



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica

**DISEÑO DE LA INSTALACIÓN DE UN NUEVO EQUIPO TIPO CHILLER
PARA EL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA DE ENFRIAMIENTO EN
MOLDES DE SOPLADO E INYECCIÓN, PARA LA EMPRESA
POLINDUSTRIAS S.A.**

Byron Ariel Camey Hernández

Asesorado por el Ing. José Ismael Véliz Padilla

Guatemala, agosto de 2017

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE LA INSTALACIÓN DE UN NUEVO EQUIPO TIPO CHILLER
PARA EL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA DE ENFRIAMIENTO EN
MOLDES DE SOPLADO E INYECCIÓN, PARA LA EMPRESA
POLINDUSTRIAS S.A.**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

BYRON ARIEL CAMEY HERNÁNDEZ
ASESORADO POR EL ING. JOSE ISMAEL VÉLIZ PADILLA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO MECÁNICO

GUATEMALA, AGOSTO DE 2017

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL I	Ing. Angel Roberto Sic García
VOCAL II	Ing. Pablo Christian de León Rodríguez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Jurgen Andoni Ramírez Ramírez
VOCAL V	Br. Oscar Humberto Galicia Nuñez
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADOR	Ing. Carlos Aníbal Chicojay Coloma
EXAMINADOR	Ing. Hugo Leonel Ramírez Ortiz
EXAMINADOR	Ing. Álvaro Antonio Ávila Pinzón
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

DISEÑO DE LA INSTALACIÓN DE UN NUEVO EQUIPO TIPO CHILLER PARA EL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA DE ENFRIAMIENTO EN MOLDES DE SOPLADO E INYECCIÓN, PARA LA EMPRESA POLINDUSTRIAS S.A.

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica, con fecha 2 de febrero de 2015.



Byron Ariel Camey Hernández

Guatemala, 11 de enero 2017

Ingeniero
Roberto Guzmán Ortiz
Director Escuela de Ingeniería Mecánica
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos de Guatemala

Señor Director:

Por este medio me dirijo a usted para informarle que he revisado el trabajo de graduación del estudiante **Byron Ariel Camey Hernández** con carné 2007-14664, titulado "**DISEÑO DE LA INSTALACIÓN DE UN NUEVO EQUIPO TIPO CHILLER PARA EL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA DE ENFRIAMIENTO EN MOLDES DE SOPLADO E INYECCIÓN, PARA LA EMPRESA POLINDUSTRIAS S.A.**"

Después de haber realizado todas las correcciones necesarias el trabajo cumple con los requisitos exigidos por la Facultad de Ingeniería por lo que doy mi aprobación para que pueda continuar con los trámites correspondientes.

Agradeciendo su atención me suscribo de usted.

Atentamente,



Ing. José Ismael Véliz Padilla
ASESOR
JOSÉ ISMAEL VÉLIZ PADILLA
INGENIERO MECÁNICO
COL: 3646



USAC

TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

Facultad de Ingeniería

Escuela de Ingeniería Mecánica

Ref.E.I.M.055.2017

El Coordinador del Área Térmica de la Escuela de Ingeniería Mecánica, luego de conocer el dictamen del Asesor y habiendo revisado en su totalidad el trabajo de graduación titulado: **DISEÑO DE LA INSTALACIÓN DE UN NUEVO EQUIPO TIPO CHILLER PARA EL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA DE ENFRIAMIENTO EN MOLDES DE SOPLADO E INYECCIÓN, PARA LA EMPRESA POLINDUSTRIAS S.A.** desarrollado por el estudiante **Byron Ariel Camey Hernández, CUI 2377-89256-0116, Registro Académico 2007-14664** recomienda su aprobación.

"Id y Enseñad a Todos"

Ing. Julio César Campos Paiz
Coordinador Área Térmica
Escuela de Ingeniería Mecánica



Guatemala, febrero 2017

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica, de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor-Supervisor y del Director de la Unidad de EPS, al trabajo de graduación titulado: **DISEÑO DE LA INSTALACIÓN DE UN NUEVO EQUIPO TIPO CHILLER PARA EL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA DE ENFRIAMIENTO EN MOLDES DE SOPLADO E INYECCIÓN, PARA LA EMPRESA POLINDUSTRIAS S.A.** del estudiante **Byron Ariel Camey Hernández**, CUI 2377-89256-0116, Registro Académico 2007-14664 y luego de haberlo revisado en su totalidad, procede a la autorización del mismo.

"Id y Enseñad a Todos"


Ing. Roberto Eizmán Ortiz
Director
Escuela de Ingeniería Mecánica



Guatemala, julio de 2017



El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica, al Trabajo de Graduación titulado: **DISEÑO DE LA INSTALACIÓN DE UN NUEVO EQUIPO TIPO CHILLER PARA EL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA DE ENFRIAMIENTO EN MOLDES DE SOPLADO E INYECCIÓN, PARA LA EMPRESA POLINDUSTRIAS S. A.,** presentado por el estudiante universitario: **Byron Ariel Camey Hernández,** y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:


Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
Decano

Guatemala, agosto de 2017

/gdech



ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Por guiarme, proveerme y darme sabiduría para alcanzar esta meta profesional.
- Mi familia** Por su apoyo, ánimo y confianza puesta en mí durante este tiempo, por enseñarme a perseverar y esforzarme por mis metas. Asunción Hernández, Byron Comey, Raisa Osorio, Iris Comey, Evelyn Comey, Delmy Comey y demás familia.
- Mis amigos** Por estar conmigo y compartir en cada enseñanza, aventura y buenos momentos. Oscar Andrade y Erick Argueta. A mis líderes por haber sido inspiración para esforzarme a alcanzar mis metas. Rodolfo Hernández, Wendy Orozco e Iván Morales.

AGRADECIMIENTOS A:

**Universidad de San
Carlos de Guatemala**

Por ser la casa que me brindó los conocimientos para alcanzar el triunfo.

Facultad de Ingeniería

Por permitirme ser parte de ella y así mismo ser el camino para llegar hasta el éxito.

**Escuela de Ingeniería
Mecánica**

Gracias por la oportunidad de realizar mi trabajo de graduación en su escuela académica.

Polindustrias S.A.

Gracias por su apoyo en compartir sus instalaciones, conocimientos y tiempo para llevar a cabo este trabajo de graduación.

**Todas las personas que
hicieron parte en este
trabajo de graduación**

Gracias por sus consejos, conocimientos y apoyo para ser posible el trabajo de graduación.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
LISTA DE SIMBOLOS.....	IX
GLOSARIO.....	XI
RESUMEN GENERAL.....	XVII
OBJETIVOS.....	XIX
INTRODUCCIÓN.....	XXI
1. CALIFICACIÓN DEL DISEÑO.....	1
1.1 Protocolo de apertura.....	1
1.1.1 Objetivos.....	1
1.1.2 Descripción del sistema.....	2
1.1.3 Limites del diseño.....	3
1.2 Descripción del diseño.....	4
1.2.1 Definición de Presión.....	5
1.2.2 Definición de caudal.....	7
1.2.3 Deducción del diámetro de la tubería.....	8
1.2.4 Diseño del sistema de distribución de agua.....	9
1.3 Ventajas y desventajas del diseño.....	14
1.3.1 Ventajas del diseño.....	14
1.3.2 Desventajas del diseño.....	15
1.4 Planos propuestos para el diseño.....	17
1.5 Protocolo de cierre.....	40
2. CALIFICACIÓN DE LA INSTALACIÓN.....	45
2.1 Protocolo de apertura.....	45
2.1.1 Objetivos.....	45
2.2 Pruebas estáticas del equipo y del sistema.....	48

2.2.1	Descripción de la instalación.....	49
2.2.1.1	Descripción del chiller	49
2.2.1.2	Descripción del sistema de distribución de agua	51
2.2.2	Cualificación de la instalación.....	51
2.2.2.1	Características de la instalación.....	51
2.2.2.1.1	Características del equipo tipo chiller.....	51
2.2.2.1.2	Características del sistema de distribución de agua.....	59
2.2.3	Especificaciones de ingeniería.....	66
2.2.3.1	Lista de diseño.....	66
2.2.3.2	Lista de instrumentos y controladores.....	67
2.2.3.3	Requerimiento de Servicios.....	70
2.2.3.4	Requerimientos.....	71
2.2.4	Conexioneseléctricas.....	74
2.2.4.1	Características del sistema eléctrico.....	74
2.2.4.2	Diagramas de conexión del equipo.....	74
2.3	Protocolo de cierre IQ.....	75
3.	CALIFICACIÓN DE LA OPERACIÓN.....	83
3.1	Protocolo de apertura	83
3.1.1	Objetivos de la calificación de la operación	83
3.2	Funcionamiento de elementos claves del equipo.....	84
3.2.1	Pruebasdinámicas del equipo.....	88
3.2.1.1	Resultado de las pruebas dinámicas del equipo ...	88
3.2.2	Pruebas dinámicas del sistema	90
3.2.2.1	Resultados de las pruebas dinámicas del sistema.....	90

3.3	Protocolo de cierre de la calificación de la operación.....	92
4.	CALIFICACIÓN DEL DESEMPEÑO.....	95
4.1	Protocolo de apertura.....	95
4.1.1	Objetivos.....	95
4.2	Validación de los parámetros del equipo.....	96
4.2.1	Gráficas de los parámetros establecidos.....	101
4.2.2	Resultados de las validaciones de los parámetros	104
4.3	Control de Procesos del equipo y del sistema.....	105
4.4	Protocolo de cierre PQ.....	108
	CONCLUSIONES.....	111
	RECOMENDACIONES.....	113
	BIBLIOGRAFÍA.....	115
	APÉNDICE.....	117
	ANEXOS.....	123

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Líneas de flujo de aire y ubicación de equipo.....	2
2.	Salida y entrada de agua al equipo.....	4
3.	Comportamiento de líneas de presión.....	6
4.	Descripción de altura No. 1 de tubería.....	10
5.	Descripción de altura No. 2 de tubería.....	11
6.	Descripción de altura No. 3 de tubería.....	12
7.	Sistema de anclaje al techo.....	13
8.	Diseño de parilla de soporte.....	18
9.	Diseño de parilla de soporte.....	18
10.	Diseño de parilla de soporte.....	19
11.	Diseño de parilla de soporte.....	19
12.	Diseño de bajadas de agua en tubería de PVC.....	20
13.	Diseño de bajadas de agua en tubería de PVC.....	21
14.	Diseño de bajadas de agua en tubería de HG.....	21
15.	Grafica de humedad relativa.....	23
16.	Diseño de sistema para aplicación de poliuretano.....	24
17.	Diseño de sistema para aplicación de poliuretano.....	25
18.	Aislamiento térmico con armaflex	25
19.	Ubicación de válvulas de paso.....	27
20.	Válvulas de paso.....	27
21.	Cortes de plano de ubicaciones de <i>bypass</i>	28
22.	Ubicación de <i>bypass</i> área de soplado.....	29
23.	Plano de ubicación para <i>bypass</i>	30
24.	Ubicación de <i>bypass en chiller</i>	31
25.	Ubicación de <i>bypass en chiller en área de PET</i>	32

26.	Ubicación de manómetro y termómetro.....	34
27.	Ubicación de manómetro y termómetro.....	35
28.	Ubicación de manómetro y termómetro.....	35
29.	Bajada de agua a máquina en HG.....	38
30.	Plano de ubicación de bajadas de agua.....	39
31.	Equipo tipo chiller.....	50
32.	Equipo tipo chiller.....	50
33.	Compresor semi-hermético de refrigeración.....	53
34.	Compresor semi-hermético de refrigeración.....	54
35.	Filtro metálico del condensador.....	54
36.	Variador de velocidad de los ventiladores.....	55
37.	Variador de velocidad del compresor.....	56
38.	Sistema eléctrico del chiller.....	57
39.	Sistema eléctrico del chiller.....	57
40.	Ventiladores principales del chiller.....	58
41.	Fabricación de parillas de soporte.....	60
42.	Diseño final de parillas.....	60
43.	Diseño final de parillas.....	61
44.	Tubería de PVC de 4plg y 250psi.....	61
45.	Aislamiento de tubería de PVC.....	62
46.	Aislamiento de tubería de PVC.....	62
47.	Instalación de tubería central de agua.....	63
48.	Instalación de tubería central de agua.....	64
49.	Instalación de tubería central de agua.....	64
50.	Cruce de dos tuberías de PVC.....	65
51.	Salida de T de PVC.....	65
52.	Llave de paso.....	66
53.	Diagrama de conexión general de la instalación.....	67
54.	Diagrama de conexión eléctrica del tablero principal.....	75

55.	Ubicación de termómetros y manómetro.....	92
56.	Gráfica temperatura entrada vs. tiempo	101
57.	Gráfica temperatura salida vs. tiempo	102
58.	Gráfica presión de salida vs. tiempo	103
59.	Gráfica presión de alta vs. tiempo	103
60.	Gráfica presión de baja vs. tiempo	104

TABLAS

I.	Cálculo del diámetro de la tubería	9
II.	Diámetros de tubería de máquinas.....	36
III.	Objetivos de la calificación del diseño.....	40
IV.	Lista de verificación de la instalación.....	47
V.	Lista de instrumentos y controladores.....	68
VI.	Aplicación semanal de químicos.....	71
VII.	Plan de mantenimiento preventivo de chiller.....	72
VIII.	Características del agua sugeridas por el fabricante.....	73
IX.	Lista final de la verificación de la instalación.....	76
X.	Funcionamiento de elementos clave del equipo.....	79
XI.	Cuadro de control de arranque de equipo.....	84
XII.	Control de arranque de chiller	88
XIII.	Control de presiones y temperaturas en el sistema de enfriamiento.....	91
XIV.	Cumplimiento de los objetivos de la operación del diseño.....	93
XV.	Toma de datos de variables a equipo chiller.....	97
XVI.	Desviaciones estándares.....	100
XVII.	Promedio de datos.....	100
XVIII.	Límites de variables	101
XIX.	Cuadro de rangos validados a variables críticas.....	105
XX.	Cuadro de rangos validados a variables no críticas.....	106

XXI.	Control de parámetros a equipo chiller.....	107
XXII.	Cumplimiento de los objetivos de la calificación de la operación	108

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
A	Amperios
H	Altura
Kw	Kilowatts
Kg	Kilogramo
M	Metro
mm	Milímetro
Plg	Pulgada
S	Segundo
V	Voltaje

GLOSARIO

Agua de proceso	Agua que se utiliza para el proceso de enfriamiento de moldes. El agua circula en un circuito cerrado.
Aislamiento térmico	Recubrimiento de la tubería de agua de proceso, para evitar el contacto con el ambiente y así evitar la condensación de la humedad del mismo.
Amperios (A)	Dimensional utilizada para medir el consumo de corriente que utiliza un equipo al estar en funcionamiento y se expresa en amperios (A).
Área de inyección	línea de producción en la cual operan máquinas que funcionan con un sistema de inyección de plástico.
Área de soplado	línea de producción en la cual operan máquinas que funcionan con un sistema por medio de soplado para formado de envases.
Armaflex	Material de Polímero que se usa para forrar tubería con circulación de agua fría y así evitar la condensación de la humedad del ambiente.

Bypass automático

Consiste en un sistema automático que conecta justamente la entrada y la salida de un elemento o una circuito de tuberías. De esta forma se puede liberar presión por medio de un interruptor de presión que activa una electroválvula para dejar pasar agua.

Bypass manual

Consiste en un sistema manual que conecta justamente la entrada y la salida de un elemento o una circuito de tuberías. De esta forma se puede liberar presión por medio de una válvula para dejar pasar agua.

Caudal

Es la cantidad de fluido que circula a través de una sección del ducto, por unidad de tiempo.

Chiller

Es una máquina frigorífica que utiliza un sistema de compresor para aprovechar las propiedades de un refrigerante y así poder enfriar grandes cantidades de agua.

Ciclo

Es el tiempo en el cual se tarda en formar un envase. Una forma de medir el tiempo de ciclo es tomar el tiempo en el cual se cierra el molde de soplado hasta el próximo cierre de molde.

**Compresor semi
Hermético**

Es un equipo en el cual se comprime el gas refrigerante y así poder cambiar las propiedades del mismo para poder extraer el calor; este compresor cuenta con el motor fuera del flujo del gas de aspiración.

Condensador

Es un intercambiador de calor que sirve para disipar al exterior del sistema de refrigeración, el calor absorbido en el evaporador que se genera en el proceso de compresión.

Cop

Coefficient Of Performace, Coeficiente de rendimiento, es una unidad en la cual se mide el enfriamiento proporcionado respecto a la electricidad consumida.

Evaporador

Es un intercambiador de calor donde se produce la transferencia de energía térmica desde un medio a ser enfriado hacia el fluido refrigerante que circula en el interior del dispositivo.

Filtro de entrada

dispositivo con la función de filtrar cualquier impureza que exista en el agua de proceso a la entrada del Chiller.

Filtro de salida	dispositivo con la función de filtrar cualquier impureza que exista en el agua de proceso a la salida del chiller y así proteger los moldes.
Humedad relativa	La humedad relativa se define como la relación de presiones parciales entre la presión de vapor del agua y la presión de saturación del vapor del agua, con relación al agua, que se indica en porcentaje.
Manómetro	Instrumento para medir la presión de los fluidos.
PE	Polietileno, es químicamente el polímero más simple.
PET	Politereftalato de etileno, un tipo de plástico transparente muy usado en envases. También se llama polietileno tereftalato. PET es una resina plástica derivada del petróleo que pertenece al grupo de los materiales sintéticos denominados Poliéster.
PP	El polipropileno es polímero termoplástico, parcialmente cristalino, que se obtiene de la polimerización del propileno.
Poliuretano líquido	Es una composición química de un químico A, más un químico B para poder formar un

recubrimiento alrededor de la tubería en forma de esponja.

Potencia (kw)

Unidad de medida que se utiliza para expresar el consumo de kilowatts en un equipo y sus siglas son KW.

Presión

Es la cantidad de fuerza que se ejerce sobre una unidad de área de alguna sustancia.

PSI

Libras sobre pulgada cuadrada.

PVC

Policloruro de vinilo.

Serpentín

Dispositivo en el cual circula un líquido refrigerante por el cual este hace transferencia de calor al medio que lo rodea.

Termómetro

Dispositivo por medio del cual se registra la temperatura de un líquido, por medio de una sonda, desplegándolo de una forma análoga.

Variador de velocidad

Dispositivo electrónico por medio del cual se puede variar la velocidad de frecuencia de un motor de corriente alterna.

Voltaje (V)

Dimensional utilizada para medir el diferencial de potencial entre las líneas eléctricas de alimentación.

RESUMEN

En el presente trabajo se desarrollará el diseño y la instalación de un sistema de enfriamiento para moldes de soplado e inyección, y se realizará una investigación sobre información que refiere al planteamiento del problema a través de manuales, internet, libros entre otros, para el mejor desenvolvimiento del proyecto. Todo esto en base a lograr un incremento de la credibilidad del proyecto y tener una base sólida para la ejecución del mismo.

Posteriormente se aplicará una metodología de cuatro fases en las cuales se estará desarrollando todo el proyecto; estas fases abarcan etapas clave para la realización de un proyecto, empezando con la “Calificación del diseño” en el cual se realizará un estudio para la ubicación de los equipos, así como para la instalación del sistema de enfriamiento, seguido a esto se realizará una “Calificación de la instalación” en la cual se tiene una lista de chequeo para llevar el control de la instalación, así como cada uno de los aspectos a seguir en la instalación, luego se realizará la “Calificación de la Operación” en la cual se adjunta una guía visual de funcionamiento de cada uno de los controles del equipo como lo son: pulsadores, luces pilotos, botones y control del sistema eléctrico y cada uno de sus elementos principales. Para concluir con el proyecto se realiza una “Calificación del desempeño del equipo” en la cual se realiza un análisis del desempeño del equipo con control de procesos, en los cuales se establecen parámetros de validación del equipo pues solo en esas condiciones se podrá trabajar con el, para poder generar los resultados deseados y poder tener criterios de éxito. Y, en base a esto, poder tener los resultados deseados.

OBJETIVOS

General

Diseñar la instalación de un nuevo equipo tipo chiller para el sistema de distribución de agua de enfriamiento en moldes de soplado e inyección en la empresa, Polindustrias S.A.

Especificos

- Establecer procedimientos para asegurar la correcta instalación de los equipos nuevos y crear una fiabilidad del buen funcionamiento del equipo.
- Definir los procedimientos para la correcta instalación del equipo y del sistema de agua de enfriamiento.
- Definir los procedimientos para llevar a cabo la operación del equipo y dejar establecidos los pasos para el arranque y paro del equipo.
- Determinar los rangos de validación para los parámetros, como lo son: velocidades, presiones y temperaturas, en los cuales, el equipo y el sistema de enfriamiento, se estarán desempeñando de una mejor manera.
- Validar el equipo con todo sus parámetros ya establecidos y dejar establecido un formato para llevar el control del proceso, continuamente, para su monitoreo.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad los procesos de producción de soplado de envase e inyección de tapas requieren de un buen sistema de enfriamiento de los moldes para el buen formado de los envases, tapas y demás productos que se fabriquen con el mismo sistema.

El agua de enfriamiento como tal no puede ser manipulada o creada sin un sistema que la pueda llevar a las condiciones deseadas de operación o bien no hay un sistema natural para crear una condición de agua de enfriamiento a las temperaturas que son requeridas en un sistema de formado de envases, el formado de envases es un proceso completo en la cual se involucran varias variables con lo son temperaturas, presiones, velocidades y tiempos, todas estas variables conforman lo que se conoce como ciclo del formado de envase, este ciclo se define como el tiempo en el cual se repite un proceso completo del formado del envase, se puede medir de diferentes formas, una de ellas es el tiempo desde que el molde cierra para el soplado hasta el tiempo que vuelve a cerrar para el siguiente soplado.

Otra posible aproximación para incrementar la rentabilidad del proceso es reducir ese tiempo de ciclo antes mencionado. Por lo tanto, para abaratar del proceso de moldeo por soplado se puede reducir el tiempo de ciclo. El tiempo de enfriamiento puede alcanzar hasta el 95% del tiempo total de ciclo. Por ello la reducción del tiempo de enfriamiento tiene un alto potencial para reducir costos. La tasa de transferencia de calor desde la pieza moldeada tiene una gran influencia en el tiempo de enfriamiento. La tasa de transferencia de calor depende de conductividad térmica del molde y de la convección sobre la superficie interna. Por lo tanto la reducción del tiempo de enfriamiento también puede alcanzarse incrementando la tasa de transferencia de calor entre la pieza

y el molde por medio de una superficie interna refrigerante o de un proceso de post-enfriamiento.

Cuando se habla de la tasa de transferencia de calor en la pieza formada y el molde, se refiere a que tan fría puede llegar a estar la superficie del molde sin que afecte el formado del envase. Esto se logra teniendo un buen sistema de agua de enfriamiento así como un buen equipo que sea capaz de dar el flujo de agua deseada y la temperatura óptima de operación.

El presente trabajo, tiene como objetivo fundamental el diseño e instalación de un nuevo equipo tipo chiller para el sistema de distribución de agua de enfriamiento en moldes de soplado PET, soplado de PE, inyección de PP e inyectó-soplado PET. Entonces se desarrollara el siguiente proyecto para poder llegar a mejorar los ciclos de formado de envases y se dará todas las fases del proyecto para poder ejecutarlo.

1. CALIFICACIÓN DEL DISEÑO

En esta parte del trabajo se presentara la propuesta inicial del diseño del proyecto mediante diferentes etapas que analizan y establecen procedimientos para el desempeño del diseño del proyecto.

Estas etapas establecerán procedimientos en las cuales se tienen que cumplir los objetivos llevando a cabo los diferentes pasos que se establecerán en las etapas, los objetivos de cada etapa de la calificación del diseño se cumplirán en base a lo establecido en el protocolo de apertura.

En el protocolo de apertura se establecen los objetivos principales de la calificación del diseño así como los diferentes procedimientos a seguir y las diferentes calificaciones para asegurar que cada una de las etapas de la calificación del diseño se cumpla bajo el criterio establecido.

1.1 Protocolo de apertura

1.1.1 Objetivos

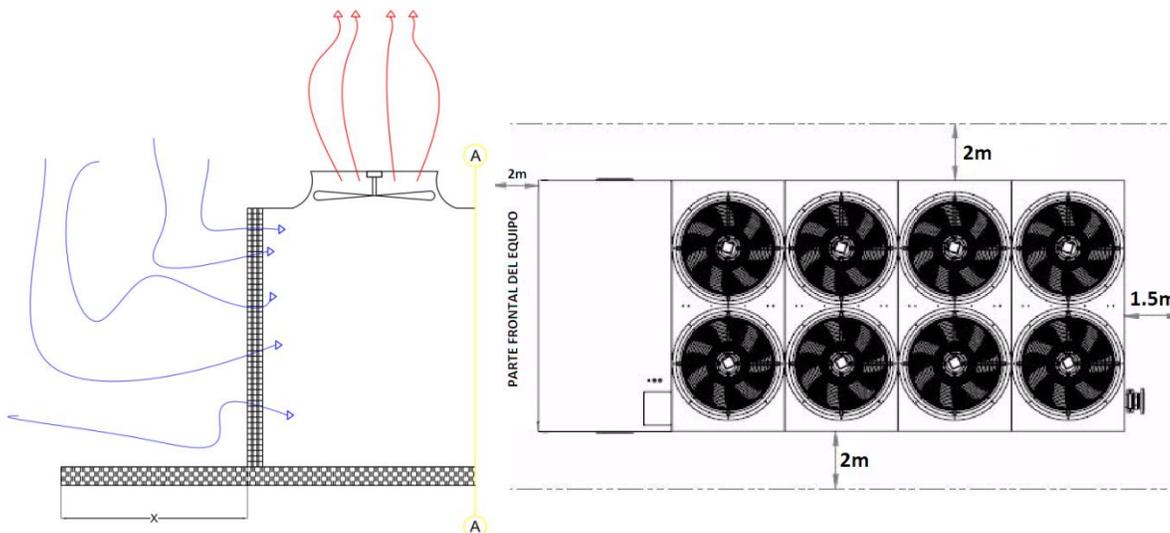
- Generar evidencia documentada de que:
 - El diseño de la instalación del chiller cumple con las necesidades de espacio establecidas por el fabricante.
 - El diseño de las conexiones y diagrama general de la instalación de tubería cumpla las características ideales para cada una de las máquinas que usaran el sistema.
 - Los diagramas de conexión de los diferentes *bypass* manuales para limpieza de filtros y para reducir los aumentos de presión en el sistema queden instalados en los puntos que se diseñaron.

- Diseñar en base a las necesidades de la planta de producción el sistema de distribución de agua para enfriamiento de moldes.
- Diseñar las conexiones específicas para las bajadas de agua de la tubería principal a cada una de las máquinas.
- Diseñar el sistema de soportes para toda la tubería que estará suspendida, anclada y fijada a diferentes niveles y posiciones.
- Diseñar un sistema en la cual se pueda aislar la tubería para reducir el condensado del ambiente.

1.1.2 Descripción del sistema

Este equipo tipo chiller está diseñado para que los serpentines de circulación de gas refrigerante sean enfriados por aire, por lo que el sistema demanda un caudal de aire de entrada suficiente para poder enfriarlos a través de ocho ventiladores que fuerzan al aire a pasar por ellos como muestra la figura No. 1 de tal forma que tiene que haber la suficiente área libre alrededor del equipo.

Figura 1. Líneas de flujo de aire y ubicación de equipo



Fuente: elaboración propia, empleando el manual de chiller CA3011.

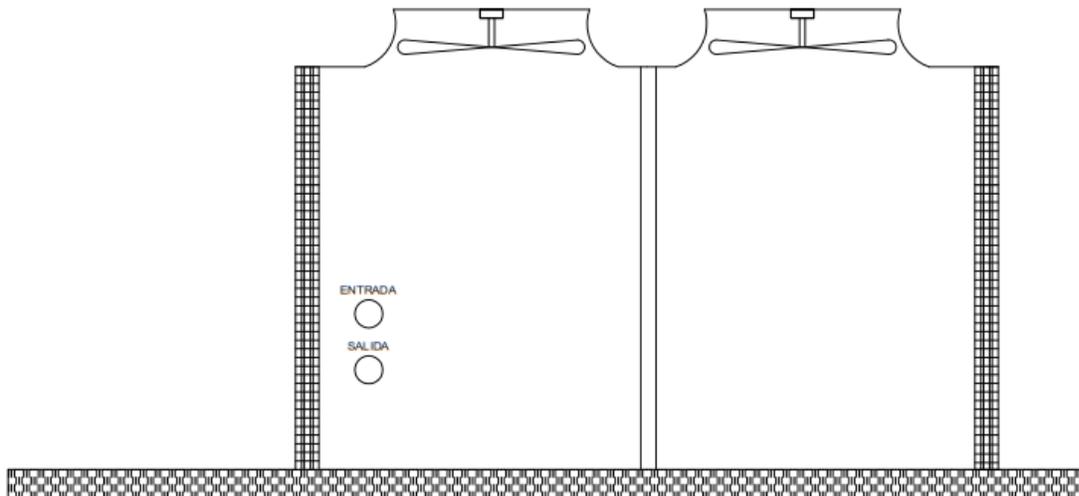
Cuando se refiere a la suficiente área libre se está hablando de que el equipo alrededor no tiene que tener impedimentos para que el aire circule libremente ya que el área transversal de los serpentines no varía entonces el caudal de circulación es directamente proporcional al área libre "X" como se muestra en la figura No. 1. El diseño de la instalación de la tubería de distribución de agua tiene que cumplir con las necesidades de espacio, altura, aislamiento, soporte, modificación de sistemas de emergencia y otras que se mencionan a continuación:

- El diseño de la tubería deberá de cumplir con el espacio suficiente para poder realizar las conexiones independientes para cada máquina.
- El diseño de la tubería deberá de cumplir la altura mínima para no interrumpir el paso de montacargas y tarimas de envases.
- Todo el sistema de distribución de agua deberá ser diseñada con un aislamiento para evitar la condensación superficial.
- El diseño de las parrillas donde estarán instaladas las tuberías así como los anclajes y soportes colgantes deberá de estar diseñado para que soporte el peso total de la tubería.
- El diseño de la tubería deberá de estar diseñado para funcionar con diferentes *bypass* en áreas específicas para poder liberar presión manualmente así como la instalación de *bypass* electrónicos.

1.1.3 Limites del diseño

El diseño de la instalación del sistema de distribución de agua para enfriamiento comienza justo después de la salida y retorno de agua en el equipo tipo chiller como se muestra en la figura No. 2

Figura 2. **Salida y entrada de agua al equipo**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2007.

El diseño de la instalación del equipo solamente incluye, instalación eléctrica y la instalación de las bridas de la salida y entrada al equipo para acoplarse al sistema de tuberías de distribución de agua para las diferentes máquinas; el diseño puramente interno del equipo así como el diseño de la capacidad del chiller está sujeto directamente al proveedor, ya que el cálculo se realizó en base a un análisis de la sumatoria de kilogramos de resina procesa por hora, de todas las máquinas.

El diseño deberá de dar los resultados de presión constante y una circulación de caudal igual de constante en cada unas de las tuberías del circuito.

1.2 Descripción del diseño

Cuando se habla del diseño de la instalación de tubería para circulación de agua entran ciertas magnitudes que hay que tomar en cuenta para que el funcionamiento y objetivo principal se cumpla. Como objetivo principal se tiene que el calor del molde sea consumido a través del paso del agua dentro de las

paredes del molde y así, la pérdida de calor del molde se convierte como objetivo principal.

Para que la transferencia de calor del molde sea máxima, necesitamos dos magnitudes a considerar: Presión y Caudal.

1.2.1 Definición de presión

Se define Presión como la cantidad de fuerza que se ejerce por unidad de área. Esto se enuncia por medio de la ecuación,

Fórmula No. 1

$$P = \frac{F}{A}$$

Blas Pascal, científico francés del siglo XVII, describió dos principios importantes acerca de la presión:

- La presión actúa de modo uniforme en todas las direcciones de un volumen pequeño de fluido.
- En un fluido confinado por fronteras sólidas, la presión actúa de manera perpendicular a la pared.¹

De esto se puede deducir que a mayor presión en el sistema vamos a tener mayor fuerza de contacto entre las fronteras de la superficie interna del molde, con esto tenemos mayor ganancia de energía respecto al agua, o sea, podemos decir que el agua va a ganar más calor y el molde va a perder más calor que es el objetivo principal.

Con los siguientes diagramas podemos demostrar gráficamente cómo se comporta la fuerza perpendicular respecto a la superficie según la forma de la superficie.

¹ MOTT, Robert. *Mecánica de Fluidos*. p. 630.

Figura 3a.

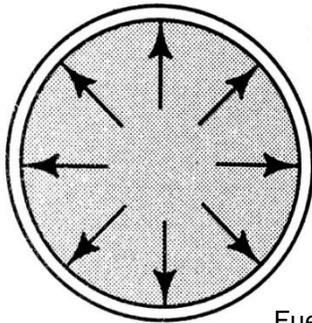


Figura 3b.

Comportamiento de líneas de presión

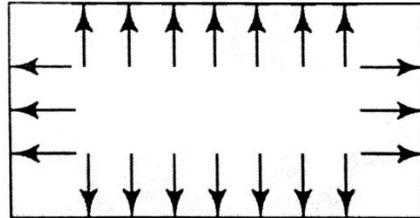
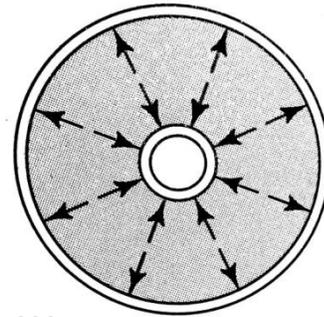


Figura 3c.



Fuente: MOTT, Robert L. *Mecánica de Fluidos*, p. 630.

Se muestran tres ejemplos de figuras geométricas y la fuerza que actúa sobre ellas la cual en la figura 3a ejemplifica la forma en que la fuerza actúa internamente en una tubería con pared gruesa, en la figura 3b se ejemplifica la forma de un canal o un conducto rectangular y vemos como actúa la fuerza respecto a las fronteras de las paredes así como en la figura 3c vemos claramente el sistema de un intercambiador de calor y como se distribuyen las fuerzas internas.

Al hacer cálculos que involucren la presión de un fluido, se deben efectuar en relación con alguna presión de referencia. Es normal que la atmosfera sea la presión de referencia. Así, la presión que arroja la medición del fluido se llama **presión manométrica**. La presión que se mide en relación con un vacío perfecto se denomina **presión absoluta**. Tiene importancia extrema que se conozca la diferencia entre estas dos maneras de medir la presión, para poder convertir una en la otra.

Una ecuación sencilla que relaciona los dos sistemas de medición de la presión es:

Fórmula No. 2

donde,
$$P_{ab} = P_a + P_m$$

P_{ab} = Presión Absoluta

P_m = Presión Manométrica

P_a = Presión Atmosférica²

² MOTT, Robert. *Mecánica de Fluidos*. p. 630.

En el diseño de la instalación de este proyecto se basara en la lecturas de presión manométrica para desarrollar los diferentes cálculos involucrados, así también se tomara en cuenta que la medición de presiones en diferentes puntos del sistema de distribución de agua estará controlado por medidores de presión llamados manómetros, para poder desarrollar un control de parámetros que se estará explicando unos capítulos más adelante.

Después de haber definido una de las dos magnitudes y explicar las diferentes formas de medición de esta magnitud y poder explicar cuál será la medición a utilizar les enfocaremos la importancia de esta otra magnitud en relación al proyecto.

1.2.2 Definición de caudal

Es la cantidad de fluido que circula a través de una sección del ducto (tubería, cañería, oleoducto, río o canal) por unidad de tiempo. Normalmente se identifica con el flujo volumétrico o volumen que pasa por un área dada en la unidad de tiempo. Menos frecuentemente, se identifica con el flujo másico o masa que pasa por un área dada en la unidad de tiempo.

En el caso de que el flujo sea normal a la superficie o sección considerada de área A , entre el caudal y la velocidad promedio del fluido, existe la relación:

Fórmula No. 3

$$Q = A \bar{v}$$

donde,

- Q Caudal ($\frac{l^3}{T}$; $\frac{m^3}{s}$)
- A Es el área (l^2 ; m^2)
- \bar{v} Es la velocidad promedio. ($\frac{l}{T}$; $\frac{m}{s}$)

En el caso de que la velocidad del fluido forme un ángulo θ con la perpendicular a la sección de área A atravesada por el fluido con velocidad uniforme v , entonces el flujo se calcula como:

$$Q = A v \cos \theta.$$

En el caso particular de que el flujo sea perpendicular al área A , por tanto $\theta = 0$ y $\cos \theta = 1$ entonces el flujo vale:

$$Q = Av.$$

Si la velocidad del fluido no es uniforme o si el área no es plana, el flujo debe calcularse por medio de una integral:

$$Q = \iint_S \mathbf{v} \cdot d\mathbf{S}$$

Donde $d\mathbf{S}$ es el vector superficie, que se define como:

$$d\mathbf{S} = \mathbf{n} dS,$$

Donde \mathbf{n} es el vector unitario normal a la superficie y $d\mathbf{S}$ un elemento diferencial de área.

Si se tiene una superficie S que encierra un volumen V , el teorema de la divergencia establece que el flujo a través de la superficie es la integral de la divergencia de la velocidad \mathbf{v} en ese volumen:

$$\iint_S \mathbf{v} \cdot d\mathbf{S} = \iiint_V (\nabla \cdot \mathbf{v}) dV.$$

En física e ingeniería, caudal es la cantidad de fluido que circula por unidad de tiempo en determinado sistema o elemento. Se expresa en la unidad de volumen dividida por la unidad de tiempo, (m^3/s).³

Para nuestro análisis solo haremos referencia a la formula No. 3 debido que el análisis del caudal se llevará a cabo en una tubería, en la cual se define que la dirección del caudal es perpendicular al área transversal de tubo.

1.2.3 Deducción del diámetro de la tubería

El diámetro de la tubería lo define el fabricante del equipo, ya que desde el diseño del equipo todo viene con una tubería de 100mm de diámetro interno.

³Caudal (fluido). [en línea]. [https://es.wikipedia.org/wiki/Caudal_\(fluido\)](https://es.wikipedia.org/wiki/Caudal_(fluido)) [Consulta: julio de 2016].

Tabla I. **Cálculo del diámetro de la tubería**

CAUDAL DE AGUA (m ³ /h)	LONGITUD DE LA TUBERÍA RECTILÍNEA (m)						
	10	20	30	40	60	80	100
10	DN40	DN40	DN40	DN40	DN40	DN65	DN65
20	DN50	DN50	DN65	DN65	DN65	DN65	DN80
30	DN65	DN65	DN65	DN65	DN65	DN65	DN80
40	DN80	DN80	DN80	DN80	DN100	DN100	DN100
50	DN80	DN80	DN80	DN100	DN100	DN100	DN100
60	DN100	DN100	DN100	DN100	DN100	DN100	DN125
70	DN100	DN100	DN100	DN100	DN100	DN125	DN125
80	DN100	DN100	DN100	DN100	DN125	DN125	DN125
90	DN100	DN100	DN125	DN125	DN125	DN125	DN125
100	DN125	DN125	DN125	DN125	DN125	DN125	DN125

Fuente: Manual de equipo chiller CA3011

1.2.4 Diseño del sistema de distribución de agua

Como se vio anteriormente, las diferentes variables ya están definidas, por lo cual se puede proceder a diseñar el sistema de distribución de agua a cada máquina, no perdiendo de vista las diferentes variables y sus rangos validados. Se tomará en cuenta las necesidades directas de la planta de producción y los diferentes niveles que llevará la instalación respecto al nivel de piso para que no haya ningún obstáculo en la logística interna de traslados de materia prima, así como el transporte de tarimas y envases y demás productos.

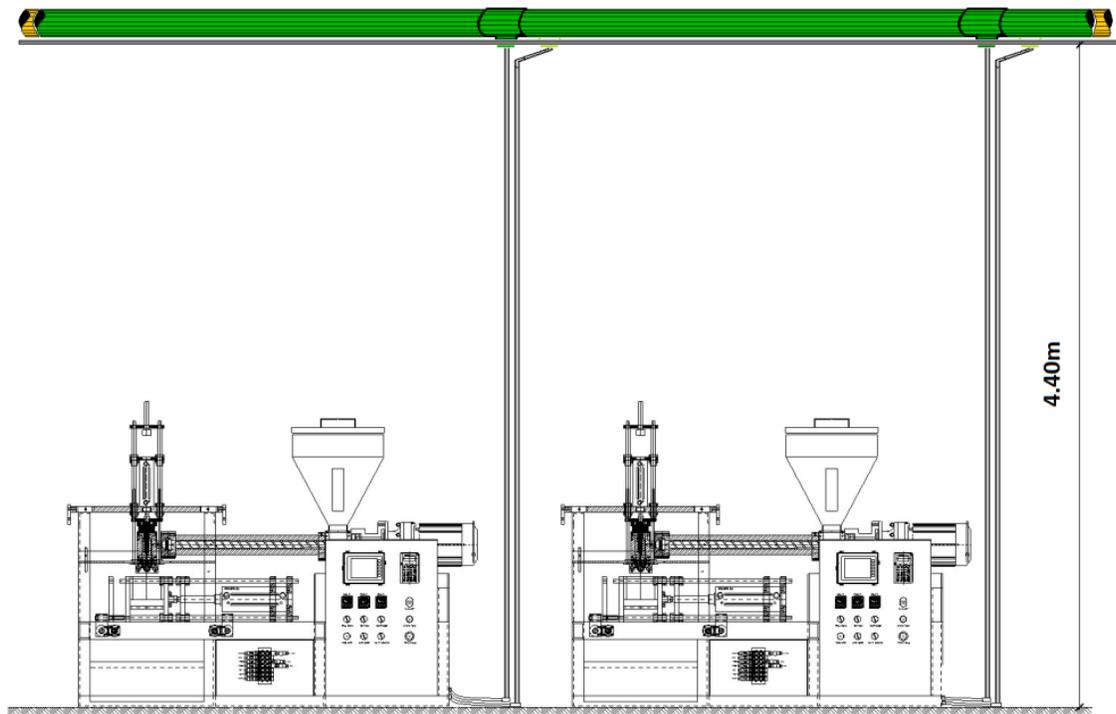
El diseño del sistema de distribución de agua también tomará en cuenta los sistemas eléctricos, en esto incluimos los tableros eléctricos y, por seguridad de ruptura de la tubería, no se puede instalar por encima de un centro de distribución de energía para evitar daños a los circuitos eléctricos. El diseño que se presenta se evaluó directamente en la planta verificando cada una las posibles ventajas y desventajas, así como cada uno de los niveles respecto al piso, además se evaluó

que habrían tres alturas en las cuales la tubería estaría soportada, las cuales son las siguientes:

- Altura 1: 4,40m

Este nivel se define en un noventa y cinco por ciento alrededor de la planta de producción, ya que esta altura es constante alrededor de la planta de producción para la distribución de agua a todas las máquinas, esta altura se definió en base a la necesidad de circulación de tarimas de envases para que no fuera ningún impedimento en la circulación de logística interna

Figura 4. Descripción de altura No. 1 de tubería



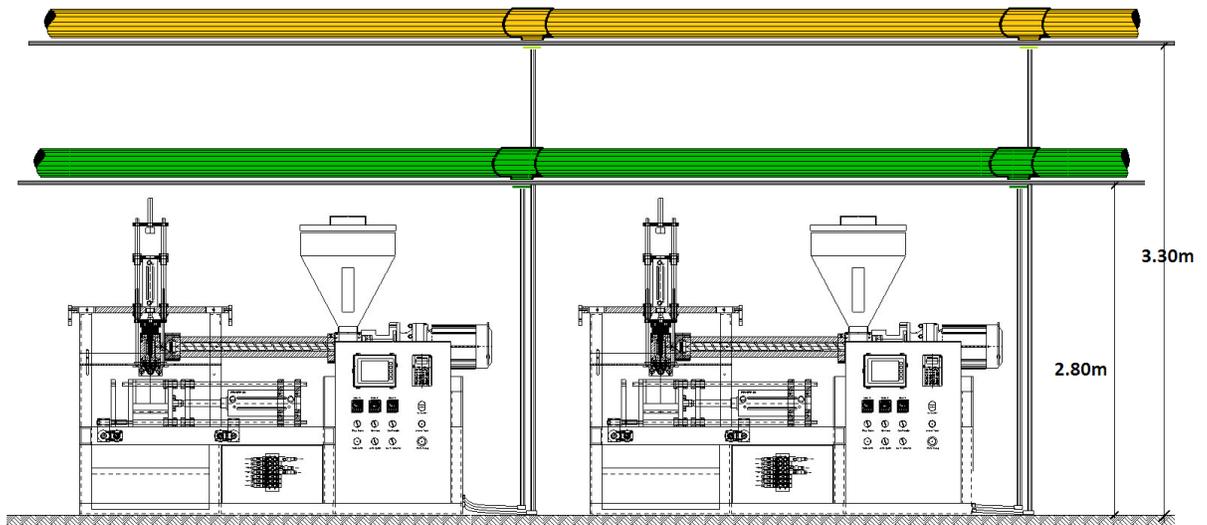
Fuente: elaboración propia, empleando manual de máquina sopladora.

Esta altura se estará indicando en el plano general del diseño de la tubería.

- Altura 2: 2,80 m y 3,30m

Esta altura estará siendo la adecuada en la instalación empotrada a la pared en el área de las máquinas de PET, en esta área la instalación se estará haciendo de esta forma ya que se acoplará la tubería nueva a una tubería ya existente. Para aprovechar el tramo de tubería no se hará ninguna modificación en la misma.

Figura 5. Descripción de altura No. 2 de tubería

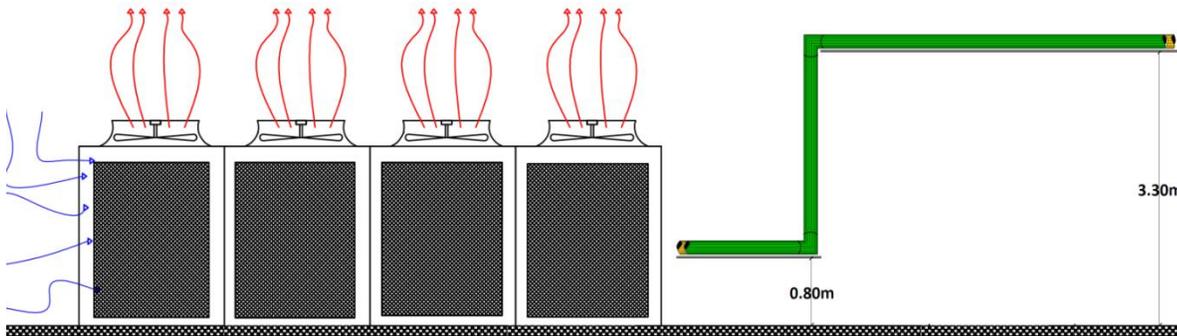


Fuente: elaboración propia, empleando manual de maquina sopladora.

- Altura 3: 3.30m

Esta altura estará definida en el área donde se estará acoplando el equipo tipo Chiller hacia la tubería existente, la cual se estará indicando en el plano, esta tubería se definió en base a la altura de la tubería existente en esta área y la altura del techo del cuarto de máquinas de PET.

Figura 6. Descripción de altura No. 3 de tubería



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2007.

- Sistemas de soporte al techo

En una de las secciones de la planta de producción los soportes no pueden ir desde el piso debido al movimiento y paso de montacargas, así como al movimiento interno de producción por la cual se ve obligado a realizar un sistema suspendido anclado al techo.

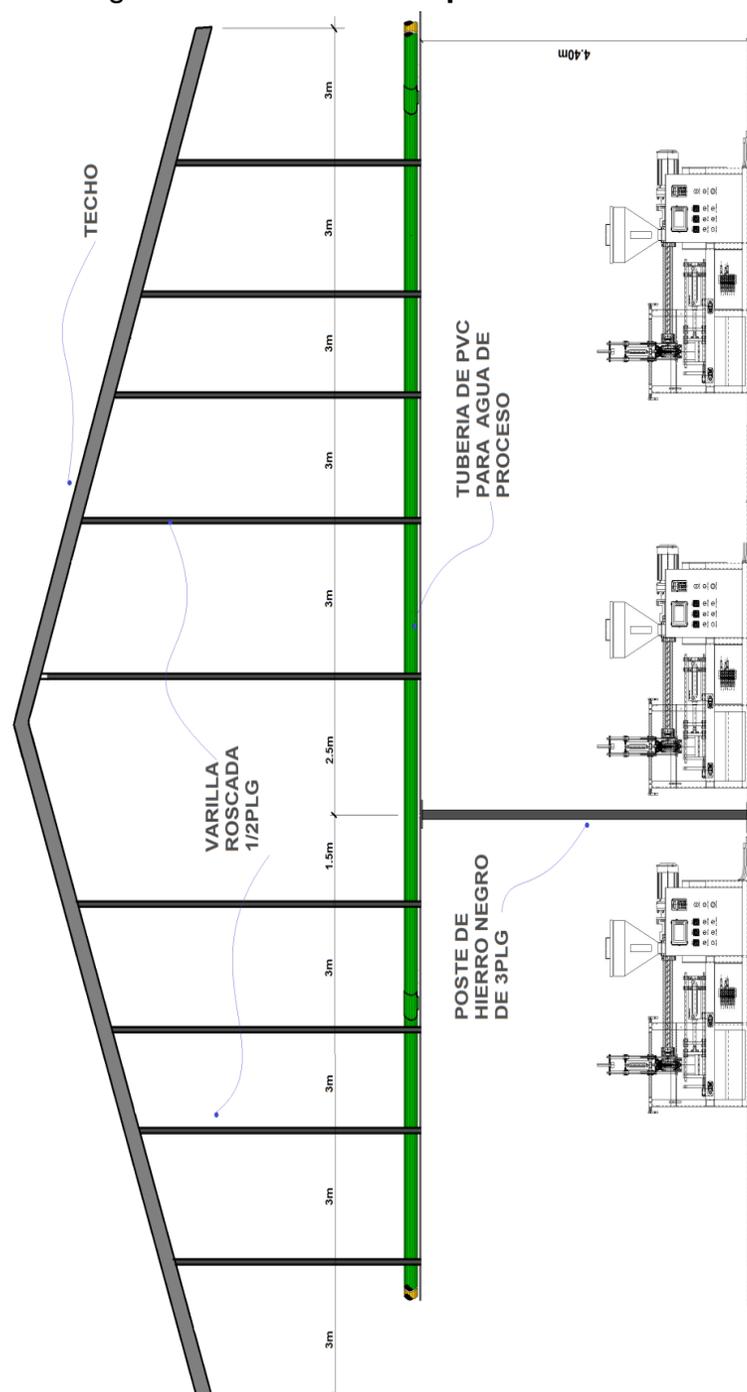
El sistema se diseñará en base a una carga lineal distribuida uniformemente, por la cual el resumen de carga es el siguiente:

- Peso total de la carga: 3500 kg
- Largo total de la carga: 30m

La distribución tomará en cuenta la tensión hasta la falla que se analizó con el *Ensayo de pernos roscados a tensión* (Anexo 1. "Resistencia varilla roscada 0,5plg") en el centro de investigaciones de ingeniería de la varilla de acero que estará soportando el peso muerto del sistema, así también la distribución de carga se realizara en base a la facilidad de la estructura del techo no así reduciendo el número total de varillas para soportar la carga total y se usará un factor de seguridad de 1.5 para la carga total.

Con base en los cálculos y ensayos anteriores, la distribución de las varillas respecto al techo y soportes de parilla de carga quedará de la siguiente manera:

Figura 7. Sistema de soporte al techo



Fuente: elaboración propia, empleando el manual de máquina sopladora.

1.3 Ventajas y desventajas del diseño

En esta parte se refiere al diseño desde el punto de vista de las ventajas y desventajas que pueda tener respecto a la necesidad directamente de la producción, cómo puede afectar un diseño o qué beneficio puede traer a la eficiencia de la producción, el diseño de la tubería.

Como se vio anteriormente, cuando se definió las alturas de cada uno de los diferentes tramos de instalación fue debido al movimiento de los productos terminados, así como al movimiento de la materia prima. Cada uno de los diseños propuestos se realizó buscando las ventajas para el mejor desempeño de la producción.

1.3.1 Ventajas del diseño

Las ventajas que se encuentran en el diseño estarán basadas en la forma de operación de la planta de producción, así como la forma de que los procesos de producción no sean interrumpidos o afectados en ningún momento por la instalación del sistema de distribución de agua hacia los moldes de soplado e inyección.

Las ventajas de realizar un sistema de distribución de agua de esta forma son varias, las cuales se mencionan a continuación:

- Una de las ventajas que se puede ver es la forma de la instalación de la tubería que pasa justamente arriba de cada máquina para poder facilitar la instalación en cada una.
- La ventaja que toda la instalación tenga una misma altura facilita la instalación de los accesorios y el espacio que se tiene entre el piso y la tubería es la misma en cada punto de la planta de producción.

- La forma del diseño por secciones da una gran ventaja para reparaciones en la cuales amerita interrumpir el sistema de enfriamiento de moldes ya que se cuenta con tres secciones independientes para trabajar.
- También se cuenta con llaves individuales para cada una de las máquinas a la salida de la tubería principal hacia la máquina para poder realizar reparaciones en la tubería que va desde la tubería principal hasta la llave de entrada a la máquina.
- Se cuenta con llaves de cierre y apertura de agua al pie de cada máquina para poder realizar los cambios de molde sin derrames de agua.

1.3.2 Desventajas del diseño

Cuando se habla de desventajas del diseño se enfoca a las posibles dificultades en la operación del sistema, así como la instalación de la misma; en lo que respecta a operación entra en juego lo que son las variables que vimos al principio: la presión y el caudal. Con estas dos variables se puede definir, en su mayoría, el tipo de instalación y materiales a utilizar en la tubería.

Cuando hablamos de materiales como lo es la tubería, se puede definir para este tipo de instalación lo que es un Hierro Galvanizado más conocido como HG con lo cual la instalación se verá mucho más segura en muchos aspectos pero no en todos los aspectos necesarios como lo es la fricción o rugosidad que es para este caso 0,15mm. (Anexo 2. "coeficientes-de-rugosidad-haestad") que es mucho mayor que la fricción que puede crear el policloruro de vinilo más conocido como PVC que es de 0,0015mm.

Como ya vimos, una gran desventaja con la rugosidad del HG en la cual se puede crear una gran cantidad de sedimentos adheridos a las paredes internas del tubo, ocasionándonos una reducción en el diámetro de la tubería y por lo cual todas las variables definidas se verán afectadas.

Como se ve, por la gran desventaja del HG en la instalación se tomará la opción del PVC y así aprovechar las ventajas del mismo como lo es el costo, maniobrabilidad, rápida instalación y que soporta la presión de operación del chiller. Así se conocen las siguientes características del PVC.

Características del PVC:

- Tiene una elevada resistencia a la abrasión, junto con una baja densidad de 1,4 g/cm³, buena resistencia mecánica y al impacto, lo que lo hace común e ideal para la edificación y construcción.
- Al utilizar aditivos tales como estabilizantes, plastificantes entre otros, el PVC puede transformarse en un material rígido o flexible, característica que le permite ser usado en un gran número de aplicaciones.
- Es estable e inerte por lo que se emplea extensivamente donde la higiene es una prioridad, por ejemplo los catéteres y las bolsas para sangre y hemo-derivados están fabricadas con PVC, así como muchas tuberías de agua potable.
- Es un material altamente resistente, los productos de PVC pueden durar hasta más de sesenta años como se comprueba en aplicaciones tales como tuberías para conducción de agua potable y sanitarios; de acuerdo al estado de las instalaciones se espera una prolongada duración del PVC así como ocurre con los marcos de puertas y ventanas.
- Debido a los átomos de cloro que forman parte del polímero PVC, no se quema con facilidad ni arde por sí solo y cesa de arder una vez que la fuente de calor se ha retirado. Los perfiles de PVC empleados en la construcción para recubrimientos, cielorrasos, puertas y ventanas, se debe a la poca inflamabilidad que presenta.
- Se emplea eficazmente para aislar y proteger cables eléctricos en el hogar, oficinas y en las industrias debido a que es un buen aislante eléctrico.
- Se vuelve flexible y moldeable sin necesidad de someterlo a altas temperaturas (basta unos segundos expuestos a una llama) y mantiene la forma dada y propiedades una vez enfriado a temperatura ambiente, lo cual facilita su modificación.

- Alto valor energético. Cuando se recupera la energía en los sistemas modernos de combustión de residuos, donde las emisiones se controlan cuidadosamente, el PVC aporta energía y calor a la industria y a los hogares.
- Amplio rango de durezas.
- Rentable. Bajo coste de instalación.
- Es muy resistente a la corrosión.⁴

1.4 Planos propuestos para el diseño

Con toda la información anterior, tanto como la descripción del proyecto como los cálculos, se llegó a la propuesta del diseño en base a la necesidad de la planta de producción, se tomarán todos los aspectos a influir directamente en la producción y la facilidad de la instalación hacia las máquinas como se menciona anteriormente en otros incisos.

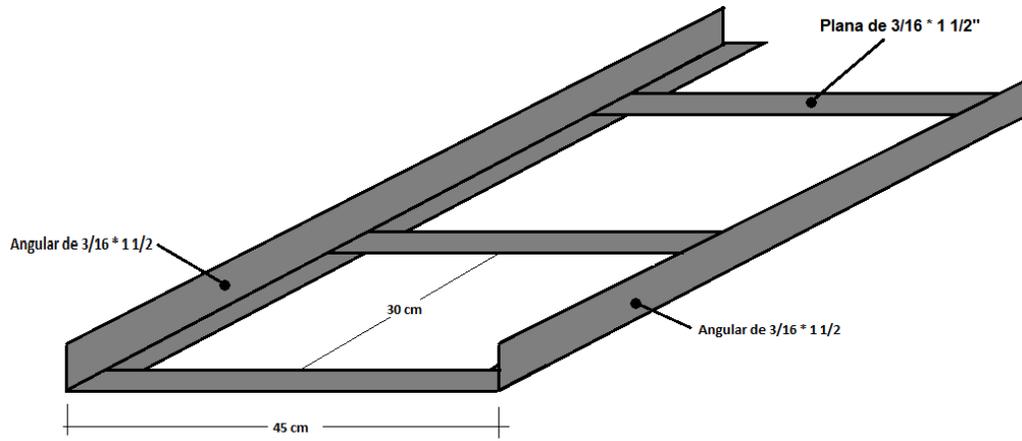
En los planos propuestos para la instalación del sistema de agua de enfriamiento se estarán cubriendo las siguientes variables:

- Diseño de parillas de soporte de tubería:

Las parrillas o soporte de la tubería se estarán fabricando con angulares de 3/16 plg x 1 ½ plg y con las siguientes características según la figura No. 8.

⁴Policloruro de vinilo. [en línea]. https://es.wikipedia.org/wiki/Policloruro_de_vinilo [Consulta: julio de 2016].

Figura 8. **Diseño de parilla para soporte**



Fuente: elaboración propia, empleando Paint.

- Diseño propuesto para la instalación de las parrillas

El diseño de la instalación aérea será con una forma básica para poder instalarla en las vigas principales tipo I, ya existentes con una escuadra como se muestra en las siguientes figuras.

Figura 9. **Diseño de parilla para soporte**



Fuente: elaboración propia, proyecto Polindustrias S.A.

Figura 10. Diseño de parilla para soporte



Fuente: elaboración propia, proyecto Polindustrias S.A.

Figura 11. Diseño de parilla para soporte



Fuente: elaboración propia, proyecto Polindustrias S.A.

Como se puede observar en la fotos anteriores tenemos tres casos diferentes: en viga I, en pared y separado de las viga. Pero el principio es el mismo para cada uno de estos casos.

- Diseño propuesto para las bajadas de agua hacia las maquinas:

El diseño propuesto cumple con las necesidades básicas de una instalación de agua en la que se incluyen las llaves de paso y las uniones universales para su fácil instalación, así como para futuras reparaciones; los demás accesorios son puramente en base a la necesidad de las medidas del área de la instalación de cada máquina. Al estandarizar las medidas de la parrilla a la pared donde estará sujeta la tubería tenemos las siguientes medidas según la figura No. 12.

Figura 12. **Diseño de bajadas de agua en tubería de PVC**



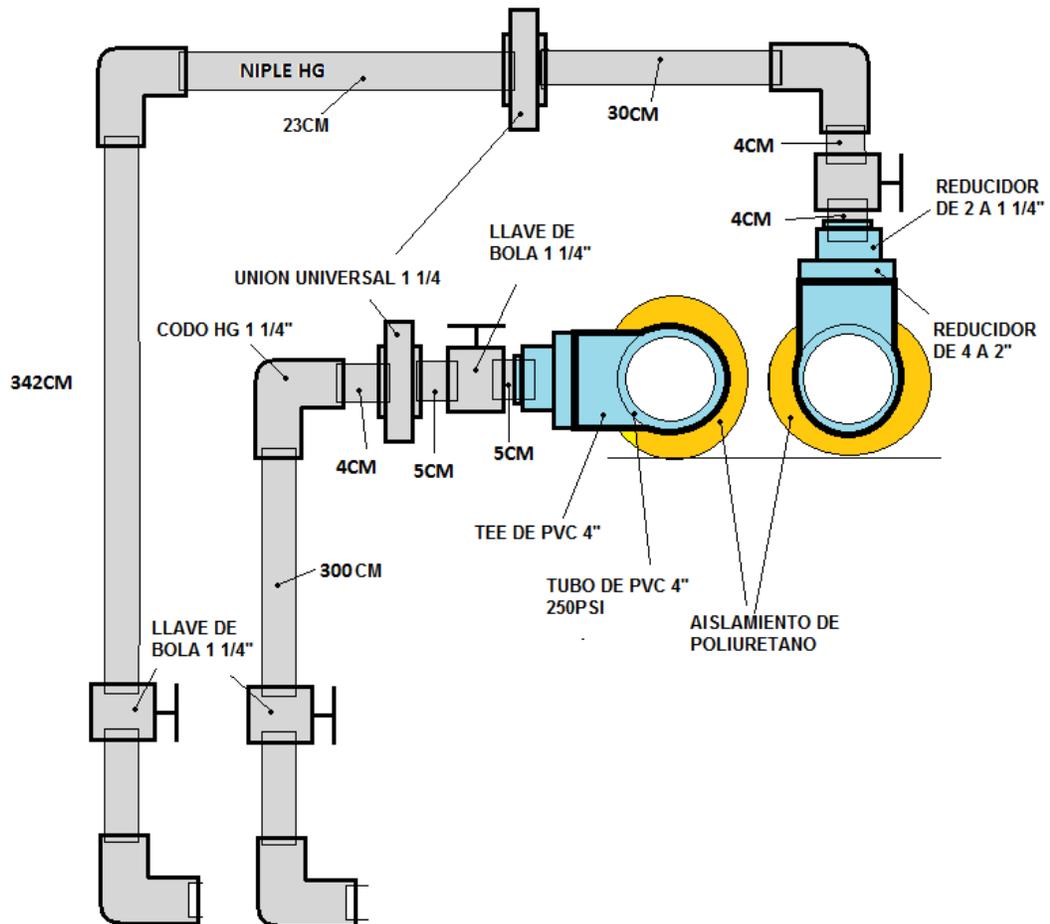
Fuente: elaboración propia, proyecto Polindustrias S.A.

Figura 13. **Diseño de bajadas de agua en tubería de PVC**



Fuente: elaboración propia, proyecto Polindustrias S.A.

Figura 14. **Diseño de bajadas de agua en tubería de PVC**



Fuente: elaboración propia, empleando Paint.

- Aislamiento térmico a tubería principal de distribución de agua:

El aislamiento térmico de la tubería principal se refiere a toda la tubería de PVC de 4 plg, debido a la baja temperatura del agua que circula se crean mucha condensación debido al cambio de temperatura respecto al exterior y la humedad relativa del ambiente que por ser zona boscosa en el Municipio de Villa Canales se eleva demasiado este porcentaje.

La humedad relativa **F** es la relación entre la masa real de vapor de agua en el aire comparada con la masa máxima posible de vapor de agua en el aire:

F = humedad absoluta / humedad máxima, indicada normalmente en porcentaje.

Si:

- **F** = humedad relativa

- **f** = humedad absoluta

- **fmax** = humedad máxima, humedad de saturación

Entonces: - $F = f / f_{max} * 100 \%$

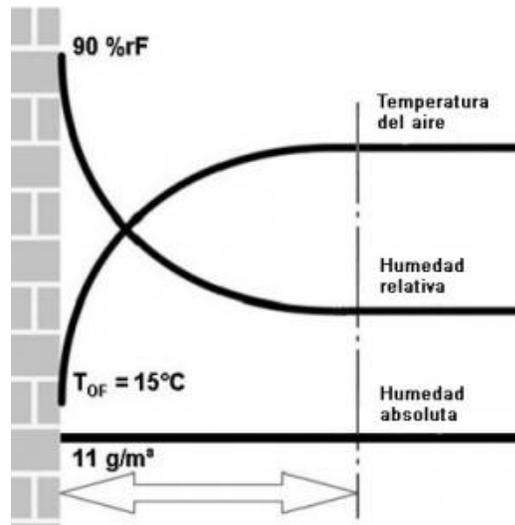
Como la humedad máxima **fmax** depende de la temperatura, la temperatura cambia con la humedad relativa, aún cuando la humedad absoluta permanezca constante. La humedad relativa aumenta al 100 % cuando se enfría hasta el punto de rocío.

En otras palabras: La humedad relativa [%RH] se define como la relación de presiones parciales entre la presión de vapor del agua **P** y la presión de saturación del vapor del agua **Pw** con relación al agua, o **Pi** con relación al hielo, a la misma presión atmosférica **Pa** y la misma temperatura **Ta**, que se indica en porcentaje.

La humedad relativa es una cifra porcentual que especifica el porcentaje de la cantidad máxima posible de vapor de agua actualmente en el aire.⁵

⁵ Humedad relativa, [en línea] <http://www.academiatesto.com.ar/cms/humedad-relativa> [Consulta: Agosto de 2016].

Figura 15. **Grafica de humedad relativa**

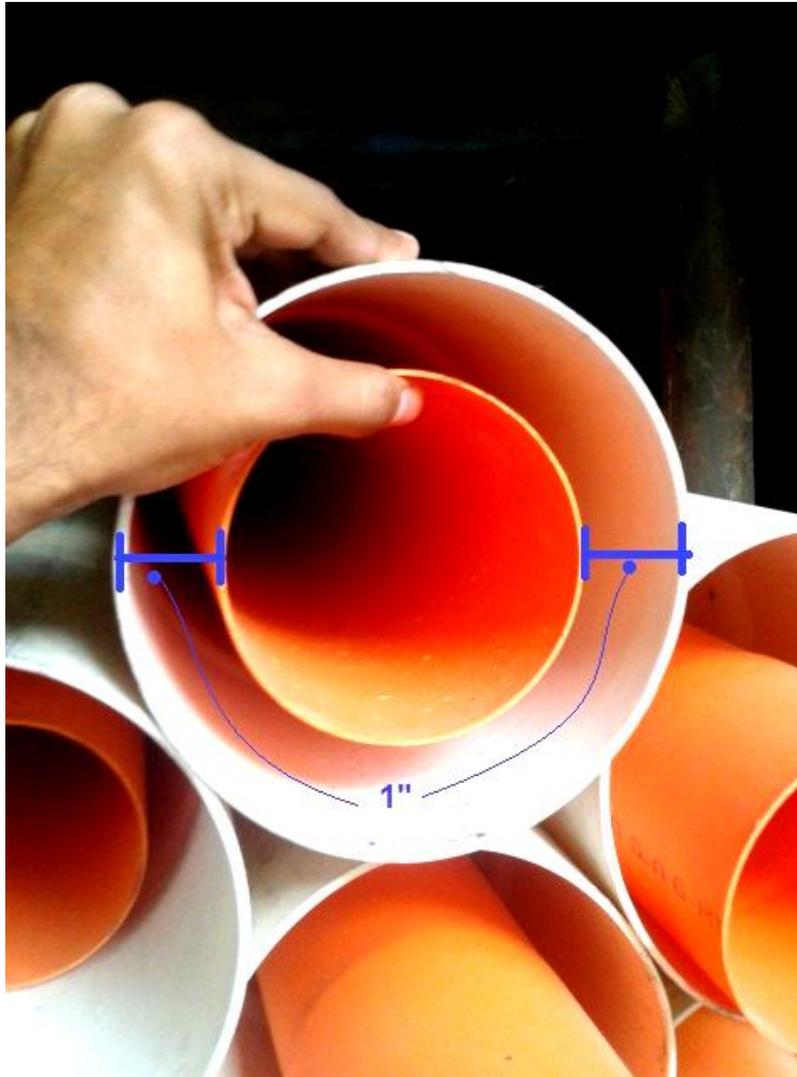


Fuente: Humedad relativa, <http://www.academiatesto.com.ar/cms/humedad-relativa> [Consulta: Agosto de 2016].

Según lo el tema anterior respecto a la humedad relativa podemos notar que debido al contacto del aire caliente con la tubería se creará un cambio de estado en el vapor de agua contenido en el aire y como se demuestra en el ANEXO 3 la humedad relativa promedio en el municipio de Villa Canales es de 78% la cual es muy alta y se tendrán muchos problemas de condensado en la tuberías. Por la cual se ve obligado a realizar un sistema de aislamiento de la tubería general para disminuir este problema.

Se propone un sistema de aplicación de Poliuretano líquido compuesto por dos químicos A + B, en la cual se mezclan los dos por partes iguales para crear una espuma sólida alrededor de la tubería. Esta se aplicó con un molde más grande de 6" de diámetro para poder tener una capa constante de 1" alrededor de toda la tubería, así como lo vemos en la imagen siguiente:

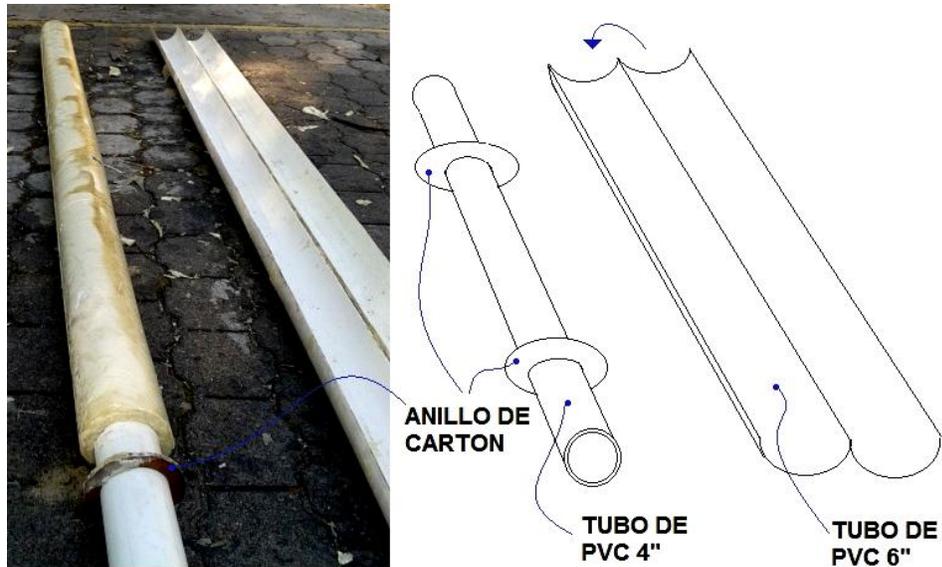
Figura 16. **Diseño de sistema para aplicación de poliuretano**



Fuente: elaboración propia, proyecto Polindustrias S.A.

Se diseñará un sistema como se muestra en la figura No. 12 para aislar los tubos y que sea constante en cada una de las paredes del tubo de 4", en el tubo de 4 plg, se insertaran dos anillos de cartón para poder separar el tubo de 4" del de 6" como en la figura y luego se aplicará el químico para luego cerrar el tubo de 6" para formar el tubo de poliuretano como se muestra en la figura No. 17.

Figura 17. **Diseño de sistema para aplicación de poliuretano**



Fuente: elaboración propia, empleando Paint.

- Aislamiento térmico a tubería de HG para bajadas a máquinas:

Para el sistema de aislamiento térmico para las tuberías de HG se utilizara un sistema ya prefabricado solo para ensamblar comúnmente conocido como *armaflex* lo cual la instalación de este es sencilla y básica.

Figura 18. **Aislamiento térmico con armaflex**



Fuente: elaboración propia, proyecto Polindustrias S.A.

Ya completando todos los puntos anteriores, nos dedicaremos a hablar puramente del diseño del sistema de distribución de agua para las máquinas y hablando de máquinas, por consiguiente de mantenimientos y reparaciones, vemos que esta parte es muy frecuente en una planta de producción de este tipo se diseñara el sistema en la cual se puedan seguir operando el chiller en tres diferentes líneas de producción, sí en un caso fuera haber una reparación mayor en una de las líneas ya establecidas, pudiendo trabajar con las dos líneas restantes de producción.

El diseño se basa directamente en llaves de paso que deja circular agua o, así mismo, restringe el paso de agua. Se realizara en tres diferentes áreas:

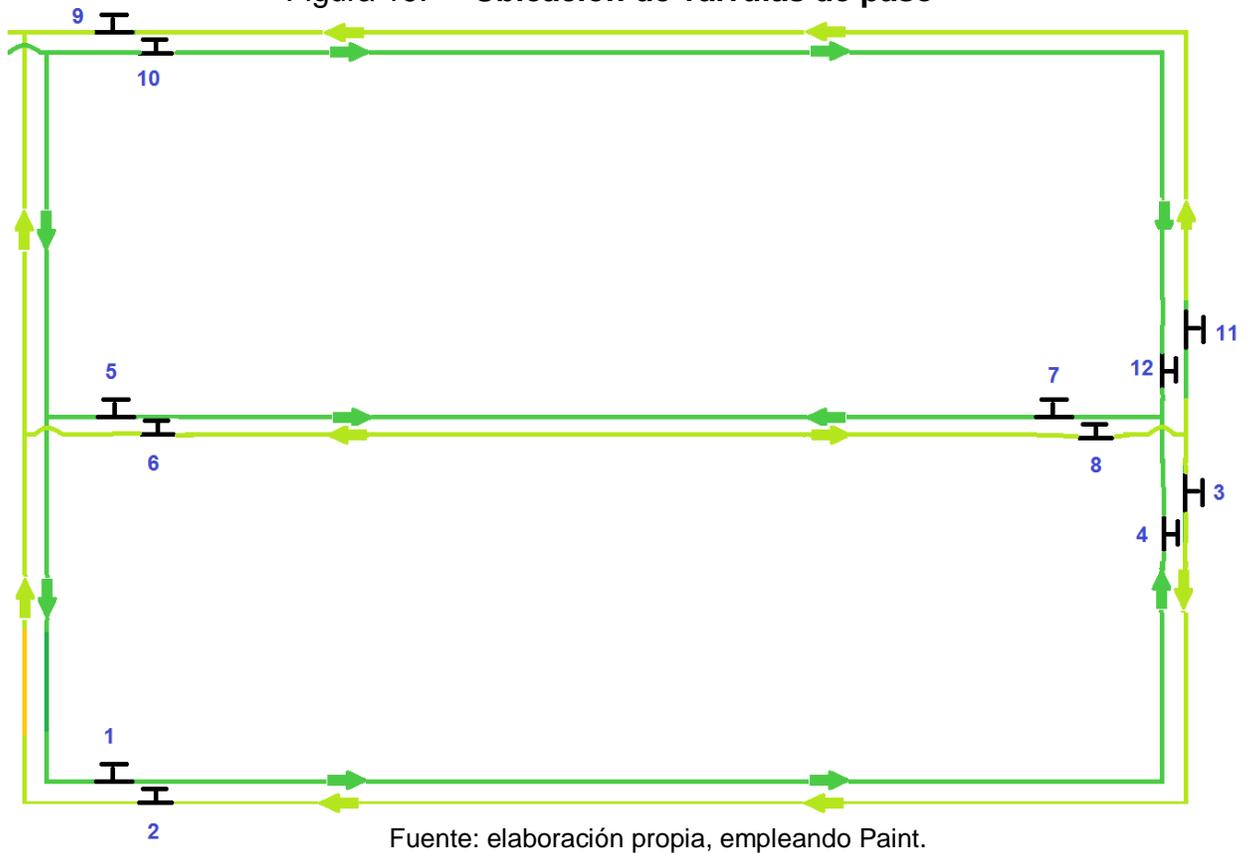
- SOPLADO A
- SOPLADO B
- SOPLADO C + INYECCIÓN

En soplado A abarca un grupo de máquinas de soplado en la cual al cerrar este circuito nos limitaría trabajar estas máquinas; en soplado B abarca un grupo de máquinas de Soplado en la cual al cerrar este circuito nos limitaría trabajar estas máquinas; en soplado C + inyección abarca un grupo de máquinas de soplado y todas las máquinas del área de inyección en la cual al cerrar este circuito nos limitaría trabajar estas máquinas.

Para poder trabajar en una reparación en cualquiera de estos circuitos tendremos que hacer un movimiento de llaves,el cual se explica a continuación.

- Procedimiento para reparaciones en las diferentes áreas de producción:
 - SOPLADO A cerrar la llaves No. 1,2,3,4
 - SOPLADO B cerrar las llaves No. 5,6,7,8
 - SOPLADO C + INYECCION Cerrar las llaves 9,10,11,12

Figura 19. Ubicación de válvulas de paso



En la forma que se describe anteriormente podemos realizar reparaciones sin afectar las demás áreas de máquinas y así no afectar la productividad del 100% en la planta de producción. La instalación de las llaves de bola es únicamente para restringir el paso del agua o para dejarla fluir, así como se muestra en la figura siguiente:

Figura 20. Válvula de paso



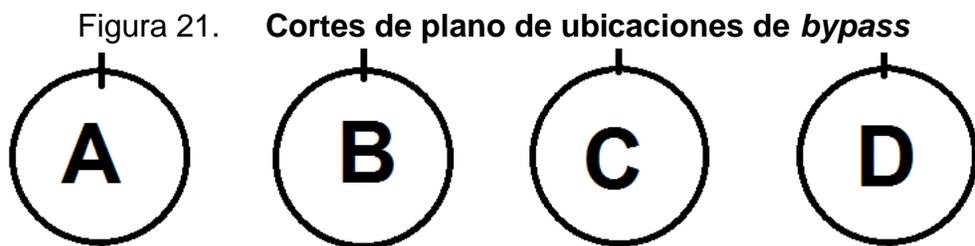
Fuente: elaboración propia, proyecto Polindustrias S.A.

Considerando todos los aspectos anteriores para el diseño del sistema de circulación de agua para el enfriamiento de los moldes de soplado e inyección, se presenta un diseño que abarca todas las consideraciones de la planta en si, así como cada una de las medidas ya establecidas anteriormente. En el plano siguiente se especifican todas las medidas y accesorios a utilizar para la ejecución del mismo así como consideraciones a tomar en cuenta a la hora de la instalación.

Como se indica en el plano No. 1 en la pagina No. 31 se tiene dos códigos de colores en lo que es la tubería principal de circulación de agua para enfriamiento de los moldes, a la entrada de los moldes tenemos agua fría que se identifica en color azul y toda la tubería de agua que retorno al chiller está identificada en color rojo que es toda la tubería que está a las salidas de los moldes con una temperatura mucho menor a la que entra.

Existen los puntos en los cuales están ubicadas las llaves de paso que se identifican en el plano que serán para poder operar en las tres área que mencionamos anteriormente (SOPLADO A, SOPLADO B Y SOPLADO C + INYECCIÓN).

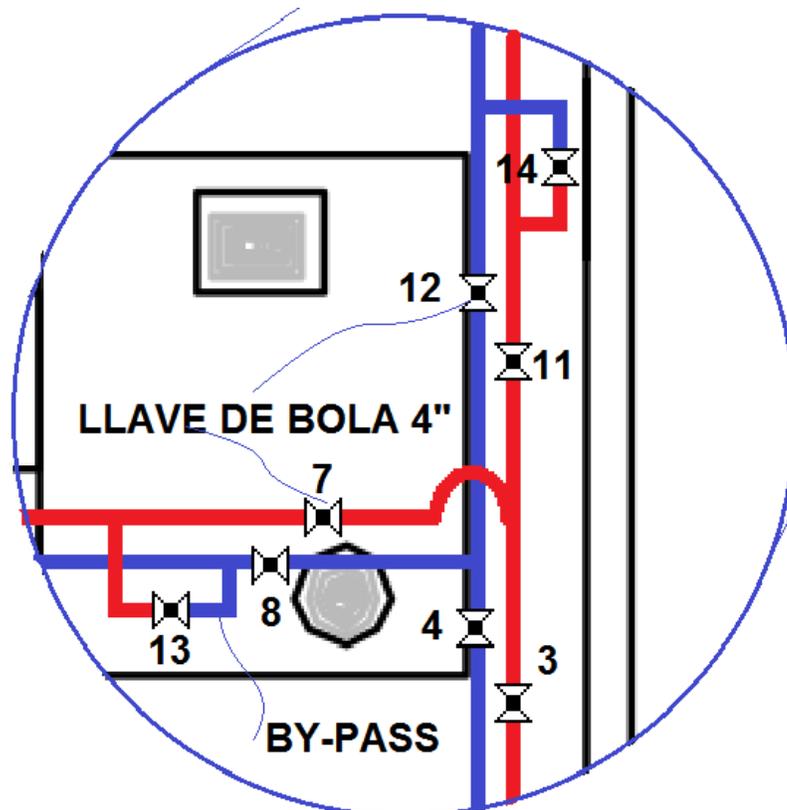
En los cortes A,B,C y D del plano No. 1 de la página No. 31 se especifica que este tramo especialmente se refiere a que la tubería indicada sigue de forma lineal y para fines que el plano pueda expresarse en una sola imagen se realizaron estos cortes. La localización exacta de la instalación será según las posiciones de las máquinas que se expresan en el plano general de la planta.



Fuente: elaboración propia, empleando Paint.

Los *bypass* que se muestran en el plano No. 1 con las llaves No. 13 y 14 son los finales de los tramos llamados como SOPLADO B Y SOPLADO C + INYECCIÓN, estos cumplen la función de liberar presión al momento de estar operando solo estos tramos, ya que la cantidad de agua de retorno no es suficiente al solo tener cierta máquinas en este tramo, por lo cual hay que liberar presión al accionar estos *bypass* manualmente y se tendrá el control con los manómetros en cada tramo.

Figura 22. Ubicación de *bypass*

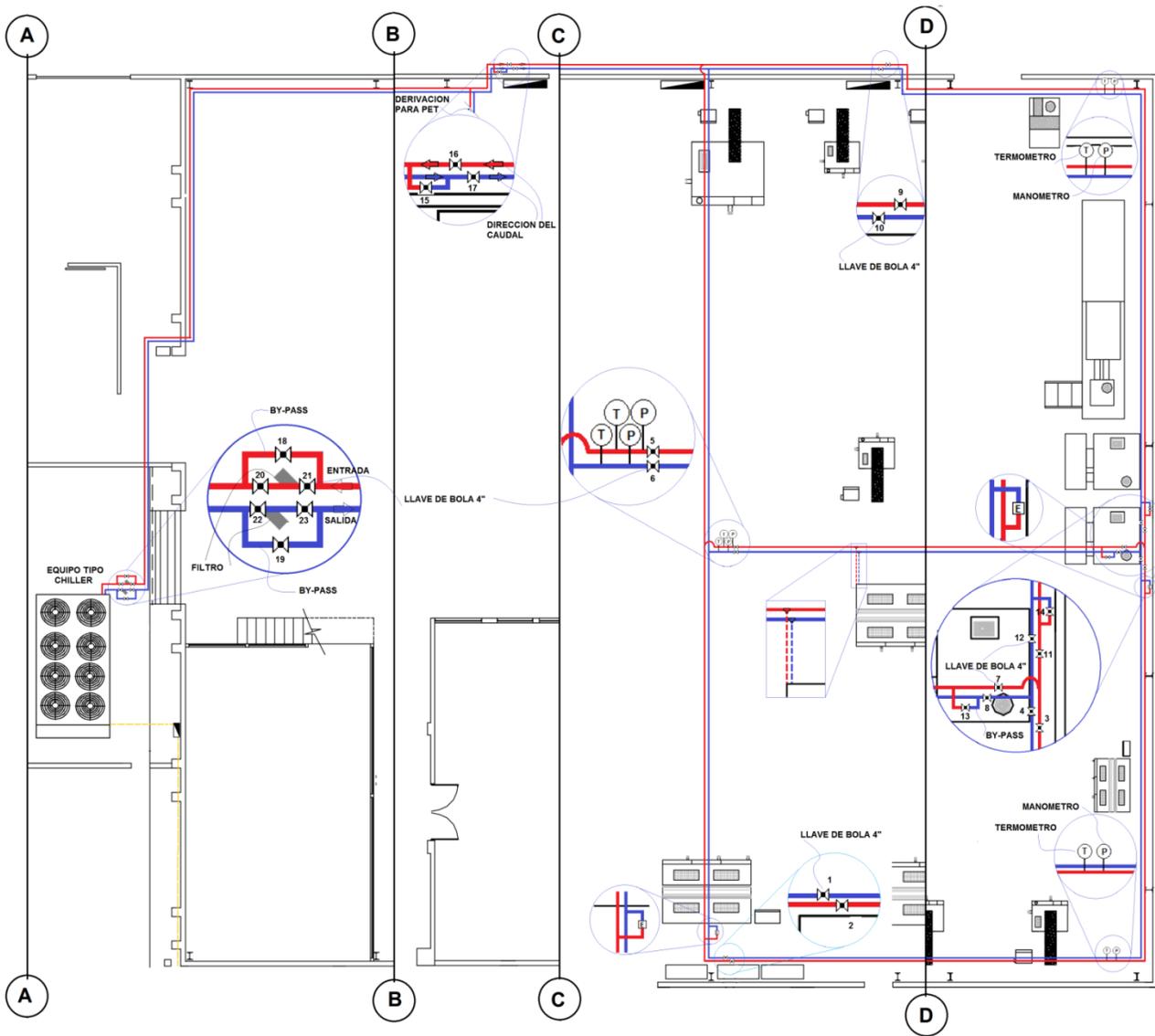


Fuente: elaboración propia, empleando Paint.

A la salida del equipo tipo chiller tenemos una serie de llaves de bola que se especifican en el plano con los números 18, 19, 20, 21, 22 y 23 en las cuales, el fin de estas es esencial, ya que como vemos, tenemos un filtro en la entrada y un filtro en la salida de nuestro equipo chiller, el fin de estos filtros es proteger el equipo para que impurezas no ingresen al equipo, especialmente al sistema de

enfriamiento así como a la salida, para proteger la tubería de cualquier partícula extraña; entonces la limpieza de estos filtros es esencial en la cuales se tiene que realizar un movimiento de llaves para poder ejecutar la limpieza sin que se interrumpa el caudal al sistema de enfriamiento.

Figura 23. Plano de ubicación para *bypass*



Fuente: elaboración propia, empleando Paint.

El procedimiento de cierre de llaves se realiza de la siguiente manera:

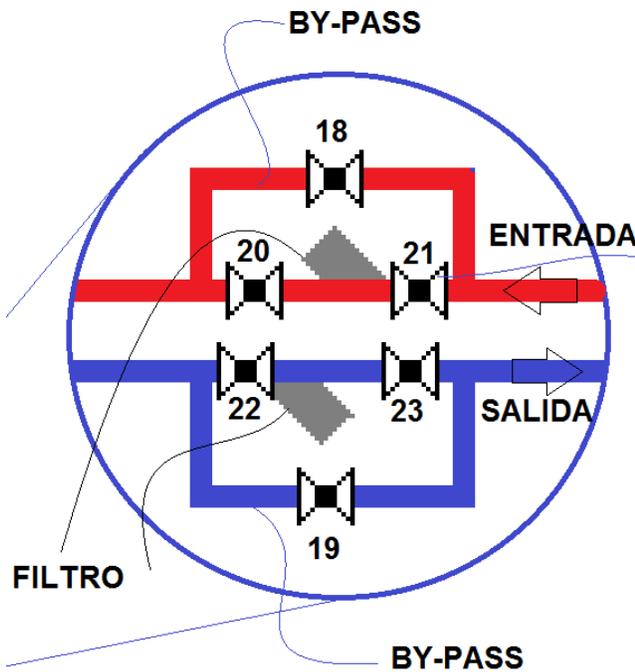
- Para el filtro de salida

Abrir primero la llave No. 19 luego cerrar las llaves No. 22 y 23 respectivamente y luego proceder a desmontar el filtro y realizar la limpieza; luego de realizar la limpieza, instalar el filtro y asegurar que esté bien instalado para luego abrir las llaves No. 23 y 22, respectivamente y proceder a cerrar la llave No. 19.

- Para el filtro de entrada

Abrir primero la llave No. 18 luego cerrar las llaves No. 20 y 21 respectivamente y luego proceder a desmontar el filtro y realizar la limpieza; luego de realizar la limpieza, instalar el filtro y asegurar que esté bien instalado para luego abrir las llaves No. 21 y 20, respectivamente y proceder a cerrar la llave No. 18.

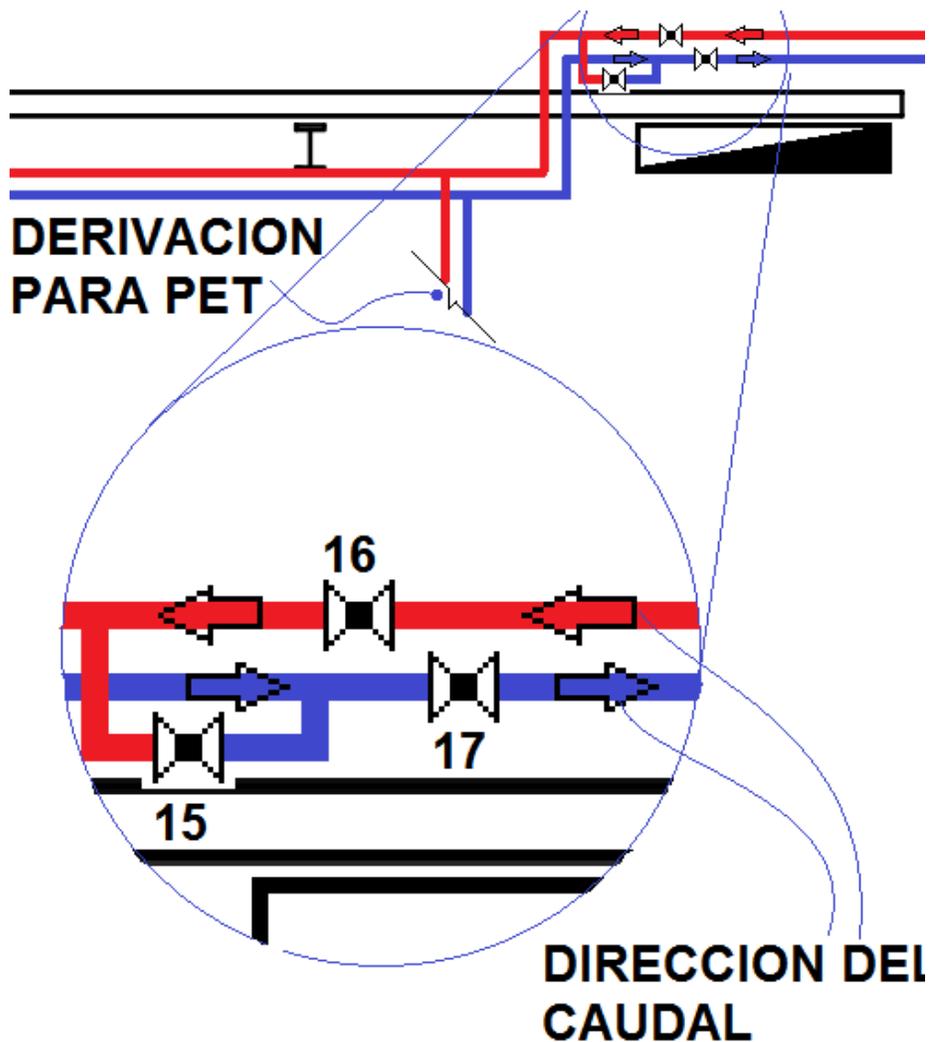
Figura 24. **Ubicación de *bypass* en chiller**



Fuente: elaboración propia, empleando Paint.

Si hubiera una reparación en una área de la tubería antes de los tramos mencionados: Soplado A, Soplado B y Soplado C + Inyección, en el tramo anterior existen tres llaves en las cuales podemos restringir el paso del caudal a toda la planta de producción de soplado e inyección y que el área de PET pueda seguir trabajando ya que hay una derivación antes de estas llaves. En esta tesis no se menciona y no aparece en el plano ya que el alcance de la misma no incluye el área antes mencionada como PET.

Figura 25. Ubicación de *bypass*



Fuente: elaboración propia, empleando Paint.

Según la figura anterior, para poder restringir el paso del caudal debemos que abrir primero la llave No. 15 y luego cerrar las llaves No 16 y 17 y con el manómetro que existe a las entrada del área de PET ir verificando la presión óptima que luego se establecerá regulando el cierre de la llave No. 15 para aumentar la presión y que al abrir todo el *bypass* tendremos una caída de presión al sistema.

La instrumentación en un sistema como este es clave ya que es la forma de verificar, controlar y supervisar todas las variables que un sistema como este contiene. Como las principales podemos mencionar: Presión, Temperatura y Caudal.

La instrumentación industrial como tal se define de la siguiente manera:

Instrumentación industrial: es el grupo de elementos que sirven para medir, convertir, transmitir, controlar o registrar variables de un proceso con el fin de optimizar los recursos utilizados en este. Es el conocimiento de la correcta aplicación de los equipos encaminados para apoyar al usuario en la medición, regulación, observación, transformación y ofrecer seguridad de una variable dada en un proceso productivo.

Un sistema de instrumentación es una estructura compleja que agrupa un conjunto de instrumentos, un dispositivo o sistema en el que se mide, unas conexiones entre estos elementos y por último, y no menos importante, unos programas que se encargan de automatizar el proceso y de garantizar la repetitividad de las medidas.

En términos abstractos, un instrumento de medición es un dispositivo que transforma una variable física de interés, que se denomina variable medida, en una forma apropiada para registrarla o visualizarla o simplemente detectarla, llamada medición o señal medida.

Una medición es, entonces, un acto de asignar un valor específico a una variable física. Dicha variable física es la variable medida. Un sistema de medición es una herramienta utilizada para cuantificar la variable medida.

El elemento clave fundamental de un sistema de instrumentación, es el elemento sensor. La función del sensor es percibir y convertir la entrada, variable física, percibida por el sensor, en una variable de la señal de salida.

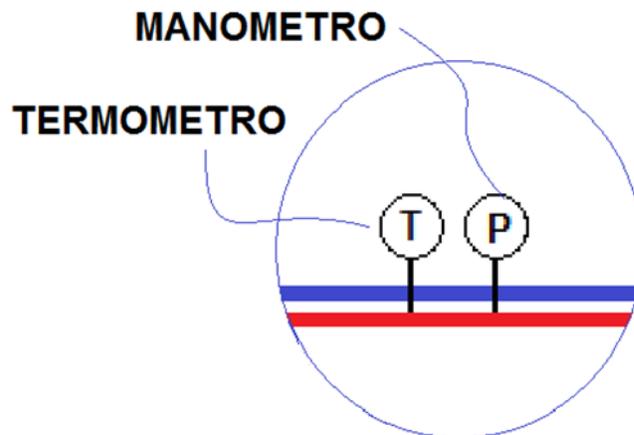
El sensor es un elemento físico que emplea algún fenómeno natural por medio del cual censar la variable a ser medida. El transductor, convierte esta información censada en una señal detectable, la cual puede ser eléctrica, mecánica, óptica, u otra. El objetivo es convertir la información censada en una forma que pueda ser fácilmente cuantificada.⁶

Según la descripción anterior, nuestra instrumentación está enfocada a poder medir nuestras variables para llevar un control directo de la temperatura y presión del sistema y así poder supervisar cada una de ellas y llevar un buen control del proceso como tal.

Los diferentes puntos de medición en el sistema de distribución de agua se identifican en el plano No. 1

➤ INSTRUMENTACIÓN EN SOPLADO A

Figura 26. **Ubicación de manómetro y termómetro**

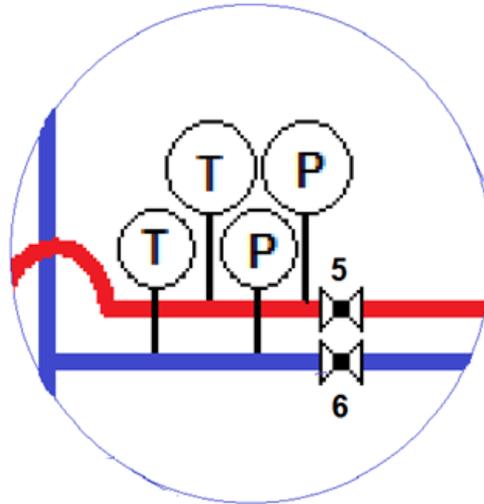


Fuente: elaboración propia, empleando Paint.

⁶Instrumentación industrial. [en línea].https://es.wikipedia.org/wiki/Instrumentaci%C3%B3n_industrial [Consulta: julio de 2016]

➤ INSTRUMENTACION EN SOPLADO B

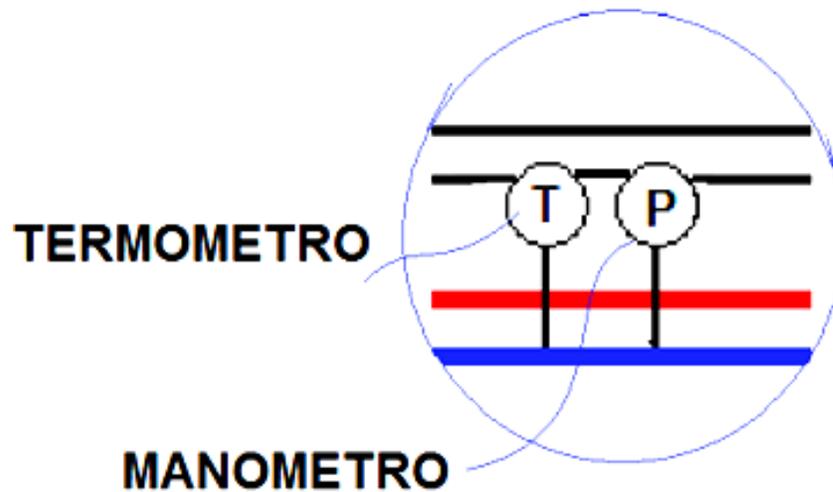
Figura 27. **Ubicación de manómetro y termómetro**



Fuente: elaboración propia, empleando Paint.

➤ INSTRUMENTACION EN SOPLADO C

Figura 28. **Ubicación de manómetro y termómetro**



Fuente: elaboración propia, empleando Paint.

Las bajadas de agua a cada máquina dependerá estrictamente en la ubicación de entrada de agua a las máquinas y la forma se estableció anteriormente y la instalación será igual para todas e incluso el diámetro de la tubería de HG será de 1 ¼ plg para todas las bajadas y se reducirá ya a la salida de la tubería HG con un conector macho-macho de la medida de la máquina así como se muestra en la tabla II.

Tabla II. **Diámetros de tubería de máquinas**

ÁREA	MÁQUINA	ENFRIAMIENTO DE MOLDE (Plg)	
		ENTRADA	SALIDA
SOPLADO A	AKEI 2L-3	1	1
	AKEI 5L #1	1	1
	AKEI 5L #2	1	1
	SINCO	1	1
	PLASTIMAC 1	1	1
	PLASTIMAC 2	1	1
	AKEI 40 MINI	1	1
	BM08 1	¾	¾
	BM08 2	¾	¾
	BAE 8	¾	¾
SOPLADO B	BAE 4	¾	¾
	BAE 3	¾	¾
	BAE 2	¾	¾
	BAE 1	¾	¾
	AKEI 2L-1	1	1
	AKEI 2L-2	1	1
	KEB 4	¾	¾
	BEKUN 121	1	1
	PLASTIMAC 6	2	2
	PLASTIMAC 7	¾	¾

Continuación tabla II.

SOPLADO C + INYECCION	PLASTIMAC 4	1	1
	PLASTIMAC 5	1	1
	BM08 3	$\frac{3}{4}$	$\frac{3}{4}$
	BAE 6	1	1
	BAE 7	1	1
	JOMAR-15	1	1
	JOMAR-65	1	1
	BOY 55	$\frac{3}{4}$	$\frac{3}{4}$
	REED 200-2	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$
	WELLTEC 100	$\frac{3}{4}$	$\frac{3}{4}$
	WELLTEC 80	$\frac{3}{4}$	$\frac{3}{4}$
	WELLTEC 260	$\frac{3}{4}$	$\frac{3}{4}$
	BOY 15-5	$\frac{3}{4}$	$\frac{3}{4}$

Fuente: elaboración propia, empleando Excel 2007.

La tabla anterior define el diámetro a la entrada de cada máquina y en cada tubería de bajada de 1 ¼" se tiene que instalar un reductor bushing de 1 ¼" a la medida de la máquina según la tabla anterior. La forma de llegar a cada máquina se muestra en la figura No. 28 para luego reducir al diámetro de la máquina y se conectara con manguera de la medida de la máquina.

Figura 29. **Bajada de agua a máquina en HG**

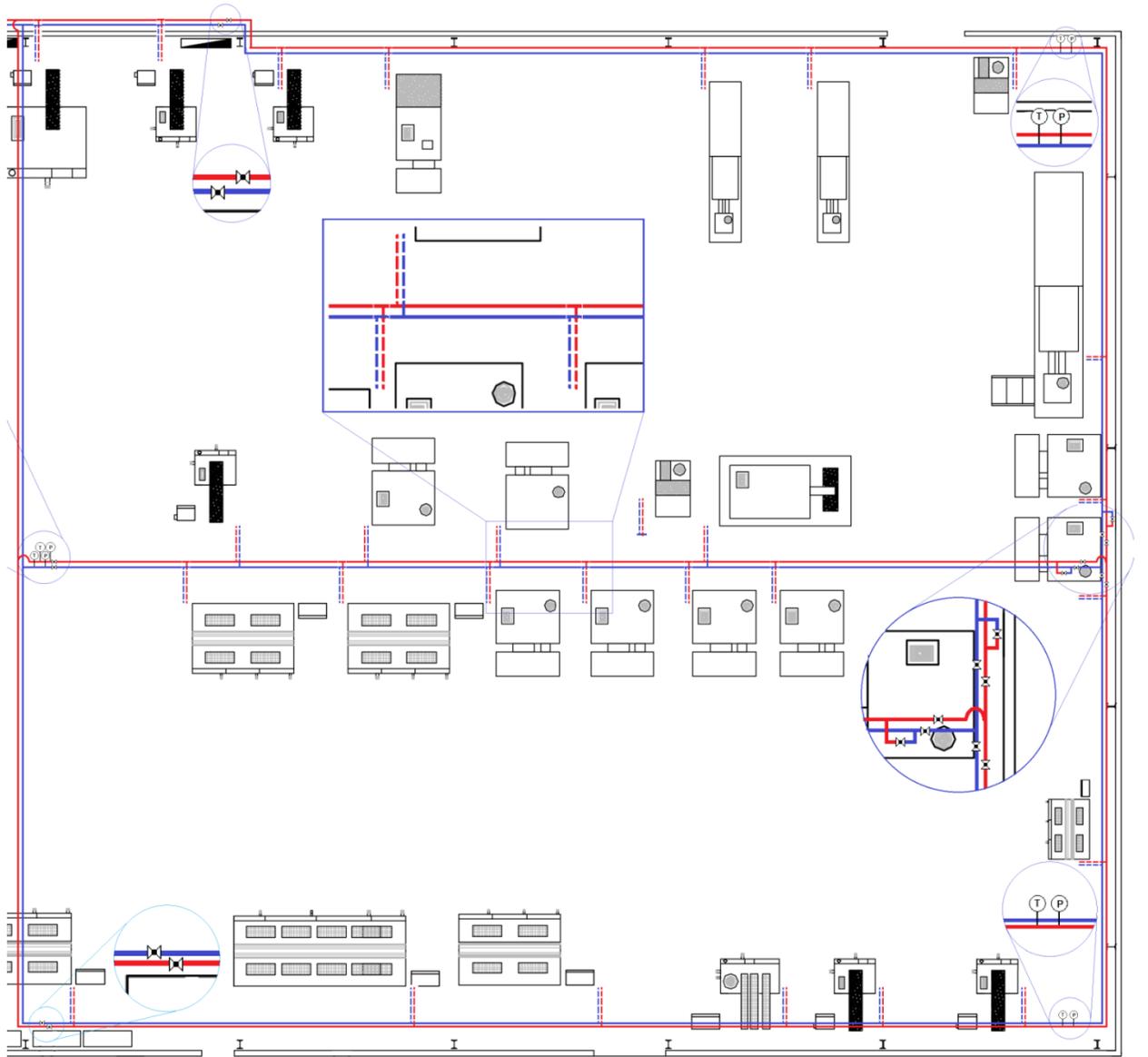


Fuente: elaboración propia, proyecto Polindustrias S.A.

En el plano No. 2 de la página siguiente se da la ubicación para las bajadas de agua de cada máquina y no se da una medida con exactitud ya que la ubicación exacta se dará al momento de la instalación para que sea con exactitud al pie de cada máquina.

La codificación de color siempre se respetará con agua de alimentación en color azul y el retorno en color rojo.

Figura 30. Ubicación de bajadas de agua



Fuente: elaboración propia, empleando Paint.

1.5 Protocolo de cierre DQ

En el protocolo de cierre se verificará cada uno de los puntos vistos en el protocolo de apertura y establecer a través de un listado de verificación si se cumplió con cada uno de los objetivos establecidos al inicio de la calificación del diseño y así, concluyendo esta calificación, para poder pasar a la ejecución del proyecto, tomando en cuenta que se ha establecido con todo lo necesario para pasar a otra etapa de ejecución del proyecto.

- Cumplimiento de los objetivos de la calificación del diseño:

Tabla III. **Objetivos de la calificación del diseño**

DESCRIPCIÓN	RESULTADO	OBJETIVO REALIZADO	OBJETIVO NO REALIZADO
El diseño de la instalación del chiller cumple con las necesidades de espacio establecidas por el fabricante	en el inicio de la descripción del diseño se establece la medida de 2 m como mínimo para esta distancia X.	X	
El diseño de las conexiones y diagrama general de la instalación de tubería cumpla las características ideales para cada una de las máquinas que usaran el sistema	En el diseño propuesto para bajadas de agua hacia máquina en la figura No. 12 y 13 se establece la forma de estas bajadas.	X	

Continuación tabla III.

<p>Los diagramas de conexión de los diferentes <i>bypass</i> manuales para limpieza de filtros y para reducir los aumentos de presión en el sistema queden instalados en los puntos que se diseñaron</p>	<p>Se establecieron todos los <i>bypass</i> en el plano No. 1 y ahí quedan plasmados en su ubicación exacta.</p>	<p>X</p>	
<p>Diseñar en base a las necesidades de la planta de producción el sistema de distribución de agua para enfriamiento de moldes</p>	<p>En diferentes diagramas en la sección de diseño de distribución de agua se plasmaron las diferentes alturas a las cuales el proyecto se desarrollará.</p>	<p>X</p>	
<p>Diseñar las conexiones específicas para las bajadas de agua de la tubería principal a cada una de las máquinas</p>	<p>En el diseño propuesto para bajadas de agua hacia máquina en la figura No. 14 se establece la forma de estas bajadas.</p>	<p>X</p>	
<p>Diseñar el sistema de soportes para toda la tubería que estará suspendida, anclada y fijada a diferentes niveles y posiciones</p>	<p>En la descripción del diseño se presentó el diseño para las parrillas de soporte a la tubería, así como cada una de las medidas para su fabricación.</p>	<p>X</p>	

Continuación tabla III.

Diseñar un sistema en la cual se pueda aislar la tubería para reducir el condensado del ambiente	Se presentó el tema del aislamiento térmico a tubería de distribución de agua.	X	
El diseño de la tubería deberá de cumplir con el espacio suficiente para poder realizar las conexiones independientes para cada máquina	En la figura No. 29 se establece la posición correcta para cada una de las bajadas de agua para cada máquina.	X	
El diseño de la tubería deberá de cumplir la altura mínima para no interrumpir el paso de montacargas y tarimas de envases	en la figura No. 7 se establece la altura de esta sección que es la que interrumpe en el paso de los montacargas y tarimas y debido a esto se establece la altura de 4,4 m	X	
Todo el sistema de distribución de agua deberá ser diseñada con un aislamiento para evitar la condensación superficial	En el diseño térmico para la tubería de distribución principal se aplicará poliuretano y en la de distribución de cada máquina con armaflex según la figura No. 18	X	

Continuación tabla III.

<p>El diseño de las parrillas donde estarán instaladas las tuberías así como los anclajes y soportes colgantes deberá de estar diseñado para que soporte el peso total de la tubería</p>	<p>El diseño está pensado para soportar la carga y el en anexo No. 1 se adjuntó la ficha técnica de los que soportan las varillas de acero para el sistema que está en suspensión.</p>	<p>x</p>	
<p>El diseño de la tubería deberá de estar diseñado para funcionar con diferentes <i>bypass</i> en áreas específicas para poder liberar presión manualmente así como la instalación de <i>bypass</i> electrónicos</p>	<p>En el plano No. 1 se especifican los diferentes <i>Bypass</i> para cada área y los electrónicos que más adelante se hablará en el diseño de la instalación.</p>	<p>x</p>	
<p>Establecer los límites del proyecto así como el alcance.</p>	<p>El límite del proyecto se enfoca a solo el diseño de la instalación y en si del equipo así como solo las áreas de Soplado e inyección.</p>	<p>x</p>	

Fuente: elaboración propia, empleando Excel 2007.

2. CALIFICACIÓN DE LA INSTALACIÓN

En esta etapa de calificación de la instalación se establecerá evidencia documentada de que el equipo tipo chiller y la instalación del sistema de distribución de agua para enfriamiento de los moldes están construidos e instalados en cumplimiento con el propósito del diseño.

2.1 Protocolo de apertura

Es necesario establecer los objetivos de esta calificación y luego realizar un cierre de protocolo y asegurar que cada objetivo haya sido ejecutado, documentado y calificado para poder asegurar que el objetivo del proyecto se concluya a cabalidad.

2.1.1 Objetivos

- Asegurar que el equipo esté completo a la hora de la descarga, hacer un cuadro de verificación con la lista de empaque.
- Asegurar que la instalación del equipo tipo chiller cumpla con las especificaciones del diseño del fabricante.
- Asegurar que la distancia mínima que el chiller puede estar cerca de la pared sea la planteada en la calificación del diseño.
- Asegurar que los suministros de agua de alimentación del equipo y electricidad sean los sugeridos por el fabricante.
- Instalar un sistema de acumulación de agua potable o tanque, así con un sistema de bomba de agua + hidro-neumático que mantenga la presión del sistema de alimentación de agua al chiller mayor a 33psi.

- En la instalación de los *bypass* asegurar que cumpla con lo diseñado y verificar las distancias de cada una de las llaves para que puedan operadas sin dificultad.
- Asegurar que el sistema eléctrico cumpla con lo establecido en la descripción del equipo tipo chiller.
- Verificar y documentar dónde se estará conectando la carga eléctrica principal del equipo tipo chiller ya que se cuentan con tres subestaciones en diferentes conexiones entre delta y estrella.
- Realizar un cronograma para la instalación del equipo y la instalación del sistema de distribución de agua para el enfriamiento de los moldes.
- Asegurar que las alturas establecidas en el diseño se cumplan.
- Asegurar que la instalación de las parrillas cumplan con lo establecido en el diseño.
- Asegurar que los anclajes y soportes de las parrillas sean los correctos, según lo establecido en el diseño.
- Asegurar que la instalación de la parrilla que se encuentra suspendida sea según el diseño y con los pernos según el estudio de tensión.
- Asegurar que la conexión de las bajadas de agua sea la forma que se diseño para futuras reparaciones.
- Verificar que cada bajada de agua quede en el lugar establecido según la entrada de agua a cada máquina.
- Verificar que el aislamiento térmico para la tubería principal de distribución de agua sea uniforme al igual que la de la tubería de HG.
- Asegurar que cada una de las llaves de bola de 4" sea conectada en cada uno de los tramos en cada área.

Junto con los objetivos y un listado de verificación de la instalación se calificará el éxito del protocolo de apertura y únicamente se procederá a pasar a

operar el equipo si cada uno de los objetivos y puntos del listado de verificación se cumplen.

A continuación se muestra el listado de verificación de la instalación. Este será para realizar el cierre de la apertura de protocolo.

Tabla IV. Lista de verificación de la instalación

CUADRO DE VERIFICACIÓN DE LA INSTALACIÓN			
No	DESCRIPCIÓN	LECTURAS	X
LOGISTICA			
1	Coordinar empresa de montacargas para descarga de máquina	N/A	
2	Desembalaje de equipo	N/A	
3	Verificación de lista de empaque respecto al equipo	N/A	
2	Ubicar máquinas en lugar indicado	N/A	
4	Verificar que toda los paquetes y repuestos estén bien	N/A	
INSTALACIÓN DE CHILLER			
5	Ya tener en un 100 % la Obra gris	N/A	
6	Ubicar Chiller en lugar indicado según diseño	N/A	
7	Nivelar maquinaria	N/A	
8	Conexión de Filtros con <i>Bypass</i>	N/A	
9	Conexión de sistema de alimentación de agua potable	N/A	
INSTALACIÓN ELÉCTRICA			
10	Diseño de sistema eléctrico	N/A	
11	Instalación de Parrillas eléctricas	N/A	
12	Instalación de Tablero eléctrico principal	N/A	
13	Instalación de Tablero eléctrico de distribución	N/A	
14	Instalación de alimentación principal a máquina	N/A	
15	Instalación de Tierra física	N/A	
16	Medición de Voltaje en tableros principales	460v±5v	

Continuación tabla IV.

INTALACIÓN DE SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA			
17	Fabricación e instalación de parrillas	N/ A	
18	Aislamiento de tubería de 4 plg con poliuretano	N/ A	
19	Instalación de tubería de 4 plg y sus accesorios	N/ A	
20	Aislamiento a tubería general de Hg de 1 ¼ plg	N/ A	
21	Instalación de bajadas de agua hacia máquinas	N/ A	
22	Acoplar sistema principal de tubería con el equipo tipo chiller	N/ A	
23	Aislar todos los accesorios después de haber instalado la tubería	N/ A	

Fuente: elaboración propia, empleando Excel 2007.

2.2 Pruebas estáticas del equipo y del sistema

Las pruebas estáticas del equipo se llevarán a cabo con una serie de verificaciones, cuadro de control y mediciones del mismo sin que el equipo, esté en funcionamiento ya que no es necesario arrancar el equipo o verificar si funcionara de la forma correcta y esto se realizará tomando en cuenta todos los aspectos del diseño y, por otro lado, llevando un control del cumplimiento de cada una de las fases de la instalación.

2.2.1 Descripción de la instalación

2.2.1.1 Descripción del chiller

Chiller condensado por aire para el enfriamiento de los moldes de las máquinas, para trabajar con un agua de proceso a 7 °C. Este chiller cuenta con tanque y bomba pre ensamblada. Se trata de un chiller clase A, con un COP de hasta 12 según agua de proceso, carga térmica real y condiciones ambientales.

Este chiller cuenta con bomba, compresor tipo tornillo y ventiladores manejados por variadores de frecuencia. Es una opción cuanto ahorro de energía, ya que se trata de un chiller eficiente.

Chiller CLASE A, condensado por aire modelo CA30, diseñado específicamente para proveer la más alta eficiencia en enfriamiento con altos valores de eficiencia energética y autoajustable para el mejor desempeño de acuerdo a la carga térmica real y a las condiciones del medio ambiente.

Este equipo esta optimizado para la industria plástica. Diseñado para la instalación en el exterior de la planta.

Equipado con compresor semi-hermético tipo tornillo manejado con variador de frecuencia y medidores e interruptor de alta y baja presión.⁷

El sistema tipo chiller como se describe anteriormente consta de diferentes componentes internos que se muestran en las siguientes figuras.

En la figura se muestra el chiller antes de su instalación completa. Se verificó cada uno de sus componentes principales para que al momento de su instalación no exista ningún inconveniente con una medida o una conexión.

⁷Manual de chiller CA301, Pag. 17.

Figura 31. **Equipo tipo chiller**



Fuente: elaboración propia, proyecto Polindustrias S.A.

Figura 32. **Equipo tipo chiller**



Fuente: elaboración propia, proyecto Polindustrias S.A.

2.2.1.2 Descripción del sistema de distribución de agua

El sistema de distribución de agua para el enfriamiento de los moldes de soplado e inyección consta de dos circuitos en diferentes direcciones de caudal, en la cual circula agua fría a temperatura de salida del chiller y otra que retorna al equipo chiller ya a una temperatura más alta ya que al circular agua fría en los moldes de soplado hay transferencia de calor al agua, la cual es el objetivo de este sistema, es decir que los moldes absorban en su mayoría el calor de los envases y tapas para poder formar los mismos.

El sistema de distribución de agua se conecta a cada máquina con sus acoples ya establecidos y directamente a los moldes con conectores rápidos, cada máquina tiene una entrada de agua fría y un retorno de agua caliente que regresa al chiller para luego ser enfriada por su sistema de refrigeración.

2.2.2 Cualificación de la instalación

La cualificación de la instalación abarca la instalación del equipo tipo chiller, así como la instalación de la tubería que distribuirá el agua de enfriamiento y consta con un listado de características con lo que se cuenta para poder realizar la instalación de ambos y que cada elemento es totalmente necesario para poder realizar el proyecto, así como tener claro cada una de los equipos que forman el proyecto como tal.

2.2.2.1 Características de la instalación

2.2.2.1.1 Características del equipo tipo chiller

- Filtro seco en el circuito de gas refrigerante.

- Evaporador de placas de alta eficiencia construido en acero inoxidable AISI 316, completamente aislado.
- Condensador de alta eficiencia construido en cobre con aletas de aluminio, diseñado con una geometría de alta eficiencia para el mejor intercambio de calor.
- Filtros de metal de fácil lavado para la protección del condensador.
- Dispositivo de llenado automático de agua.
- Tiene interruptor de seguridad y de flujo así como protección anti congelamiento.
- Estructura en acero pintado, RAL7046 y cubierta y paneles en RAL7047.
- Voltaje de alimentación: 460V / 03 /60Hz.
- Circuitos de enfriamiento: uno (1).
- Compresores: Uno (1).
- Ventiladores: ocho (8).
- Caudal total de aire de ventiladores: 144000 m³/h.
- Potencia de ventiladores: 12 kW.
- Máxima / mínima temperatura ambiente a la cual puede trabajar el chiller: 40 °C / 5°C
- Dimensiones: (L x A x H) 5000 x 2200 x 2230 mm.
- Peso: 3150 kg.
- Conexiones de Entrada/Salida de: 4 plg – 4 plg.
- Capacidad de enfriamiento del evaporador considerando agua de proceso a 7°C
- Bomba de agua de 18,5 kW con caudal de 30 – 84 m³/h y una presión de 7,4 a 5,2 bar.
- Los ventiladores son completamente controlados con variador de frecuencia, para el ajuste continuo del caudal de aire.
- Gas refrigerante: R134a.
- Válvula de expansión electrónica para una máxima estabilidad.

- Mínima variación de temperatura a la salida del evaporador: +/- 0.4°C.
- Condensador sobredimensionado, para una óptima operación del circuito de enfriamiento.
- Compresor semihermético tipo tornillo, manejado con variador de frecuencia para una modulación continua de la carga térmica.
- Vida útil de compresor extendida, gracias a la menor fricción en su operación. No se tiene picos de voltaje ni excesos de corriente en el compresor.
- COP de hasta 12.
- Bomba de alta presión, también regulada con variador de frecuencia.

Como podemos ver todas las características del equipo anteriormente son para que sea de la más alta eficiencia y vamos a ver algunos de estos elementos que hacen indispensable para el funcionamiento del equipo.

El compresor semi hermético tipo tornillo que es auto regulado por un variador de velocidad dependiendo de la carga calorífica del equipo.

Figura 33. **Compresor semi-hermético de refrigeración**



Fuente: elaboración propia, proyecto Polindustrias S.A.

Figura 34. **Compresor semi-hermético de refrigeración**



Fuente: elaboración propia, proyecto Polindustrias S.A.

El buen desempeño de los condensadores que son enfriados por aire dependen mucho que la superficie este limpia para que el contacto del aire sea directamente con el condensador y no con el polvo y por eso consta con unos filtros de metal en el cual se captura un gran porcentaje de las partículas extrañas que están en el aire y se muestran en la siguiente figura.

Figura 35. **Filtro metálico del condensador**



Fuente: elaboración propia, proyecto Polindustrias S.A.

Los nuevos sistemas de alta eficiencia se basan en consumir solo la energía que se necesita en determinado tiempo y así se van regulando en base al consumo de la demanda, este equipo tipo chiller cuenta con sistemas que se auto regulan para los sistemas de ventiladores, bomba de agua central y compresor.

Todos estos variadores regulan los diferentes sistemas, dependiendo de la carga total de la planta de producción y esto lo hace verificando el delta T que se genera entre la temperatura de salida versus la temperatura de entrada y, esta, proporcionalmente ligada a la temperatura del ambiente.

Figura 36. **Variador de velocidad de los ventiladores**



Fuente: elaboración propia, proyecto Polindustrias S.A.

Figura 37. **Variador de velocidad del compresor**



Fuente: elaboración propia, proyecto Polindustrias S.A.

Los sistemas eléctricos de este equipo son de última tecnología y cuenta con todos los dispositivos de protección como lo es verificación de fase, Falta de fase y variación de voltaje; cuenta además con un sistema de PLC para manejar todas las señales del equipo como se muestra en las figuras siguientes:

Figura 38. **Sistema eléctrico del chiller**



Fuente: elaboración propia, proyecto Polindustrias S.A.

Figura 39. **Sistema eléctrico del chiller**



Fuente: elaboración propia, proyecto Polindustrias S.A.

El funcionamiento del equipo es un sistema que enfría los condensadores a través de aire y esto lo realizan ocho ventiladores que son auto regulados por un variador. Tienen una secuencia de cuatro ventiladores que se arrancan en paralelo de un condensador y otros cuatro de otro condensador así como se muestra en la figura No. 38.

Figura 40. **Ventiladores principales del chiller**



Fuente: elaboración propia, proyecto Polindustrias S.A.

2.2.2.1.2 Características del sistema de distribución de agua

- La tubería para la distribución de agua es de alta presión 250psi y 4 plg de diámetro de PVC para reducir la fricción del agua en su interior y reducir los depósitos de sedimentos respecto al tiempo.
- Accesorios de 4 plg de alta presión para que tenga el mismo rango de presión que la tubería.
- Tuberías de distribución de agua a cada máquina de hierro galvanizada para que pueda soportar la carga del peso de cada bajada y el anclaje individual.
- Uniones universales para el acoplamiento entre el sistema de distribución principal y la distribución de cada máquina para facilitar la instalación y cualquier reparación futura.
- Parrillas para cargar la tubería principal de angulares de 1 1/2 plg x 3/16 plg
- Llaves para control de los *bypass* de la tubería principal y llaves de paso para la misma tubería serán de tipo bola de 4 plg.

Para el sistema de distribución de agua hay elementos clave para su buen funcionamiento, los cuales detallaremos.

Una de los primeros elementos principales deberá ser la fabricación e instalación de las parrillas para soportar toda la tubería según el diseño propuesto en la calificación del diseño.

La fabricación de las parrillas y la pintura de las mismas fue el primer paso se muestra en la figura siguiente:

Figura 41. Fabricación de parillas de soporte



Fuente: elaboración propia, proyecto Polindustrias S.A.

La instalación de las parillas se realizará como se muestra en la figura No. 40 y 41 y se respetará la altura ya establecida en el diseño.

Figura 42. Diseño final de parillas



Fuente: elaboración propia, proyecto Polindustrias S.A.

Figura 43. Diseño final de parillas



Fuente: elaboración propia, proyecto Polindustrias S.A.

Otro de los componentes principales de la instalación del sistema de distribución de agua potable es la tubería de PVC de alta presión que se definió en el diseño de 4 plg, esta será la tubería principal que abarque toda la instalación.

Figura 44. Tubería de PVC de 4plg y 250psi



Fuente: elaboración propia, proyecto Polindustrias S.A.

El tema de la condensación la vimos unos incisos atrás y vimos la causa y cuál sería la consecuencia para nuestro sistema de agua helada por la cual se realizó la aplicación de poliuretano a toda la tubería de PVC, así como se muestran en las figuras No. 43 y 44.

Figura 45. **Aislamiento de tubería de PVC**



Fuente: elaboración propia, proyecto Polindustrias S.A.

Figura 46. **Aislamiento de tubería de PVC**



Fuente: elaboración propia, proyecto Polindustrias S.A.

Una parte elemental de todo el proyecto en sí, es la instalación de la tubería ya en las parrillas de soporte, esta instalación se realizara con una empresa profesional en este tipo de instalaciones ya que hay factores para tomar en cuenta como lo es el pegado de los accesorios y cada una de las tuberías para que

puedan soportar la presión de operación del sistema y así evitar cualquier fuga de agua en cada unión.

En esta parte se unifica casi todo lo que ya está establecido en la calificación del diseño y se integra para poder ejecutar el objetivo principal que es el funcionamiento del sistema de distribución de agua fría hacia todas las máquinas para el enfriamiento de los moldes. Esto involucra la instalación de cada accesorio, cada llave de paso, cada *bypass* y cada uno de los accesorios que servirán para la salida de agua hacia cada máquina.

La ubicación de cada salida y entrada a máquina está definida en el plano No. 2 de la página 49 y basado en esto se puede realizar la instalación de la tubería central de distribución de agua como se muestra a continuación:

Figura 47. Instalación de tubería central de agua



Fuente: elaboración propia, proyecto Polindustrias S.A.

Figura 48. **Instalación de tubería central de agua**



Fuente: elaboración propia, proyecto Polindustrias S.A.

Figura 49. **Instalación de tubería central de agua**



Fuente: elaboración propia, proyecto Polindustrias S.A.

Los cruces entre tuberías se harán de la siguiente forma, ya que la dirección del caudal es muy importante.

Figura 50. **Cruce de dos tuberías de PVC**



Fuente: elaboración propia, proyecto Polindustrias S.A.

Las salidas de los accesorios tipo T para alimentación para cada máquina quedaran de la siguiente manera:

Figura 51. **Salida de T de PVC**



Fuente: elaboración propia, proyecto Polindustrias S.A.

La instalación de cada llave de paso para los *bypass* y demás llaves en el circuito se instalarán de la siguiente manera:

Figura 52. **Llave de paso**



Fuente: elaboración propia, proyecto Polindustrias S.A.

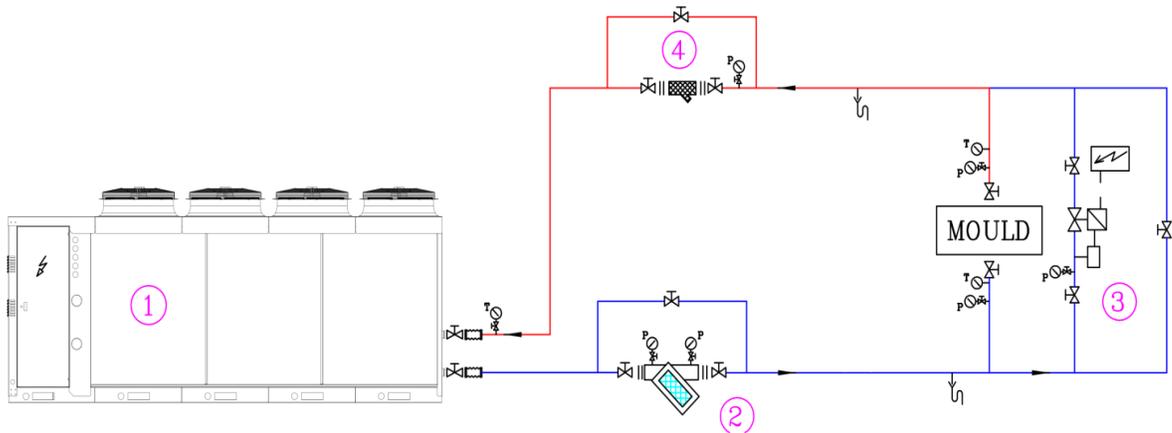
2.2.3 Especificaciones de ingeniería

Muchas de estas especificaciones suelen ser sugeridas por el fabricante para poder proteger, verificar y preservar el equipo y en base a esto se divide en diferentes categorías.

2.2.3.1 Lista de diseño

En la lista de diseño incluimos lo que es un diagrama de conexión proporcionado por el fabricante en una forma simplificada y ejemplificada de todo el diseño general del equipo, así como la ubicación recomendada por el fabricante.

Figura 53. Diagrama de conexión general de la instalación



Fuente: Manual de fabricante, pág. 19-S

1. Equipo tipo Chiller
2. Filtro a la salida del equipo para protección de moldes. 125micrones
3. *Bypass* electrónico para compensación de exceso de presión en la tubería
4. Filtro a la entrada del equipo para protección del evaporador.800micron

2.2.3.2 Lista de instrumentos y controladores

Los instrumentos y controladores que se usan para operar el chiller y el sistema como tal, constan de críticos y no críticos, en los cuales se establecen a continuación además de una pequeña explicación de los mismos, ya que en la calificación de la operación vamos a ver más a detalle esta clasificación.

Tabla V. Lista de instrumentos y controladores

NOMBRE DEL ELEMENTO	FUNCIONAMIENTO	FOTOGRAFÍA	INSTRUMENTO CRÍTICO O NO CRÍTICO
INTERRUPTOR PRINCIPAL	Interruptor principal de voltaje		CRÍTICO
CONTROL DE MANDO	Control principal de mando, aquí se refleja la temperatura de entrada al equipo y la de salida al igual que la velocidad del compresor.		CRÍTICO
MANÓMETROS DE MEDICIÓN DE GAS DE ALTA Y BAJA	Se comprobó el buen funcionamiento de los manómetros en los cuales se ve reflejada la carga del gas refrigerante del compresor en las etapas de baja y alta presión.		CRÍTICO

Continuación tabla V.

<p>MANÓMETROS DE PRESIÓN DE AGUA A LA SALIDA DEL EQUIPO</p>	<p>Manómetro para indicar la presión en la salida del chiller.</p>		<p>CRÍTICO</p>
<p>MANÓMETRO DE LA PRESION DE AGUA DE SUMINISTRO</p>	<p>Manómetro para indicar la presión a la entrada del agua potable al equipo.</p>		<p>CRÍTICO</p>
<p>MANÓMETROS DEL FILTRO DE SALIDA</p>	<p>se verificó el funcionamiento de los mismos</p>		<p>NO CRÍTICO</p>
<p>MANÓMETROS Y TERMÓMETRO EN TUBERÍA INTERNA DE CIRULACIÓN DE AGUA</p>	<p>se verificó el funcionamiento de los mismos</p>		<p>NO CRÍTICO</p>

Fuente: elaboración propia, empleando Excel 2007.

2.2.3.3 **Requerimiento de servicio**

El agua de procesos, por ser un circuito cerrado y a una temperatura muy baja, se ve afectada siempre de los minerales que conforman el agua y en los cuales hay que controlar; esto desde la parte química para que no existan incrustaciones en los serpentines , tubería, accesorios, moldes y demás instrumentos en los cuales circula el agua de proceso; se considera aplicar un químico para el agua de proceso para que nos ayude a mantener los sólidos del agua disueltos y que no se vuelvan una masa y que no existan incrustaciones, además para evitar el crecimiento de algas.

Por lo cual se establecerá un sistema en el cual se pueda aplicar unos químicos cada cierto tiempo; este análisis lo hará una empresa que da la fórmula para la aplicación de los químicos, según el volumen total de agua en circulación.

Para que este sea un sistema que se mantenga constante se realizará un procedimiento en la cual se establecen los encargados y responsables de la ejecución de este proceso.

El procedimiento *P-MT-01 Procedimiento para la Aplicación de Químicos a Chiller* se adjunta como anexo No. 4, al igual se adjuntan las fichas técnicas y hojas de seguridad de cada químico, como anexos, del 5 al 8.

La empresa encargada de esto definió la siguiente tabla para el volumen de agua en recirculación.

Tabla VI. **Aplicación semanal de químicos**

APLICACION SEMANAL	
3.5 Litros de CST-30	
1 Litro de	MBT-09

Fuente: elaboración propia, empleando Excel 2007.

CST-30	Anticorrosivo
MBT-09	Microbiodicida

2.2.3.4 Requerimientos

- Plan de mantenimiento preventivo

El mantenimiento Preventivo del equipo se realizará según la recomendación del fabricante y se muestra en la siguiente figura.

Tabla VII. **Plan de mantenimiento preventivo de chiller**

<p>Cada semana</p>	<p>Control interno de pérdidas de agua y formación de condensación: quitar los paneles de cierre; si es necesario, apretar los empalmes y restablecer el aislamiento.</p> <p>Control manómetro de precarga: tiene que indicar al menos el valor de 1 bar.</p>
<p>Cada mes</p>	<p>Control y limpieza del condensador: extraer el filtro y, si es necesario efectuar la limpieza del condensador utilizando un aspirador. Proteger los componentes internos con una lona.</p> <p>Limpieza cartucho filtro agua (opcional): lavarlo cuidadosamente con agua corriente y un pincel suave y, si es necesario, sustituirlo.</p> <p>Control eléctrico: revisar y limpiar el cuadro eléctrico, comprobar el apriete de los bornes y el desgaste de los contactos de los telerruptores; si fuera necesario, sustituirlos.</p> <p>Control mecánico: limpiar el interior de la máquina y controlar el apriete de los pernos de fijación de los diversos componentes.</p> <p>Nivel de aceite: parar la máquina, esperar media hora y controlar el nivel a través de 2 indicadores.</p> <p>Control general: verificar si hay pérdidas acercando el extremo de la sonda del instrumento a todos los empalmes y soldaduras. Las manchas de aceite en el circuito de refrigeración son indicio de rotura.</p>
<p>Cada año</p>	<p>Un técnico calificado para trabajar en máquinas frigoríficas tiene que verificar la intervención de los presostatos de alta presión:</p> <ul style="list-style-type: none"> • verificar que el refrigerador funcione sin ninguna alarma/anomalía; • parada de los ventiladores; • observar cuidadosamente el valor de la presión: al valor de PS-10% barg los compresores se tienen que parar automáticamente; • sino bloquear la máquina utilizando el seccionador general y contactar Piovan S.p.A.

Fuente: *Manual de equipo chiller*, Pág. 7-S.

Con la aplicación de los químicos se propicia que el agua de proceso tenga mucho más tiempo de uso, o sea en circulación; para esto el agua de proceso tiene que cumplir con ciertas características para poder validar que está en condiciones de seguir circulando en los sistemas de enfriamiento. Por tanto, el agua se cambia con una periodicidad de 6 meses para poder liberar los sólidos disueltos que se encuentran en el agua.

Las especificaciones que el agua debe cumplir se adjuntan en la figura siguiente y para realizar una comparación de los análisis futuros se tendrán que realizar mensualmente con la empresa que surtirá los químicos.

Tabla VIII. **Características del agua sugeridas por el fabricante**

Característica	Valor (ppm o mg/l)
Sustancias en suspensión	casi ausentes (1)
Silicio (SiO ₂)	< 60
Alcalinidad (HCO ₃ ⁻)	70 - 250
Sulfatos (SO ₄ ²⁻)	< 50
HCO ₃ ⁻ / SO ₄ ²⁻	> 1
Conductividad eléctrica	10 – 500 microS/cm
pH	7.5 - 9
Amoníaco (NH ₃)	ausente
Cloruros (Cl ⁻)	< 30
Cloro libre (Cl ₂)	0.1 – 0.2
Ácido Sulhídrico (H ₂ S)	ausente
Anhídrido carbónico libre (agresivo) (CO ₂)	< 2
Dureza total	< 5 °dH (8.9 °dF)
Nitrato (NO ₃ ⁻)	30 - 40
Hierro (Fe) ⁽²⁾	< 0.1
Aluminio (Al)	< 0.1
Manganeso (Mn) ⁽²⁾	< 0.05
Aceites y sustancias grasas	ausente
Etilenglicol/propilenglicol antihielo (si se utiliza)	> 20%

Fuente: *Manual de chiller CA3011*, Pág. 12-S

2.2.4 Conexiones eléctricas

El sistema eléctrico para el equipo tipo chiller es un sistema trifásico en voltaje 460V con requerimiento de 250A y se requiere una conexión de transformador en el secundario en estrella.

2.2.4.1 Características del sistema eléctrico

Estas características eléctricas las establece el fabricante del equipo tipo chiller ya que en base a esta información podemos diseñar el sistema eléctrico y realizar el cálculo de todo el material.

Las características proporcionadas por el proveedor son las siguientes:

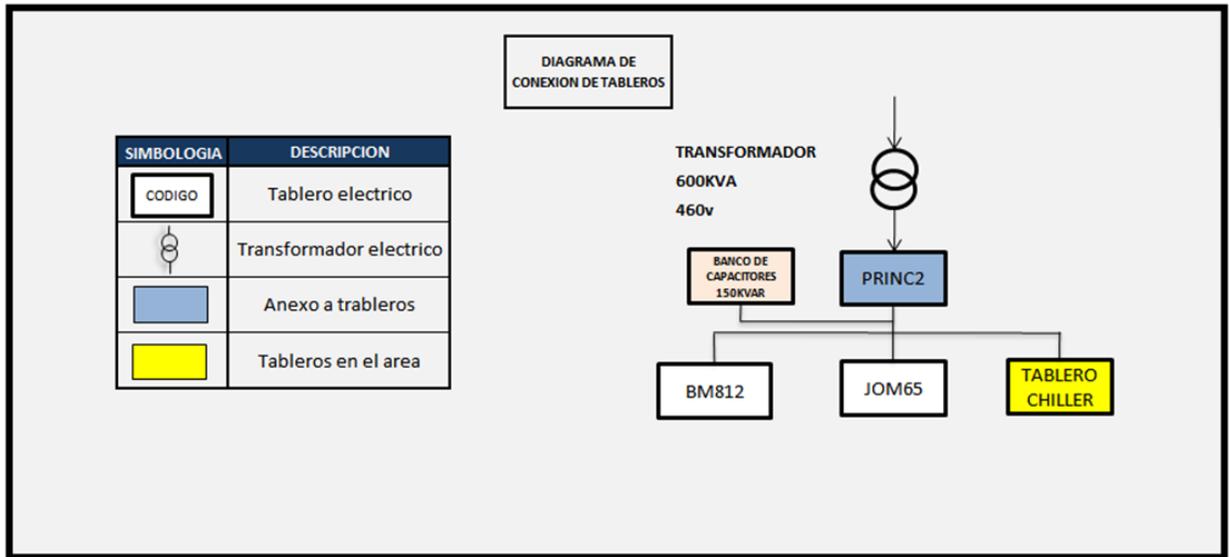
- Voltaje de alimentación: 460V / 03 /60Hz. Secundario en Estrella.
- Potencia de ventiladores: 12 Kw
- Potencia de bomba de agua 18.5kW
- Potencia de compresor 13.2kw

Con estas características se puede tomar la decisión sobre el lugar donde se instalara la máquina para cumplir con las características del fabricante; debido a esto se tomara la decisión de instalar la máquina en la subestación de 600Kva ya que consta de una salida en 460V en estrella, según el requerimiento del fabricante.

2.2.4.2 Diagrama de conexión del equipo

La siguiente figura es donde se define la ubicación en el diagrama de bloques del tablero principal del equipo tipo chiller.

Figura 54. Diagrama de conexión eléctrica del tablero principal



Fuente: elaboración propia, empleando Paint.

2.3 Protocolo de cierre IQ

La verificación de la instalación y el criterio de éxito de esta calificación se realizará con la tabla de verificación y el cumplimiento de cada una de las etapas propuestas en la apertura de protocolo de IQ, al igual que la verificación de los objetivos establecidos en esta calificación.

Se realizará un cuadro de verificación de cumplimiento de los objetivos de esta calificación y se realizará en base a los objetivos críticos.

Tabla IX. Lista final de la verificación de la instalación

DESCRIPCIÓN	RESULTADO	OBJETIVO REALIZADO	OBJETIVO NO REALIZADO
Asegurar que el equipo esté completo a la hora de la descarga, hacer un cuadro de verificación con la lista de empaque	Se verificó todos los paquetes con la lista de empaque	X	
Asegurar que la distancia mínima que el chiller puede estar cerca de la pared sea la planteada en la calificación del diseño	El equipo quedó instalado según el plano propuesto y con la distancia mínima de 2 m hacia la pared	X	
Asegurar que los suministro de agua de alimentación del equipo y electricidad sean las sugeridas por el fabricante	se implemento un sistema de alimentación de agua potable al sistema del chiller y la instalación eléctrica se realizó en base a las especificaciones eléctricas	X	
Instalar un sistema de acumulación de agua potable así como un sistema que mantenga la presión del sistema de alimentación de agua al chiller mayor a 33 psi.	Se realizó la instalación de los sistemas mencionados.	X	

Continuación tabla IX.

<p>En la instalación de los <i>bypass</i> asegurar que cumpla con lo diseñado y verificar las distancias de cada una de las llaves para que puedan operadas sin dificultad.</p>	<p>se realizaron según el diseño y se comprobó su funcionalidad</p>		
<p>Verificar y documentar dónde se estará conectando la carga eléctrica principal del equipo tipo chiller ya que se cuentan con tres subestaciones en diferentes conexiones entre delta y estrella.</p>	<p>Se realizará la instalación en la subestación de 600 Kva, ya que es la única que cuenta con una conexión en estrella en el secundario.</p>		
<p>Realizar un cronograma para la instalación del equipo y la instalación del sistema de distribución de agua para el enfriamiento de los moldes.</p>	<p>Se realizará según el cuadro de verificación.</p>		
<p>Asegurar que las alturas establecidas en el diseño se cumplan.</p>	<p>se verificó cada una de estas altura en la instalación.</p>		
<p>Asegurar que la instalación de las parrillas cumpla con lo establecido en el diseño.</p>	<p>se fabricaron e instalaron según el diseño propuesto</p>		

Continuación tabla IX.

<p>Asegurar que la instalación de la parrilla que se encuentra suspendida según sea el diseño y con los pernos según el estudio de tensión.</p>	<p>Se realizó la instalación según el diseño y respetando las medidas del plano.</p>		
<p>Asegurar que la conexión de las bajadas de agua sea la forma que se diseño para futuras reparaciones.</p>	<p>Se realizaron según el diseño.</p>		
<p>Verificar que cada bajada de agua quede en el lugar establecido según la entrada de agua a cada máquina.</p>	<p>Se realizaron según el diseño.</p>		
<p>Verificar que el aislamiento térmico para la tubería principal de distribución de agua sea uniforme al igual que la de la tubería de HG.</p>	<p>Se realizaron según el diseño.</p>		
<p>Asegurar que cada una de las llaves de bola de 4 plg sea conectada en cada uno de los tramos de cada área.</p>	<p>Se realizaron según el diseño.</p>		

Fuente: elaboración propia

El criterio de éxito para los objetivos se cumple ya que cada objetivo fue ejecutado y se realizó según lo establecido en el diseño de la instalación.

Otro criterio de éxito para la calificación de la instalación es llevar a cabalidad el cuadro de verificación que se realizó, a continuación se dan los resultados.

Tabla X. **Funcionamiento de elementos clave del equipo**

LISTA DE VERIFICACIÓN DE LA INSTALACIÓN			
No.	DESCRIPCIÓN	LECTURAS	APROBADO
LOGÍSTICA			
1	Coordinar empresa de montacargas para descarga de máquina	N/A	X
2	Desembalaje del equipo	N/A	X
3	Verificación de lista de empaque respecto al equipo	N/A	X
2	Ubicar máquinas en lugar indicado	N/A	X
4	Verificar que todos los paquetes y repuestos estén bien	N/A	X
INSTALACIÓN DE CHILLER			
5	Ya tener en un 100 % la Obra gris	N/A	X
6	Ubicar Chiller en lugar indicado según Diseño	N/A	X
7	Nivelar maquinaria	N/A	X
8	Conexión de Filtros con <i>Bypass</i>	N/A	X
9	Conexión de sistema de alimentación de Agua potable	N/A	X

Continuación tabla X.

INSTALACIÓN ELÉCTRICA			
10	Diseño de sistema eléctrico	N/A	X
11	Instalación de Parrillas eléctricas	N/A	X
12	Instalación de Tablero eléctrico principal	N/A	X
13	Instalación de Tablero eléctrico de distribución	N/A	X
14	Instalación de alimentación principal a máquina	N/A	X
15	Instalación de Tierra física	N/A	X
16	Medición de Voltaje en tableros principales	460v±5v	X
INTALACIÓN DE SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA			
17	Fabricación e instalación de parrillas	N/A	X
18	Aislamiento de tubería de 4 plg con poliuretano	N/A	X
19	instalación de tubería de 4 plg y sus accesorios	N/A	X
20	Aislamiento a tubería general de Hg de 1 1/4 plg	N/A	X
21	Instalación de bajadas de agua hacia máquinas	N/A	X
22	acoplar sistema principal de tubería con el equipo tipo chiller	N/A	X
23	aislar todos los accesorios después de haber instalado la tubería	N/A	X
ARRANQUE DE MÁQUINAS			
28	Medición de voltaje en L1-L2	460 v±5 v	X
29	Medición de voltaje en L1-L3	455 v±5 v	X
30	Medición de voltaje en L2-L3	453 v±5 v	X
30	Medición de voltaje en L1-N	240 v±5 v	X
30	Medición de voltaje en L2-N	248 v±5 v	X
30	Medición de voltaje en L3-N	250 v±5 v	X

Fuente: elaboración propia, empleando Excel 2007.

El cierre de esta calificación y el criterio de éxito era el cumplimiento de los objetivos principales y el cumplimiento del cuadro de verificación de la instalación; por lo tanto se da como aprobada esta calificación y así poder pasar a la calificación de la operaciones donde se realizará un procedimiento para el arranque del equipo.

3. CALIFICACIÓN DE LA OPERACION

En la calificación de la operación es donde se establecerá la funcionalidad del equipo y de la instalación del sistema de distribución de agua para el enfriamiento; se verificará cada uno de los equipos, instrumentos y demás que conforman el sistema como tal, el funcionamiento de cada uno y así, cumpliendo con el objetivo principal que es el funcionamiento de todo el sistema.

Cuando hablamos del equipo tipo chiller se verificarán los elementos claves que el fabricante estableció para dar como validada la operación del equipo y dar el criterio de éxito del mismo. Ahora en la instalación de distribución de agua, se verificarán varios aspectos de la misma, como lo es la pérdida de temperatura y pérdida de presión en el sistema.

3.1 Protocolo de apertura

Se establecerán los objetivos principales para que la operación del equipo y del sistema cumpla con la funcionalidad con que se diseñó y así poder tener una comparación y realizar un criterio de éxito de esta calificación.

3.1.1 Objetivos de la calificación de la operación

- Verificar que cada uno de los instrumentos del equipo funcionen según las especificaciones del fabricante.
- Verificar que cada uno de los elementos críticos del equipo funcionen de la forma correcta según el fabricante.
- Verificar que cada una de las instalaciones auxiliares para el equipo tipo chiller funciones de una forma correcta, como lo es la instalación eléctrica y suministro de agua potable.

- Verificar que la temperatura del agua a la salida del equipo tipo chiller sea la correcta según las descripción del fabricante.
- Verificar que la presión a la salida del equipo sea la correcta.
- Verificar que la presión en la tubería del sistema sea la correcta
- Verificar que la temperatura del agua de proceso sea la correcta.

Se establecerán los procedimientos para la verificación de cada uno de estos objetivos y se realizarán las pruebas correspondientes para cada uno de ellos, ya sea con cuadros de control o cuadros de verificación.

3.2 Funcionamientos de elementos clave del equipo

Específicamente se verificará cada uno de los instrumentos clave del equipo con un cuadro de control, en el cual se realizará un pequeño resumen del mismo, así como la explicación del funcionamiento de cada elemento clave para comprobar su funcionalidad y dar como terminado el objetivo individual de cada elemento que es la funcionalidad individual para que todo el sistema en sí, dé como resultado, la circulación de agua fría en cada máquina y la confiabilidad.

Tabla XI. **Cuadro de control de arranque de equipo**

NOMBRE DEL ELEMENTO	FUNCIONAMIENTO	FOTOGRAFÍA	FUNCIONAMIENTO	
			SI	NO
INTERRUPTOR PRINCIPAL	Interruptor principal de energía.		X	

Continuación tabla XI.

<p>CONTROL DE MANDO</p>	<p>Controla el apagado y encendido del equipo así como despliega la temperatura de entrada y salida.</p>		<p>X</p>	
<p>BOTONES EXTERNOS</p>	<p>Cada uno de los pulsadores e interruptores tienen un buen funcionamiento, para poder resetear el compresor, manual o automático el sistema de agua y chequear luces piloto.</p>		<p>X</p>	
<p>MANÓMETROS DE MEDICIÓN DE GAS DE ALTA Y BAJA</p>	<p>Se comprobó el buen funcionamiento de los manómetros en los cuales se ve reflejada la carga del gas refrigerante del compresor en las etapas de baja y alta presión.</p>		<p>X</p>	

Continuación tabla XI.

<p>MANÓMETROS DE PRESIÓN DE AGUA A LA SALIDA DEL EQUIPO</p>	<p>Manómetro para indicar la presión en la salida del chiller.</p>		<p>X</p>	
<p>MANÓMETRO DE LA PRESIÓN DE AGUA DE SUMINISTRO</p>	<p>Manómetro para indicar la presión a la entrada del agua potable al equipo.</p>		<p>X</p>	
<p>MANÓMETROS DEL FILTRO DE SALIDA</p>	<p>se verificó el funcionamiento de los mismos</p>		<p>X</p>	
<p>COMPRESOR DE CHILLER</p>	<p>Se comprobó el buen funcionamiento del mismo, verificando la temperatura del agua de salida.</p>		<p>X</p>	

Continuación tabla XI.

<p>BOMBA DE AGUA</p>	<p>se verificó el funcionamiento de la bomba, ya que sí hubo circulación de agua en el sistema</p>		<p>X</p>	
<p>VENTILADORES</p>	<p>Se verificó el buen funcionamiento de los mismos y, al subir la carga calorífica al agua, se verificó en funcionamiento de los ocho ventiladores</p>		<p>X</p>	
<p>SISTEMA DE AGUA POTABLE</p>	<p>se verificó el funcionamiento de la alimentación al sistema de agua del chiller</p>		<p>X</p>	

Fuente: elaboración propia, empleando Excel 2007.

3.2.1 Pruebas dinámicas del equipo

Se Realizarán pruebas dinámicas de arranque del equipo para someter a cada uno de los equipos individuales a funcionamiento, llevándolos a su condición optima de trabajo y así verificar su funcionamiento individualmente, para descartar cualquier falla de los equipos e instrumentos.

Para medir los resultados de las pruebas dinámicas se llevará un control de parámetros establecidos según el proveedor del equipo ya que para estas condiciones que a continuación se establezcan son las condiciones óptimas que el proveedor ofrece.

Con las pruebas dinámicas del equipo se realizará el cuadro de verificación para poder llevar el control de cada uno de los elementos claves.

3.2.1.1 Resultados de las pruebas dinámicas del equipo

Tabla XII. Control de arranque de chiller

CONTROL DE ARRANQUE DE CHILLER				
No.	DESCRIPCIÓN	SET	REAL	CHECK
1	Medición de Voltaje L1-L2		440 V	x
2	Medición de Voltaje L1-L3		440 V	x
3	Medición de Voltaje L2-L3		440 V	x
4	Medición de Voltaje L1-N		240 V	x
5	Medición de Voltaje L2-N		240 V	x
6	Medición de Voltaje L3-N		240 V	x
7	Medición de corriente en L1	250 Amax	63 A	x

Continuación tabla XII.

8	Medición de corriente en L2	250 Amax	55 A	x
9	Medición de corriente en L3	250 Amax	57 A	x
10	Funcionamiento de Interruptor principal	N/A		x
11	Funcionamiento de Pantalla principal	N/A		x
12	Funcionamiento de Bomba de Agua principal	N/A		x
13	Funcionamiento de Compresor Principal	N/A		x
14	Funcionamiento de Ventiladores	N/A		x
15	Medición de temperatura de salida	7 °C	7.2 °C	
16	Medición de temperatura de retorno	9 °C	9.8 °C	
17	Delta T	2 °C	2.6 °C	
18	Medición de presión a la salida	90 PSI	96 PSI	
19	Medición de presión en el retorno	-	-	
20	Medición de presión de Gas de Alta	9--12	10	
21	Medición de presión de Gas de baja	2	2.1	

Fuente: elaboración propia, empleando Excel 2007.

Se verificaron los elementos clave que se muestran en el cuadro y se verificó el buen funcionamiento de los mismos.

Según la tabla anterior y cada uno de los *ítems* se da como aprobado cada uno de los mismos; verificando la funcionalidad individual damos un pequeño resumen de cada elemento.

3.2.2 Pruebas dinámicas del sistema

Se realizarán pruebas dinámicas al sistema para comprobar la funcionalidad de cada elemento clave de la instalación y así dar como aprobado cada uno de los puntos clave en los objetivos.

Se realizarán pruebas dinámicas del sistema de distribución de caudal de enfriamiento para someter a cada uno de los accesorios y tubería en general a diferentes presiones, llevándolos a su condición óptima de trabajo, midiendo su resistencia hasta la presión máxima de trabajo y descartar cualquier falla del sistema de enfriamiento.

Para medir los resultados de las pruebas dinámicas se llevará un control de parámetros de medición de presiones y temperaturas en diferentes puntos de medición para poder establecer parámetros de presiones máximas y mínimas en el sistema de enfriamiento, y así validar el sistema de enfriamiento en la cual pueda demostrar una uniformidad de presiones, temperaturas y que sean constantes.

Se monitorearon diferentes parámetros en la tubería indicada en el diagrama como lo son las temperaturas y las presiones en el sistema de enfriamiento.

3.2.2.1 Resultados de las pruebas dinámicas del sistema

Se llevaron a cabo las siguientes mediciones para comprobar que en el sistema de enfriamiento existiera una concordancia en las mediciones del sistema, como lo son los termómetros 1 y 2 en el cual un termómetro nos indica una temperatura lógica de 9°C y en el retorno un de 27°C la cual es señal de la transferencia de energía que pierde el agua en el sistema de moldes; ahora, con las presiones P1 y P2, se ve reflejado un sistema de circuito cerrado ideal ya que en los dos puntos del sistema está a 60psi en cambio en P3 hay una caída de presión en el retorno ya que en la unión de los sistemas de retorno y alimentación hay un sin fin de accesorios, lo cual demuestra la caída de presión, la cual no afecta a nuestro sistema porque es un retorno a nuestro equipo, el cual vuelve a aumentar la presión al sistema de alimentación.

La caída de temperatura en el punto más lejano es aceptable ya que la temperatura de operación de los moldes puede llegar a ser desde 15°C y poder así formar los envases.

Tabla XIII. **Control de presiones y temperaturas en el sistema de enfriamiento**

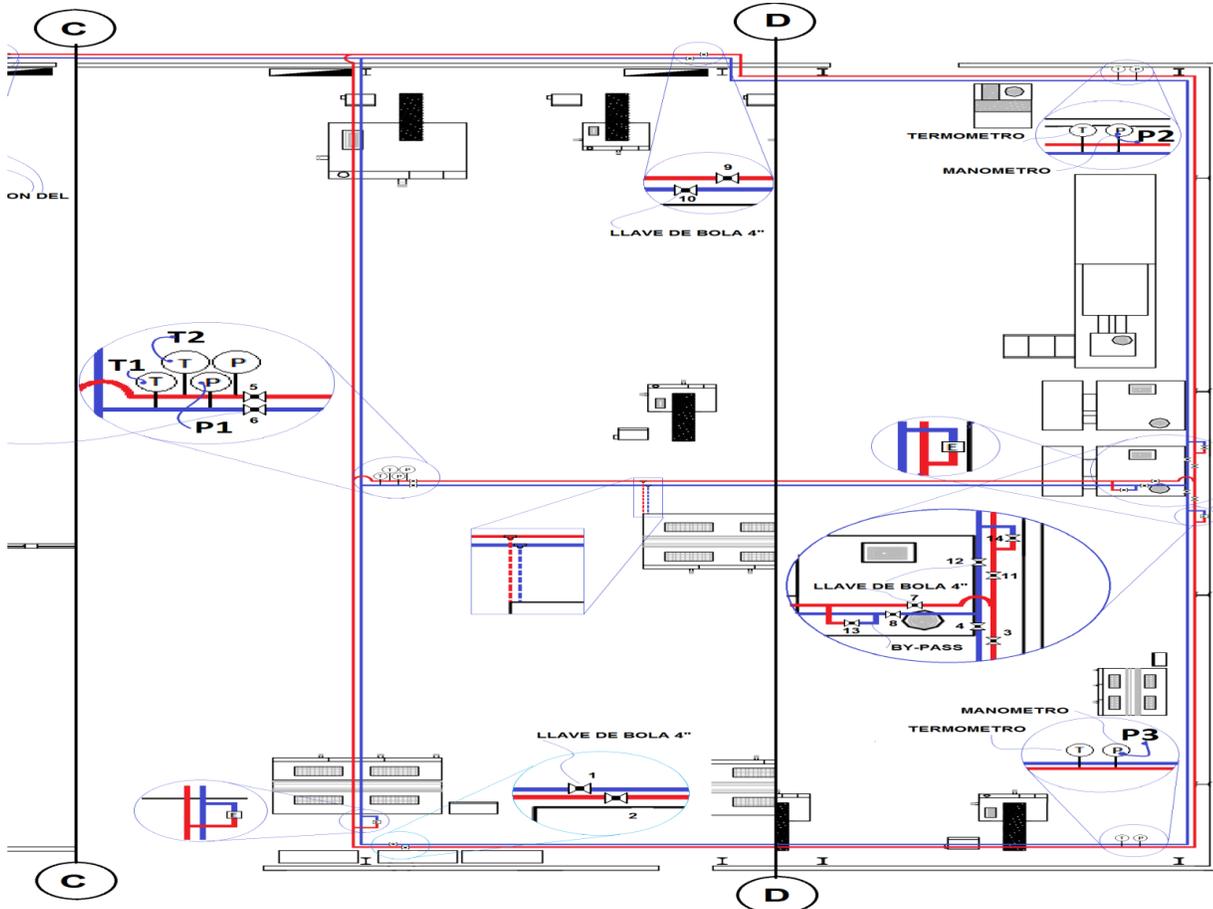
CONTROL DE PRESIONES Y TEMPERATURAS EN EL SISTEMA DE ENFRIAMIENTO

DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	TIPO DE MEDICIÓN	MEDICIÓN	CHECK
TERMOMETRO 1	T1	TEMPERATURA (°C)	9	X
TERMOMETRO 2	T2	TEMPERATURA (°C)	27	X
MANOMETRO 1	P1	PRESION (PSI)	80	X
MANOMETRO 2	P2	PRESION (PSI)	80	X
MANOMETRO 3	P3	PRESION (PSI)	60	X

Fuente: elaboración propia, empleando Excel 2007.

En la figura 55 se muestra la ubicación de estos termómetros y manómetro.

Figura 55. Ubicación de termómetros y manómetro.



Fuente: Elaboración propia, empleando Paint.

3.3 Protocolo de cierre de la calificación de la operación

El protocolo de cierre se enfocará a verificar el cumplimiento de los objetivos de la calificación de la operación ya que en el cuadro de control que se realizó a cada uno de los elementos y equipos clave se verificó cada uno de ellos, dando como el resultado el buen funcionamiento de cada uno.

El cumplimiento de cada objetivo se muestra en la siguiente tabla:

Tabla XIV. **Cumplimiento de los objetivos de la operación del diseño**

DESCRIPCIÓN	RESULTADO	OBJETIVO REALIZADO	OBJETIVO NO REALIZADO
Verificar que cada uno de los instrumentos del equipo funciones según las especificaciones del fabricante.	Se verificó cada uno de los instrumentos y se dio como validado el funcionamiento de cada uno.	X	
Verificar que cada uno de los elementos críticos del equipo funcione de la forma correcta, según el fabricante.	Se comprobó el buen funcionamiento de cada uno de los elementos claves del equipo, según el cuadro de control de los equipos.	X	
Verificar que cada una de las instalaciones auxiliares para el equipo tipo chiller funciones de una forma correcta (instalación eléctrica y suministro de agua potable)	Se comprobó el buen funcionamiento de cada uno de los equipos auxiliares del chiller, según el cuadro de control de los equipos.	X	
Verificar que la temperatura del agua a la salida del equipo tipo chiller sea la correcta, según las descripción del fabricante.	La temperatura del agua llego a la del <i>Set-point</i> establecido.	X	
Verificar que la presión a la salida del equipo sea la correcta.	La presión a la salida del equipo fue la establecida por el fabricante.	X	

Continuación tabla XIV.

Verificar que la presión en la tubería del sistema sea la correcta	la presión en la tubería es la correcta para poder circular en todos las máquinas	X	
Verificar que la temperatura del agua de proceso sea la correcta.	Se verificó la temperatura del agua y es una temperatura adecuada para la producción.	X	

Fuente: elaboración propia, empleando Excel 2007.

El criterio de éxito de la calificación de la operación era el cumplimiento de los objetivos establecidos, así como la verificación del funcionamiento de los elementos claves del equipo y los de la instalación del sistema de distribución de agua para el enfriamiento de los moldes de soplado e inyección.

Por lo tanto podemos decir que la calificación de la operación fue un éxito, por lo cual podemos enfocarnos en la calificación del desempeño.

4. CALIFICACION DEL DESEMPEÑO

En la calificación del desempeño se verificará que los *set-points* establecidos en la operación y del fabricante sean confiables y se mantengan en un rango en la cual puedan ser siempre funcionales para que el sistema de distribución de agua permanezca estable.

Para dar validado un rango de temperaturas, presiones y velocidades se realizará una medición de datos de diez días para establecer un rango para todas estas lecturas y validar que en estos diez días el comportamiento del equipo sea el óptimo y validar que la temperatura a la que el agua llega a los moldes sea la óptima.

4.1 Protocolo de apertura

Se establecerán los objetivos para poder tener un criterio de éxito de esta calificación, llevando el cumplimiento de cada uno de ellos y enfocando en la realización de lo establecido en el protocolo de apertura.

4.1.1 Objetivos

- Crear evidencia documentada de cómo se fijaron los rangos de presión, temperatura y velocidad en Hz.
- Establecer un rango en la cual los parámetros de medición sean siempre estables y cumplan con la función de las diferentes variables.
- Establecer un formato para llevar el control de las diferentes lecturas y con los rangos establecidos poder tomar decisiones para la modificación de

alguna válvula o alguna variable para poder regresar al rango ya establecido.

- Mostrar graficas del comportamiento de las diferentes variables del sistema.
- Establecer los parámetros fijos que en el sistema y equipo no pueden variar y dar la razón por qué no pueden variar.
- Dar los criterios de éxito y verificarlos al final de la calificación del desempeño.

4.2 Validación de los parámetros del equipo

En los procesos industriales la variación en las variables críticas para el proceso, es una gran debilidad que puede llegar a ser un obstáculo para que la eficiencia de la producción esté por arriba de los márgenes aceptables; por ello la implementación de una validación como tal, es importante para cualquier proceso de producción ya que da la confiabilidad de cada rama del proceso.

En un proceso de validación de parámetros para que la confiabilidad del proceso sea siempre la misma, se ve obligado a realizar un estudio de estadística en la cual se involucra la parte técnica del proyecto y el desempeño de la calidad de producción, o sea que el equipo, así como la instalación de distribución de agua, sea conforme a la calidad que se pide en la producción; en otras palabras, la eficiencia en la producción será proporcional a qué tan confiable será la entrega del mismo valor de cada variable respecto del tiempo.

Las variables tendrán que ser precisas en el rango que se establezca, pero debido a que las variables de este tipo no serán fijas se realizará un procedimiento en la cual se tomarán cincuenta y seis datos respecto del tiempo y los parámetros. Se tomará un criterio de desviación de tres veces la desviación estándar de los N datos para definir un límite superior, así como inferior, así se asegura que la

calidad de producción sea eficiente, siempre y cuando permanezca en esta rango validado.

Se tomaron cincuenta y seis datos de las variables que serán validadas en el transcurso del tiempo:

Tabla XV. **Toma de datos de variables a equipo chiller**

CONTROL DE PARÁMETROS DE EQUIPOS AUXILIARES PIOVAN						
EQUIPO TIPO CHILLER						
			Set Point 7 °C			
Lecturas	Hora	T. entrada	T. Salida	P. Salida Agua	P. Alta (Gas)	P. Baja (Gas)
1	8AM	9,30	7,70	95,00	8,50	2,10
2	11A M	9,50	7,20	95,00	10,00	2,20
3	2PM	10,50	7,60	94,00	10,20	2,30
4	5PM	10,40	7,50	93,00	10,10	2,30
5	8PM	10,60	7,50	92,00	8,50	2,40
6	11P M	9,80	7,20	94,00	8,00	2,20
7	2AM	9,50	7,00	92,00	8,00	2,30
8	5AM	9,30	7,10	94,00	8,00	2,20
9	8AM	10,30	7,70	95,00	9,60	2,30
10	11A M	10,30	7,60	94,00	11,10	2,20
11	2PM	10,20	7,50	94,00	9,70	2,20
12	5PM	10,50	7,70	94,00	9,80	2,20
13	8PM	10,60	7,50	92,00	8,50	2,40
14	11P M	10,50	7,10	95,00	8,00	2,20
15	2AM	10,50	7,50	95,00	8,10	2,20
16	5AM	9,40	7,20	96,00	8,20	2,10

Continuación tabla XV.

17	8AM	9,90	7,50	94,00	8,00	2,30
18	11AM	10,60	7,90	96,00	9,00	2,30
19	2PM	10,70	7,60	94,00	9,70	2,20
20	5PM	10,50	7,40	94,00	9,10	2,30
21	8PM	10,40	7,50	94,00	8,50	2,40
22	11PM	10,20	7,30	95,00	8,00	2,20
23	2AM	10,30	7,10	95,00	8,10	2,20
24	5AM	9,80	7,20	96,00	8,20	2,10
25	8AM	10,00	7,20	95,00	8,00	2,20
26	11AM	10,90	7,60	95,00	8,40	2,40
27	2PM	10,40	7,20	94,00	10,20	2,30
28	5PM	10,00	7,40	93,00	10,10	2,30
29	8PM	10,30	7,30	92,00	8,50	2,40
30	11PM	9,60	7,50	94,00	8,00	2,20
31	2AM	9,60	7,10	92,00	8,00	2,30
32	5AM	9,20	7,00	94,00	8,00	2,20
33	8AM	10,20	7,10	92,00	8,20	2,50
34	11AM	10,00	7,70	94,00	9,00	2,20
35	2PM	10,20	7,50	95,00	9,00	2,30
36	5PM	10,20	7,50	94,00	9,00	2,20
37	8PM	10,40	7,40	94,00	8,40	2,40

Continuación tabla XV.

38	11PM	9,80	7,20	94,00	8,00	2,20
39	2AM	9,50	7,00	92,00	8,00	2,20
40	5AM	9,30	7,10	94,00	8,00	2,30
41	8AM	10,30	7,80	94,00	9,00	2,20
42	11AM	10,50	7,60	94,00	11,00	2,50
43	2PM	11,00	7,60	94,00	9,00	2,20
44	5PM	10,50	7,70	94,00	9,00	2,40
45	8PM	9,50	7,50	95,00	9,00	2,60
46	11PM	9,90	7,30	94,00	8,20	2,20
47	2AM	9,60	7,10	92,00	8,00	2,30
48	5AM	9,20	7,00	94,00	8,00	2,20
49	8AM	10,00	7,20	95,00	8,00	2,20
50	11AM	10,40	7,50	94,00	11,00	2,50
51	2PM	11,30	7,50	94,00	11,30	2,70
52	5PM	10,50	7,70	94,00	11,30	2,60
53	8PM	9,50	7,50	95,00	9,00	2,60
54	11PM	9,90	7,30	94,00	8,20	2,20
55	2AM	9,60	7,10	92,00	8,00	2,30
56	5AM	9,20	7,00	94,00	8,00	2,20

Fuente: elaboración propia, empleando Excel 2007.

Con los siguientes datos se realiza el criterio para definir los límites de los rangos inferior y superior con restarle tres desviaciones estándar al promedio de los cincuenta y seis datos, así estableciendo los rangos.

Tabla XVI. **Desviaciones estándares**

DESVIACIONES ESTANDARES				
T. entrada	T. Salida	P. Salida Agua	P. Alta (Gas)	P. Baja (Gas)
0,5	0,2	1,1	1,0	0,1

Fuente: elaboración propia, empleando Excel 2007.

Ya teniendo la desviación estándar con una simple formula de *Excel* podemos también sacar el promedio de los cincuenta y seis datos para poder definir los rangos.

Tabla XVII. **Promedio de datos**

PROMEDIO				
10,1	7,4	94,0	8,9	2,3

Fuente: elaboración propia, empleando Excel 2007.

Ya teniendo los promedios de cada variable definimos, los límites superior e inferior restando o sumando, según sea el caso, tres veces la desviación estándar al promedio.

Tabla XVIII. Límites de variables

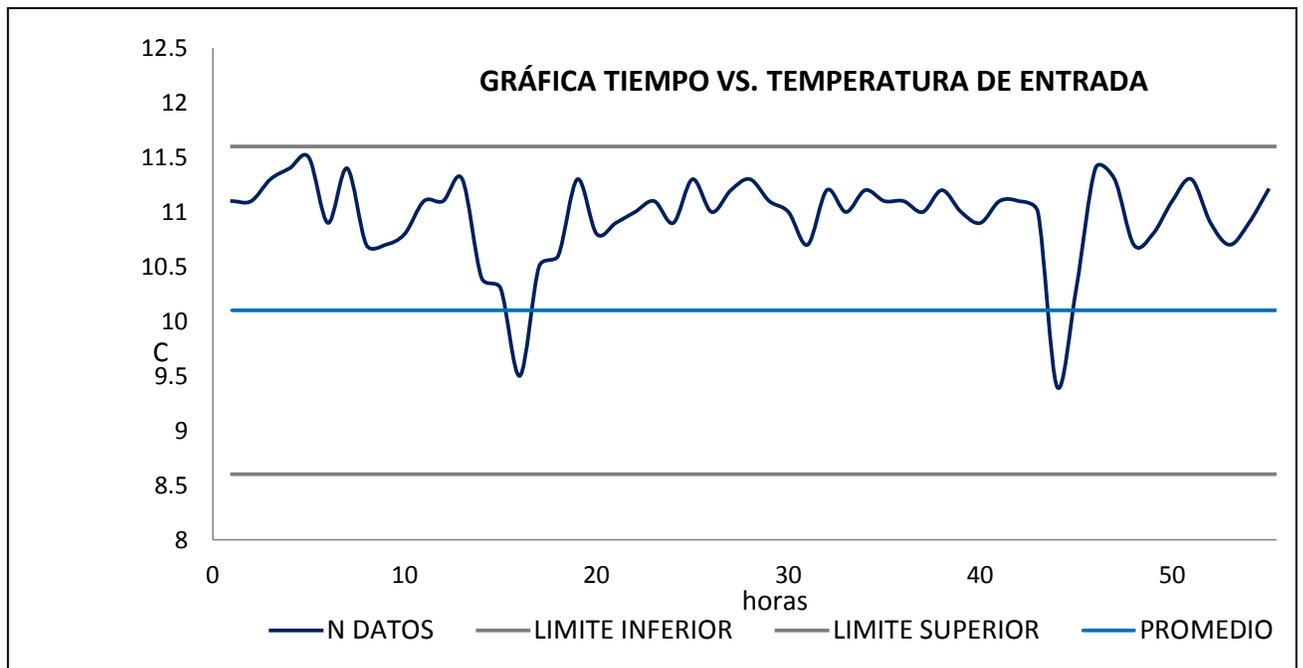
LIMITE INFERIOR				
8,6	6,7	90,8	5,9	1,9
LIMITE SUPERIOR				
11,6	8,1	97,2	11,8	2,7

Fuente: elaboración propia, empleando Excel 2007.

4.2.1 Gráficas de los parámetros establecidos

Se mostrarán las gráficas y su comportamiento respecto al tiempo, para verificar que los rangos establecidos están bajo y sobre los límites respectivamente. En la grafica de tiempo *versus* temperatura de entrada se verificará a que temperatura está regresando en agua al equipo tipo chiller y vemos en comportamiento que es muy variable y dependerá mucho de la carga de la planta de producción.

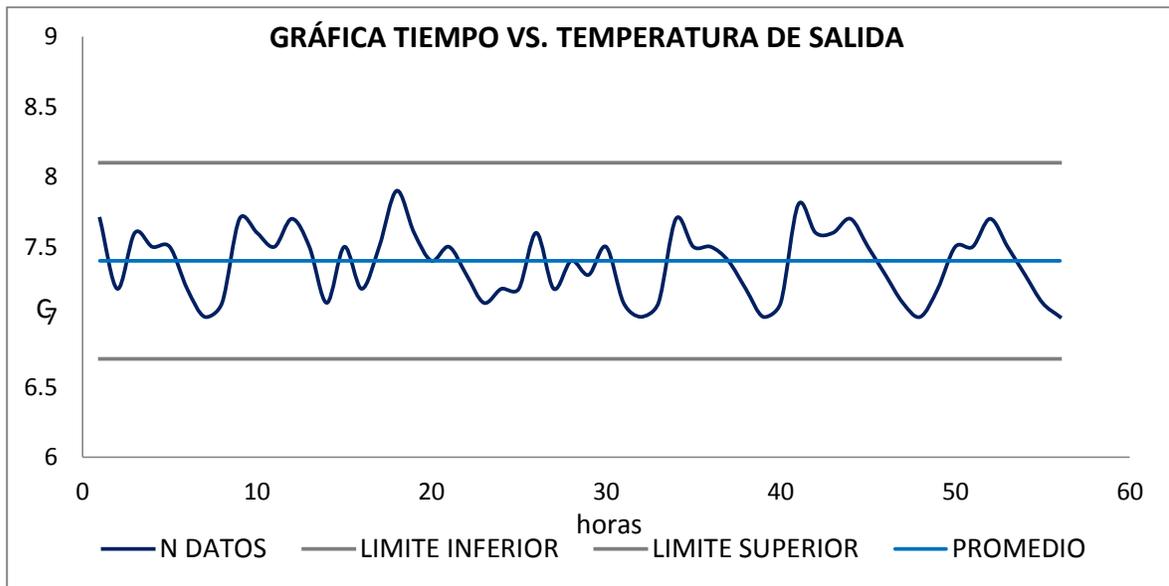
Figura 56. Gráfica temperatura entrada vs. tiempo



Fuente: elaboración propia, empleando Excel 2007.

Una variable crítica es la temperatura a la salida del chiller ya que esta estará fijada a 7°C y si es crítica que se mantenga lo más cercano a este número. A continuación se muestra la gráfica.

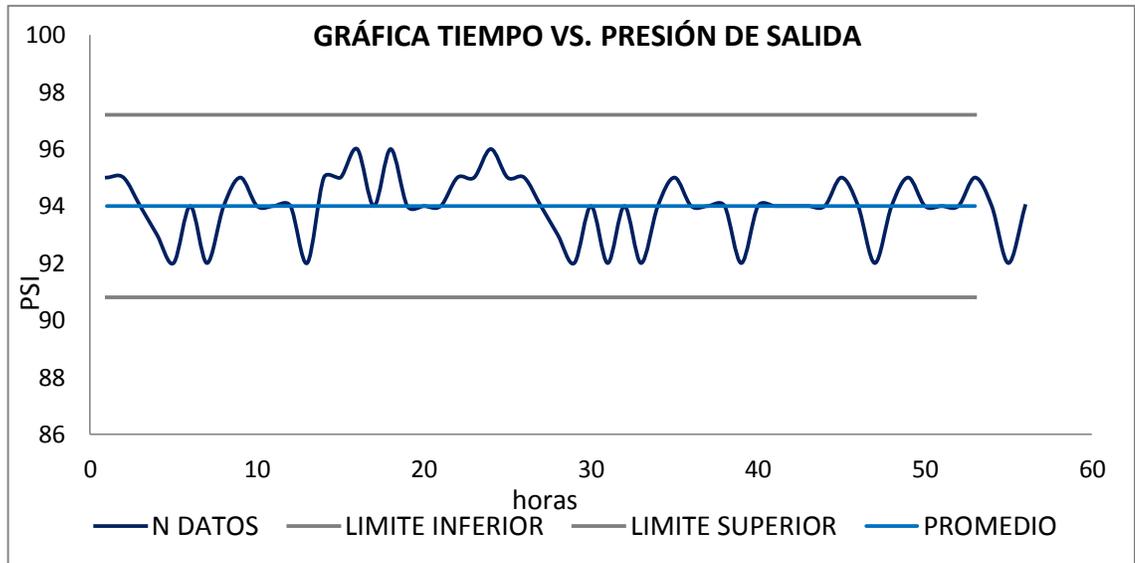
Figura 57. **Gráfica temperatura salida vs. tiempo**



Fuente: elaboración propia, empleando Excel 2007.

La presión de salida se estará verificando, ya que sí es una variable crítica.

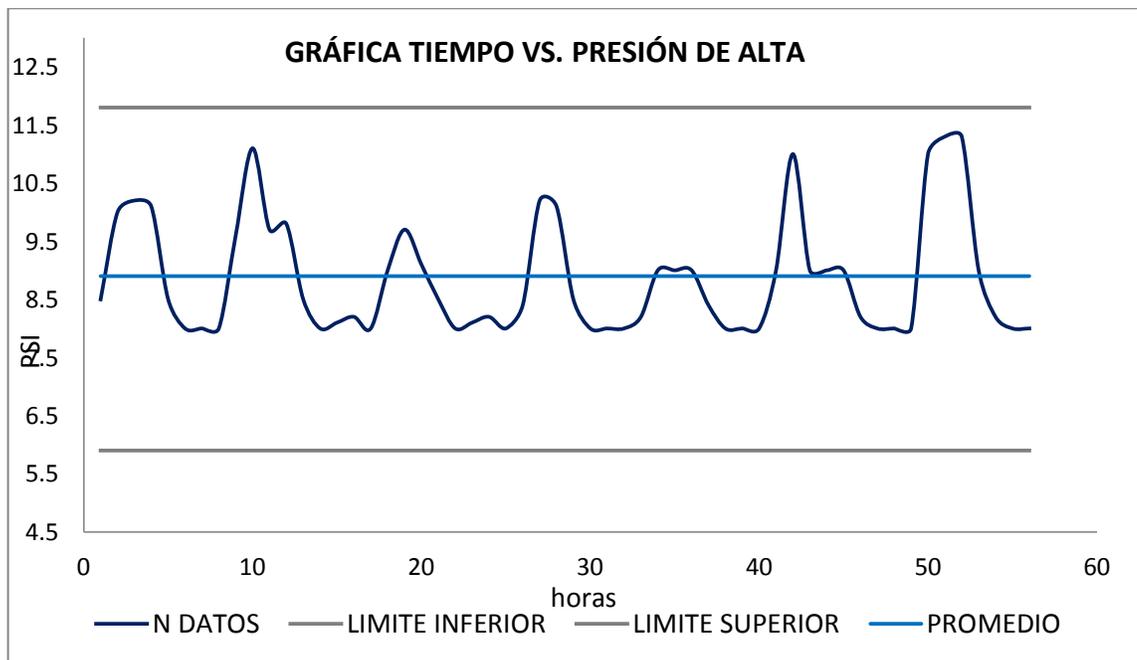
Figura 58. **Gráfica presión de salida vs. tiempo**



Fuente: elaboración propia, empleando Excel 2007.

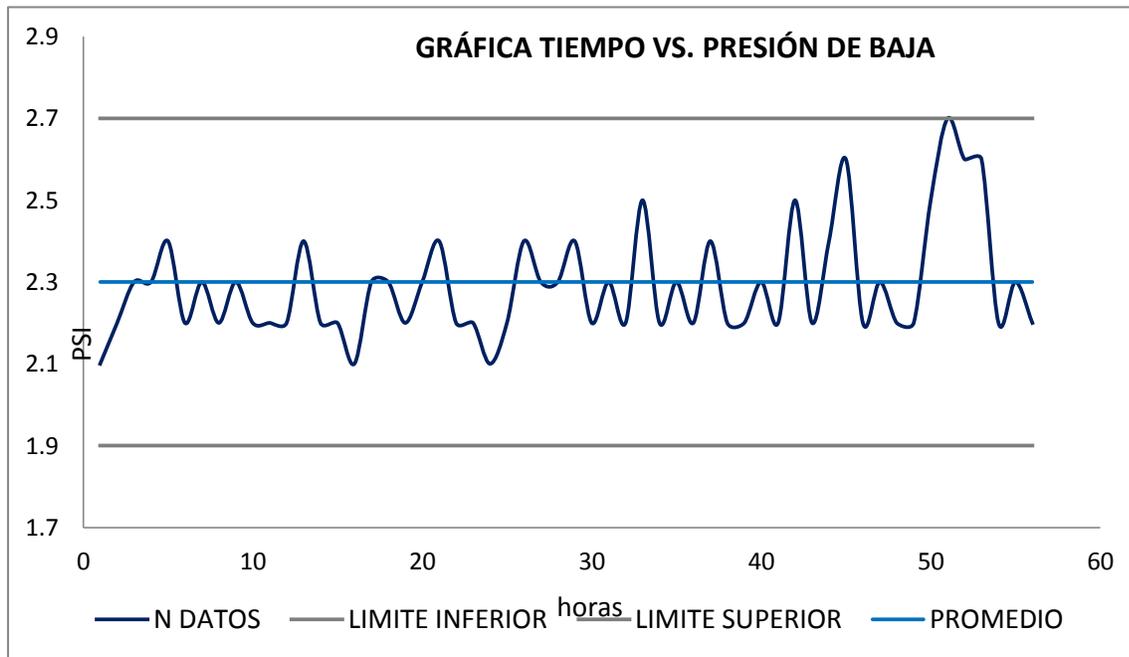
Las presiones de alta y baja del gas refrigerante, al igual, son importantes. Se verificarán.

Figura 59. **Gráfica presión de alta vs. tiempo**



Fuente: elaboración propia, empleando Excel 2007.

Figura 60. **Gráfica presión de baja vs. tiempo**



Fuente: elaboración propia, empleando Excel 2007.

4.2.2 Resultados de las validaciones de los parámetros

Según las gráficas anteriores y el comportamiento de las mismas se puede llegar a la conclusión que los parámetros de los límites inferiores y superiores son aceptables ya que no hubo ningún dato que quedara fuera del rango establecido, según el criterio de tres veces la desviación estándar; por lo tanto, podemos establecer los siguientes rangos para su validación.

Tabla XIX. **Cuadro de rangos validados a variables críticas**

RANGOS VALIDADOS		
LECTURA	LÍMITE INFERIOR	LÍMITE SUPERIOR
T. entrada	8,6	11,6
T. Salida	6,7	8,1
P. Salida Agua	90,8	97,2
P. Alta (Gas)	5,9	11,8
P. Baja (Gas)	1,9	2,7

Fuente: elaboración propia, empleando Excel 2007.

Con los límites ya establecidos podemos realizar un formato de control de variables para mantener un sistema que sea continuo y estable.

4.3 Control de procesos del equipo y del sistema

En esta fase es cuando un proceso o un sistema llega al mayor desempeño, ya que es solo de monitorear las variables que se mantengan estables y verificar las pequeñas variaciones para tomar pequeñas correcciones por personas competentes al equipo que lo puedan maniobrar y que sean capaces para corregir estas variaciones.

Existen otras variables que son fijas ya que el equipo tiene que trabajar en esas condiciones y lo es la presión a la entrada del agua de alimentación al equipo, que se tiene que mantener arriba de los 20PSI ya que el interruptor de presión viene graduado a esa presión; también la otra variable que se debe verificar es la velocidad en Hz de compresor para realizar comparaciones en la capacidad de carga de producción.

Tabla XX. Cuadro de rangos validados a variables no críticas

PARAMETROS		
LECTURA	LIMITE INFERIOR	LIMITE SUPERIOR
P. Agua potable PSI	20	25
Hz de compresor	25	60

Fuente: elaboración propia, empleando Excel 2007.

Se adjunta el cuadro de control de proceso para poder ejecutar lo antes mencionado.

Tabla XXI. Control de parámetros a equipo chiller

CONTROL DE PARÁMETROS A EQUIPOS AUXILIARES PIOVAN										
ENCARGADO										
EQUIPO	FECHA	8AM	11AM	2PM	5PM	8PM	11PM	2AM	5AM	OBSERVACIONES
CHILLER PIOVAN	B1	10.3°C ± 1.2°C	T. entrada							
	B2	7.7°C ± 0.7°C	T. Salida							
	B3	24psi±5	P. Agua Pot.							
	B4	N/A	HZ. Compresor							
	B6	84 psi ± 12	P. Salida Agua							
	B7	10 bar±2.8	P. Alta (Gas)							
	B8	2.2 bar±0.2	P. Baja (Gas)							

CONTROL DE PARÁMETROS A EQUIPOS AUXILIARES PIOVAN										
ENCARGADO										
EQUIPO	FECHA	8AM	11AM	2PM	5PM	8PM	11PM	2AM	5AM	OBSERVACIONES
CHILLER PIOVAN	B1	10.3°C ± 1.2°C	T. entrada							
	B2	7.7°C ± 0.7°C	T. Salida							
	B3	24psi±5	P. Agua Pot.							
	B4	N/A	HZ. Compresor							
	B6	84 psi ± 12	P. Salida Agua							
	B7	10 bar±2.8	P. Alta (Gas)							
	B8	2.2 bar±0.2	P. Baja (Gas)							

CONTROL DE PARÁMETROS A EQUIPOS AUXILIARES PIOVAN										
ENCARGADO										
EQUIPO	FECHA	8AM	11AM	2PM	5PM	8PM	11PM	2AM	5AM	OBSERVACIONES
CHILLER PIOVAN	B1	10.3°C ± 1.2°C	T. entrada							
	B2	7.7°C ± 0.7°C	T. Salida							
	B3	24psi±5	P. Agua Pot.							
	B4	N/A	HZ. Compresor							
	B6	84 psi ± 12	P. Salida Agua							
	B7	10 bar±2.8	P. Alta (Gas)							
	B8	2.2 bar±0.2	P. Baja (Gas)							

CODIGO OPERARIO	
Nombre/Firma	OPERARIO TURNO NOCTURNO

CODIGO OPERARIO	
Nombre/Firma	OPERARIO TURNO DIURNO

Fuente: elaboración propia, empleando Excel 2007.

4.4 Protocolo de cierre de la calificación de la operación

En el cierre de esta calificación el criterio de éxito será evaluar los objetivos principales de la calificación, verificando que cada uno de ellos se halla establecido y cumplido para poder dar como terminada esta calificación.

Tabla XXII. Cumplimiento de los objetivos de la calificación de la operación

DESCRIPCIÓN	RESULTADO	OBJETIVO REALIZADO	OBJETIVO NO REALIZADO
crear evidencia documentada de cómo se fijaron los rangos de presión, temperatura y velocidad en Hz	Se realizó un cuadro de toma de datos para poder establecer la desviación estándar de cada variable	X	
Establecer un rango en la cual los parámetros de medición sean siempre estables y cumplan con la función de las diferentes variables	se tomó el criterio de tres veces la desviación estándar para poder establecer los rangos de cada variable	X	

Continuación tabla XXII.

<p>Establecer un formato para llevar el control de las diferentes lecturas y con los rangos establecidos poder tomar decisiones para la modificación de alguna válvula o alguna variable para poder regresar al rango ya establecido</p>	<p>se realizó un formato para llevar el control de parámetro y así tener las variables controladas</p>	<p>X</p>	
<p>Mostrar gráficas del comportamiento de las diferentes variables del sistema</p>	<p>se graficó las diferentes variables del sistema</p>	<p>X</p>	
<p>Establecer los parámetros fijos que en el sistema y equipo no pueden variar y dar la razón por qué no pueden variar</p>	<p>se establecieron los rangos de las diferentes variables en críticas y no críticas</p>	<p>X</p>	

Fuente: elaboración propia, empleando Excel 2007.

Verificando cada cumplimiento establecido se puede concluir que la calificación del desempeño es un éxito y se pueda dar como concluido el proyecto.

Este proyecto como tal, necesita que se cumpla a cabalidad el seguimiento de mantenimientos preventivos, así como el control de parámetros y control de aplicación de químicos para poder garantizar que cada variable esté controlada y el equipo funcione con una eficiencia alta, como lo ofrece el fabricante.

CONCLUSIONES

1. El diseño de un sistema de distribución de agua para máquina de soplado e inyección tiene que cumplir con las características de temperatura, buena circulación de caudal para mayor ganancia de energía calorífica en los moldes.
2. Un buen diseño de aislamiento térmico nos garantizara una pérdida de temperatura menor.
3. A menor rugosidad en la tubería principal de distribución de agua, menor serán los depósitos de sedimentos dentro de la misma.
4. Un buen tratamiento químico al agua de proceso ayudará a que los sólidos estén disueltos en el agua y no como depósitos en las paredes del mismo.
5. Los sistemas de *bypass* y llaves de paso para las diferentes áreas es muy importante ya que da la disponibilidad de diferentes áreas, en dado caso ocurra una falla.
6. Los sistemas de filtros a la entrada de los equipos dan la seguridad de que el equipo operará de la mejor manera y eficientemente.
7. La altura libre debajo de la tubería es importante para que no ocurran accidentes ni malogras en el movimiento interno dentro de la planta.
8. La fugas de agua en la tubería se podrán verificar una vez toda la instalación este completa y circulando agua.

9. La diferencia de temperatura a la salida del equipo tipo chiller y la entrada de las máquinas dependerá del aislamiento térmico de la tubería principal.
10. Un buen sistema de soportes y parrillas para el anclaje de la tubería le da estabilidad y seguridad a todo el sistema.
11. El equipo tipo chiller, como tal, su instalación dependerá de aspectos como la instalación eléctrica, nivelación del equipo, conexión de agua potable y conexiones de salida de agua de proceso.
12. El equipo tipo chiller será eficiente con un mantenimiento preventivo con base en lo solicitado por el fabricante.

RECOMENDACIONES

1. Los fabricantes de equipos tipo chiller dan garantía de la temperatura que entrega el equipo y lo hacen en base a la carga de kilogramos procesados por hora, este cálculo lo ofrecen ellos y en base a eso realizan el cálculo del equipo desde el punto de vista de temperatura y caudal.
2. Aislar toda la tubería de agua de proceso ya que mejorará la eficiencia de la máquina ya que no habrá pérdida de temperatura y ayudará a quitar el problema de condensación.
3. El uso de la tubería de PVC de alta presión o 250psi se recomienda en el uso de estas instalaciones ya que la fricción interna es muy baja y esto nos ayudara a que los depósitos de sedimentos en la tubería sean menores.
4. Llevar un programa de aplicación de químicos para la reducción de acumulación de minerales en la tubería así como alargar más el tiempo de uso del agua de proceso.
5. Diseñar el sistema con diferentes *bypass* y diferentes ramales de agua para que en dado caso ocurra una avería en una accesorio, esta misma se pueda reparar sin afectar toda la planta de producción.
6. Los filtros deberán estar en buen estado, o sea, que tengan una limpieza periódica, para esto tienen que existir *bypass* de limpieza en paralelo con los filtros.

7. Tener una referencia en los puntos de tránsito de producción y montacargas de la altura máxima de lo que circule ahí y respecto a esto, realizar el diseño de la instalación.
8. La instalación de todos los accesorios de PVC deberá realizarse por personas profesionales para que garanticen que los accesorios queden pegados de la forma correcta y así evitar goteos futuros en la instalación.
9. La tubería de alimentación como la de retorno al equipo tipo chiller deberán estar aisladas térmicamente para evitar condensación y pérdida de temperatura ya que el retorno también regresará con una diferencia de 2°C respecto a la salida del chiller; esto es lo que garantiza el fabricante.
10. Las partes de los soportes y parrillas deberán estar anclados a sistemas rígidos y asegurar que no se encuentren tramos muy largos sin soportes.
11. Las características como la conexión eléctrica, nivelación del equipo, alimentación de agua potable así como las salidas de agua de proceso se realicen en base a lo que el fabricante recomienda en el manual y así también para cubrir la garantía del equipo.
12. El mantenimiento preventivo del equipo tipo chiller deberá realizarse conforme al fabricante recomienda así como la limpieza de los filtros de los condensadores para garantizar la eficiencia del equipo.

BIBLIOGRAFÍA

1. *Cálculo y diseño de instalaciones de fontanería.* [en línea].<<http://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn208.html#seccion3>> [Consulta: 23 de noviembre de 2015].
2. *CONCEPTS OF URS, DQ, IQ, OQ AND PQ.* [en línea]. <<http://es.slideshare.net/dhavalrock24/concept-of-ursdqiqoqq>>[Consulta: 10 de septiembre de 2015].
3. *Criterios de diseño para redes de agua potable empleando tubería de PVC.* [en línea]. <<http://es.slideshare.net/celihes/criterios-de-diseo-para-redes-de-agua-potable-empleando-tubera-de-pvc-36720741>> [Consulta: 17 de octubre de 2015].
4. GRANDE ORTIZ, Miguel. *Aseguramiento de la calidad de los productos farmacéuticos*, Volumen 2. 2007, 140p.
5. *Manual de chiller*, serie CA3011, 2013. 69p.
6. MOTT, Robert L. *Mecánica de Fluidos*. 6a ed. México: Pearson educación, 2006. 630p.
7. Procter and Gamble. *19 Key Element and validation*.Guatemala: P&G, 2014.
8. *Elementos Clave de Aseguramiento de Calidad*. 2da ed. México: Procter & Gamble, 2007. 38p.

9. SHAMES, Irving H. *Mecánica de fluidos*, Tercera Edición. Colombia: McGraw-Hill, 1988. 848p.

APÉNDICE

Apéndice 1. Procedimiento para la aplicación de químicos a chiller

Deben seguirse los siguientes procedimientos para realizar de manera correcta la aplicación semanal de químicos y llevar a cabo la formula sugerida por la empresa responsable de los análisis fisicoquímicos del agua como se muestra en la tabla siguiente.

	Responsable	ACTIVIDAD	Fotografía/Diagrama de la Actividad
1	Mantenimiento No. 1 de turno	Tomar el Recipiente que contiene el químico CST-30	
2	Mantenimiento No. 1 de turno	Colocar el recipiente en el suelo, con una mano sostenerlo y con la otra desenroscar la tapa.	

Continuación apéndice 1.

	<p>Mantenimiento No. 1 de turno</p>	<p>Medir la cantidad de 3.5 litros en el recipiente indicado.</p>	
	<p>Mantenimiento No. 1 de turno</p>	<p>Cerrar el recipiente de PRODUCTO CST-30 y colocarlo en su lugar.</p>	
	<p>Mantenimiento No. 1 de turno</p>	<p>Abrir el tanque que contiene el agua del Chiller.</p>	

Continuación apéndice 1.

	<p>Mantenimiento No. 1 de turno</p>	<p>Verter el químico en el tanque.</p>	
	<p>Mantenimiento No. 1 de turno</p>	<p>Colocar el recipiente con el que se midió en su lugar.</p>	
	<p>Mantenimiento No. 1 de turno</p>	<p>Tomar el recipiente del MBT-09.</p>	

Continuación apéndice 1.

	<p>Mantenimiento No. 1 de turno</p>	<p>Colocar el recipiente del MBT-09 en el suelo, sostenerlo con una mano y desenroscar la tapa con la otra.</p>	
<p>0</p>	<p>Mantenimiento No. 1 de turno</p>	<p>Medir la cantidad de 1 litro en el recipiente indicado.</p>	
<p>1</p>	<p>Mantenimiento No. 1 de turno</p>	<p>Cerrar el recipiente MBT-09 y colocarlo en su lugar.</p>	

Continuación apéndice 1.

2	Mantenimiento No. 1 de turno	Verter el químico en el tanque.	
3	Mantenimiento No. 1 de turno	Cerrar el tanque.	
4	Mantenimiento No. 1 de turno	Colocar el recipiente con el que se midió en su lugar.	

Fuente: elaboración propia, empleando Excel 2007.

ANEXOS

Anexo 1. Resistencia varilla roscada 0,5 plg



CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



O.T. No. 21326

INFORME No.472-M

INTERESADO: EQUIPOS Y FIJACIONES DE GUATEMALA, S.A.
PROYECTO: CONTROL DE CALIDAD
ASUNTO: ENSAYO DE PERNOS ROSCADOS A TENSION
PROVEEDOR: *****
FECHA: GUATEMALA, 11 DE JULIO DE 2007.

Antecedentes

El interesado refirió a este Centro de Investigaciones de Ingeniería 05 barras roscadas de acero, galvanizadas y de diferentes diámetros, con el objeto de someterlas a ensayo de tensión hasta la falla.

Resultados

Diámetro Nominal	Hilos/pulg	Peso kg	Carga		Esfuerzo	
			kg	lb	kg/cm ²	Psi
¼"	20	0.1773	1530	3373.04	7452.64	106000.87
3/8"	16	0.4262	3460	7627.92	6920.00	98438.50
½"	13	0.7800	5230	11530.00	5712.00	81256.00
5/8"	11	1.2374	9600	21164.16	6584.00	93646.50
1"	08	3.9241	18320	40388.27	4687.00	66675.80

Comentario

- Por ser los resultados datos de carga ultima, se recomienda utilizar el factor de seguridad que recomienda el fabricante

Atentamente,

Ing. Pablo Christian de la Cruz Rodríguez
Jefe Sección Metales y Fijaciones
Manufacturados

Vo.Bo. Oswaldo Romeo Escobar Alcaraz
DIRECTOR C.I.I.

/cbr

FACULTAD DE INGENIERIA -USAC
Edificio T-5, Ciudad Universitaria zona 12
Teléfono directo 2476-3992. Planta 2443-9500 Ext. 1502. FAX: 2476-3993
Página web: <http://cii.usac.edu.gt>

Fuente: Centro de Investigaciones de Ingeniería.

Anexo 2. Valores típicos de coeficientes de rugosidad

Material	Coeficiente de Manning n	Coef. Hazen-Williams C_H	Coef. Rugosidad Absoluta e (mm)
Asbesto cemento	0.011	140	0.0015
Latón	0.011	135	0.0015
Tabique	0.015	100	0.6
Fierro fundido (nuevo)	0.012	130	0.26
Concreto (cimbra metálica)	0.011	140	0.18
Concreto (cimbra madera)	0.015	120	0.6
Concreto simple	0.013	135	0.36
Cobre	0.011	135	0.0015
Acero corrugado	0.022	--	45
Acero galvanizado	0.016	120	0.15
Acero (esmaltado)	0.010	148	0.0048
Acero (nuevo, sin recubrim.)	0.011	145	0.045
Acero (remachado)	0.019	110	0.9
Plomo	0.011	135	0.0015
Plástico (PVC)	0.009	150	0.0015
Madera (duelas)	0.012	120	0.18
Vidrio (laboratorio)	0.011	140	0.0015

Fuente: *Computer Applications in Hydraulic Engineering*, 652p.

Anexo 3. Humedad relativa de los municipios de Guatemala

Localidad	Elevaci3n Msnm).	Temperaturas Max - Min (C3)	Absolutas Max - Min	Precipitaci3n (Milímetros)	Brillo Solar Total/Hrs/Promedio Mes.	Humedad Relativa (en %)	Velocidad de Viento (Kms/hr.)
Departamento de Guatemala							
Guatemala,INSIVUMEH	1502	24.5 - 14.0	33.4 - 4.2	1196.8	203.6	78	17.7
Guatemala,Florinda	1470	25.4 - 15.7	34.5 - 7.0	1310.3	-99	-99	-99
Sn. Migel Petapa.	1260	26.3 - 16.4	33.0 - 8.0	1093.7	-99	-99	-99
Amatitlan	1189	27.5 - 14.5	31.8 - 8.0	924	-99	76	-99
San Jos3 Pinula	1650	22.8 - 11.7	28.8 - 3.9	1639.3	166.9	84	-99
San Pedro Ayampuc	1200	27.8 - 15.0	34.4 - 8.4	1063.1	-99	74	-99
San Pedro Sacatepequez	1400	25.8 - 13.9	36.5 - 5.0	1031.9	-99	78	-99
Villa Canales	1120	29.0 - 16.1	33.9 - 8.1	1523.9	173.8	78	-99

Fuente:<http://www.insivumeh.gob.gt/meteorologia/ESTADISTICAS.htm> [Consulta: 10 de marzo de 2016]

Anexo 4. Ficha técnica de químico CST-30

CST – 30

Anticorrosivo para Sistemas de Enfriamiento de Circuito Cerrado

Un sistema de enfriamiento de circuito cerrado es uno en el cual la evaporación atmosférica no es un método usado para contrarrestar el calor y la pérdida de agua es poca en comparación con el volumen de dicho sistema. Las pérdidas de agua pueden variar de un sistema a otro, una pérdida del 5% mensual o menos se considera que se trata de un sistema de circuito cerrado. Los sistemas de circuito cerrado son utilizados para enfriar agua, motores, compresores y otras aplicaciones industriales.

El mayor y más frecuente problema con un sistema de enfriamiento de circuito cerrado es la corrosión. Este detalle es importante debido a que la corrosión en este tipo de equipos reduce un porcentaje significativo de la transferencia de calor, afecta la calidad del agua así como restringe el flujo del agua; asimismo daña o destruye los aislantes/ selladores de las tuberías mecánicas; lo que en conjunto causa una reducción en la eficiencia y en la vida útil del equipo.

CST – 30 es un líquido a base de Nitrito / Borato que se utiliza como inhibidor de partículas de corrosión en un sistema de enfriamiento de circuito cerrado. Este producto **NO** contiene agentes dañinos a superficies metálicas y es compatible con el uso de alcohol orgánico anticongelante.

BENEFICIOS

- ◆ **CST – 30** protege de la corrosión tanto a superficies metálicas (hierro) como superficies a hechas a base de aleaciones.
- ◆ **CST – 30** combina inhibidores que crean una delgada capa filmica sobre la superficie del metal que sirve como barrera que la protege de la corrosión.
- ◆ **CST – 30** tiene una excelente estabilidad y compatibilidad con el calor así como longevidad (efectos de larga duración) para cumplir con su función.

APLICACIONES

El **CST – 30** puede ser aplicado al equipo por medio de bombas dosificadoras que suministran el mismo ya sea en forma directa o a través de tanques de alimentación. La efectividad que pueda llegar a tener los componentes anticorrosivos del **CST – 30** depende de qué tan bien dispersado sea el producto en el agua a tratar.

La dosis que se debe aplicar del **CST – 30** varía de un sistema a otro dependiendo de las condiciones en que se encuentre el equipo. Dosificar entre 1 y 2 galones de **CST – 30** por cada 600 galones de agua recirculante en el sistema para obtener los resultados deseados.

ALMACENAMIENTO Y TRANSPORTE

La presentación del **CST – 30** es líquida, en contenedores no retornables. El contenedor debe permanecer sellado cuando no esté en uso. El producto debe ser almacenado en un área seca y techada con el objeto de que mantenga sus propiedades características. El contenedor debe ser transportado adecuadamente para evitar el daño al mismo y / o derrame del producto.

Fuente: fabricante de químico CHEMTEC.

Anexo 5. Hoja de seguridad para químico CST-30

HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD DEL MATERIAL			
NOMBRE DEL PRODUCTO : CST-30		DESCRIPCION : Anticorrosivo para Agua de Sistemas de Enfriamiento	
FECHA DE HOJA DE SEGURIDAD: 24/11/2012			
	SALUD	1	Ligero
	FUEGO	0	No se quema
	REACTIVIDAD	0	Normalmente estable
	ESPECIFICO	Corrosivo – COR	
1. IDENTIFICACION DEL PRODUCTO			
Nombre Químico : CST – 30 Descripción : Anticorrosivo para Sistemas de Enfriamiento Fórmula Química : Mezcla de Polímeros anticorrosivos Nombre Común : Tratamiento Químico de Sistemas de Enfriamiento			
2. PROPIEDADES FISICOQUIMICAS			
Apariencia : Líquido Color : Incoloro – Amarillo Claro Olor : Característico pH : 6.0 ± 1.8 Gravedad Especifica (Agua = 1) : 1.05 ± 0.1 Densidad : 8.8 libras/galón Solubilidad en Agua : Completa			
3. INGREDIENTES – COMPONENTES PELIGROSOS			
INGREDIENTES	NUMERO “CAS”	PORCENTAJE APROXIMADO	
Poly(Oxyethylene(Dimethyliminio) Ethylene(Dimethyliminio) EthyleneDichloride)	31075-24-8	30	
Agua	7732 – 18 – 5	70	
4. FUEGO Y EXPLOSION / DATOS SOBRE PELIGRO			
Limites en Aire % en volumen	Bajo	NA	Procedimientos Especiales : Ninguno
	Alto	NA	Medios de Extinción : Agua, Espuma, Dióxido de Carbono
		Peligros Inusuales de Explosión : Ninguno	
		Punto de Inflamación : N/A	
5. DATOS DE PELIGRO A LA SALUD			
Efectos de Sobreexposición :			
Inhalación : Los vapores son corrosivos para la nariz, la garganta y las membranas mucosas.			
Contacto con la Piel : Los vapores irritarán la piel.			
Contacto con los Ojos : Vapores pueden irritar los ojos. Evitar líquido y niebla.			
Ingestión : Vapores, nieblas y líquidos son corrosivos a la boca y garganta.			
6. PRIMEROS AUXILIOS			
Inhalación :	Si hay paro respiratorio, provea respiración artificial. Obtenga atención médica.		
Contacto con la Piel :	Remueva la ropa. Lave las áreas afectadas por al menos durante 15 minutos con grandes cantidades de agua.		
Contacto con los Ojos :	De forma inmediata lave los ojos con grandes cantidades de agua por un tiempo mínimo de 15 minutos. Obtenga atención médica.		
Ingestión :	No induzca al vómito. Si está consciente, suministre grandes cantidades de agua. Obtenga atención médica inmediata.		

Continuación anexo 5.

HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD DEL MATERIAL	CST-30
7. DATOS DE REACTIVIDAD	
<p>Estabilidad : Estable</p> <p>Incompatibilidad/Materiales a evitar : No mezclar con otros químicos industriales que no sean para tratamiento de aguas de enfriamiento.</p> <p>Peligro de Combustión o Descomposición de Producto : Dióxido y/o Monóxido de Carbono pueden formarse.</p> <p>Polimerización Peligrosa: No ocurrirá.</p> <p>Condiciones a Evitar : No mezclar con otros químicos industriales.</p>	
8. PROCEDIMIENTOS PARA FUGAS O DERRAMES	
<p>Acciones a tomar para fugas o derrames : Para pequeños derrames recójalo con un trapo. Para grandes derrames, deténgalo haciendo una barrera con tierra u otro material absorbente. Cuide de no contaminar drenajes, tuberías o la tierra.</p> <p>Método de Disposición de Desechos : Solución de Soda Ash diluida puede ser usada para neutralizar las trazas finales inmediatamente despues de enjuagar con agua. Disponga de todos los desechos de acuerdo a regulaciones locales o ambientales.</p>	
9. INFORMACION SOBRE PROTECCION ESPECIAL	
<p>Protección Respiratoria: Use respirador aprobado por NIOSH en ausencia de controles ambientales adecuados en el punto de uso.</p> <p>Protección de los Ojos: Use Anteojos de Seguridad y Careta de Seguridad.</p> <p>Protección para las manos: Use Guantes de Caucho.</p> <p>Otra Ropa : Ninguna recomendación. Puede usar ropa normal.</p> <p>Otro Equipo : Ninguno.</p>	
10. MANEJO Y ALMACENAJE	
<p>Precauciones Especiales: Ventiladores locales de extracción mecánica para eliminar vapores o niebla.</p> <p>Otras Precauciones : Evite guardar este producto en áreas de alta temperatura o en exposición directa al sol. Guarde en lugar fresco y seco.</p>	
11. INFORMACION REGULATORIA	
<p>Clasificación para ser colocada en el lugar de trabajo : Ninguna</p>	
12. INFORMACION TOXICOLOGICA	
<p>Datos de Riesgo : Ninguno</p> <p>Datos de Reproductividad : Ninguno</p>	
13. CONDICIONES DE DISPOSICION	
<p>Procedimientos : Disponga de acuerdo a las regulaciones gubernamentales.</p>	
14. OTRA INFORMACION	

Fuente: fabricante de químico, CHEMTEC.

Anexo 6. Ficha técnica de químico MBT-09

MBT-09 **MICROBIOCIDE TREATMENT**

MBT-09 Microbiocide Treatment es un efectivo Biocida de Amplio Espectro que controla los organismos microbiológicos presentes en el sistema de recirculación de agua. Es un líquido aprobado para todos los sistemas de agua de enfriamiento que no sea para consumo.

BENEFICIOS

- Producto Líquido. – Fácil de Alimentar al Sistema.
- No Oxidante – No Promueve la Corrosión.
- Efectivo Control en Variaciones de pH.

MANEJO Y PRECAUCIONES

- Evite el contacto con los ojos y la piel.
- Refiérase al MSDS, para mayor información.
- Este producto es tóxico para los peces. No se derrame sobre vertiente de agua, lagos y/o ríos.

DOSIFICACIÓN

La Dosificación del **MBT-09** varía dependiendo la cantidad del agua a tratar. Para obtener mejores resultados, se puede utilizar una bomba dosificadora automática en la aplicación del producto al equipo a tratar.

PRESENTACIÓN

MBT-09 está disponible en tambos de 5,15 y 55 Galones.

ALMACENAJE

Puede mantenerse en planta por más de un año en lugares frescos y secos.

Fuente: Fabricante de químico CHEMTEC

Anexo 7. Hoja de seguridad para químico MBT-09

HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD DE MATERIALES				PAGINA # : 1 DE 2				
NOMBRE DEL PRODUCTO : MBT - 09 FECHA DE ELABORACION : 10/07/2009 TELEFONO DE EMERGENCIA : (800) 424 - 9300 CHEMTREC RESPUESTA NACIONAL EN CANADA : 613 - 996 - 6666 CANUTEC FUERA DE EE. UU. Y CANADA : 703 - 527 - 3887 CHEMTREC		CODIGO DEL PRODUCTO : Tratamiento de aguas de enfriamiento NUMERO CLAVE : MBT - 09		MBT - 09				
NOTA : Los números de emergencia de CHEMTREC / CANUTEC y el Centro de Respuesta Nacional deben ser usados en caso de emergencias que involucren un derrame, fuga, fuego, exposición o accidentes relacionados con químicos.								
LONZA Inc. 17 - 17 Route 208, Fair Lawn, NJ 07410 • 201 794 - 2400				SALUD	2	Moderado		
				FUEGO	0	No se quema		
				REACTIVIDAD	0	Normalmente estable		
				ESPECIFICO	Corrosivo - COR			
1. IDENTIFICACION								
<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%; border: none;"> Nombre Químico : MBT - 09 Familia Química : Alguicida para aplicación en Torres de Enfriamiento CAS # : Mezcla CAS Nombre : Mezcla Nombre común / Sinónimos : Tratamiento de agua de enfriamiento Información DOT: Corrosivo </td> <td style="width: 50%; border: none;"> Fórmula Química : Mezcla Peso Molecular : Mezcla </td> </tr> </table>							Nombre Químico : MBT - 09 Familia Química : Alguicida para aplicación en Torres de Enfriamiento CAS # : Mezcla CAS Nombre : Mezcla Nombre común / Sinónimos : Tratamiento de agua de enfriamiento Información DOT: Corrosivo	Fórmula Química : Mezcla Peso Molecular : Mezcla
Nombre Químico : MBT - 09 Familia Química : Alguicida para aplicación en Torres de Enfriamiento CAS # : Mezcla CAS Nombre : Mezcla Nombre común / Sinónimos : Tratamiento de agua de enfriamiento Información DOT: Corrosivo	Fórmula Química : Mezcla Peso Molecular : Mezcla							
2. CARACTERISTICAS FISICAS Y QUIMICAS								
Apariencia : Líquido Transparente Color : Ámbar suave Estado : Líquido Olor Característico : Suave pH : 7.0 - 8.0 Gravedad Especifica (Agua = 1) : 0.978 ± 0.015 Densidad de Vapor (Aire = 1) : 1.02 Presión de Vapor : 2.39 kPa (a 20°C)				Punto de Fusión : NA Punto de Ebullición : 212° F Punto de Flasheo : NA Punto de Congelación : NA Volatilidad porcentual : NA Velocidad de Evaporación (BAC = 1) : < 1 Solubilidad en Agua : Soluble Solubilidad en Aceite : NA				
3. INGREDIENTES - COMPONENTES PELIGROSOS								
INGREDIENTES	CAS #	OSHA PEL	LD50	ACGIH TLV	% APROXIMADO			
Cloruro de n,n-dodecil-n,n-dimetil amonio	7173-51-5	NA	Agudo: 229 mg/kg	NA	10 - 30			
Alcohol etílico	64 - 17 - 5	NA	Agudo: 7060 mg/kg	NA	1 - 5			
4. DATOS SOBRE FUEGO Y PELIGRO DE EXPLOSION								
Límites de Inflamabilidad en Aire % en volumen	Inferior	NE	Procedimientos Especiales para Combatir Fuego: NINGUNO		Fuego Inusual y Peligro de Explosión: NINGUNO			
	Superior	NE	Equipo Extintor: Agua, Espuma, Dióxido de Carbono		Punto de Inflamación: NE			
5. DATOS SOBRE DAÑO A LA SALUD								
Efectos de Sobre-exposición: Inhalación: La inhalación de vapores y partículas nebulizadas resultantes del uso del producto pueden ser peligrosa. Contacto con la Piel: El contacto repetido o prolongado con la piel puede producir irritación leve. Contacto con los Ojos: El contacto de los tejidos del ojo con el líquido o con altas concentraciones de vapor puede ser irritante. Ingestión: La ingestión del producto puede ser peligrosa.								
6. PRIMEROS AUXILIOS								
Inhalación: Mueva a la persona a un área ventilada. Llame inmediatamente a un médico. Contacto con la Piel: Lave con cuidado el área afectada con agua y jabón no abrasivo. Si la irritación persiste, consulte a un médico. Contacto con los Ojos: Lave inmediatamente los ojos con grandes cantidades de agua por un mínimo de 15 minutos. Consulte a un médico. Ingestión: No induzca al vómito. Si está consciente, proporcione grandes cantidades de agua o leche. NUNCA de a una persona inconciente algo para ingerir. Llame a un medico.								

Continuación anexo 7.

HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD DE MATERIALES		PAG. # : 2 DE 2 MBT - 09
7. DATOS DE REACTIVIDAD		
<p>Estabilidad: Estable</p> <p>Incompatibilidad: No mezcle con otros químicos industriales que contengan ácidos y agentes oxidantes (materiales a evitar)</p> <p>Productos de Combustión o Descomposición Peligrosos: Dióxido de carbono, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno y compuestos halogenados pueden ser formados</p> <p>Polimerización Peligrosa: No ocurrirá</p>		
8. PROCEDIMIENTOS PARA DERRAMES O FUGAS		
<p>Acciones a tomar para Fugas y Derrames: Para pequeños derrames trápelo. Para derrames grandes, forme un dique con tierra u otro material absorbente. Manténgalo alejado de drenajes y suelo.</p> <p>Método de Disposición de Desechos: Disponga de los desechos de acuerdo a regulaciones locales. Consulte a las autoridades locales o regionales.</p>		
9. INFORMACION SOBRE PROTECCION ESPECIAL		
<p>Protección Respiratoria: Utilice respirador apropiado cuando la ventilación es inadecuada.</p> <p>Protección de los Ojos: Anteojos de seguridad.</p> <p>Guantes de Protección: Guantes de caucho resistentes a químicos.</p> <p>Otra Ropa: Traje de protección completo, protección para la cara, botas: recomendados bajo circunstancias especiales como fuego, derrame o contacto prolongado con cantidades grandes.</p>		
10. MANEJO Y ALMACENAJE		
<p>Precauciones: Mantenga los recipientes bien cerrados. Almacene en lugares frescos, bien ventilados.</p> <p>Otras Precauciones: Mantenga fuera del alcance de los niños. No ingerir. No respire vapores o humos. Evite contacto con piel y ojos.</p>		
11. INFORMACION REGULATORIA		
<p>Clasificación en el lugar de trabajo: Ninguna</p>		
12. INFORMACION TOXICOLOGICA		
<p>Rutas de Entrada: Contacto con los ojos, Ingestión. Contacto con la piel. Inhalación.</p> <p>Toxicidad en animales: Toxicidad oral aguda (LD50): > 2000 mg/kg (ratas)</p> <p>Efecto Agudo: Ligeramente dañino en caso de inhalación, contacto con la piel (irritante), y contacto con los ojos (irritante). Peligroso en caso de ingestión. Puede causar irritación severa de los ojos. La irritación de los ojos se caracteriza por enrojecimiento y lagrimeo.</p> <p>Efectos crónicos: Efectos cancerígenos: No disponible. Efectos mutanogénicos: No disponible. Efectos teratogénicos: No disponible. La exposición prolongada puede causar irritación crónica de piel y ojos.</p>		
13. INFORMACION ECOLOGICA		
<p>Daño al Medio Ambiente: Indeterminado</p>		
14. CONDICIONES DE DISPOSICION		
<p>Procedimientos: Incinere o disponga de acuerdo con las regulaciones Locales, Estatales y Federales.</p>		
15. INFORMACION SOBRE TRANSPORTACION		
<p>Clasificación DOT: Líquido cáustico, N.O.S., 8, UN 1719, PG II</p> <p>Etiqueta de Precaución: Corrosivo</p>		

Fuente: Fabricante de químico CHEMTEC

