el enfriador de salmuera han funcionado de manera correcta desde que fue instalado. Se realizó un diagrama eléctrico para indicar a los técnicos en caso que falle algún día.

5.5. REALIZACIÓN DE EXAMEN DE REFRIGERACIÓN A TÉCNICOS

Según los lineamientos de la auditoría, debe de haber registro que los técnicos de refrigeración fueron sometidos a una prueba de refrescamiento. El trabajo realizado

consistió en la modificación de la prueba que ya se encontraba en el sistema. Las modificaciones consistieron en la remoción de preguntas que se consideraron no necesarias y la adición de otras. Luego, sometí a los técnicos a la prueba, y posteriormente fueron revisadas. Los técnicos de refrigeración estaban bien informados sobre el significado de PSM, y para que se usa.

5.6. REVISIÓN DE DOCUMENTOS PARA AUDITORIA

La fecha para la auditoría estaba cada vez mas cerca, así que el superintendente de mantenimiento procedió a realizarnos una preauditoria. El propósito de la preauditoria era establecer que puntos nos estaban haciendo falta, y tomar las acciones correctivas lo mas pronto posible. La auditoría consistió en la revisión de cada uno de los puntos, los comentarios fueron anotados, en un cuaderno, el cual se llevó a todos lados para realizar todas las tareas pendientes. La duración de esta preauditoria fue de 1 semana, en la cual se completó buen parte de los pendientes.

5.7. CREACIÓN DE PROCEDIMIENTO OPERATIVO ESTÁNDAR DE TANQUE INTERCOOLER

Uno de los puntos mas importantes entre os hallazgos encontrados en la preauditoria fue la falta de un procedimiento operativo estándar (SOP) para el tanque intercooler. Dentro del formato, se debían poner los 3 tanques, ya que cada uno realiza, a pesar de parecer de un mismo funcionamiento, operan a distintas temperaturas, presiones, etc.

Por lo tanto, se pudieron usar los SOPs de los tanques recirculadores como base. Sin embargo, también se requirió realizar una investigación sobre el comportamiento del amoniaco en el tanque y sus valores limite.

5.8. PRUEBA A TRAJES DE AUTOCONTENIDO CLASE A

Los trajes de autocontenido de clase A requieren de una prueba de inflado cada vez que se va a usar y cuando se deja de usar. Además de esas pruebas, se debe de realizar una inspección cada 6 meses. En este trabajo se procedió a abrir las bolsas donde se contienen los trajes clase A. Se solicitó un kit de prueba a la bodega de la planta, este kit es un pequeño inflador con manómetro, temporizador y mangueras para realizar la prueba de inflado.

El procedimiento para realizar la prueba se encuentra en las instrucciones que vienen con el traje. Primero se revisan visualmente el traje en busca de cortes o rasgaduras. Luego, se procede a la sustitución de sus válvulas de escape con un par de válvulas que vienen con el kit de prueba, estas válvulas son usadas para hacer recircular aire a través del traje. El siguiente paso consiste en llenar de aire el traje hasta una presión de 6 psi. El traje debe de ser capaz de mantener una presión mayor a 5 durante 1 minuto. Si el traje consigue pasar esa prueba, se procede a liberar presión hasta llegar a 4psi. y debe de ser capaz de mantener la presión arriba de 3.2psi. por 4 minutos. En caso que no pase alguna de las pruebas, es necesario revisar el origen de la fuga. Eso se realiza con una mezcla de agua con jabón, el objetivo es que el aire fugándose genere burbujas que podamos ver para identificar los puntos de fuga. Al completar la prueba, se llena la hoja de inspección y se guarda el traje. Cabe destacar que todos los trajes probados pasaron la prueba de inflado, lo que significa que están aptos para uso durante una emergencia.

5.9. CAPACITACIÓN HAZMAT

Durante la semana se estuvieron realizando los preparativos para recibir una capacitación sobre materiales peligrosos por parte de un ente autorizado. Entre esos preparativos se encontraba la selección y convocatoria de los asociados que debería de recibir la capacitación, la cotización y compra de materiales para realizar las actividades planeadas. La capacitación se llevó a cabo el día sábado con los miembros de la brigada de emergencias, los técnicos de refrigeración, y los miembros de la clínica. En la capacitación se enseñó el cómo ponerse los trajes de contención, y se realizaron dos simulacros de situaciones con amoníaco en un ambiente controlado.

5.10. PRESENTACIÓN SOBRE CAPACITACIÓN HAZMAT

La semana siguiente a la realización de la capacitación, se debió de preparar un informe y presentación sobre el desarrollo de la capacitación, y los resultados obtenidos. En dicha presentación se mostraron fotografías de lo que ocurrió durante el día, la hoja de asistencia con los nombres de las personas que asistieron, y videos de los simulacros realizados.

5.11. SEPARACIÓN DE ORDENES DE TRABAJO CON COMENTARIOS Y PREPARACIÓN PARA ELABORAR ORDENES DE MANTENIMIENTO

Para este trabajo fue necesario recopilar las ordenes de trabajo de la oficina de refrigeración. Esto es un procedimiento que debe ser realizado semanalmente, un técnico va a dejar a la oficina de mantenimiento las ordenes ya realizadas, y el supervisor se encarga de tomar nota de los comentarios para preparar las ordenes de mantenimiento para corregir los problemas vistos en las ordenes anteriores.

Luego de recopilar las ordenes, se procedió a tomar nota de los hallazgos en los comentarios; estos hallazgos serán mostrados al supervisor para que genere las ordenes de trabajo correspondientes. Al completar la toma de notas, se procede a organizar las ordenes, primero por equipo y después por fecha, para tener un acceso fácil a las ordenes en el momento de una auditoria.

5.12. INSTALACIÓN DE RÓTULOS FALTANTES EN SALA DE MAQUINAS

Con motivo de la preparación para la auditoria, se realizó anteriormente un listado de rótulos de seguridad faltantes en las zonas de refrigeración, tanto sala de máquinas como el cuarto de la hielera. Durante los siguientes días se estuvo ubicando rótulos para indicar la salida de emergencia, cantidad de ruido en la sala de máquinas, y los peligros en cada una de las entradas a la sala de máquinas. Los rótulos finales fueron los diagramas de tuberías y el diagrama de descripción de colores de las tuberías.

5.13. INSPECCIÓN DE COMPRESORES

Como parte del protocolo cuando se realiza alguna modificación en alguna área de la planta, se debe de realizar una inspección un tiempo después de que empiece a funcionar el equipo. El equipo a inspeccionar eran 4 compresores parte del proceso de refrigeración, 3 trabajan en la etapa de alta temperatura del sistema, y uno en la etapa de baja temperatura. Se procedió a realizar la inspección según el formato ya establecido por la empresa. En esta inspección se buscó que los compresores estuvieran correctamente señalizados, que tuvieran las medidas de seguridad necesarias, que no hubiera fugas de amoniaco y que las válvulas estuvieran en la posición correcta.

5.14. INVENTARIADO DE PARTES PARA MÁQUINAS DE REFRIGERACIÓN

Como parte del mantenimiento preventivo, es necesario realizar el intercambio de algunas piezas específicas dentro de los equipos en un periodo de tiempo. A estas piezas se les conoce como descartes. El trabajo consistió en realizar un inventario de las piezas dentro de las máquinas de refrigeración, y con ayuda del supervisor de refrigeración, filtrar las piezas que serán descartadas después de cierto tiempo. Al tener la lista definida, se procedió a revisar que ya existan las piezas en el sistema de gestión que usa la empresa para el manejo de la misma. Las piezas que no se encontraron se solicitó la inclusión dentro del programa.

5.15. RECOPIACIÓN DE DOCUMENTACIÓN PARA AUDITORIA INTERNA EHS

Cada mes de marzo, se realiza una auditoría general a todos los departamentos dentro de la planta, para revisión de documentación, practicas, y el estado de la planta en general. Esta auditoria es diferente a la que se realizará el mes de abril solamente al departamento de refrigeración. Por lo tanto, los requerimientos son distintos, y se necesitó iniciar la revisión y recopilación de los documentos según lo que se le requirió a mi supervisor. Algunos documentos si se necesitan tanto en la auditoría EHS como en la auditoria PSM, así que en algunos de los casos solo se necesitó revisar la información ya recopilada. Luego de la recopilación inicial, se procedió a la búsqueda de la documentación faltante.

5.16. REVISIÓN DE PANEL DE CONTROL QUANTUM

Se recibió la visita de un ingeniero de la marca Johnson, para realizar el mantenimiento periódico a los compresores. Durante su estadía, surgió un problema con uno de los paneles controladores de los evaporadores, en conjunto con el superintendente de mantenimiento, y el supervisor de refrigeración, se procedió a revisar el panel y a llegar él porque estaba fallando y como corregirlo. La fuente del problema fue encontrada rápidamente, el fallo de un convertidor de señal. Se procedió a traer otro convertidor que hiciera lo mismo, mas no funciono. Al final se realizó la compra de un convertidor nuevo, y se procedió con el reemplazo y la reconexión. Durante un momento se exploró la posibilidad que las placas estuvieran en mal estado, para lo cual decidimos probarlas en otro panel cuyo funcionamiento es el mismo, en busca de fallas. Las placas funcionaban bien, esto sucedió antes de llegar a la conclusión del convertidor.

5.17. INSPECCIÓN POST-ARRANQUE DE CONDENSADORES EVAPORATIVOS

Durante el mes de febrero, se hizo el reemplazo de dos condensadores evaporativos en las torres sobre el área de refrigeración. El protocolo indica que se debe de realizar una inspección después de que el equipo fue puesto en marcha. La inspección post-arranque fue realizado aproximadamente un mes después del cambio de condensadores. La inspección se realiza para buscar fugas de amoníaco, revisar la zona cercana, revisar si los rótulos necesarios fueron puestos, y si el área fue cerrada en caso de ser necesario.

5.18. AUDITORIA INTERNA EHS

Durante las semanas anteriores, se estuvieron realizando los preparativos para la auditoria EHS, una auditoria que se realiza a todos los departamentos de la planta una vez al año. Durante esa semana se estuvo realizando dicha auditoria. La auditoría comprendió una inspección de planta, la cual duro varios días. En dicha inspección se revisó en busca de problemas de seguridad, maquinaria o tubería en mal estado, etc.

También se realizó una revisión a la documentación de las áreas de la planta. En mantenimiento se realizó una revisión de los permisos, certificaciones, procedimientos operativos estándar y procedimientos de tarea estándar. Cada departamento de la planta está encargado de defender un aspecto de la auditoría, en el caso de mantenimiento, su defensa era sobre el análisis de los peligros del proceso, entrenamientos a operarios, y permisos. En Pronorsa se llenan permisos y se firman por un supervisor dependiendo del tipo de trabajo que se va a realizar. Esos permisos sirven para proveer a los ingenieros de un control de los trabajos hechos por contratistas.

Gran parte de la información mostrada durante la auditoria es de carácter confidencial.

VI. CONCLUSIONES

Según la Real Academia Española: "Idea a la que se llega después de considerar una serie de datos o circunstancias." (s. f.)

Las conclusiones fueron obtenidas luego del proceso de trabajo realizado según los objetivos establecidos. Las conclusiones a las que se llegaron son las siguientes:

- Se realizó un periodo de práctica en el departamento de mantenimiento, en el cual se interactuó con los ingenieros de mantenimiento de las distintas áreas de la planta. Durante este lapso de tiempo, se obtuvo conocimiento principalmente en el área de la refrigeración industrial con amoníaco.
- Los preparativos para la auditoria fueron completados a tiempo, con la obtención de documentos pendientes obtenidos y completados, la planeación y ejecución de acciones para el mejoramiento del departamento de refrigeración.
- Se aprendió, por medio de la teoría y la práctica, el funcionamiento de un cuarto de máquinas de refrigeración de nivel industrial. Se aprendió sobre los cambios de estado del amoníaco durante del proceso de refrigeración y sobre el funcionamiento de las maquinas que lo hacen posible.

VII. RECOMENDACIONES

7.1. PARA LA EMPRESA

La práctica fue realizada en la empresa Cargill de Honduras, en su planta Pronorsa.

A la empresa se le recomienda la mejora en el proceso de gestión de órdenes, su sistema de seguimiento de ordenes permite que existan avisos de órdenes que no sean tomados en cuenta salvo insistencia del supervisor.

7.2. PARA LA UNIVERSIDAD

A la universidad se le recomienda la inclusión de alguna clase donde se trate la gestión de una planta de mantenimiento. Muchos ingenieros mecatrónicos también están desempeñando labores de gestión en la industria.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

Arora, R. C. (2012). *Refrigeration and Air Conditioning*. PHI Learning Pvt. Ltd.

Berkowitz, D. E. (2012). Capítulo 67 Industria alimentaria. En: enciclopedia de la OIT.

Recuperado de

<http://ebookcentral.proquest.com/lib/bvunitecvirtualsp/detail.action?docID=32048>

61

Bloch, H. P., & Godse, A. (2006). *Compressors and Modern Process Applications*. John Wiley & Sons.

Bridges, W., Tew, R., & Lane, W. (s. f.). Human Factors Elements Missing from Process Safety Management (PSM), 24.

Dinçer, İ. (2003). *Refrigeration systems and applications*. Chichester, West Sussex, England; Hoboken, NJ: Wiley.

García Almiñana, D. (2007). *Instalaciones de refrigeración y aire acondicionado*. Barcelona,

SPAIN: Editorial UOC. Recuperado de

<http://ebookcentral.proquest.com/lib/bvunitecvirtualsp/detail.action?docID=32068>

81

García Hurtado, M. (2012). *Higiene general en la industria alimentaria: operaciones auxiliares de mantenimiento y transporte interno de la industria alimentaria (MF0546_1)*. Málaga,

SPAIN: IC Editorial. Recuperado de

<http://ebookcentral.proquest.com/lib/bvunitecvirtualsp/detail.action?docID=32133>

49

Jones, W. P. (2001). *Air conditioning engineering* (5th ed). Oxford; Boston: Butterworth-Heinemann.

Kirkpatrick, A. (2017). *Introduction to refrigeration and air conditioning systems: theory and applications*. San Rafael, California: Morgan & Claypool.

Kothari, C. R. (2004). *Research methodology methods & techniques*. New Delhi: New Age International (P) Ltd., Publishers.

Marczyk, G. R., DeMatteo, D., & Festinger, D. (2005). *Essentials of research design and methodology*. Hoboken, N.J: John Wiley & Sons.

Mendoza Martínez, E., & Calvo Carrillo, M. de la C. (2010). *Bromatología: composición y propiedades de los alimentos*. Distrito Federal, UNKNOWN: McGraw-Hill Interamericana. Recuperado de <http://ebookcentral.proquest.com/lib/laureatemhe/detail.action?docID=4676066>

Noll, G. G., Hildebrand, M. S., Schnepf, R., & Rudner, G. D. (2014). *Hazardous Materials: Managing the Incident*. Jones & Bartlett Publishers.

Real Academia Española (Ed.). (s. f.). *Diccionario de la lengua española* (19. ed).

Remy Oyague, P. (2018). *50 autopsias de crisis: ¿por qué el manejo mata más que el problema?* Lima, PERU: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC). Recuperado de <http://ebookcentral.proquest.com/lib/bvunitecvirtualsp/detail.action?docID=55134>

83

Sanz del Castillo, F., & Sanz del Castillo, D. (2014). *Control de refrigeración*. Madrid, SPAIN: UNED - Universidad Nacional de Educación a Distancia. Recuperado de

<http://ebookcentral.proquest.com/lib/bvunitecvirtualsp/detail.action?docID=32191>

94

Serrano, J. (2013). *Manual de Aire Acondicionado y Ventilación Industrial 2*. Jorge Serrano.

Shah, R. K., & Sekulic, D. P. (2003). *Fundamentals of Heat Exchanger Design*. John Wiley & Sons.

Solleiro, J. L., & Valle, M. del C. del. (2003). *Estrategias competitivas de la industria alimentaria* (1. ed). México, D.F.: Plaza y Valdés: Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología: Dirección General de Asuntos del Personal Académico-Universidad Nacional Autónoma de México.

Stosic, N., Smith, I., & Kovacevic, A. (2005). *Screw Compressors: Mathematical Modelling and Performance Calculation*. Springer Science & Business Media.

Thulukkanam, K. (2013). *Heat Exchanger Design Handbook, Second Edition*. CRC Press.

Togores, J. H. (2011). *TRATADO DE ENOLOGIA I*. Mundi-Prensa Libros.

Torres, C. A. B. (2006). *Metodología de la investigación: para administración, economía, humanidades y ciencias sociales*. Pearson Educación.

Wang, S. K. (2000). *Handbook of air conditioning and refrigeration* (2nd ed). New York: McGraw-Hill.

Whitman, W. C., & Johnson, W. M. (2000). *Tecnología de la refrigeración y aire acondicionado*. Editorial Paraninfo.

Wirz, D. (2008). *REFRIGERACIÓN COMERCIAL PARA TÉCNICOS DE AIRE ACONDICIONADO*. Editorial Paraninfo.

IX. ANEXOS



RWF II with mounted Vyper™ Variable Speed Drive

RWF II Specifications*					
High Stage	R-717			R-507	
Model	CFM	TR	BHP	TR	BHP
100	592	213	235	190	268
134	790	284	314	258	361
177	1,042	384	410	333	466
222	1,311	483	517	436	592
270	1,589	598	638	534	726
316	1,865	688	736	608	839
399	2,349	866	926	768	1,066
480	2,824	1,018	1,127	886	1,268
546	3,216	1,169	1,280	1,011	1,446
496	2,920	1,054	1,181	973	1,341
676	3,982	1,424	1,612	1,258	1,845
856	5,068	1,809	2,056	1,586	2,504
1080**	6,402	603	679	745	1,027

* Based on 20°F Suction and 95°F Condensing with 10° Superheat
 ** Booster only @ -40°F Suction, 10°F intermediate, no Superheat



RXF Model 12 - 50

RXF Specifications*					
Model	CFM	TR	BHP	TR	BHP
12	71.5	25.3	30.3	20	35
15	89.2	31.6	37.9	27	44
19	110.5	39.1	46.9	35	54
24	144.1	51	61.1	43	71
30	179.8	63.7	76.3	57	88
39	222.6	78.9	94.5	72	110
50	292.3	103.6	124	94	144
58	341	120.9	143.3	113	166
68	403	142.7	169.3	134	193
85	499	176.8	209.6	169	240
101	596	211.4	250.7	201	292

*Based on 20°F Suction and 95°F Condensing with 10° Superheat

Ilustración 11 Compresores Frick RWF II y RXF
 Fuente: Johnson Controls

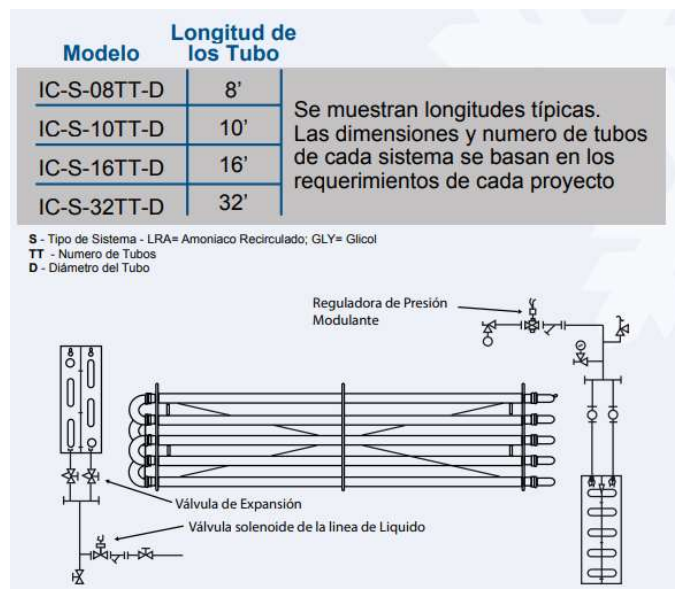


Ilustración 12 Datos de enfriador Morris del tipo tubo dentro de tubo
 Fuente: Morris

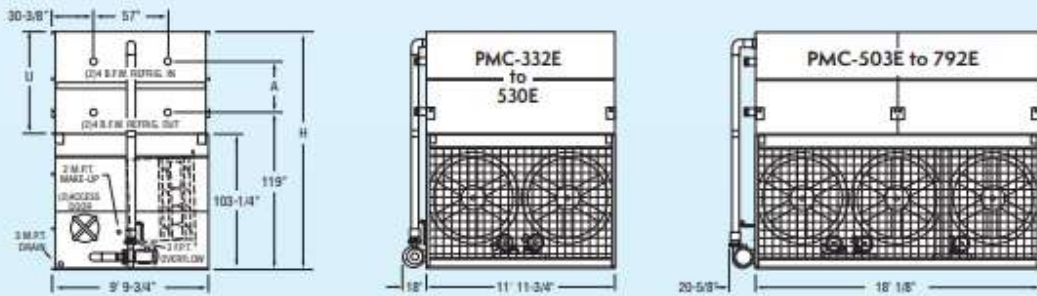


Table 8 Engineering Data

Model No.	R-717 Capacity Tons ^a	Fans		Weights (lbs) ^b			Refrigerant Operating Charge lbs. ^{c,7}	Coil Volume Ft ³	Spray Pump		Remote Sump			Dimensions (in.)		
		HP	CFM	Shipping	Heaviest Section ^d	Operating			HP	GPM	Gallons Req'd ^e	Conn. Size	Operating Weight	Height H	Upper U	Coil A
PMC-332E	235	(2) 5	61,000	12,870	8,590	16,950	250	34	5	685	500	10	16,270	163-3/8	61	22-1/4
PMC-362E	257	(2) 5	60,100	14,840	10,560	19,000	325	44	5	685	500	10	18,320	171-7/8	69-1/2	30-3/4
PMC-369E	262	(2) 7.5	70,000	12,970	8,590	17,050	250	34	5	685	500	10	16,370	163-3/8	61	22-1/4
PMC-386E	274	(2) 5	59,200	16,700	12,420	20,940	405	55	5	685	500	10	20,260	180-3/8	78	39-1/4
PMC-397E	282	(2) 10	77,200	13,000	8,590	17,080	250	34	5	685	500	10	16,400	163-3/8	61	22-1/4
PMC-400E	284	(2) 7.5	69,000	14,940	10,560	19,100	325	44	5	685	500	10	18,420	171-7/8	69-1/2	30-3/4
PMC-411E	291	(2) 5	58,400	18,650	14,370	22,960	480	66	5	685	500	10	22,280	188-7/8	86-1/2	47-3/4
PMC-426E	302	(2) 7.5	67,900	16,800	12,420	21,040	405	55	5	685	500	10	20,360	180-3/8	78	39-1/4
PMC-428E	304	(2) 15	88,700	13,260	8,590	17,340	250	34	5	685	500	10	16,660	163-3/8	61	22-1/4
PMC-431E	306	(2) 10	76,000	14,970	10,560	19,130	325	44	5	685	500	10	18,450	171-7/8	69-1/2	30-3/4
PMC-453E	321	(2) 7.5	66,900	18,750	14,370	23,060	480	66	5	685	500	10	22,380	188-7/8	86-1/2	47-3/4
PMC-457E	324	(2) 10	74,900	16,830	12,420	21,070	405	55	5	685	500	10	20,390	180-3/8	78	39-1/4
PMC-464E	329	(2) 15	87,400	15,230	10,560	19,390	325	44	5	685	500	10	18,710	171-7/8	69-1/2	30-3/4
PMC-481E	341	(2) 10	73,800	18,780	14,370	23,090	480	66	5	685	500	10	22,410	188-7/8	86-1/2	47-3/4
PMC-491E	348	(2) 10	72,700	21,130	16,720	25,520	560	76	5	685	500	10	24,840	188-7/8	86-1/2	47-3/4
PMC-492E	349	(2) 15	86,100	17,090	12,420	21,330	405	55	5	685	500	10	20,650	180-3/8	78	39-1/4
PMC-519E	368	(2) 15	84,800	19,040	14,370	23,350	480	66	5	685	500	10	22,670	188-7/8	86-1/2	47-3/4
PMC-530E	376	(2) 15	83,500	21,390	16,720	25,780	560	76	5	685	500	10	25,100	188-7/8	86-1/2	47-3/4
PMC-503E	357	(3) 5	91,800	19,590	12,580	25,910	365	50	7.5	1,030	620	12	23,710	163-3/8	61	22-1/4
PMC-546E	387	(3) 5	90,500	22,520	15,510	28,960	485	66	7.5	1,030	620	12	26,760	171-7/8	69-1/2	30-3/4
PMC-558E	396	(3) 7.5	105,300	19,750	12,580	26,070	365	50	7.5	1,030	620	12	23,870	163-3/8	61	22-1/4
PMC-579E	411	(3) 5	89,100	25,340	18,330	31,890	600	82	7.5	1,030	620	12	29,690	180-3/8	78	39-1/4
PMC-596E	423	(3) 10	116,100	19,800	12,580	26,120	365	50	7.5	1,030	620	12	23,920	163-3/8	61	22-1/4
PMC-602E	427	(3) 5	87,800	28,270	21,260	34,940	720	98	7.5	1,030	620	12	32,740	188-7/8	86-1/2	47-3/4
PMC-605E	429	(3) 7.5	103,800	22,680	15,510	29,120	485	66	7.5	1,030	620	12	26,920	171-7/8	69-1/2	30-3/4
PMC-636E	451	(3) 15	133,500	20,190	12,580	26,510	365	50	7.5	1,030	620	12	24,310	163-3/8	61	22-1/4
PMC-641E	455	(3) 7.5	102,200	25,500	18,330	32,050	600	82	7.5	1,030	620	12	29,850	180-3/8	78	39-1/4
PMC-645E	457	(3) 10	114,400	22,730	15,510	29,170	485	66	7.5	1,030	620	12	26,970	171-7/8	69-1/2	30-3/4
PMC-668E	474	(3) 7.5	100,700	28,430	21,260	35,100	720	98	7.5	1,030	620	12	32,900	188-7/8	86-1/2	47-3/4
PMC-690E	489	(3) 15	131,500	23,120	15,510	29,560	485	66	7.5	1,030	620	12	27,360	171-7/8	69-1/2	30-3/4
PMC-691E	490	(3) 10	112,700	25,550	18,330	32,100	600	82	7.5	1,030	620	12	29,900	180-3/8	78	39-1/4
PMC-719E	510	(3) 10	111,100	28,480	21,260	35,150	720	98	7.5	1,030	620	12	32,950	188-7/8	86-1/2	47-3/4
PMC-731E	518	(3) 15	129,600	25,940	18,330	32,490	600	82	7.5	1,030	620	12	30,290	180-3/8	78	39-1/4
PMC-732E	519	(3) 10	109,400	32,010	24,790	38,800	835	114	7.5	1,030	620	12	36,600	188-7/8	86-1/2	47-3/4
PMC-778E	552	(3) 15	127,600	28,870	21,260	35,540	720	98	7.5	1,030	620	12	33,340	188-7/8	86-1/2	47-3/4
PMC-792E	562	(3) 15	125,700	32,400	24,790	39,190	835	114	7.5	1,030	620	12	36,990	188-7/8	86-1/2	47-3/4

^a Tons at standard conditions: 96.3°F condensing, 20°F suction and 78°F W.B.
^b Gallons shown is water in suspension in unit and piping. Allow for additional water in bottom of remote sump to cover pump suction and strainer during operation. (12" would normally be sufficient)
^c Heaviest section is the upper coil section. **When 5.12 seismic design is required consult the factory for specific weights.**
^d Refrigerant charge is shown for R-717. Multiply by 1.93 for R-22 and 1.98 for R-134a.
 Dimensions are subject to change. Do not use for pre-fabrication.

Ilustración 13 Tabla de datos sobre condensadores EVAPCO
 Fuente: EVAPCO

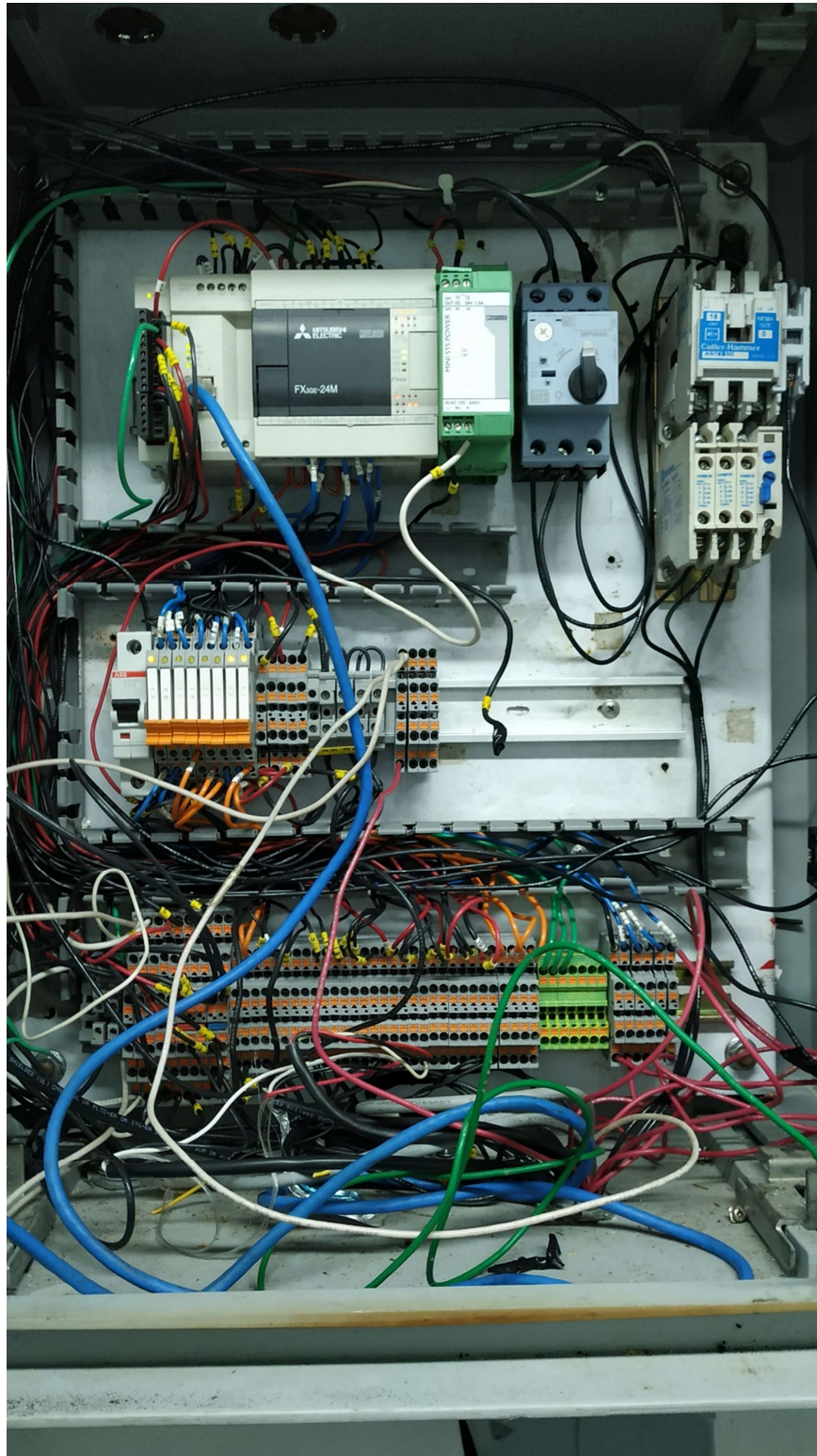


Ilustración 14 Panel de inyectoras de salmuera

Fuente: Propia