

**Diseño de un Sistema de Refrigeración para la Ampliación del Área de Almacenamiento de
Producto Fresco Refrigerado de la Planta Diamante de Distraves S.A.S.**

Fabián Emilio García Plata

Francisco Javier Prada Pérez

Monografía Título de Especialista en Ingeniería de Refrigeración y Climatización

Director Proyecto Monografía

Jorge Luis Chacón Velasco

Doctor en Ingeniería en Termo fluidos aplicados a Motores Térmicos

Universidad Industrial de Santander

Facultad Ingeniería Mecánica Postgrados

Especialización en Ingeniería de Refrigeración y Climatización

Bucaramanga

2018

Resumen

TÍTULO: Diseño de un Sistema de Refrigeración para la Ampliación del Área de Almacenamiento de Producto Fresco Refrigerado de la Planta Diamante de Distraves S.A.S.

AUTORES: Fabián Emilio García Plata
Francisco Javier Prada Pérez **

Palabras Claves: Patógenos, contaminantes., avicultores, refrigeramiento, almacenamiento , Distraves S.A.S

El consumo de pollo en Colombia se ha incrementado con gran rapidez, posicionando el país como el tercer mayor consumidor de este producto en Latinoamérica.

Distraves S.A.S, es una empresa con énfasis en la producción y distribución de proteínas y derivados de pollo. Cuenta con 87 puntos de venta propios y un gran número de distribuidores en los diferentes canales. La compañía ha venido realizando transformaciones significativas para aumentar la capacidad de producción de producto fresco refrigerado (-5°C), este aumento ha producido un problema de almacenamiento previo a la distribución creando la necesidad de alquilar contenedores o almacenamiento externo generando sobre costo sobre el valor final.

Basándose en las políticas del INVIMA, las cuales buscan que todos los productos avícolas comercializados se encuentren en excelentes condiciones de enfriamiento e higiene, control de patógenos y cualquier factor externo que pueda atentar contra la calidad y salud de los consumidores. Al momento de dar este paso en la transformación del refrigeramiento en los productos, este juega un papel fundamental al facilitar inspectores permanentes en todos los mataderos de Colombia, enfriamiento de la carne lo más pronto posible después del sacrificio y el mantenimiento ininterrumpido de la cadena de frío hasta el consumidor reduciendo la presencia de patógenos y contaminantes y mejorando la suavidad y textura del producto.

Los sistemas de refrigeración se basan en principios termodinámicos y están diseñados para promover el intercambio de calor entre el proceso y el refrigerante y para facilitar la liberación del calor irrecuperable al medio ambiente. Es por ello que este trabajo mostrará los parámetros y la logística para implementar un excelente sistema de refrigeración, para la ampliación del área de almacenamiento de los productos refrigerados, en la planta diamante de Distraves S.A.S, mostrando los equipos necesarios para alcanzar esta meta.

** Especialización en Especialización en Ingeniería de Refrigeración y Climatización, Facultad de fisicomecánicas, Escuela de ingeniería mecánica Universidad Industrial de Santander. Director: Ing. Jorge Luis Chacón.

Summary

Title: Design of a Refrigeration System for the Expansion of the Refrigerated Fresh Product Storage Area of the Diamond Plant of Distraves S.A.S.

AUTORES: Fabián Emilio García Plata.
Francisco Javier Prada Pérez **

Key Words: Pathogens, contaminants, farmers, refrigeration, storage, Distraves S.A.S

The consumption of chicken in Colombia has increased very quickly, positioning the country as the third largest consumer of this product in Latin America.

Distraves S.A. S, is a company with emphasis in the production and distribution of proteins and chicken derivatives. It has 87 own sales points and a large number of distributors in different channels. The company has been carrying out significant transformations to increase the production capacity of fresh refrigerated product (-5 °c), this increase has produced a pre-distribution storage problem creating the need to rent Containers or storage externally generating over-cost over the final value.

Based on the policies of the INVIMA, which seek that all the poultry products marketed are in excellent conditions of cooling and hygiene, control of pathogens and any external factor that can threaten the quality and health of Consumers. At the moment of taking this step in the transformation of the refrigeration in the products, this one plays a fundamental role in facilitating permanent inspectors in all the slaughterhouses of Colombia, Cooling the meat as soon as possible after slaughtering and uninterrupted maintenance of the cold chain to the consumer by reducing the presence of pathogens and contaminants and improving the smoothness and texture of the product.

The refrigeration systems are based on thermodynamic principles and are designed to promote the exchange of heat between the process and the refrigerant and to facilitate the release of the unrecoverable heat to the environment. That is why this work will show the parameters and the logistics to implement an excellent refrigeration system, for the expansion of the storage area of the refrigerated products, in the diamante plant of Distraves S. A, Showing the necessary equipment to achieve this goal.

** Specialization in refrigeration and air conditioning engineering, Faculty of Mechanical Engineering,, School of Mechanical Engineering Industrial University of Santander. Director: Ing. Jorge Luis Chacón.

Tabla de Contenido

	Pág.
Introducción	14
1. Título	16
2. Objetivos	16
2.1 Objetivo General	16
2.2 Objetivos Específicos	16
3. Planteamiento del Problema	17
4. Marco Teórico	17
4.1 Conservación de Aves de Corral Ley 1500 del 2007	17
4.2 Reseña Sistemas de Refrigeración	19
4.3 Sistema de Refrigeración por Compresión	19
4.4 Refrigerantes	22
5. Descripción de la Empresa	25
5.1 Valores Corporativos	25
5.2 Política de Calidad	26
5.3 Reseña Histórica de Distraves S.A.S.	26
6. Logística del Proceso Productivo	27
6.1 Sacrificio	28
6.2 Post Proceso	29
6.2.1 Línea de Pollo Entero	30

DISEÑO DE UN SISTEMA DE REFRIGERACIÓN	8
6.2.2 Línea Desprese.	30
6.2.3 Línea de Producción Derivados.	31
6.3 Almacenamiento	32
6.3.1 Enfriamiento.	32
6.3.2 Refrigeración.	32
6.3.3 Congelación.	33
6.3.4 Almacenamiento.	33
6.4 Cuantificación del Proceso Productivo	34
7. Cálculo de Cargas Térmicas	41
8. Selección de Equipos	49
8.1 Compresores	50
8.2 Evaporadores	51
8.3 Condensadores	53
8.4 Tubería	54
8.5 Selección Elementos de Control	62
9. Conclusiones	68
Referencias Bibliográficas	70
Apéndices	71

Lista de Tablas

	Pág.
Tabla 1.	34
Tabla 2.	34
Tabla 3.	35
Tabla 4.	35
Tabla 5.	36
Tabla 6.	36
Tabla 7.	37
Tabla 8.	37
Tabla 9.	37
Tabla 10.	38
Tabla 11.	39
Tabla 12.	40
Tabla 13.	43
Tabla 14.	44
Tabla 15.	44
Tabla 16.	45
Tabla 17.	46
Tabla 18.	46
Tabla 19.	47
Tabla 20.	47
Tabla 21.	48
Tabla 22.	48

Tabla 23.	49
Tabla 24.	50
Tabla 25.	55

Lista Figuras

	Pág.
<i>Figura 1.</i> Calsificacion ASHRAE Toxicidad y Flamabilidad.	23
<i>Figura 2.</i> Imagen Corporativa.	27
<i>Figura 3.</i> Diagrama Proceso Canal Distraves.	28
<i>Figura 4.</i> Pollo Entero.	30
<i>Figura 5.</i> Área Propuesta para Cuartos.	41
<i>Figura 6.</i> Proyección Inicial 4 Cuartos.	42
<i>Figura 7.</i> Proyección Final 2 Cuartos.	42
<i>Figura 8.</i> Compresor Seleccionado	51
<i>Figura 9.</i> Distribución Ideal por Tipo de Construcción.	51
<i>Figura 10.</i> Evaporador Seleccionado.	52
<i>Figura 11.</i> Distribución de los Evaporadores en cada uno de los Cuartos.	53
<i>Figura 12.</i> Condensador Seleccionado.	54
<i>Figura 13.</i> Dimensiones del Condensador Seleccionado.	54
<i>Figura 14.</i> Tubería Liquido Principal.	56
<i>Figura 15.</i> Tubería Líquido a Evaporador.	57
<i>Figura 16.</i> Esquema para Evaporadores a Mayor Altura que Compresor	58
<i>Figura 17.</i> Tubería Principal a Succión.	58
<i>Figura 18.</i> Tubería de Succión Evaporador.	59
<i>Figura 19.</i> Esquema para Condensador a una Mayor Altura a Compresor.	60
<i>Figura 20.</i> Tubería Línea de Alta Presión.	60
<i>Figura 21.</i> Distribución de Tuberías Refrigerante Líquido, Succión, Descarga.	61
<i>Figura 22.</i> Elementos de Control Flujo Refrigerante Evaporadores.	64

<i>Figura 23.</i> Elementos de Control Línea de Succión Salida Evaporadores.	64
<i>Figura 24.</i> Disposición Elementos Control Evaporadores.	65
<i>Figura 25.</i> Elementos de Control Línea de Succión Salida hacia Compresor.	65
<i>Figura 26.</i> Elementos de Control Línea Descarga.	66
<i>Figura 27.</i> Disposición de la Válvula de Corte y Filtro Secador en la Succión del Compresor.	67
<i>Figura 28</i> Esquema Completo Sistema Refrigeración.	67

Lista Apéndices

	Pág.
Apéndice A. Esquema Sistema de Refrigeración.	71
Apéndice B. Proyección 3D Cuartos.	72
Apéndice C. Compresores Evaluados.	74
Apéndice D. Evaporador y Condensador Seleccionados.	78
Apéndice E. Tuberías y Elementos de Control	80

Introducción

El consumo de pollo por parte de los colombianos cada día va en aumento, consolidándose como la carne más vendida, llegando en 2017 a proyectar un consumo del 83%, un 4% más que en el 2016.

Los colombianos el año pasado consumieron una cifra histórica de 13.827 millones de unidades de huevos y más de 1,5 millones de toneladas de carne de pollo, según lo informó la Federación Nacional de Avicultores (Fenavi).

Estas cifras ubican a Colombia en el tercer puesto en Latinoamérica, detrás de México y Brasil, en el consumo de estos alimentos.

Distraves S.A.S, una empresa especializada en la producción y comercialización de proteínas y derivados de pollo; incursionando en las proteínas de res y cerdo, presentes en las zonas más importantes del país con 87 puntos de venta propios y una amplia red de comercialización en diferentes canales, ha optado por aumentar su capacidad de producción de producto fresco refrigerado (-5°C), pero se ha sobrepasado la capacidad, lo cual ha generado un impacto económico en la empresa.

Debido a las políticas del INVIMA, las cuales buscan que todos los productos avícolas estén en excelente estado, manejando condiciones de enfriamiento, higiene, control de patógenos y cualquier otro factor que pueda afectar la salud de los consumidores y también para continuar con la filosofía de la empresa, la cual se basa en suministrar alimentos cárnicos de excelente calidad e inocuidad, se buscará garantizar un sistema de refrigeración para dicha ampliación.

En el siguiente trabajo se mostrarán los parámetros necesarios y la logística para implementar un sistema de refrigeración para la ampliación del área de almacenamiento de los productos

frescos refrigerados, en la planta diamante de Distraves S.A.S, mostrando los equipos necesarios para llegar a tal fin.

1. Título

Diseño de un sistema de refrigeración para la ampliación del área de almacenamiento de producto fresco refrigerado de la planta diamante de Distraves S.A.S.

2. Objetivos

2.1 Objetivo General

Diseñar de un sistema de refrigeración para la ampliación del área de almacenamiento de producto fresco refrigerado de la planta diamante de Distraves S.A.S

2.2 Objetivos Específicos

- Establecer la logística del proceso de enfriamiento del producto terminado proveniente de la sala de empaque y desprese de la planta de sacrificio el Diamante.
- Calcular carga térmica y distribución de esta, teniendo en cuenta el diseño de espacio a refrigerar, tipo de producto, medios de almacenamiento.
- Seleccionar equipos, tuberías, elementos de control para el sistema de refrigeración.

3. Planteamiento del Problema

La compañía ha realizado cambios significativos para aumentar su capacidad de producción de producto fresco refrigerado (-5°C), sin embargo, este aumento ha generado un problema en el almacenamiento previo a la distribución, la capacidad de almacenamiento actual es de 60 toneladas de producto fresco refrigerado a una temperatura de -5°C , siendo necesario recurrir al alquiler de contenedores o almacenamiento externo generando un sobre costo sobre el valor final de producto terminado y un menor control sobre la inocuidad de este.

La infraestructura de la planta diamante permite tener un sacrificio diario cercano a las 96.000 aves durante un periodo de 10 horas, que se traduce en aproximadamente 182.400 kg al día, que son repartidos 30% para congelación y 70% para refrigeración, que se traduce en aproximadamente 127.680 kg de pollo diarios que deben ser almacenados en una cámara de conservación antes de su distribución, contemplando mantener un stock mínimo de 2 días, en tal caso que la producción aumente o el flujo de salida se produzca la compañía proyecta una capacidad mínima de almacenamiento necesaria de 400.000 kg en un área de 500 m².

4. Marco Teórico

4.1 Conservación de Aves de Corral Ley 1500 del 2007

Desde el 9 de agosto de 2016, el gobierno nacional inicio la implementación de la última fase de una estricta reglamentación sanitaria (Decreto 1500 de 2007, Decreto 2270 de 2012 y Decreto 1282 de 2016) que busca reducir las Enfermedades Transmitidas por Alimentos (ETA).

El Invima al ser la autoridad sanitaria que inspecciona, vigila y controla la etapa de transformación de la cadena productiva de la carne, es decir las actividades relacionadas con el beneficio, desposte y desprese, ha jugado un papel fundamental en la implementación de esta nueva normativa que en la etapa de transformación busca garantizar el adecuado abastecimiento de carne en el país a través de:

- La modernización del sector cárnico del país y la mejora de los estándares sanitarios para la producción de carne. Esto incluye el éxito de la racionalización, una responsabilidad de las autoridades departamentales, en busca de mataderos sostenibles sanitaria, económica y ambientalmente.
- El enfriamiento de la carne lo más pronto posible después del sacrificio y el mantenimiento ininterrumpido de la cadena de frío hasta el consumidor reduciendo la presencia de patógenos y contaminantes y mejorando la suavidad y textura del producto.
- La presencia de inspectores permanentes del Invima en todos los mataderos de Colombia.
- La implementación de programas de control y mitigación de bacterias patógenas en la carne.
- La medición y reducción de los residuos de medicamentos veterinarios y contaminantes químicos en la carne.
- La competitividad del sector cárnico colombiano en mercados internacionales.

Fenavi como entidad representativa del sector avícola colombiano, ejerce la representación gremial de los Avicultores con el propósito de propender por el desarrollo de la Industria

Avícola, proteger y defender los intereses de los Avicultores, solicitar la atención necesaria y requerir la protección del estado que la producción Avícola necesite y Administrar los recursos del Fondo Nacional Avícola, planea, diseña y ejecuta actividades encaminadas a promover el consumo de pollo, conocer al consumidor colombiano y mercados externos, representa al subsector de pollo ante las autoridades que lo vigilan.

4.2 Reseña Sistemas de Refrigeración

Los sistemas de refrigeración se basan en principios termodinámicos y están diseñados para promover el intercambio de calor entre el proceso y el refrigerante y para facilitar la liberación del calor irrecuperable al medio ambiente. Los sistemas de refrigeración industrial pueden clasificarse en función de su diseño y de su principio básico de funcionamiento: agua o aire, o una combinación de ambos. El intercambio calorífico entre el medio de proceso y el refrigerante se intensifica a través de intercambiadores, donde el refrigerante descarga su calor al ambiente. En los sistemas abiertos, el refrigerante está en contacto con el ambiente, cosa que no ocurre en los sistemas cerrados, donde el refrigerante o el medio de proceso circulan por tubos o serpentines.(Prtr-es.es, s.f)

4.3 Sistema de Refrigeración por Compresión

El sistema convencional de refrigeración y el más utilizado en el aire acondicionado, es el sistema de refrigeración por compresión, mediante energía mecánica se comprime un gas refrigerante, al condensar, este gas emite el calor latente que antes, al evaporarse, había

absorbido el mismo refrigerante a un nivel de temperatura inferior. Para mantener este ciclo se emplea energía mecánica, generalmente mediante energía eléctrica. Dependiendo de los costos de la electricidad, este proceso de refrigeración es muy costoso. Por otro lado, tomando en cuenta la eficiencia de las plantas termoeléctricas, solamente una tercera parte de la energía primaria es utilizada en el proceso. Además, los refrigerantes empleados hoy en día pertenecen al grupo de los fluoroclorocarbonos, que por un lado dañan la capa de ozono y por otro lado contribuyen al efecto invernadero, un ciclo simple frigorífico comprende cuatro procesos fundamentales:

A. Regulación:

El ciclo de regulación ocurre entre el condensador y el evaporador, en efecto, el refrigerante líquido entra en el condensador a alta presión y a alta temperatura, y se dirige al evaporador a través del regulador.

La presión del líquido se reduce a la presión de evaporación cuando el líquido cruza el regulador, entonces la temperatura de saturación del refrigerante entra en el evaporador y será en este lugar donde se enfría.

Una parte del líquido se evapora cuando cruza el regulador con el objetivo de bajar la temperatura del refrigerante a la temperatura de evaporación.

B. Evaporación:

En el evaporador, el líquido se vaporiza a presión y temperatura constantes gracias al calor latente suministrado por el refrigerante que cruza el espacio del evaporador. Todo el refrigerante se vaporizada completamente en el evaporador, y se recalienta al final del evaporador.

Aunque la temperatura del vapor aumenta un poco al final del evaporador debido al sobrecalentamiento, la presión se mantiene constante.

Aunque el vapor absorbe el calor del aire alrededor de la línea de aspiración, aumentando su temperatura y disminuyendo ligeramente su presión debido a las pérdidas de cargas a consecuencia de la fricción en la línea de aspiración, estos detalles no se tienen en cuenta cuando uno explica el funcionamiento de un ciclo de refrigeración normal.

C. Compresión:

Por la acción del compresor, el vapor resultante de la evaporación es aspirado por el evaporador por la línea de aspiración hasta la entrada del compresor. En el compresor, la presión y la temperatura del vapor aumenta considerablemente gracias a la compresión, entonces al vapor a alta temperatura y a alta presión es devuelto por la línea de expulsión.

D. Condensación:

El vapor atraviesa la línea de expulsión hacia el condensador donde libera el calor hacia el aire exterior. Una vez que el vapor ha prescindido de su calor adicional, su temperatura se reduce a su nueva temperatura de saturación que corresponde a su nueva presión. En la liberación de su calor, el vapor se condensa completamente y entonces es enfriado. (Caloryfrio.com, 2017)

El líquido enfriado llega al regulador y está listo para un nuevo ciclo.

4.4 Refrigerantes

De manera general, un refrigerante es cualquier cuerpo o sustancia que actúe como agente de enfriamiento, absorbiendo calor de otro cuerpo o sustancia. Desde el punto de vista de la refrigeración mecánica por evaporación de un líquido y la compresión de vapor, se puede definir al refrigerante como el medio para transportar calor desde donde lo absorbe por ebullición, a baja temperatura y presión, hasta donde lo rechaza al condensarse a alta temperatura y presión.

Los refrigerantes son los fluidos vitales en cualquier sistema de refrigeración mecánica. Cualquier sustancia que cambie de líquido a vapor y viceversa, puede funcionar como refrigerante, y dependiendo del rango de presiones y temperaturas a que haga estos cambios, va a tener una aplicación útil comercialmente.

Existe un número muy grande de fluidos refrigerantes fácilmente licuables; sin embargo, sólo unos cuantos son utilizados en la actualidad. Algunos se utilizaron mucho en el pasado, pero se eliminaron al incursionar otros con ciertas ventajas y características que los hacen más apropiados. Recientemente, se decidió discontinuar algunos de esos refrigerantes antes del año 2000, tales como el R-11, R-12, R-113, R-115, etc., debido al deterioro que causan a la capa de ozono en la estratósfera.

En su lugar, se van a utilizar otros refrigerantes como el R-123, el R-134a y algunas mezclas ternarias. Los grandes fabricantes de refrigerantes siguen trabajando en el desarrollo de nuevos productos. (Es.slideshare.net, 2013)

Existen tres grandes familias de refrigerantes para la National Refrigeration Safety Code (NRSC), están clasificado por un índice de seguridad, la distribución es:

Grupo 1 - Que son los refrigerantes más seguros.

Grupo 2 - Que son los refrigerantes que alto grado de toxicidad y baja flamabilidad

Grupo 3 - Que son los refrigerantes con alto grado de flamabilidad

Algunos ejemplos son:

Grupo 1
R-11
R-12
R-22
R-502
R-507

Grupo 2
R-717 Amoniaco
R-611
R-40 Metil cloruro
R-160 Etil cloruro

Grupo 3
R-600 Butano
R-170 Etano
R-290 Propano

ASHRAE también tiene una clasificación de acuerdo con su toxicidad y flamabilidad, presentada en la figura 1.

Refrigerant No.	ASHRAE Safety Classifications	
	Toxicity	Flammability
R-11	A	1
R-12	A	1
R-22	A	1
R-123	B	1
R-124	A	1
R-125	A	1
R-134a	A	1
R-401A	A	1
R-406A	A	2
R-500	A	1
R-502	A	1
R-503*	—	—
R-507A	A	1
R-717	B	2
R-744	A	1

Figura 1. Calsificacion ASHRAE Toxicidad y Flamabilidad.

Para la norma de ASHRAE 34-92 los refrigerantes son clasificados por:

Compuestos orgánicos: R-170 Etano, formula química: C_2H_6

Compuestos Inorgánicos: R-717 Amoniaco, fórmula química: NH_3

R-744 Dióxido de carbono, formula química: CO_2

Refrigerantes Halogenados:

Refrigerante CFC, R-11, R-12

Refrigerante HCFC, R-22

Refrigerante HFC, R-134a

Para el caso de los refrigerantes halogenados existe una designación que determina el comportamiento del refrigerante durante el cambio de fase:

Mezclas Azeotrópicas

Son mezclas de dos o más refrigerantes halogenados puros. Que funcionan como una sustancia pura (no cambian la temperatura durante el cambio de fase a presión constante.

Refrigerantes como R-502, R-507.

Mezclas Zeotrópicas

Son mezclas de dos o más refrigerantes halogenados puros. Durante el cambio de fase las proporciones de las sustancias en el gas y el líquido son variables en el proceso de evaporación a presión constante la temperatura aumenta, a esa diferencia de temperatura se le llama deslizamiento o “glide”. Refrigerantes como R-407C, R-410A.

5. Descripción de la Empresa

Distraves S.A.S. es una empresa especializada en la producción y comercialización de proteínas y derivados de pollo; incursionando en las proteínas de res y cerdo.

Presente en las zonas más importantes del país con 87 puntos de venta propios y una amplia red de comercialización en diferentes canales.

Cuenta con más de 2.000 colaboradores que tienen como propósito innovar y desarrollar productos para nutrir y mejorar la calidad de vida de nuestros consumidores.

5.1 Valores Corporativos

Respeto: aceptar y comprender las formas de pensar, actuar y sentir de los demás, aunque sean diferentes a las nuestras.

Actitud de servicio: es la disposición permanente para colaborar a las demás personas, al interior y al exterior de la organización.

Lealtad: es el compromiso de defender lo que creemos y en quienes creemos. Es ser honestos con la organización al interior y al exterior de ella.

Creatividad: innovación que genera mejoras y productividad en la organización.

Constancia: voluntad y esfuerzo continuado para lograr metas.

Flexibilidad: Capacidad de asimilar situaciones nuevas, actitud frente a los cambios organizacionales.

5.2 Política de Calidad

En Distraves suministramos alimentos cárnicos de excelente calidad e inocuidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes; promoviendo la incorporación de procesos seguros, el bienestar de nuestros trabajadores y la protección del medio ambiente.

Nuestra operación busca el mejoramiento continuo, el desarrollo personal y la permanencia de la compañía en el mercado.

5.3 Reseña Histórica de Distraves S.A.S.

La compañía nace en el año 1966 con el nombre francisco serrano y compañía dedicándose a la comercialización de alimentos concentrados para animales, en el año 1968 la compañía concentra su esfuerzo en la producción de pollo de engorde, poco tiempo después en el año 1975 la compañía se constituye en DistravesLtda.destinada ahora a la comercialización de pollo en canal.

En el año 1988 se construye la planta de producción de carnes frías de pollo, bajo el nombre de Delichicks, convirtiéndose en la primera empresa colombiana en producir cárnicos de pollo.

Para el año 1999 con una empresa mucho más consolidada en la región, Distraves S.A. (desde el año 1993) incursiona en la producción y comercialización de productos de res y cerdo, bajo la marca Manzanares.

El año 2013 Distraves es adquirida por el grupo empresarial Solla uniendo esfuerzo en procura de fortalecer el negocio de proteína animal.

En los años venideros Distraves ha conseguido múltiples avances que permiten mantenerla bajo los más altos parámetros de exigencia como una de las principales empresas del sector avícola.

Automatización la planta de beneficio con tecnología de punta año 2013

Montaje de la planta de desposte de carnes de res y cerdo llamada Delecta año 2014, mismo año en que se inauguró la primera tienda multiproteína Delecta bajo el slogan Carnes como te conviene.

La definición de Distraves S.A.S. como marca corporativa para ser sombrilla de las marcas comerciales de proteínas Delichicks y Delecta año 2015.



Figura 2. Imagen Corporativa.

Fuente: <http://distraves.com/quienes-somos/nuestra-historia/trece-compressor/>

6. Logística del Proceso Productivo

Para el objeto de este estudio nos enfocaremos en el proceso productivo partiendo desde la etapa de sacrificio hasta su almacenamiento final, como se evidencia en la figura 2.

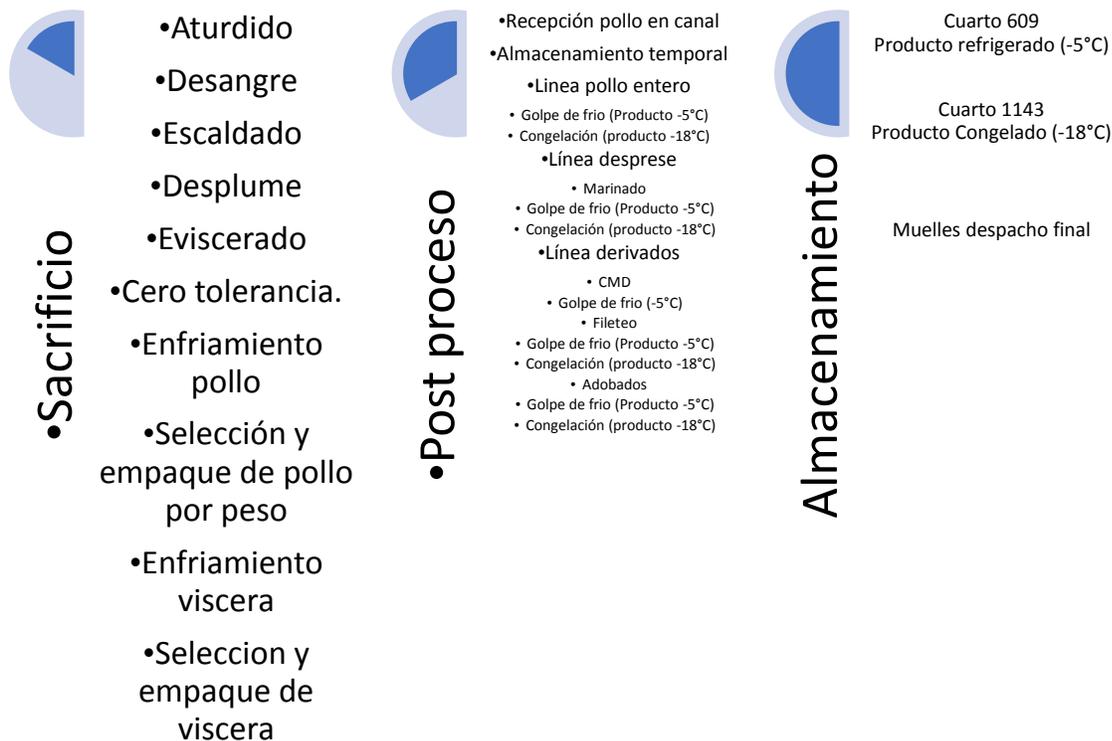


Figura 3. Diagrama Proceso Canal Distraves.

Fuente: <http://distraves.com/>

6.1 Sacrificio

El proceso productivo de pollo completo o por presas de la empresa Distraves inicia en la etapa de reproducción, seguido por la incubación, engorde hasta llegar a la fase de sacrificio, etapa en la que está destinado la primera parte de este diseño.

La planta diamante cuenta con una línea de sacrificio automática en capacidad de sacrificar 9600 aves por hora, el sacrificio comprende las etapas de colgado, aturdido, desangre, escaldado, desplume, eviscerado, limpieza del ave.

Terminadas las etapas anteriormente descritas se realiza el enfriamiento y selección, para el caso de Distraves el enfriamiento se realiza en tres tanques de agua que mueven las aves

mediante un tornillo sin fin, dos de ellos cuentan con sistemas de enfriamiento conocidos como Chillers de aguas rojas.

El primer tanque recibe el ave a una temperatura de 30°C en agua a temperatura ambiente para llevarlo alrededor de 18°C, cumplido el paso por el primer tanque el ave pasa al segundo tanque con agua a una temperatura menor ya que es refrigerado llevándolo muy cerca de los 10°C, ya en el tercer y último tanque el producto debe tener una temperatura interna no mayor a 4°C.

Con el producto en la temperatura adecuada para el proceso se realiza la selección y empaque según las características de cada una de las aves, características como peso, estado de extremidades.

El producto debidamente seleccionado será entregado a la planta de post proceso donde se encargarán de convertir cada una de las aves en productos terminados.

Paralelo al proceso de enfriamiento y selección de aves, son procesadas las vísceras comestibles, mediante unas bombas de desplazamiento positivo las presas son enviadas hacia unos tanques con agua y hielo para bajar su temperatura en este caso son seleccionadas y empacadas de acuerdo con el producto que se requiera.

Las vísceras deben ser enviadas directamente a congelación o refrigeración según se requiera.

6.2 Post Proceso

Tan pronto el producto es entregado a la planta de post proceso el producto tomara un destino específico según los requerimientos que se tengan por parte del departamento comercial, la planta se divide en 4 grandes áreas:

6.2.1 Línea de Pollo Entero. Donde el ave entregada por la planta de sacrificio es llevada directamente al proceso de congelación o golpe de frío, donde el primero busca llevar el producto a la temperatura mínima requerida por el ente regulador (INVIMA) a -18°C . En el caso del segundo el producto es llevado a una temperatura no inferior a -5°C para que ser conservado fresco. (Conservaciondealimentos.com, 2017)



Figura 4. Pollo Entero.

Fuente: <https://conservaciondealimentos.com/aves/pollo/#.W2YIq9Izbiw>

6.2.2 Línea Desprese. Tiene como fin separar cada una de las partes según se necesite para la distribución, es decir lograr piezas individuales de pechuga, alas, piernas, muslos, rabadilla. Cada presa resultante tendrá un destino específico de acuerdo con las necesidades descritas en la planeación de la producción:

El producto puede ser empacado y enviado directamente congelación o golpe de frío. También es factible que el producto sea marinado y enviado a un sistema de congelación rápida tal como un IQF (congelador rápido individual) donde se espera que la presa retenga la salmuera inyectada que permite mantener la vida útil del mismo.

6.2.3 Línea de Producción Derivados. Aquí se realizan tres procesos especiales sobre presas especiales y/o residuos recuperables, tales como:

Fileteo:

En este proceso se toman presas pernil y pechuga para sacar filete bien sea manualmente o con un equipo de fileteo automático.

Productos especiales:

Estos productos con ciertas condiciones específicas establecidas por el cliente, un caso muy especial es la empresa Frisby que entrega a Distraves el condimento preparado que es aplicado a las presas.

No solo presas adobadas se incluyen en esta etapa de la producción, también cortes especiales como tornados.

Producción CMD:

Este proceso se caracteriza por ser carne mecánicamente deshuesada aprovechando los huesos sobrantes de las presas fileteadas, cuello con o con piel, rabadilla, piernas y caderas que no son comercializables.

Son procesados en un molino especial que separa el hueso de la carne mediante extrusión por una mala cilíndrica, la carne resultante se utiliza en gran parte para productos cárnicos procesados tales como jamón, salchicha, mortadela, etc...

En ninguna de las anteriores etapas ha sido contemplado aun el proceso de enfriamiento para almacenamiento.

6.3 Almacenamiento

6.3.1 Enfriamiento. Las prácticas de enfriamiento son una herramienta para controlar el grado de contaminación en los canales de pollo. Las más usadas en la industria avícola son con agua y aire.

El enfriamiento en agua es el método más común usado alrededor del mundo. Se lleva a cabo en dos etapas separadas interdependientes -preenfriamiento y enfriamiento- y es adecuado para enfriar las canales tanto de piel blanca como amarilla. El preenfriamiento toma lugar en agua natural a no más de 16° C y su objetivo es principalmente lavar muy bien la mayoría de los contaminantes del interior y exterior adheridos a las canales. También baja la temperatura de la canal para reducir la proliferación microbiana, y reduce la carga bacteriana inicial a niveles seguros y aceptables. El proceso de enfriamiento se lleva a cabo en agua fría, usualmente entre 0° y 2°C, y su principal función es rápidamente reducir la temperatura de la canal hasta 4°C o menos, cerrando los poros de la piel para atrapar el agua absorbida durante la etapa de preenfriamiento y dando a las canales un lavado interno y externo y un excelente terminado.

Todas estas tareas se logran al desplazar las canales en contracorriente hacia agua más limpia y fría, mientras que éstas se dirigen a la salida; con la ayuda de una alimentación controlada de agua en ambos tanques; al mantener al límite el medio refrigerante en los tanques; al agitar intensamente las canales con la inyección de aire en los tanques; y al usar productos químicos autorizados para este proceso.(Alimentacion.enfasis.com, 2012)

6.3.2 Refrigeración. Cuando un producto sufre una disminución de temperatura y se rodea de un ambiente controlado con humedad relativa superior a la normal, se dice que el producto está bajo refrigeración, aunque la temperatura en refrigeración es baja, no es tan baja como para

ocasionar congelación, es decir, está por encima de la temperatura de fusión del producto. La refrigeración disminuye la tasa de crecimiento de la microbiología en los alimentos. (Puerto Castellanos, 2009) En la que se utiliza en este caso es de -5°C .

6.3.3 Congelación. Es el método más eficiente, rápido y apropiado de bajar la temperatura (congelar) a temperatura de -18°C sin dañar las estructuras celulares y, por consiguiente, de conservar las propiedades fisicoquímicas del producto.

6.3.4 Almacenamiento. Por higiene, salubridad y para evitar contaminación y posibles intoxicaciones, se deben lavar las manos y/o colocarse guantes antes de comenzar a manipular la carne de pollo.

Si se va a consumir antes de 24-36 horas el pollo se deberá:

- Sacar el líquido que ha soltado en el paquete.
- Colocarlo en un recipiente con tapa que impida que sus jugos caigan sobre otros alimentos y se produzca una "contaminación cruzada".
- Ponerlo en el sitio más frío de la nevera para refrigerarlo. Por higiene, salubridad y para evitar contaminación y posibles intoxicaciones, se deben lavar las manos y/o colocarse guantes antes de comenzar a manipular la carne de pollo.

Si se va a consumir antes de 24-36 horas el pollo se deberá:

- Sacar el líquido que ha soltado en el paquete.
- Colocarlo en un recipiente con tapa que impida que sus jugos caigan sobre otros alimentos y se produzca una "contaminación cruzada".

- Ponerlo en el sitio más frío de la nevera para refrigerarlo.(Conservaciondealimentos.com, 2017)

6.4 Cuantificación del Proceso Productivo

Anteriormente fue descrita cada una de las etapas del proceso productivo de sacrificio, post proceso, enfriamiento y almacenamiento, a continuación, será cuantificada cada una de las etapas tomando el valor promedio por sacrificio diario de la compañía que es de 92000 aves.

Tabla 1.

Cantidad de Aves Sacrificadas Promedio.

Total sacrificio		92.000	Aves
	Aves	Peso total aves (kg)	Peso promedio (kg)
Livianas	64.400	123.648,00	1,920
Pesadas	27.600	75.900,00	2,750
Total	92.000	199.548,00	2,169

Tabla 2.

Característica Proceso Productivo.

Características Proceso Beneficio	
Peso promedio (KG)	2,17
Velocidad estimada (aves/s)	160
Tiempo efectivo / hrs	10,06
Unidades / hr	9143
Kg / hr	19830,86
Turnos	1,00

Estos valores mencionados son obtenidos bajo la premisa de pollo en pie y basados en la capacidad nominal de la compañía, para conocer la cantidad real de las presentaciones de pollo en canal y vísceras comestibles, deben eliminarse de la ecuación plumas, vísceras no comestibles, sangre.

En promedio el pollo pierde un 15% de su peso por plumas, vísceras y sangre, otra pérdida que se debe tener en cuenta es la merma que se genera durante el mismo proceso cuantificada en un 11% por las diferentes imperfecciones en las aves, logrando así una distribución porcentual útil de 74 %, repartidos entre 76% pollo en canal y 9% víscera comestible.

Sin embargo, el pollo en canal tiene una ganancia de 14% por hidratación debido a la hidratación lograda en el proceso de enfriamiento por las tres etapas por medio de equipos de enfriamiento de aguas rojas.

Tabla 3.

Pesos Promedio Pollo.

Distribucion pesos pollo promedio (kg)		
Viscera no comestible, pluma, sangre	0,325	15%
Merma	0,239	11%
Pollo en canal	1,410	65%
Viscera comestible	0,195	9%
Peso promedio	2,169	100%

Tabla 4.

Peso Útil por Ave.

Reparticion pesos aprovechables (kg)		
Pollo en canal	147.865	65%
Viscera comestible	17.959	9%

En un proceso de 92.000 aves diarias, la planta de sacrificio entrega a la planta de post proceso 133.697 kg de pollo en canal y 35.918 kg de víscera comestible empacada.

Debido a solicitud del departamento comercial la directriz para la víscera es congelar 45% y dar golpe de frio o refrigerar el 55%, siendo así:

Tabla 5.

Distribución Enfriamiento Víscera.

Enfriamiento viscera (kg)		
Congelacion	8082	45%
Refrigeracion	9878	55%

Para el caso del pollo en canal, varía notablemente la distribución dada la amplia cantidad de procesos, tomando como base que post proceso recibe 129.706 kg/día actualmente la distribución es:

Tomando la información recopilada por el departamento de producción post proceso la distribución del pollo en canal:

Tabla 6.

Distribución Pollo en Canal.

Distribucion pollo en canal (kg)		
Canal logisitica (congelacion)	40.367	27%
Canal post proceso	107.498	73%

La planta de post proceso procesa los 107498 kg, de la siguiente manera:

Tabla 7.***Direccionamiento Planta Post Proceso.***

Distribución producto post proceso (kg)	
Desprese	68.799
Adobados	12.900
Marinado entero	8.062
Filetes pechuga y pernil	11.287
CMD	7.095
Residuos inutilizables	2.150

Para efectos del presente estudio no entraremos a analizar cada uno de los procesos, tomaremos la cantidad que cada uno de ellos entrega para congelación o refrigeración, debido a que es la información base para el cálculo de cargas térmicas para el nuevo sistema de refrigeración.

Tabla 8.***Distribución Enfriamiento Post Proceso.***

Enfriamiento	Desprese (kg)	Adobados (kg)	Marinado (kg)	leteo (k)	CMD (kg)	Total (kg)
congelado	17.200	5.547	4.313	3.273		30333
refrigerado	51.599	7.353	3.749	8.014	7.095	77810

Tabla 9.***Distribución Total del Producto Terminado de la Compañía.***

Movimientos congelacion hacia tuneles (kg)	
Pollo en canal logisitica	20.184
Viscera comestible	8.082
Producto post proceso	30.333
TOTAL	58.598

Movimientos refrigeracion hacia tuneles (kg)	
Pollo en canal Logisitica	20.184
Viscera comestible	9.878
Producto post proceso	77.810
TOTAL	107.871

La planta tiene unas capacidades fijas de congelación y refrigeración fijas, que marcan la pauta para las entregas al área de logística donde se realiza el almacenamiento final. Existen 4 equipos que permiten entregar pollo refrigerado de manera continua.

Los equipos son IQF, túnel Madef, túnel Trolley, túnel Vilter con las siguientes capacidades:

Tabla 10.

Capacidad Enfriamiento Planta el Diamante.

Equipos enfriamiento producto terminado		
Nombre	Capacidad congelacion	Capacidad golpe de frio (kg/h)
IQF		4.000
Túnel Madef		1.500
Túnel Vilter	36000 kg/24h	3.000
Túnel Trolley	16000 kg/24h	1.340
Túnel estático 1	4800 kg/10h	
Túnel estático 2	4800 kg/10h	
Túnel estático 3	4800 kg/10h	
Túnel estático 4	4800 kg/10h	
Túnel estático 5	4800 kg/10h	
Túnel estático 6	4800 kg/10h	

Teniendo en cuenta las capacidades mencionadas anteriormente, nos podemos dar cuenta que la compañía puede suplir la necesidad de congelación con la utilización de los túneles estáticos, es importante recordar que los túneles deben ser cargados manualmente y por la gran cantidad de

producto no es un proceso rápido, así que solo se pueden hacer dos cargues en 24 horas totales agregando el factor mencionado.

La necesidad real es de 58598 kg diarios y los túneles estáticos aportan 57600 kg en 24 horas de operación continua, distribuidos así:

Tabla 11.

Capacidad Congelación Diaria.

	kg/10h	kg/24h
Tunel estatico 1	4800	9600
Tunel estatico 2	4800	9600
Tunel estatico 3	4800	9600
Tunel estatico 4	4800	9600
Tunel estatico 5	4800	9600
Tunel estatico 6	4800	9600
TOTAL		57600

Para el caso del golpe de frio o congelación es posible contar con los demás equipos que permiten dar golpe de frio ya que tienen la capacidad de ser cargados constantemente, debido a que el movimiento del producto es continuo:

Tabla 12.***Capacidad Refrigeración Diaria.***

Nombre	Capacidad (kg/h)	Horas proceso diario	Capacidad diaria (kg)
IQF	4000	20	80000
Túnel Madef	2500	22	55000
Túnel Vilter	3000	22	66000
Túnel Trolley	1340	22	29480

Esto se traduce en una capacidad de refrigeración diaria de 230.480 kg, que lograría suplir la capacidad necesaria de 107.871 kg.

El objeto de análisis es la capacidad de almacenamiento necesaria para producto fresco refrigerado a una temperatura de -5°C .

Teniendo en cuenta que la vida útil de este tipo de producto es inferior a 10 días, el tiempo mínimo de permanencia en la compañía debería ser de dos días para garantizar que las etapas posteriores a la producción, tales como almacenamiento, distribución, exhibición y comercialización no sean cercano a la fecha de vencimiento entregando al cliente un producto con la mayor frescura posible.

La capacidad mínima de almacenamiento debería ser de 220.000 kg. Sin embargo, evaluando las condiciones actuales de la compañía la cifra anterior es apenas lo necesario para cubrir la producción actual, debido a que actualmente se tiene un solo turno de sacrificio, al aumentar la cantidad de aves sacrificadas también aumentaría la cantidad de kilogramos a almacenar, así mismo los túneles de congelación tiene la capacidad de refrigerar producto casi el doble de los producido hoy en día.

Es por lo que la junta directiva tomo la decisión de invertir en la infraestructura necesaria para lograr almacenar alrededor de 400.000 kg de producto.

7. Cálculo de Cargas Térmicas

La compañía ha destinado una zona para la proyección de los cuartos nuevos de producción, con un área total de: Largo: 40 metros, ancho: 30 metros, alto: 4 metros (proyectado por la compañía).

La decisión de utilizar la ubicación expuesta en la figura 4 es porque en esta área se encuentra un pasillo que permitiría el flujo constante de producto tanto entrante desde el área de producción con el flujo saliente hacia los actuales muelles de despacho que si requerirán una construcción adicional.



Figura 5. Área Propuesta para Cuartos.

La postura inicial de Distraves es utilizar 4 cuartos para producto refrigerado contando con un único pasillo de acceso a ellos, la distribución propuesta es de 4 cuartos de almacenamiento en parejas, como se observa en la figura 5.

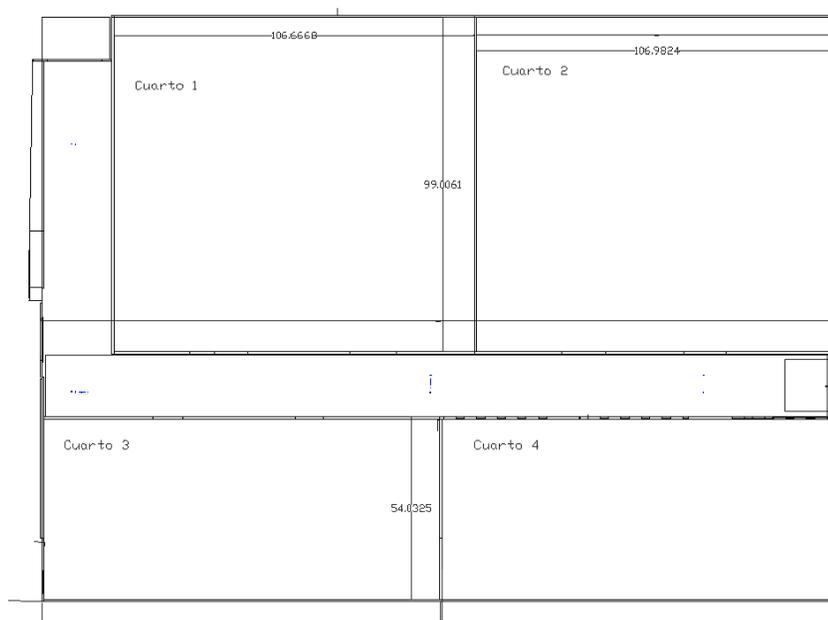


Figura 6. Proyección Inicial 4 Cuartos.

Sin embargo, después bastante disertación la compañía tomó la determinación de proyectar la construcción de dos cuartos fríos sin pasillo intermedio, esto con el fin de aumentar la capacidad de almacenamiento, como se observa en la figura 6.

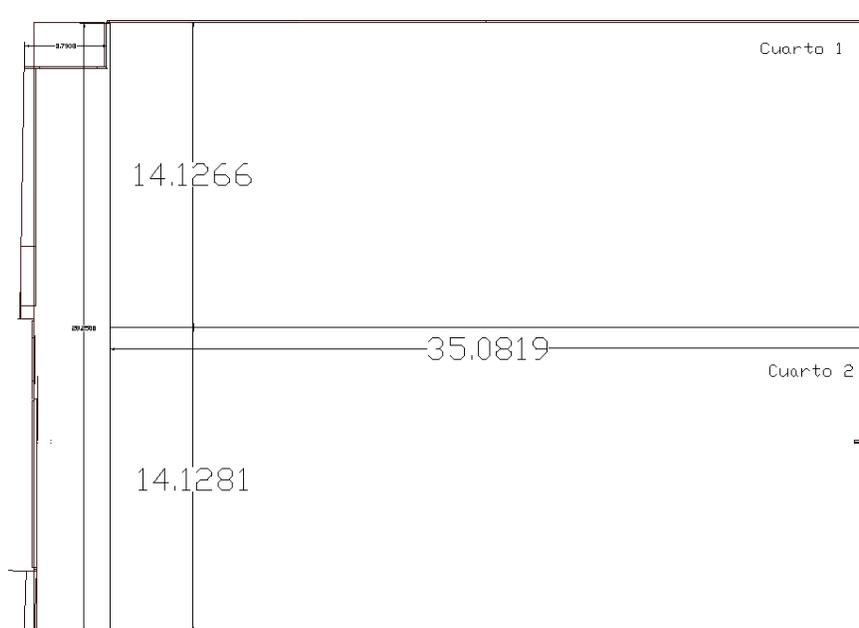


Figura 7. Proyección Final 2 Cuartos.

Asumiendo que cada cuarto puede albergar alrededor de 202.500 kg de producto distribuido en pesadas con arrumes de 5 canastas.

Antes de iniciar los cálculos es importante revisar las condiciones del producto a enfriar, para el caso del pollo o aves de corral el calor específico de la carne varía según sea la temperatura final, es decir si el producto espera congelarse o refrigerarse el calor específico varía de 0.37

$\frac{Btu}{lb \cdot ^\circ F}$ a $0.42 \frac{Btu}{lb \cdot ^\circ F}$ respectivamente. Esta información se encuentra ampliada en la tabla 13.

Tabla 13.

Variables Térmicas para Pollo.

Calculo de cargas cuartos de congelacion							
Producto	Tipo de producto	Temp. Almacenamiento (°F)	Humedad relativa (%)	Vida util	Temp. Congelacion (°F)	Calor especifico arriba de temp de congelacion (Btu/lb*°F)	Calor especifico abajo de temp de congelacion (Btu/lb*°F)
POLLO	FRESCO	32	85-90	1 Semana	27	0,79	0,42
	CONGELADO	-10	90-95	12 Meses	27	0,79	0,37

Con esta información podemos iniciar el cálculo de carga por producto, tomando como referencia las variables para pollo fresco debido a que, aunque el producto a $-5^\circ C$ ($23^\circ F$) ya pasado del punto de congelación $-2.7^\circ C$ ($27^\circ F$) claramente no llega a ser cercano al punto de congelación $-18^\circ C$ ($-10^\circ F$), (Instituto nacional tecnologico, 2010) dando como resultado lo expresado en la tabla 14.

Tabla 14.***Cálculo Carga Térmica Pollo a -5°C.***

Calculo calor por producto $Q = mC_p\Delta T$				
	Cantidad (lb)	Temp. final (°C)	Temp. entrada (°C)	Calor (Btu)
Cuarto 1	446436	-5	-4	187503,12
Cuarto 2	446436	-5	-4	187503,12

Fuente: (Fabián García, 2018)

Ya con la carga térmica derivada del producto pasaremos a evaluar la carga térmica por paredes, pisos y techos con la ecuación en información descrita en la tabla 15, debido a que no se dispone de ningún aislamiento perfecto, habrá una cantidad de calor que está pasando del exterior al interior, debido a la diferencia de temperaturas. La cantidad de calor transmitida en la unidad de tiempo a través de las paredes de un espacio refrigerado es función de varios factores.(Instituto nacional tecnologico, 2010)

Factores como, radiación solar, temperatura exterior, temperatura del suelo, aperturas (puertas, ventanas, entre otras) que sean una causal de aumento de la carga térmica del sistema, tipo de aislamiento, espesor del aislamiento, construcción.

Tabla 15.***Variables Cálculo Carga Térmica por Paredes, Pisos y Techos.***

Ganancia de calor por paredes, pisos y techos $Q = AU(T_{ext} - T_{inf})(24hr)$						
	Largo (pie)	Ancho (pie)	Alto (pie)	Temperatura exterior (°F)	Temperatura interior (°F)	Volumen
Cuarto 1	114,829	45,931	13,12	90	23	69197,65
Cuarto 2	114,829	45,931	13,12	90	23	69197,65

Tomando cada perfil de la construcción proyectada obtenemos el valor de calor adicional transferido por la ubicación y materiales constructivos como se puede evidenciar en la tabla 16.

Tabla 16.

Aplicación del Cálculo de Cargas Térmicas para el Cuarto a Diseñar.

Carga termica en paredes					
		Área (pie2)	Temperatura exterior (°F)	Temperatura interior (°F)	Q
Cuarto 1	Pared 1	1506,56	90	23	3720,58
	Pared 2	602,61	90	23	1488,21
	Pared 3	1506,56	23	23	0,00
	Pared 4	602,61	50	23	599,73
Cuarto 2	Pared 1	1506,56	90	23	3720,58
	Pared 2	602,61	90	23	1488,21
	Pared 3	1506,56	23	23	0,00
	Pared 4	602,61	50	23	599,73

Calculo en pisos y techos					
Estimando temperatura de 29°C en el suelo.					
		Área (pie2)	Temperatura exterior (°F)	Temperatura interior (°F)	Q
Cuarto 1	Techo 1	5274,21	90	23	13025,14
cuarto 2	Techo 2	5274,21	90	23	13025,14
Cuarto 1	Piso 1	5274,21	84	23	257381,49
cuarto 2	Piso 2	5274,21	84	23	257381,49

Fuente: (Fabián García, 2018)

Otro factor importante es la carga generada por el personal, infiltraciones, iluminación, montacargas o equipos que tengan incidencia en la transferencia de calor entre el sistema y el producto:

Para el cálculo del calor generado por el personal existe un valor promedio propuesto (Puerto Castellanos, 2009) que se muestra en la tabla 17.

Tabla 17.***Cálculo Calor Generado por Personal.***

Calor generado por el personal			
$Q_p = Q_{persona} \times N_{Personas}$			
	Q personas (-5°C)	# Personas	Qp
Cuarto 1	1030	4	4120
cuarto 2	1030	4	4120

La infiltración más usual ocurre debido a diferencias de densidad de aire entre los espacios.

Tomando como base el cálculo propuesto por el manual de ingeniería de Heatcraft, (Puerto Castellanos, 2009) podremos tener que, los cambios generados por pie cubico para un cuarto con un volumen de 69197 pie³ podrían estar entre 1.6 y 1.3, siendo en este caso el cuarto es de tipo industrial por lo tanto se asumirá un 50% adicional debido a que el ingreso de grandes cargas de producto al ingreso y salida de estos, así que los cambios de aire en 24 horas serían 1.95, como se observa en la tabla 18.

Tabla 18.***Cambios de Aire a Temperaturas Inferiores a 0°C (32°F)***

Volume Cu. Ft.	Air Changes Per 24hrs.	Volume Cu. Ft.	Air Changes Per 24hrs.	Volume Cu. Ft.	Air Changes Per 24hrs.
200	33.5	2,000	9.3	25,000	2.3
250	29.0	3,000	7.4	30,000	2.1
300	26.2	4,000	6.3	40,000	1.8
400	22.5	5,000	5.6	50,000	1.6
500	20.0	6,000	5.0	75,000	1.3
600	18.0	8,000	4.3	100,000	1.1
800	15.3	10,000	3.8	150,000	1.0
1,000	13.5	15,000	3.0	200,000	0.9
1,500	11.0	20,000	2.6	300,000	0.85

Fuente: Products, Heatcraft refrigeration. Engineering Manual. 2006.

En la tabla 19 se observa la distribución del calor removido que depende de las temperaturas de aire exterior y temperatura interior.

Tabla 19.

Calor Removido por ft en Aire Infiltrado.

Storage Room Temp.		Temperature of Outside Air											
		40°F. (4.4°C.)		50°F. (10°C.)		85°F. (29.4°C.)		90°F. (32.2°C.)		95°F. (35°C.)		100°F. (37.8°C.)	
°F.	°C.	Relative Humidity of Outside Air, %											
		70		80		50		60		50		60	
55	12.8	-	-	-	-	1.12	1.34	1.41	1.66	1.72	2.01	2.06	2.44
50	10.0	-	-	-	-	1.32	1.54	1.62	1.87	1.93	2.22	2.28	2.65
45	7.2	-	-	-	-	1.50	1.73	1.80	2.06	2.12	2.42	2.47	2.85
40	4.4	-	-	-	-	1.69	1.92	2.00	2.26	2.31	2.62	2.67	3.65
35	1.7	-	-	0.36	0.41	1.86	2.09	2.17	2.43	2.49	2.79	2.85	3.24
30	-1.1	0.24	0.29	0.58	0.66	2.00	2.24	2.26	2.53	2.64	2.94	2.95	3.35
25	-3.9	0.41	0.45	0.75	0.83	2.09	2.42	2.44	2.71	2.79	3.16	3.14	3.54
20	-6.7	0.56	0.61	0.91	0.99	2.27	2.61	2.62	2.90	2.97	3.35	3.33	3.73
15	-9.4	0.71	0.75	1.06	1.14	2.45	2.74	2.80	3.07	3.16	3.54	3.51	3.92
10	-12.2	0.85	0.89	1.19	1.27	2.57	2.87	2.93	3.20	3.29	3.66	3.64	4.04
5	-15.0	0.98	1.03	1.34	1.42	2.76	3.07	3.12	3.40	3.48	3.87	3.84	4.27
0	-17.8	1.12	1.17	1.48	1.56	2.92	3.23	3.28	3.56	3.64	4.03	4.01	4.43
-5	-20.6	1.23	1.28	1.59	1.67	3.04	3.36	3.41	3.69	3.78	4.18	4.15	4.57
-10	-23.3	1.35	1.41	1.73	1.81	3.19	3.49	3.56	3.85	3.93	4.33	4.31	4.74
-15	-26.1	1.50	1.53	1.85	1.92	3.29	3.60	3.67	3.96	4.05	4.46	4.42	4.86
-20	-28.9	1.63	1.68	2.01	2.00	3.49	3.72	3.88	4.18	4.27	4.69	4.66	5.10
-25	-31.7	1.77	1.80	2.12	2.21	3.61	3.84	4.00	4.30	4.39	4.80	4.78	5.21
-30	-34.4	1.90	1.95	2.29	2.38	3.86	4.05	4.21	4.51	4.56	5.00	4.90	5.44

Fuente: Products, Heatcraft refrigeration. Engineering Manual. 2006.

Teniendo en cuenta las condiciones de trabajo de los cuartos fríos con temperatura exteriores de alrededor de 32°C e internas de -5°C podremos tomar un calor removido por cambios de aire de 2.90, con la premisa anterior el resultado se puede observar en la tabla 20.

Tabla 20.

Calor Generado por Infiltraciones.

Calor generado por infiltraciones				
$Q_{infiltración} = \text{Calor removido} \left(\frac{Btu}{ft^2} \right) \times \text{Cambios de aire} \left(\frac{ft^3}{24h} \right) \times \text{Volumen cuarto}$				
	Calor removido	cambios de aire	volumen cuarto	Qinf
Cuarto 1	2,9	1,95	69197,65	16304,7
Cuarto 2	2,9	1,95	69197,65	16304,7

Fuente: (Fabián García, 2018)

Para el caso de la incidencia de la iluminación en la carga térmica del cuarto podemos observar en la tabla 21 la ecuación de cálculo basados en un consumo nominal, cantidad de luminarias y tiempo de trabajo diario.

Tabla 21.

Calor Generado por Iluminación.

Calor generado por iluminación				
$Q_{iluminación} = 3,42 \left(\frac{Btu}{W \times h} \right) \times potencia \text{ luminarias } (W) \times tiempo \text{ trabajo}$				
	# Lámparas	Potencia (W)	tiempo (hr)	Q iluminación (btu)
Cuarto 1	30	32	12	11520
Cuarto 2	30	32	12	11520

Fuente: (Fabián García, 2018)

De acuerdo con Heatcraft los estibadores eléctricos que manejan pesos de alrededor de 1800 kg, generan una carga térmica de 21000 Btu/h, como se ve en el fragmento de la tabla 22.

Tabla 22.

Ganancia de Calor por Estibadores Eléctricos.

HEAT GAIN for battery operated lift trucks (typically 4 - 5 equivalent HP)		
Battery operated load capacity, POUNDS	Heat gain per hour of lift truck operation, BTUH	Approx. total weight of lift truck, POUNDS
2000	14000	6000
4000	21000	8000
6000	23000	12000
8000	26000	14000

Fuente: Products, Heatcraft refrigeration. Engineering Manual. 2006.

Como se observa en la tabla 23 la carga térmica total del sistema es de 484142Btu/h o 40,34 Toneladas de refrigeración por cada cuarto de refrigeración.

Tabla 23.

Carga Térmica Total por Cuarto (Btu/h)

Carga termica por cuarto de refrgieración		
	Cuarto 1	Cuarto 2
Calculo calor por producto	187503,1	187503,1
Carga termica en paredes	5808,5	5808,5
Calculo en pisos y techos	270406,6	270406,6
Calor generado por el personal	4120,0	4120,0
Calor por infiltraciones	16304,7	16304,7
Calor por iluminación	11520,0	11520,0
Calor por estibadores electricos	21000,0	21000,0
Carga termica total	484142,96	484142,96

Fuente: (Fabián García, 2018)

8. Selección de Equipos

Con la carga total del sistema procederemos a iniciar con la selección de equipos para nuestro sistema de refrigeración, aunque hay una gran gama de refrigerantes en la industria, la selección se hará para refrigerante R507, debido a que es el más utilizados en la compañía después del amoniaco y para efectos de la operación ya se tiene conocimiento extenso de la operación de estos dos refrigerantes.

La razón para tener en cuenta un refrigerante como el 507, es la accesibilidad que se tiene acerca del gas, que tiene muy comportamiento en cuanto a bajas y medias temperaturas. A su vez al ser una mezcla azeotrópica, no contribuye al daño de la capa de ozono.

Para los dos refrigerantes usaremos la misma secuencia de selección:

- Compresores
- Evaporadores
- Condensadores
- Tubería

8.1 Compresores

En la selección de los compresores se evaluaron tres marcas en las que se encontraron mediante el software de selección los compresores de las marcas Copeland, Danfoss y Bitzer para suplir la capacidad de 484.142 Btu/h, que están expuestas en la tabla 24.

Tabla 24.

Posibles Compresores para la Aplicación por Cuarto.

Marca	Referencia	Capacidad (Btu/h)	# Compresores	Potencia electrica total (kw)	Potencia electrica total (hp)
Danfoss	MTZ160-4	110340	5	73,141	98,1
Bitzer	8FE-70Y-40P	560615	1	56,2	75,38
Copeland	8DJ-600X	484200	1	42,8	57,41

Fuente: (Fabián García, 2018)

Revisando minuciosamente el compresor idóneo para el sistema es el compresor Copeland modelo 8DJ-600X por tener el menor consumo eléctrico, en la figura 7 se observan las especificaciones técnicas del compresor seleccionado.

De tal manera que serían necesarios conseguir dos compresores 8DJ-600X. con esta información inicia la selección de los evaporadores, tomando en cuenta factores de vital importancia como la velocidad, ubicación, distribución.



60Hz	8DJ-600X		R404A Punto rocío							
T.Gas Aspiración 65,0°F	T.Evaporación °F								Subenfriamiento del Líquido 0,0°F	
Cond °F	Capacidad kBtu/h									
	-50	-40	-30	-20	-10	0	10	20	30	40
50		167,00	222,00	289,00	370,00	466,00	580,00	713,00	867,00	
60		154,00	207,00	272,00	348,00	440,00	547,00	672,00	817,00	
70		141,00	192,00	253,00	326,00	412,00	513,00	631,00	767,00	923,00
80		126,50	176,50	235,00	303,00	384,00	479,00	589,00	716,00	862,00
90		112,00	160,00	215,00	280,00	355,00	443,00	546,00	664,00	800,00
100			143,00	195,50	256,00	326,00	408,00	502,00	612,00	738,00
110			125,00	174,50	231,00	296,00	371,00	458,00	558,00	674,00
120			106,50	153,50	206,00	265,00	334,00	413,00	505,00	610,00
130				131,50	179,50	234,00	296,00	367,00	450,00	546,00
140				108,50	152,50	201,00	257,00	321,00	394,00	

Figura 8. Compresor Seleccionado

8.2 Evaporadores

Para el caso de la ubicación como lo indica el manual de ingeniería de Heatcraft, lo ideal es utilizar esta distribución de la figura 8.

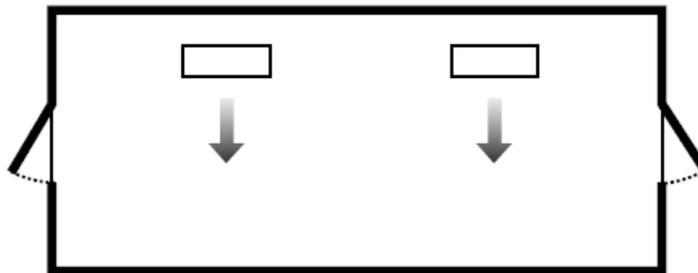


Figura 9. Distribución Ideal por Tipo de Construcción.

Fuente: Products, Heatcraft refrigeration. Engineering Manual. 2006.

Revisando las posibilidades de instalación los evaporadores de la marca Güntner son los más acertados para esta aplicación por garantizar consumos energéticos menores y alta eficiencia de operación.

Utilizando el software de selección con temperatura de evaporación -10°C y temperatura de condensación de 35°C con una capacidad de 35.45 kW (121035 Btu/h), siendo necesarios 4 evaporadores para cada cuarto.

Para la figura 9 el modelo seleccionado es GACC RX 050.1/3-70. A-1823731M.



	Fecha:		
	Solicitud del:		
	Proyecto:		
	No. de oferta:		
	Posición:		
	Responsable:		

 Evaporador	GACC RX 050.1/3-70.A-1823731M		
Capacidad:	35.5 kW ⁽¹⁾	Refrigerante:	R507A ⁽²⁾
Superficie de reserva:	34.9 %	Temp. de evaporación:	-10.0°C
Caudal de aire:	19650 m ³ /h	Sobrecalentamiento:	5.0 K
Entrada del aire:	0.0°C	Temp. de condensación:	35.0°C
Salida del aire:	-4.3°C	Temp. de subenfriam.:	30.0°C
Presión atmosf.:	1013 mbar		

Figura 10. Evaporador Seleccionado.

En la figura 10 se logra apreciar la distribución de los evaporadores seleccionados con una separación de muro más lejano a la puerta de acceso de 4,5 m, después del primer evaporador quedaran separados cada uno por una distancia de 4 m.

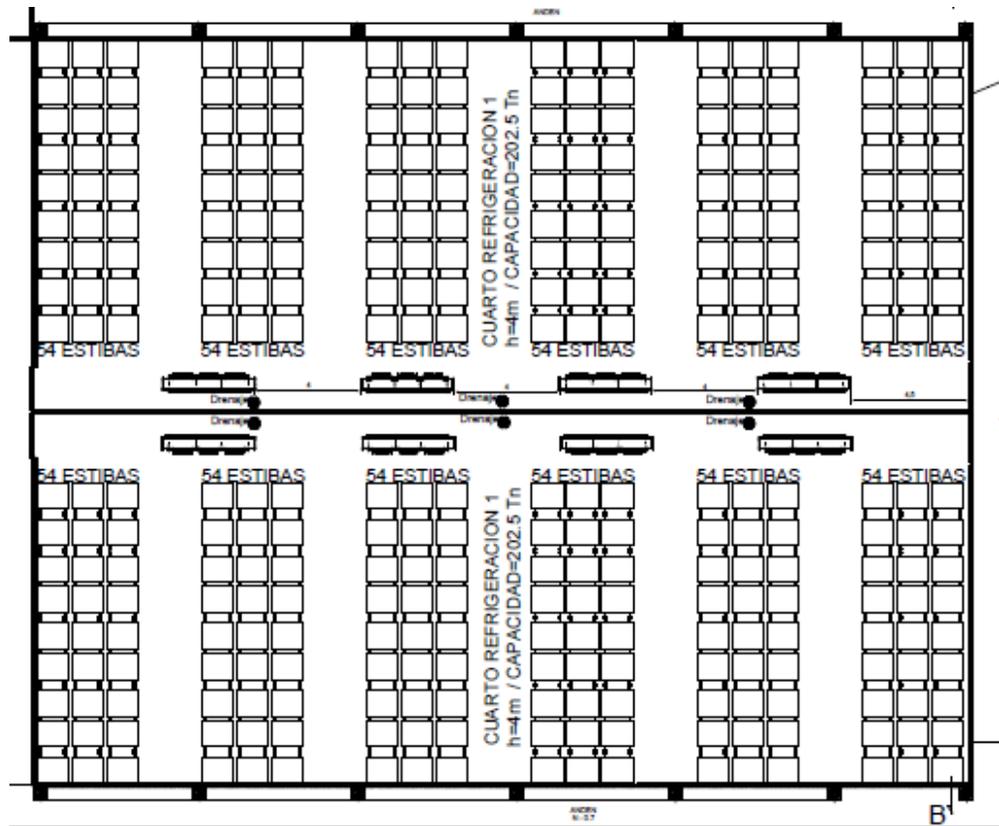


Figura 11. Distribución de los Evaporadores en cada uno de los Cuartos.

8.3 Condensadores

Para el caso del condensador evaluaremos la misma marca Güntner utilizando el software de selección, bajo las condiciones 141.80 kW (484142 Btu/h), temperatura ambiente de 32°C y temperatura de condensación de 45°C.

El condensador seleccionado es de modelo: GCHC RD 050.2/23-53-0180718M, figura 11.



Fecha:
Solicitud del:
Proyecto:
No. de oferta:
Posición:
Responsable:

Condensador	GCHC RD 050.2/23-53-0180718M ⁽¹⁾		
Capacidad:	141.8 kW	Refrigerante:	R507A ⁽²⁾
Caudal de aire:	44278 m ³ /h	Temp. del gas caliente:	74.0 °C
Entrada del aire:	32.0 °C	Temp. de condensación:	45.8 °C
Altura de instalación:	0 m	Salida de condensación:	45.2 °C
		Caudal de gas caliente:	29.07 m ³ /h

Figura 12. Condensador Seleccionado.

Cuyas dimensiones son indicadas en la figura 12.

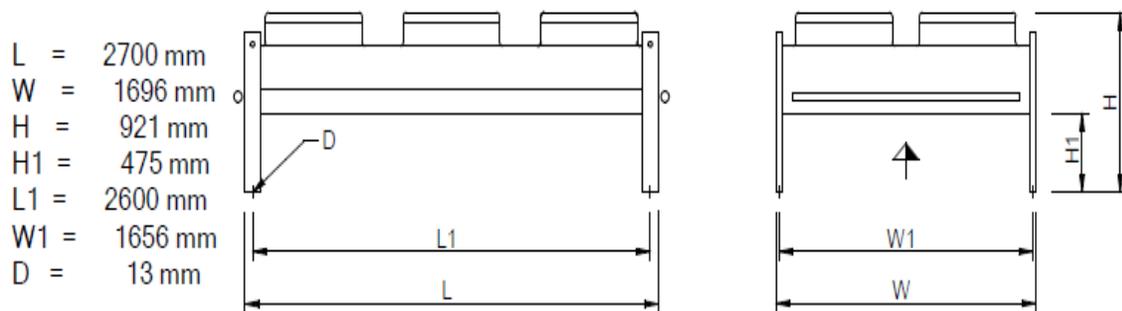


Figura 13. Dimensiones del Condensador Seleccionado.

8.4 Tubería

Existen algunos criterios y consideraciones de gran importancia para la correcta selección de las tuberías en nuestro sistema de refrigeración, tales como:

Tipo de refrigerante: R-507

Temperatura de evaporación: -10°C

Temperatura de condensación: 45°C

Subenfriamiento del sistema:

Recalentamiento del sistema:

Capacidad de refrigeración del evaporador: 35,45 kW (121305 Btu/h)

Flujo másico del sistema:

Longitud de la tubería: 46 m (tramo más extenso)

Con la anterior información también es importante contar con la velocidad del refrigerante en las tuberías, existen unas velocidades recomendadas para garantizar el movimiento del lubricante que se traduce en el retorno del aceite al compresor. Dichas velocidades se muestran en la tabla 25:

Tabla 25.

Velocidades de Refrigerante Recomendadas.

Velocidades de refrigerante recomendadas	
Línea	Velocidad (m/s)
Línea descarga	12 a 15
Línea líquido	0,6 a 1
Línea Succion	10 a 12

Con la anterior información procedemos a utilizar el software Coolselector 2 de la compañía Danfoss para determinar la tubería de líquido, descarga y succión para nuestro sistema.

- Tubería de Líquido

Esta línea generalmente no presenta inconvenientes mayores pues al refrigerante estar en estado líquido subenfriado puede mezclarse fácilmente con el refrigerante, sin embargo debe ser dividida en dos partes, la primera tubería del condensador al recipiente de líquido y la segunda parte del recipiente de líquido a la válvula de expansión.

Para la primera parte la velocidad debe ser despreciable para evitar la acumulación de líquido en el condensador, por tanto, se tiene en cuenta alrededor de 0,2 m/s a 0,4 m/s.

Para la segunda parte es imprescindible que el refrigerante no presente cambio de fase (evaporación) esto con el fin de garantizar la correcta operación de la válvula de expansión pues al llegar gas a la entrada de la válvula perderá su eficiencia, debe tener una velocidad de entre 0,6 m/s y 1 m/s.

De acuerdo con la construcción de los cuartos de refrigeración debe haber una tubería principal que alimenta a cada evaporador, la medida seleccionada para la tubería es $2\frac{1}{8}$ " de la figura 13.

Condiciones de funcionamiento			
Refrigerante:	R507	Capacidad de refrigeración:	141,8 kW
Caudal másico en la línea:	4257 kg/h	Capacidad de calefacción:	182,8 kW
Temperatura de evaporación:	-10,0 °C	Temperatura de condensación:	32,0 °C
Presión de evaporación:	65,82 psi	Presión de condensación:	223,5 psi
Recalentamiento útil:	8,0 °C	Subenfriamiento:	2,0 °C
Recalentamiento adicional:	0 °C	Subenfriamiento adicional:	0 °C
Temperatura de descarga:	51,8 °C		
Sistema y línea:	<i>Sistema de expansión seca. Línea de líquido</i>		
Criterios de selección:	<i>Caída de presión: Predeterminado psi. Longitud: 46,00 m</i>		

Figura 14. Tubería Líquido Principal.

La tubería de la figura 13 llega justo antes de ir hacia los evaporadores, que al ser de una capacidad de 35,45 kW requieren una tubería de 5/8", figura 14.

Condiciones de funcionamiento			
Refrigerante:	R507	Capacidad de refrigeración:	35,45 kW
Caudal másico en la línea:	1064 kg/h	Capacidad de calefacción:	45,71 kW
Temperatura de evaporación:	-10,0 °C	Temperatura de condensación:	32,0 °C
Presión de evaporación:	65,82 psi	Presión de condensación:	223,5 psi
Recalentamiento útil:	8,0 °C	Subenfriamiento:	2,0 °C
Recalentamiento adicional:	0 °C	Subenfriamiento adicional:	0 °C
Temperatura de descarga:	51,8 °C		
Sistema y línea:	<i>Sistema de expansión seca. Línea de líquido</i>		
Criterios de selección:	<i>Caída de presión: Predeterminado psi. Longitud: 3,00 m</i>		

Figura 15. Tubería Líquido a Evaporador.

- Tubería de Succión:

Para la selección de esta tubería se debe tener especial cuidado pues al refrigerante estar a baja temperatura el aceite tiende a volverse más viscoso e impedir la correcta circulación del refrigerante y el proceso de refrigeración. Si la velocidad del refrigerante debe ser suficiente para llevar de regreso el aceite al compresor.

La velocidad mínima debe ser de 5 m/s y la velocidad máxima debe ser de 15 m/s.

Para este diseño el compresor está ubicado a una menor altura que los evaporadores, así que se debe instalar una trampa de aceite intermedia que permita garantizar el retorno de aceite al compresor, como se observa en la figura 15.

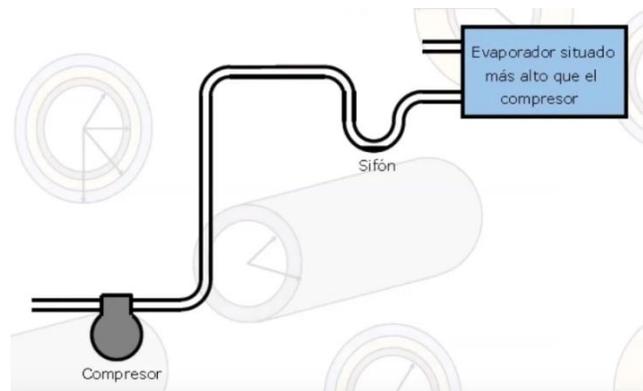


Figura 16. Esquema para Evaporadores a Mayor Altura que Compresor

Para el caso de la tubería de succión se utilizará el mismo principio de selección, inicialmente la tubería de succión se utiliza la misma opción enviando una tubería completa hacia la etapa de compresión, utilizando el software obtenemos una tubería de $3\frac{1}{2}$ " (Refrigeración Industrial Hespérides, 2015) figura 16.

Condiciones de funcionamiento			
Refrigerante:	R507	Capacidad de refrigeración:	141,8 kW
Caudal másico en la línea:	4257 kg/h	Capacidad de calefacción:	182,8 kW
Temperatura de evaporación:	-10,0 °C	Temperatura de condensación:	32,0 °C
Presión de evaporación:	65,82 psi	Presión de condensación:	223,5 psi
Recalentamiento útil:	8,0 °C	Subenfriamiento:	2,0 °C
Recalentamiento adicional:	0 °C	Subenfriamiento adicional:	0 °C
Temperatura de descarga:	51,8 °C		
Sistema y línea:	<i>Sistema de expansión seca. Línea de aspiración</i>		
Criterios de selección:	<i>Caída de presión: Predeterminado psi. Longitud: 46,00 m</i>		

Figura 17. Tubería Principal a Succión.

Para la conexión entre los evaporadores y la tubería principal de succión se seleccionó la medida de 1-3/8", con los parámetros que se pueden apreciar en la figura 17.

Condiciones de funcionamiento			
Refrigerante:	R507	Capacidad de refrigeración:	35,45 kW
Caudal másico en la línea:	1064 kg/h	Capacidad de calefacción:	45,71 kW
Temperatura de evaporación:	-10,0 °C	Temperatura de condensación:	32,0 °C
Presión de evaporación:	65,82 psi	Presión de condensación:	223,5 psi
Recalentamiento útil:	8,0 °C	Subenfriamiento:	2,0 °C
Recalentamiento adicional:	0 °C	Subenfriamiento adicional:	0 °C
Temperatura de descarga:	51,8 °C		
Sistema y línea:	<i>Sistema de expansión seca. Línea de aspiración</i>		
Criterios de selección:	<i>Caída de presión: Predeterminado psi. Longitud: 3,00 m</i>		

Figura 18. Tubería de Succión Evaporador.

- Tubería de Descarga

Para la tubería de descarga es importante señalar que, aunque no es tan crítico como la línea de succión si es muy importante el manejo de retorno de refrigerante, pero las velocidades deben tener para el límite mínimo y máximo, es decir velocidad mínima 5 m/s y máxima 15 m/s.

Para el caso del condensador a una altura mayor como es nuestro caso se utilizará una trampa de aceite para el manejo del aceite, como se observa en la figura 18.

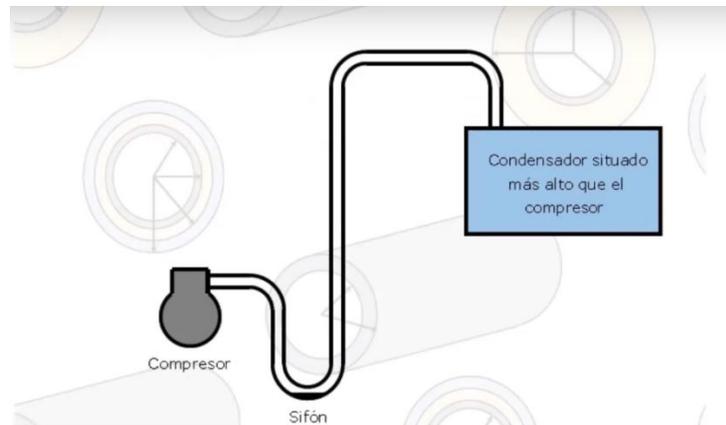


Figura 19.Esquema para Condensador a una Mayor Altura a Compresor.

Para el caso de línea de alta presión o descarga se tomó como referencia una distancia no mayor a 10 m, obteniendo una medida de 2-1/8", bajo los parámetros establecidos en la figura 19.(Refrigeración Industrial Hespérides, 2015)

Condiciones de funcionamiento			
Refrigerante:	R507	Capacidad de refrigeración:	141,8 kW
Caudal másico en la línea:	4257 kg/h	Capacidad de calefacción:	182,8 kW
Temperatura de evaporación:	-10,0 °C	Temperatura de condensación:	32,0 °C
Presión de evaporación:	65,82 psi	Presión de condensación:	223,5 psi
Recalentamiento útil:	8,0 °C	Subenfriamiento:	2,0 °C
Recalentamiento adicional:	0 °C	Subenfriamiento adicional:	0 °C
Temperatura de descarga:	51,8 °C		
Sistema y línea:	<i>Sistema de expansión seca. Línea de descarga</i>		
Criterios de selección:	<i>Caída de presión: Predeterminado psi. Longitud: 10,00 m</i>		

Figura 20.Tubería Línea de Alta Presión.

Los esquemas de tubería para los cuartos fríos se pueden apreciar en la figura 20, están incluidas las líneas de líquido, succión y descarga.

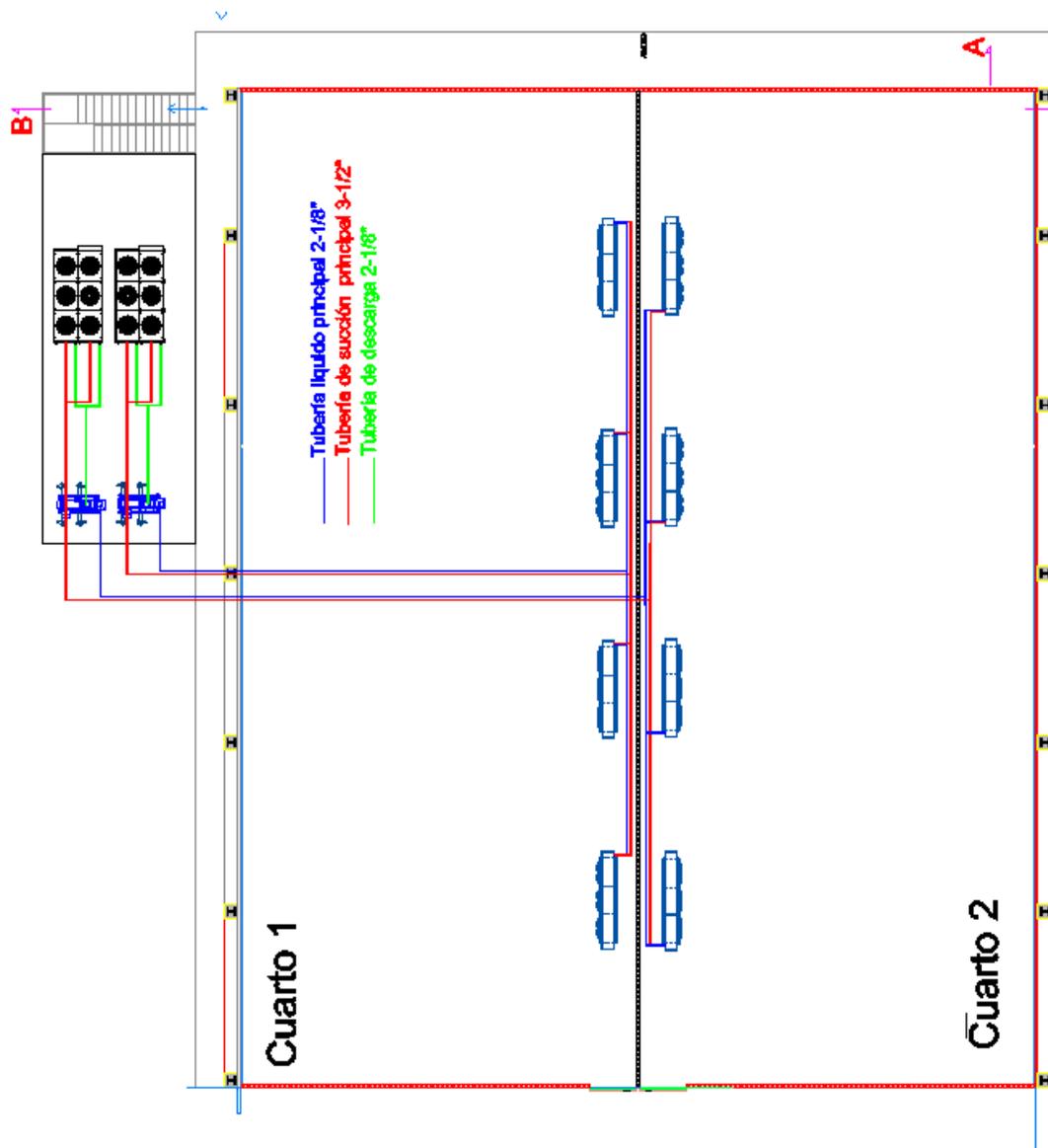


Figura 21. Distribución de Tuberías Refrigerante Líquido, Succión, Descarga.

Existen otros dos tramos de tuberías que permiten el paso de refrigerante en hacia los evaporadores que toman como suministro de las líneas de succión y líquido principales como se observa en la figura 21.

8.5 Selección Elementos de Control

Para cada evaporador la selección de válvulas podemos tomar por secciones del sistema.

- Línea de líquido
- Línea de succión
- Línea de descarga

La selección fue realizada en el software de selección Coolselector 2 de Danfoss, teniendo en cuenta para evaporadores una capacidad de 35.45 kW (121035 Btu/h) y para condensadora, compresor una capacidad de 141.805 kW (484142 Btu/H).

Las condiciones de temperatura siendo temperatura de evaporación -10°C y temperatura ambiente de 32°C .

Entre los elementos de control están contemplados válvulas de corte, válvulas solenoides, filtro secador, visor de líquido.

- Línea de líquido:

Para la línea de líquido se calcularon los elementos en base a la capacidad de los evaporadores teniendo en cuenta que por la tubería principal no es donde se realiza el control de flujo de refrigerante para cada evaporador.

Posición 1. Válvula de cierre: BML 18 NS 19

	Caída de presión	3,03	psi
	Caída de temperatura de saturación	0,4	°C
	Velocidad, entrada	2,14	m/s
	Estado de la válvula	Abierta	
	Conexión	Aceptar	

Posición 2. Filtro deshidratador: DCR 0485-DM NS 16

	Caída de presión	0,52	psi
	Caída de temperatura de saturación	0,1	°C
	Velocidad, entrada	1,73	m/s
	Conexión	No	

Posición 3. Válvula solenoide: EVRH 25 NS 29

	Caída de presión	1,57	psi
	Caída de temperatura de	0,2	°C
	Velocidad, entrada	0,77	m/s
	Estado de la válvula	Parcialmente abierta	
	Conexión	No	

Posición 4. Tuberías: Reductor de cobre DIN-EN 28 x 22

	Número	1	
	Caída de presión	0,02	psi
	Caída de temperatura de saturación	0,0	°C
	Velocidad, entrada	0,77	m/s
	Conexión	No	

Posición 5. Válvula de expansión termostática: TE 12 - 6

	Capacidad nominal	40,05	kW
	Capacidad mínima	10,01	kW
	Carga	89	%
	Caída de presión	200,6	psi
	Caída de temperatura de saturación	41,4	°C
	Velocidad, entrada	1,20	m/s
	Estado de la válvula	Abierta	
	Conexión	No	

Posición 6. Tuberías: Reductor de cobre DIN-EN 28 x 18

	Número	1	
	Caída de presión	1,09	psi
	Caída de temperatura de saturación	0,4	°C
	Velocidad, entrada	8,26	m/s
	Conexión	Aceptar	

Posición 7. Válvula de cierre: BML 18		
	Caída de presión	33,06 psi
	Caída de temperatura de saturación	12,6 °C
	Velocidad, entrada	23,31 m/s
	Estado de la válvula	Abierta
	Conexión	Aceptar

Figura 22. Elementos de Control Flujo Refrigerante Evaporadores.

- Línea de succión:

Para esta línea se harán dos selecciones una para la salida de cada evaporador como se observa en la figura 21, y otro para la llegada a la etapa de compresión en la figura 22.

Primera sección en evaporadores:

Posición 1. Válvula de cierre: GBC 42s NS 41		
	Caída de presión	0,06 psi
	Caída de temperatura de saturación	0,0 °C
	Velocidad, entrada	14,12 m/s
	Estado de la válvula	Abierta
	Conexión	Aceptar

Posición 2. Visor de líquido: SGS 1 5/8 NS 41		
	Caída de presión	0,10 psi
	Caída de temperatura de saturación	0,0 °C
	Velocidad, entrada	13,63 m/s
	Conexión	Aceptar

Figura 23. Elementos de Control Línea de Succión Salida Evaporadores.

La disposición de los elementos seleccionados anteriormente para la interconexión con cada uno de los evaporadores que fueron expuestos en las figuras 21 y 22, se muestran en la figura 23.

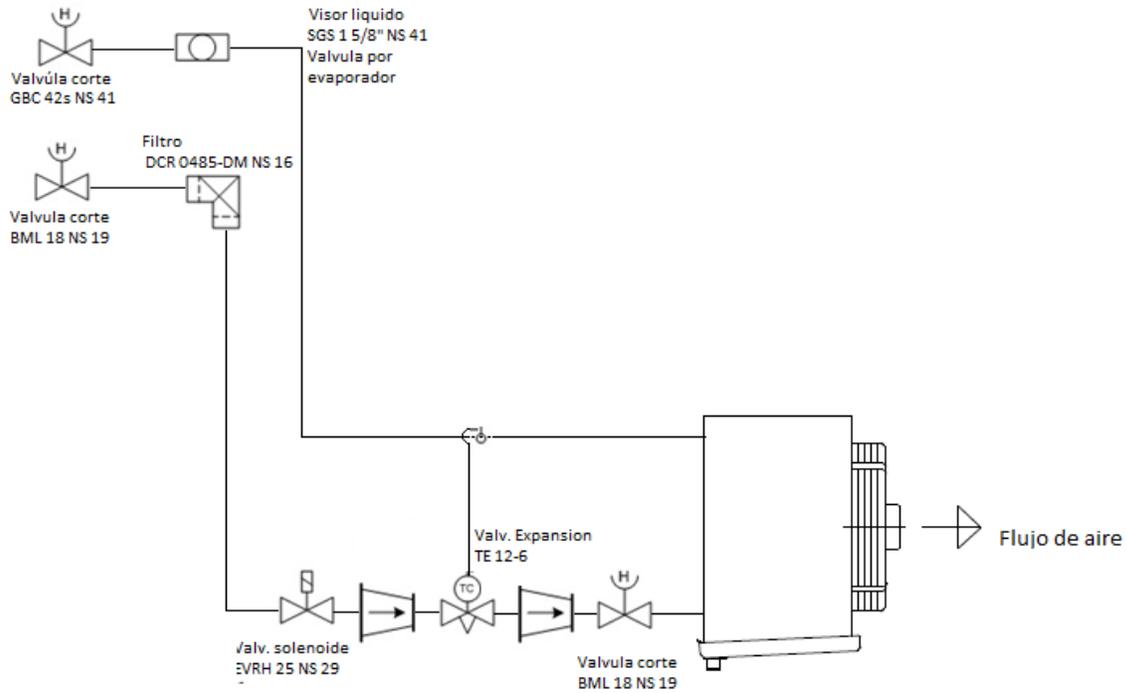


Figura 24. Disposición Elementos Control Evaporadores.

Segunda sección llegada a compresores:

Lo anterior para controlar que no ingresen impurezas a la etapa de compresión que puedan ocasionar un daño mayor.

Posición 1. Válvula de cierre: GBC 79s		
	Caída de presión	0,04 psi
	Caída de temperatura de saturación	0,0 °C
	Velocidad, entrada	12,35 m/s
	Estado de la válvula	Abierta
	Conexión	Aceptar
Posición 2. Filtro: FIA SS 65-500 angle-p		
	Caída de presión	2,18 psi
	Caída de temperatura de saturación	1,0 °C
	Velocidad, entrada	13,61 m/s
	Conexión	No
Código seleccionado para FIA SS 65-500 angle-p:		
Código:	148B6498	

Figura 25. Elementos de Control Línea de Succión Salida hacia Compresor.

- Línea de Descarga:

En este caso se proyectan los elementos de control para la conexión entre la descarga del compresor hacia el condensador, expuestos en la figura 25.

Posición 2. Filtro: FIA 32-500 straight		
	Caída de presión	10,27 psi
	Caída de temperatura de saturación	1,9 °C
	Velocidad, entrada	15,21 m/s
	Conexión	No
Posición 3. Válvula de retención: NRVA 32		
	Caída de presión	10,35 psi
	Caída de temperatura de saturación	2,0 °C
	Velocidad, entrada	16,07 m/s
	Estado de la válvula	Abierta
	Conexión	No
Código seleccionado para NRVA 32:		
Código:	020-2003	
Posición 4. Válvula de cierre: GBC 42s NS 41		
	Caída de presión	0,23 psi
	Caída de temperatura de saturación	0,0 °C
	Velocidad, entrada	16,32 m/s
	Estado de la válvula	Abierta
	Conexión	No

Figura 26. Elementos de Control Línea Descarga.

En la figura 26 Puede observarse la disposición de la válvula de corte y filtro secador en la succión del compresor, cabe resaltar que el compresor Copeland tiene válvulas de corte en succión y descarga para cuando se realice alguna intervención directa sobre el compresor, así como las válvulas de corte para servicio de filtro y chequeo antirretorno que protege al compresor de un retorno de líquido inesperado.

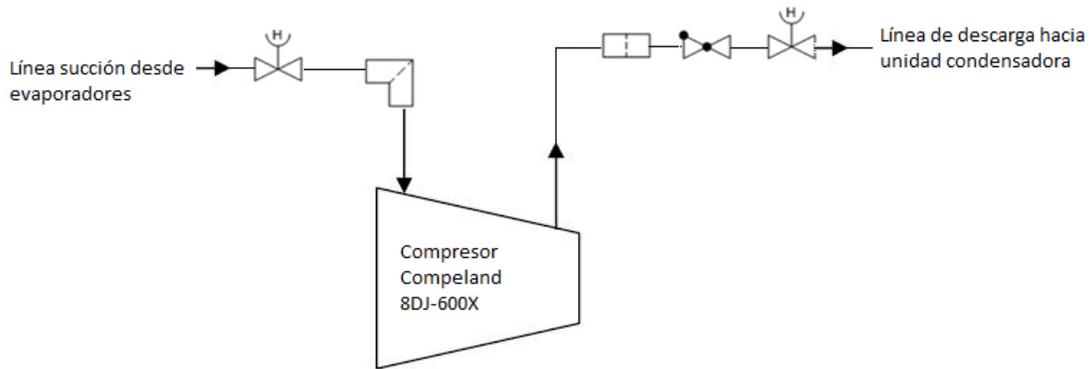


Figura 27. Disposición de la Válvula de Corte y Filtro Secador en la Succión del Compresor.

Siendo el sistema de refrigeración completo por cuarto como se muestra en la figura 27 sin embargo, el recuadro que se encuentra en el esquema hace referencia a que es la misma distribución para los 4 evaporadores seleccionados.

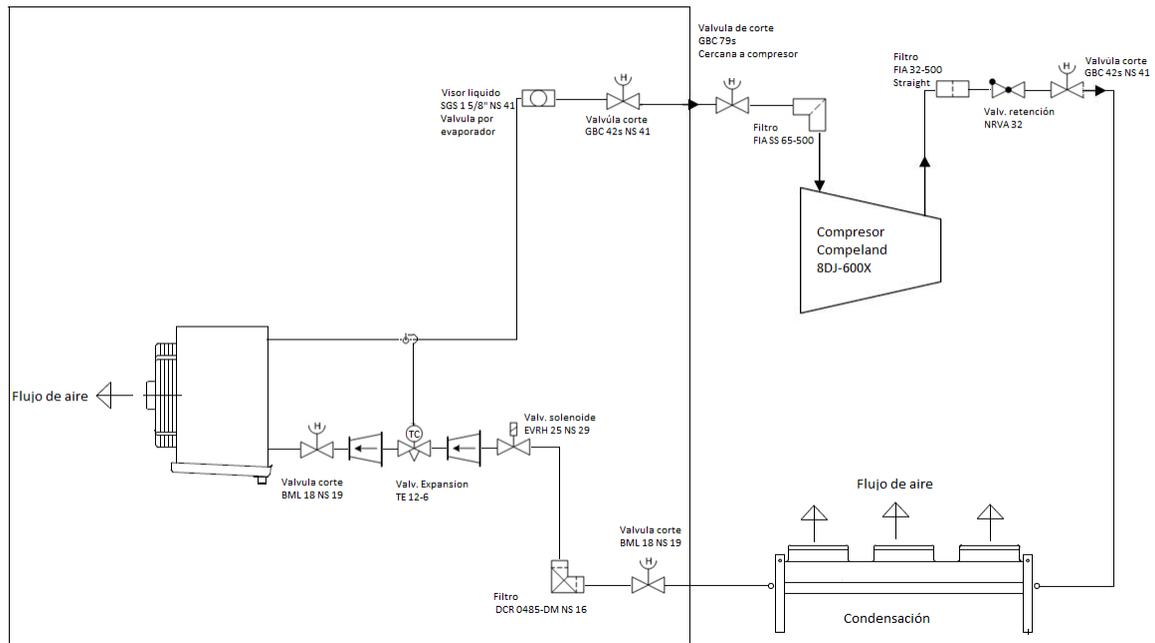


Figura 28 Esquema Completo Sistema Refrigeración.

9. Conclusiones

El resultado del análisis de la logística de proceso productivo es que la compañía cuenta con la capacidad productiva para tener un segundo turno de producción duplicando la cantidad de producto terminado pasando de 166.469 kg a 332.938 kg sumando producto refrigerado y congelado.

Para cada cuarto de capacidad 202.500 kg de producto terminado la carga térmica para obtener producto a -5°C es de 484.142 Btu/h.

El sistema de refrigeración diseñado permite contener la capacidad de 2 días productivos, debido a que un día de producción con los equipos trabajando en óptimas condiciones representa 230.480 kg, contando con la capacidad de almacenamiento del cuarto frío ya existente que cuenta con una capacidad de 60.000 kg, teniendo en cuenta que el producto terminado llamado pollo fresco refrigerado tiene una vida útil de 10 días.

El diseño contempla dos sistemas de refrigeración con una única etapa de compresión, única etapa de condensación, pero para la fase de evaporación se realiza con 4 elementos que permiten el mayor flujo de aire alrededor del total de área de cada cuarto.

Los equipos seleccionados por cuarto son un (1) compresor marca: Copeland modelo: 8DJ-600X, un (1) condensador marca: Güntner modelo: GCHC RD 050.2/23-53-0180718M, cuatro (4) evaporadores marca: Güntner modelo: GACC RX 050.1/3-70. A-1823731M, el juego de válvulas de control es de la marca Danfoss.

Aunque con este diseño y el cuarto existente la planta tiene la capacidad de almacenar todo el producto terminado que se puede producir actualmente 465.000 kg, logrando reducir notablemente el pago de alquiler de contenedores estacionarios para almacenamiento y pagos por

almacenamiento en frigoríficos externos se hace imperativo evaluar la capacidad transporte y almacenamiento de los centros de distribución de la compañía en cada una de las zonas a nivel nacional.

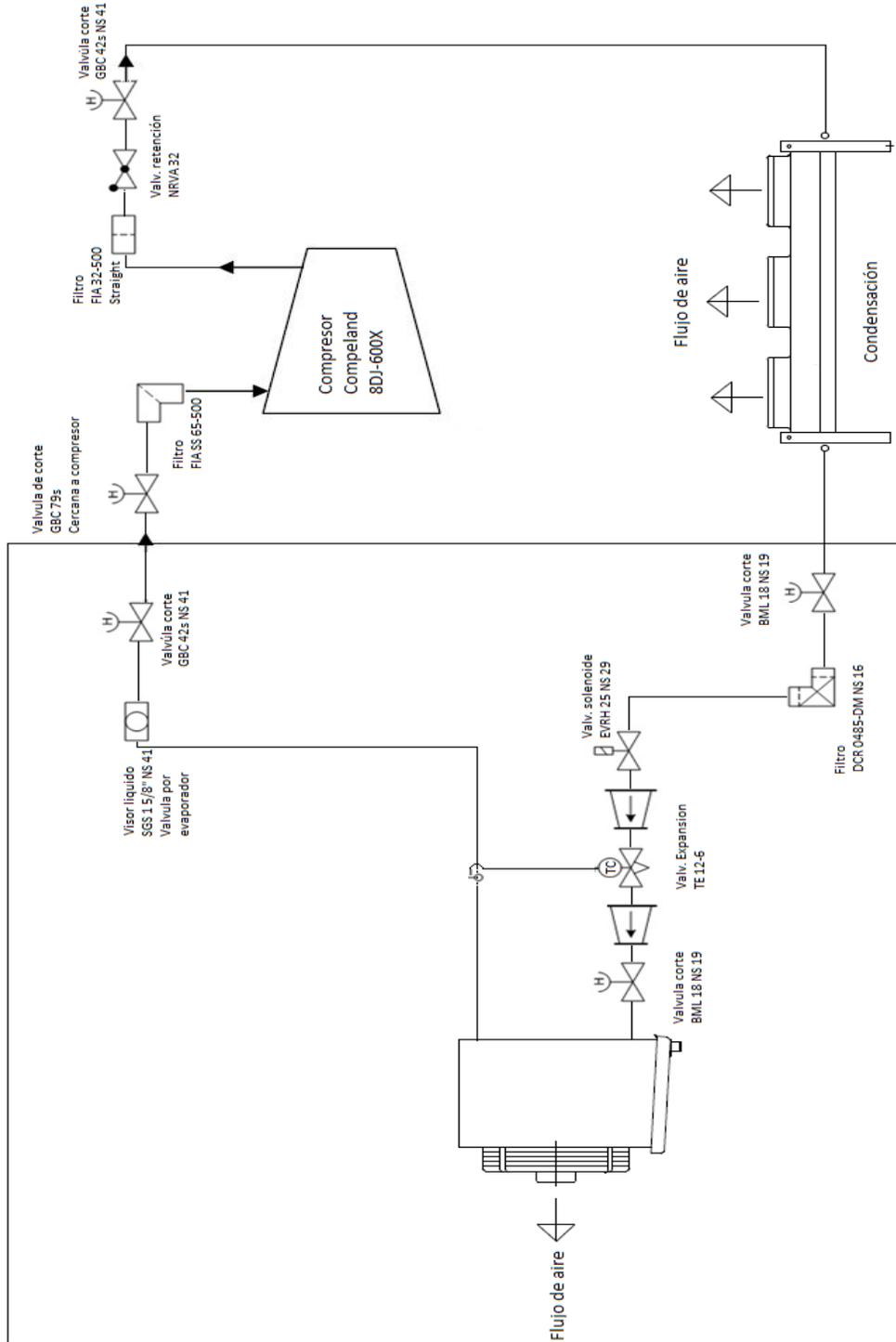
Al ser una compañía en constante crecimiento una proyección futura puede ser la creación de unos muelles de despachos con una precámara al costado exterior de los cuartos nuevos.

Referencias Bibliográficas

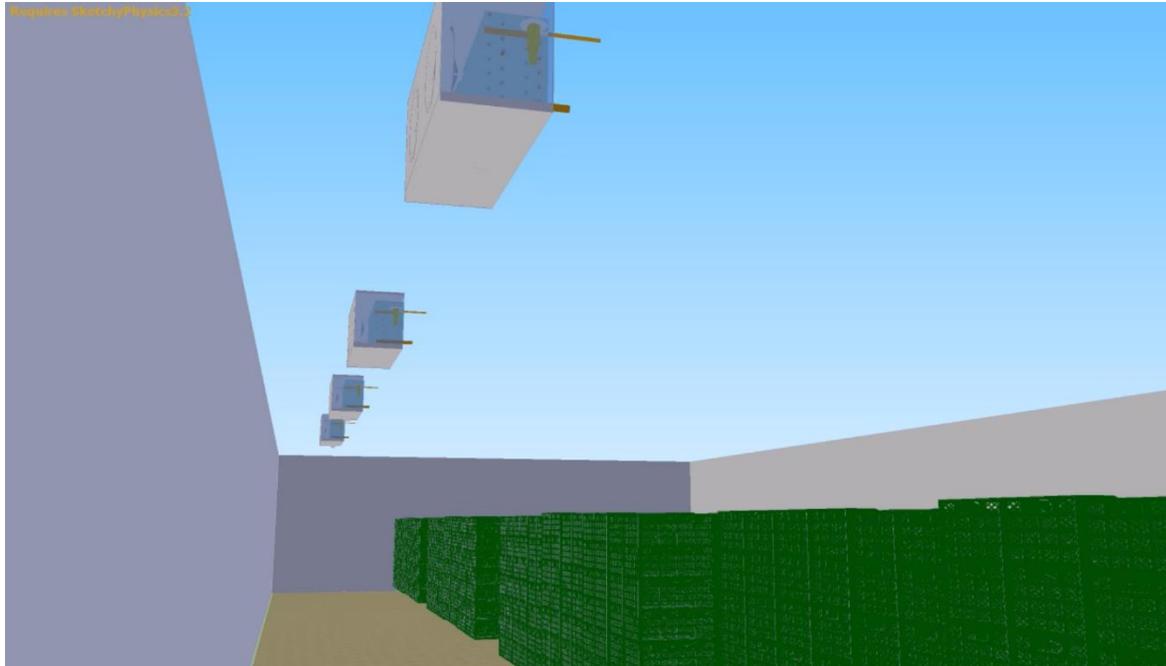
- Alimentacion.enfasis.com. (2012). *¿Enfriamiento con agua o aire?* Obtenido de Obtenido de <http://www.alimentacion.enfasis.com/notas/65173-enfriamiento-agua-o-aire>
- Caloryfrio.com. (2017). *Sistemas de refrigeración aire acondicionado: compresión y absorción.* Obtenido de <https://www.caloryfrio.com/aire-acondicionado/aire-instalaciones-componentes/sistemas-de-refrigeracion-compresion-absorcion.html>
- Conservaciondealimentos.com. (2017). *Conservación de alimentos.* Obtenido de Food Home: <https://conservaciondealimentos.com/aves/pollo/#.W2YIq9Izbiw>
- Es.slideshare.net. (2013). *Manual técnico de refrigeración y aire acondicionado.* Obtenido de <https://es.slideshare.net/kxcanibal/emerson-manual-tecnico2013-69900127>
- García, F. (2018). *Calculo carga térmica pollo.*
- Heatcraft Refrigeration Products. (2006). *Engineering Manual.*
- Instituto nacional tecnologico. (2010). *Manual para el participante, calculo y diseño de cuartos fríos.*
- Invima. (2017). *Mejoras en las condiciones sanitarias de la carne.* Obtenido de <https://www.invima.gov.co/556-carne.html>
- Prtr-es.es. (s.f). *Sistema de Refrigeración Industrial.* Obtenido de <http://www.prtr-es.es/data/images/Resumen%20Ejecutivo%20BREF%20Refrigeraci%C3%B3n%20y%20Vac%C3%ADo-0BBE00E0169AC61A.pdf>
- Puerto Castellanos, E. (2009). *Guía técnica para el diseño de cuartos fríos.*
- Refrigeración Industrial Hespérides. (2015). *Criterios de selección de tuberías de refrigerante.*

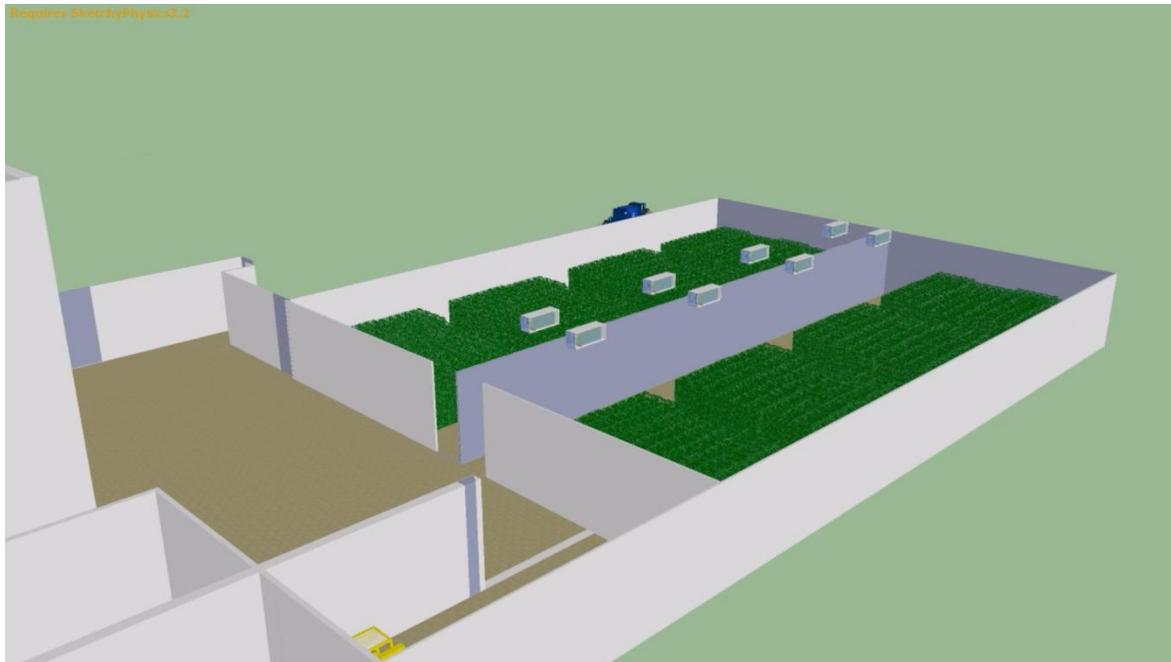
Apéndices

Apéndice A. Esquema Sistema de Refrigeración.



Apéndice B. Proyección 3D Cuartos.





Apéndice C. Compresores Evaluados.

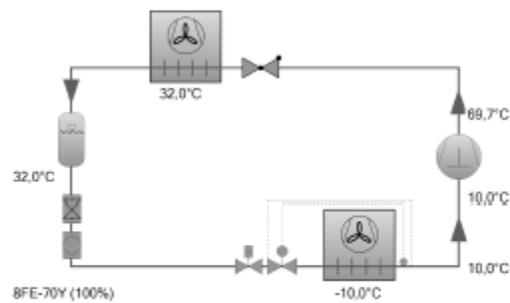
- Opción Bitzer

	
BITZER Software v6.8.7 rev2018	12.08.2018 / Todos los datos son susceptibles de cambio 4 / 7

Selección: Compresores de Pistones Semi-herméticos

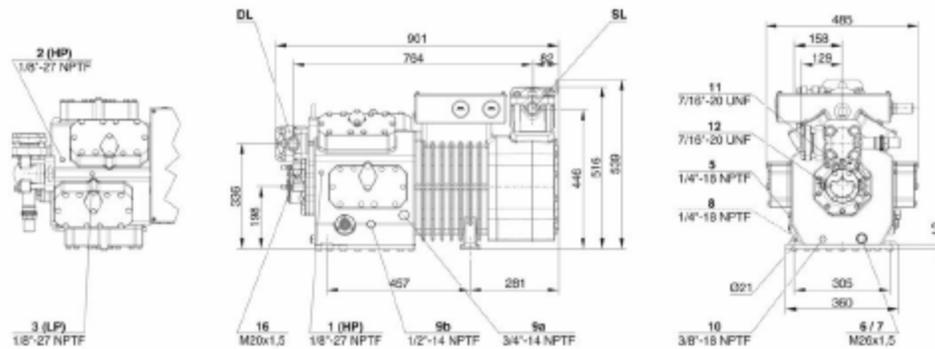
Valores de entrada

Modelo de compresor	8FE-70Y
Modo	Refrigeración y Aire acondicionado
Refrigerante	R507A
Temperatura de referencia	Temp. en el punto de rocío
Temp. de evaporación	-10,00 °C
Temp. de condensación	32,0 °C
Líquido subenfriado (después condensador)	0 K
Temperatura de gas aspirado	10,00 °C
Modo de funcionamiento	Auto
Alimentación eléctrica	480V-3-60Hz
Regulador de capacidad	100%
Recalentamiento útil	100%



Resultado

Compresor	8FE-70Y-40P
Escalones de capacidad	100%
Potencia frigorífica	164,3 kW
Potencia frigorífica *	169,4 kW
Potencia en el evap.	164,3 kW
Potencia absorbida	56,2 kW
Corriente (480V)	91,2 A
Gama de tensiones	440-480V
Capacidad del condensador	221 kW
COP/EER	2,92
COP/EER *	3,01
Caudal másico	4624 kg/h
Modo de funcionamiento	Estándar
Temp. Gas de descarga no enfriado	69,7 °C

Datos técnicos: 8FE-70Y**Dimensiones y conexiones****Datos técnicos****Informaciones técnicas**

Volumen desplazado (1450 rpm a 50 Hz)	221 m ³ /h
Volumen desplazado (1750 rpm a 60Hz)	266,7 m ³ /h
Nº de cilindros x diámetro x carrera	8 x 82 mm x 60 mm
Peso	374 kg
Presión máxima (BP/AP)	19 / 28 bar
Conexión línea aspiración	76 mm - 3 1/8"
Conexión línea descarga	54 mm - 2 1/8"
Tipo de aceite R134a/R407C/R404A/R507A/R407A/R407F	BSE32(Standard) / R134a to >70°C: BSE55 (Option)
Aceite para R22 (R12/R502)	B5.2 (Option)

Informaciones motor

Versión del motor	1
Tensión del motor (otro bajo demanda)	440-480V PW-3-60Hz
Intensidad máxima en funcionamiento	139.0 A
Relación de bobinado	60/40
Intensidad en arranque (rotor bloqueado)	401.0 A D / 590.0 A DD
Potencia máx. absorbida	94,1 kW

Estándar de entrega

Protección motor	SE-B2
Clase de protección	IP54 (Standard)
Antivibradores	Standard
Carga de aceite	5,0 dm ³

Opciones disponibles

Sensor de temperatura del gas comprimido	Option
Regulación de capacidad	100-75-50% (Option)
Regulación de capacidad - en continuo	100-50% (Option)
Calefactor de Cártar	140 W (Option)
Control de presión de aceite	MP54 (Option), Delta-P11 (Option)

Nivel sonoro medido

Potencia sonora (+5°C / 50°C)	87,5 dB(A) @ 50Hz
Potencia sonora (-10°C / 45°C)	89,0 dB(A) @ 50Hz
Presión sonora @ 1m (+5°C / 50°C)	79,5 dB(A) @ 50Hz
Presión sonora @ 1m (-10°C / 45°C)	81,0 dB(A) @ 50Hz

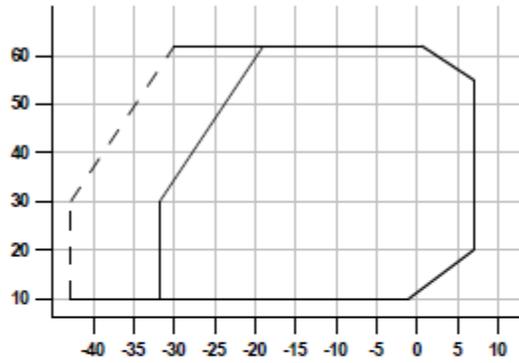
- Opción Copeland



60Hz

8DJ-600X

R404A Punto rocío



Mínima Temperatura Evaporación con
 ——— 20°C T.Gas Aspiración
 - - - 20°C T.Gas Aspiración + Ventilador

T.Gas Aspiración 85,0°F

T.Evaporación °F

Subenfriamiento del Líquido 0,0°F

Cond °F	Capacidad kBTU/h									
	-50	-40	-30	-20	-10	0	10	20	30	40
50		167,00	222,00	289,00	370,00	466,00	580,00	713,00	867,00	
60		154,00	207,00	272,00	348,00	440,00	547,00	672,00	817,00	
70		141,00	192,00	253,00	326,00	412,00	513,00	631,00	767,00	923,00
80		126,50	176,50	235,00	303,00	384,00	479,00	589,00	716,00	862,00
90		112,00	160,00	215,00	280,00	355,00	443,00	546,00	664,00	800,00
100			143,00	195,50	256,00	326,00	408,00	502,00	612,00	738,00
110			125,00	174,50	231,00	298,00	371,00	458,00	558,00	674,00
120			106,50	153,50	206,00	265,00	334,00	413,00	505,00	610,00
130				131,50	179,50	234,00	296,00	367,00	450,00	546,00
140				108,50	152,50	201,00	257,00	321,00	394,00	

DWM Copeland - Compresor - DWM Copeland - Semi H. Discus**DATOS FISICOS Y MECANICOS DEL COMPRESOR**

Número de cilindros	8
Desplazamiento a 60 Hz, m ³ /h	218.4
Diámetro/Carrera, mm	74.7/59.2
Largo/Ancho, mm	835/475
Alto, mm	610
Peso neto, kg	331
Peso bruto, kg	352
Aspiración, pulgadas	3 1/8
Descarga, pulgadas	1 5/8
Cantidad de aceite, l	7.8
Rango de frecuencia, Hz	25 - 60
Base de montaje (diámetro agujero), mm	457 x 305 (18.0)
Alta presión PS, bar(man.)	32.5
baja presión PS, bar (man)	22.5

DATOS ELECTRICOS DEL COMPRESOR (460V - 3~ - 60Hz)

Máxima intensidad de trabajo	108
Intensidad de rotor bloqueado, A	478
Protección por defecto	IP 54 (IEC 34)

ACCESORIOS (INCLUIDO)

Presostato de aceite	Sensor OPS2
Amortiguadores	4
Cárter profundo	Montado

ACCESORIOS OPCIONAL

Enfriamiento adicional	Vent.flujo aire vert. 70W
Control de capacidad	Etapas capacidad 75/50%
Resistencia de cárter	Interna 200W
Clase de protección	IP 56
Presostato de aceite	Interrup. electrónico OPS2
Arranque descargado	Modelos disponibles
Kit de adaptadores	Para montaje en central
Válvula de retención (NRV)	Para realizar un arranque descargado
Control de nivel de aceite	ALCO Trax-Oil OM3
Inverter	Emerson Industrial Automation, Unidrive M400 08 401 340

Apéndice D. Evaporador y Condensador Seleccionados.

-Evaporador

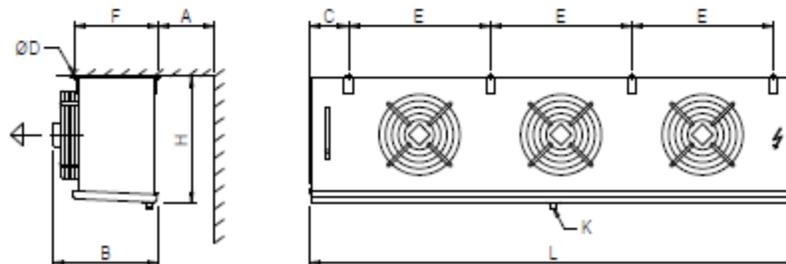


Fecha: 2018-08-12
 Solicitud del:
 Proyecto:
 No. de oferta:
 Posición:
 Responsable:

Evaporador		GACC RX 050.1/3-70.A-1823731M	
Capacidad:	35.5 kW ⁽¹⁾	Refrigerante:	R507A ⁽²⁾
Superficie de reserva:	34.9 %	Temp. de evaporación:	-10.0 °C
Caudal de aire:	19650 m ³ /h	Sobrecalentamiento:	5.0 K
Entrada del aire:	0.0 °C	Temp. de condensación:	35.0 °C
Salida del aire:	-4.3 °C	Temp. de subenfriam.:	30.0 °C
Presión atmosf.:	1013 mbar		
Ventiladores (EC): 3 Unidad(es) 1~230V 50-60Hz			
Datos por motor (datos nominales):		Nivel de presión sonora: 58 dB(A) en 3.0 m ⁽³⁾	
Revoluciones:	1260 min ⁻¹	Nivel de potencia acústica:	80 dB(A)
Capacidad (el.):	0.50 kW	Tiro de aire:	aprox. 23 m ⁽⁴⁾
Corriente:	2.20 A ⁽⁵⁾	Hielo:	0.0 mm
ErP:	Compliant ⁽⁶⁾		
Potencia total absorbida:	1.45 kW	Clase de eficiencia energética:	C (2014)
Caja:	AlMg. Pintada en polvo RAL 9003	Tubos intercambiador:	Cobre ⁽⁷⁾
Superf. de intercambio:	120.9 m ²	Aletas:	Aluminio ⁽⁷⁾
Volumen de tubos:	40.8 l	Pérdida pres. en distrib.:	0.7 bar
Paso de aleta:	7.00 mm	Colector de aspiración:	54.0 * 2.00 mm
Peso vacío:	161 kg ⁽⁸⁾	Entrada:	28.0 mm
Presión de servicio máxima:	32.0 bar	PED classification:	Categoría I, module A ⁽⁹⁾

Dimensiones:

L =	3377 mm
B =	623 mm
H =	755 mm
E =	1000 mm
F =	486 mm
C =	234 mm
A =	550 mm
∅D =	11 mm
K =	G1¼



Descarga según DIN ISO 228-1 con rosca G (junta plana).

Atención: ¡Dibujo y dimensiones pueden variar dependiendo de los accesorios incluidos!

-Condensador



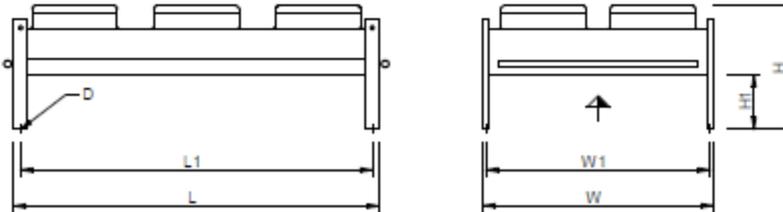
Fecha: 2018-08-12
 Solicitud del:
 Proyecto:
 No. de oferta:
 Posición:
 Responsable:



Condensador	GCHC RD 050.2/23-53-0180718M ⁽¹⁾		
Capacidad:	141.8 kW	Refrigerante:	R507A ⁽²⁾
Caudal de aire:	44278 m ³ /h	Temp. del gas caliente:	74.0 °C
Entrada del aire:	32.0 °C	Temp. de condensación:	45.8 °C
Altura de instalación:	0 m	Salida de condensación:	45.2 °C
		Caudal de gas caliente:	29.07 m ³ /h
Ventiladores (AC): 6 Unidad(es) 3~400V 50HzΔ/(Y)		Nivel de presión sonora:	53 dB(A) ⁽³⁾
Datos por motor (datos nominales):		a una distancia de:	10.0 m
Revoluciones: 1390 min-1 / (1180 min-1)		Nivel de potencia acústica:	84 dB(A)
Capacidad (el.): 0.72 kW		ErP:	Compliant ⁽⁴⁾
Corriente: 1.41 A ⁽⁵⁾			
Potencia total absorbida:	4.18 kW	Clase de eficiencia energética:	E (2014)
Caja: Acero galvanizado, RAL 7035		Tubos intercambiador:	microox / Aluminio ⁽⁶⁾
Superf. de intercambio: 158.0 m ²		Aletas:	Aluminio ⁽⁶⁾
Volumen de tubos: 10.9 l		Conexiones por cada aparato:	Cobre ⁽⁶⁾
Paso de aleta: --		Entrada:	2 x 42.0 * 1.60 mm
Número de pasos: 1		Conexión de salida:	2 x 42.0 * 1.60 mm
Peso vacío: 301 kg ⁽⁷⁾		Distribuciones:	--
Presión de servicio máxima: 32.0 bar		PED classification:	Categoría I, module A ⁽⁸⁾

Dimensiones:

- L = 2700 mm
- W = 1696 mm
- H = 921 mm
- H1 = 475 mm
- L1 = 2600 mm
- W1 = 1656 mm
- D = 13 mm



Atención: ¡Dibujo y dimensiones pueden variar dependiendo de los accesorios incluidos!

Apéndice E. Tuberías y Elementos de Control

Coolselector2



Información del proyecto

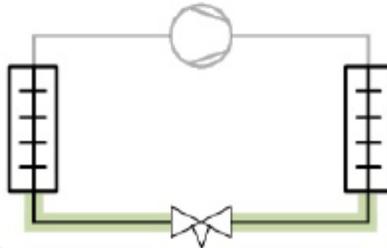
Nombre del proyecto:
 Comentarios:
 Creado por:
 Coolselector2 versión: 2.3.2. Base de datos: 34.34.1.13.3.15
 Imprimido: Domingo, 12 de Agosto de 2018
 Preferencias utilizadas: Todas las aplicaciones

Tuberías: Tuberías 1

Condiciones de funcionamiento

Refrigerante:	R507	Capacidad de refrigeración:	141,8 kW
Caudal másico en la línea:	4257 kg/h	Capacidad de calefacción:	182,8 kW
Temperatura de evaporación:	-10,0 °C	Temperatura de condensación:	32,0 °C
Presión de evaporación:	65,82 psi	Presión de condensación:	223,5 psi
Recalentamiento útil:	8,0 °C	Subenfriamiento:	2,0 °C
Recalentamiento adicional:	0 °C	Subenfriamiento adicional:	0 °C
Temperatura de descarga:	51,8 °C		

Sistema y línea: *Sistema de expansión seca. Línea de líquido*
 Criterios de selección: *Caída de presión: Predeterminado psi. Longitud: 46,00 m*



Selección: Tubería de cobre DIN-EN 54

Tipo	DIN-EN 35	DIN-EN 42	DIN-EN 54	DIN-EN 64	DIN-EN 76
NS	35	42	54	64	76,1
DP [psi]	3,12	1,19	0,38	0,15	0,08
DT_sat [°C]	0,8	0,2	0,1	0,0	0,0
DP [K/m]	0,012	0,005	0,001	0,001	0,000
Velocidad, entrada [m/s]	1,44	0,97	0,59	0,41	0,28
Velocidad, salida [m/s]	1,44	0,97	0,59	0,41	0,28

Coolselector2



Información del proyecto	
Nombre del proyecto:	
Comentarios:	
Creado por:	
Coolselector2 versión:	2.3.2. Base de datos: 34.34.1.13.3.15
Imprimido:	Domingo, 12 de Agosto de 2018
Preferencias utilizadas:	Todas las aplicaciones

Tuberías: Tuberías 1

Condiciones de funcionamiento			
Refrigerante:	R507	Capacidad de refrigeración:	35,45 kW
Caudal másico en la línea:	1064 kg/h	Capacidad de calefacción:	45,71 kW
Temperatura de evaporación:	-10,0 °C	Temperatura de condensación:	32,0 °C
Presión de evaporación:	65,82 psi	Presión de condensación:	223,5 psi
Recalentamiento útil:	8,0 °C	Subenfriamiento:	2,0 °C
Recalentamiento adicional:	0 °C	Subenfriamiento adicional:	0 °C
Temperatura de descarga:	51,8 °C		
Sistema y línea:	<i>Sistema de expansión seca. Línea de líquido</i>		
Criterios de selección:	<i>Caída de presión: Predeterminado psi. Longitud: 3,00 m</i>		

Selección: Tubería de cobre DIN-EN 16

Tipo	DIN-EN 12	DIN-EN 15	DIN-EN 16	DIN-EN 18	DIN-EN 22
NS	12	15	16	18	22
DP [psi]	4,71	1,29	0,90	0,47	0,18
DT _{sat} [°C]	0,9	0,2	0,2	0,1	0,0
DP [K/m]	0,283	0,077	0,054	0,028	0,009
Velocidad, entrada [m/s]	3,65	2,15	1,80	1,44	0,92
Velocidad, salida [m/s]	3,65	2,15	1,80	1,44	0,92

Coolselector2



Información del proyecto	
Nombre del proyecto:	
Comentarios:	
Creado por:	
Coolselector2 versión:	2.3.2. Base de datos: 34.34.1.13.3.15
Imprimido:	Domingo, 12 de Agosto de 2018
Preferencias utilizadas:	Todas las aplicaciones

Tuberías: Tuberías 1

Condiciones de funcionamiento			
Refrigerante:	R507	Capacidad de refrigeración:	141,8 kW
Caudal másico en la línea:	4257 kg/h	Capacidad de calefacción:	182,8 kW
Temperatura de evaporación:	-10,0 °C	Temperatura de condensación:	32,0 °C
Presión de evaporación:	65,82 psi	Presión de condensación:	223,5 psi
Recalentamiento útil:	8,0 °C	Subenfriamiento:	2,0 °C
Recalentamiento adicional:	0 °C	Subenfriamiento adicional:	0 °C
Temperatura de descarga:	51,8 °C		
Sistema y línea:	<i>Sistema de expansión seca. Línea de descarga</i>		
Criterios de selección:	<i>Caída de presión: Predeterminado psi. Longitud: 10,00 m</i>		

Selección: Tubería de cobre DIN-EN 54

Tipo	DIN-EN 35	DIN-EN 42	DIN-EN 54	DIN-EN 64	DIN-EN 76
NG	35	42	54	64	76,1
DP [psi]	7,87	2,87	0,83	0,33	0,14
DT _{sat} [°C]	1,4	0,5	0,1	0,1	0,0
DP [K/m]	0,143	0,052	0,015	0,006	0,002
Velocidad, entrada [m/s]	20,53	13,82	8,41	5,84	4,04
Velocidad, salida [m/s]	21,41	14,03	8,45	5,85	4,05

Coolselector2



Información del proyecto	
Nombre del proyecto:	
Comentarios:	
Creado por:	
Coolselector2 versión:	2.3.2. Base de datos: 34.34.1.13.3.15
Imprimido:	Domingo, 12 de Agosto de 2018
Preferencias utilizadas:	Todas las aplicaciones

Tuberías: Tuberías 1

Condiciones de funcionamiento			
Refrigerante:	R507	Capacidad de refrigeración:	141,8 kW
Caudal másico en la línea:	4257 kg/h	Capacidad de calefacción:	182,8 kW
Temperatura de evaporación:	-10,0 °C	Temperatura de condensación:	32,0 °C
Presión de evaporación:	65,82 psi	Presión de condensación:	223,5 psi
Recalentamiento útil:	8,0 °C	Subenfriamiento:	2,0 °C
Recalentamiento adicional:	0 °C	Subenfriamiento adicional:	0 °C
Temperatura de descarga:	51,8 °C		
Sistema y línea:	<i>Sistema de expansión seca. Línea de aspiración</i>		
Criterios de selección:	<i>Caída de presión: Predeterminado psi. Longitud: 46,00 m</i>		

Selección: Tubería de cobre DIN-EN 89

Tipo	DIN-EN 64	DIN-EN 76	DIN-EN 89	DIN-EN 108
NG	64	76,1	88,9	108
DP [psi]	4,99	1,96	0,87	0,34
DT_sat [°C]	2,3	0,9	0,4	0,1
DP [K/m]	0,050	0,019	0,008	0,003
Velocidad, entrada [m/s]	18,68	12,93	9,33	6,34
Velocidad, salida [m/s]	20,33	13,36	9,46	6,37

Coolselector2



Información del proyecto	
Nombre del proyecto:	
Comentarios:	
Creado por:	
Coolselector2 versión:	2.3.2. Base de datos: 34.34.1.13.3.15
Imprimido:	Lunes, 13 de Agosto de 2018
Preferencias utilizadas:	Todas las aplicaciones

Línea 2

Condiciones de funcionamiento			
Refrigerante:	R507	Capacidad de refrigeración:	36,45 kW
Caudal másico en la línea:	1291 kg/h	Capacidad de calefacción:	51,00 kW
Temperatura de evaporación:	-10,0 °C	Temperatura de condensación:	46,0 °C
Presión de evaporación:	66,82 psi	Presión de condensación:	306,7 psi
Recalentamiento útil:	8,0 °C	Subenfriamiento:	2,0 °C
Recalentamiento adicional:	0 °C	Subenfriamiento adicional:	0 °C
Temperatura de descarga:	66,9 °C		
Sistema f línea:	Soca - Línea de líquido		

Total de la línea	
Caída de presión	239,8 psi
Caída de temperatura de saturación	66,0 °C

Posición 1. Válvula de cierre: BML 18 NS 19		
	Caída de presión	3,03 psi
	Caída de temperatura de saturación	0,4 °C
	Velocidad, entrada	2,14 m/s
	Estado de la válvula	Abierta
	Conexión	Aceptar

Posición 2. Filtro deshidratador: DCR 0485-DM NS 16		
	Caída de presión	0,62 psi
	Caída de temperatura de saturación	0,1 °C
	Velocidad, entrada	1,73 m/s
	Conexión	No

Coolselector2



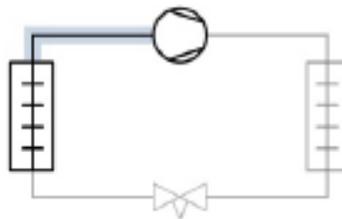
Posición 3. Válvula solenoide: EVRH 25 NS 29		
	Caída de presión	1,67 psi
	Caída de temperatura de	0,2 °C
	Velocidad, entrada	0,77 m/s
	Estado de la válvula	Parcialmente abierta
	Conexión	No
Posición 4. Tuberías: Reductor de cobre DIN-EN 28 x 22		
	Número	1
	Caída de presión	0,02 psi
	Caída de temperatura de saturación	0,0 °C
	Velocidad, entrada	0,77 m/s
	Conexión	No
Posición 5. Válvula de expansión termostática: TE 12 - 6		
	Capacidad nominal	40,06 kW
	Capacidad mínima	10,01 kW
	Carga	89 %
	Caída de presión	200,6 psi
	Caída de temperatura de saturación	41,4 °C
	Velocidad, entrada	1,20 m/s
	Estado de la válvula	Abierta
	Conexión	No
Posición 6. Tuberías: Reductor de cobre DIN-EN 28 x 18		
	Número	1
	Caída de presión	1,09 psi
	Caída de temperatura de saturación	0,4 °C
	Velocidad, entrada	8,26 m/s
	Conexión	Aceptar
Posición 7. Válvula de cierre: BML 18		
	Caída de presión	33,06 psi
	Caída de temperatura de saturación	12,6 °C
	Velocidad, entrada	23,31 m/s
	Estado de la válvula	Abierta
	Conexión	Aceptar

Coolselector2



Información del proyecto	
Nombre del proyecto:	
Comentarios:	
Creado por:	
Coolselector2 versión:	2.3.2. Base de datos: 34.34.1.13.3.15
Imprimido:	Lunes, 13 de Agosto de 2018
Preferencias utilizadas:	Todas las aplicaciones

Línea 4			
Condiciones de funcionamiento			
Refrigerante:	R507	Capacidad de refrigeración:	141,8 kW
Caudal másico en la línea:	4267 kg/h	Capacidad de calefacción:	182,8 kW
Temperatura de evaporación:	-10,0 °C	Temperatura de condensación:	32,0 °C
Presión de evaporación:	66,82 psi	Presión de condensación:	223,6 psi
Recalentamiento útil:	8,0 °C	Subenfriamiento:	2,0 °C
Recalentamiento adicional:	0 °C	Subenfriamiento adicional:	0 °C
Temperatura de descarga:	61,8 °C		
Sistema y línea:	Seca - Línea de aspiración		



Total de la línea	
Caída de presión	2,23 psi
Caída de temperatura de saturación	1,0 °C

Posición 1. Válvula de cierre: GBC 79s		
	Caída de presión	0,04 psi
	Caída de temperatura de saturación	0,0 °C
	Velocidad, entrada	12,36 m/s
	Estado de la válvula	Abierta
	Conexión	Aceptar

Coolselector2



Posición 2. Filtro: FIA SS 65-500 angle-p		
	Caída de presión	2,18 psi
	Caída de temperatura de saturación	1,0 °C
	Velocidad, entrada	13,61 m/s
	Conexión	No
Código seleccionado para FIA SS 65-500 angle-p:		
Código:	14896498	

Coolselector2



Información del proyecto	
Nombre del proyecto:	
Comentarios:	
Creado por:	
Coolselector2 versión:	2.3.2. Base de datos: 34.34.1.13.3.15
Imprimido:	Lunes, 13 de Agosto de 2018
Preferencias utilizadas:	Todas las aplicaciones

Línea 6

Condiciones de funcionamiento			
Refrigerante:	R507	Capacidad de refrigeración:	141,8 kW
Caudal másico en la línea:	4257 kg/h	Capacidad de calefacción:	182,8 kW
Temperatura de evaporación:	-10,0 °C	Temperatura de condensación:	32,0 °C
Presión de evaporación:	65,82 psi	Presión de condensación:	223,5 psi
Recalentamiento útil:	8,0 °C	Subenfriamiento:	2,0 °C
Recalentamiento adicional:	0 °C	Subenfriamiento adicional:	0 °C
Temperatura de descarga:	51,8 °C		
Sistema y línea: <i>Seca - Línea de descarga</i>			

Total de la línea	
Caída de presión	21,06 psi
Caída de temperatura de saturación	3,9 °C

Posición 1. Válvula de cierre: GBC 42s NS 41		
	Caída de presión	0,20 psi
	Caída de temperatura de saturación	0,0 °C
	Velocidad, entrada	14,56 m/s
	Estado de la válvula	Abierta
	Conexión	Aceptar
Código seleccionado para GBC 42s NS 41:		
Código:	009G7003	

Coolselector2



Posición 2. Filtro: FIA 32-500 straight		
	Caída de presión	10,27 psi
	Caída de temperatura de saturación	1,9 °C
	Velocidad, entrada	15,21 m/s
	Conexión	No

Posición 3. Válvula de retención: NRVA 32		
	Caída de presión	10,36 psi
	Caída de temperatura de saturación	2,0 °C
	Velocidad, entrada	16,07 m/s
	Estado de la válvula	Abierta
	Conexión	No
Código seleccionado para NRVA 32:		
Código:	020-2003	

Posición 4. Válvula de cierre: GBC 42s NS 41		
	Caída de presión	0,23 psi
	Caída de temperatura de saturación	0,0 °C
	Velocidad, entrada	16,32 m/s
	Estado de la válvula	Abierta
	Conexión	No

Coolselector2



Información del proyecto	
Nombre del proyecto:	
Comentarios:	
Creado por:	
Coolselector2 versión:	2.3.2 Base de datos: 34.34.1.13.3.15
Imprimido:	Lunes, 13 de Agosto de 2018
Preferencias utilizadas:	Todas las aplicaciones

Línea 3

Condiciones de funcionamiento			
Refrigerante:	R507	Capacidad de refrigeración:	36,45 kW
Caudal másico en la línea:	1291 kg/h	Capacidad de calefacción:	61,00 kW
Temperatura de evaporación:	-10,0 °C	Temperatura de condensación:	46,0 °C
Presión de evaporación:	66,82 psi	Presión de condensación:	306,7 psi
Recalentamiento útil:	8,0 °C	Subenfriamiento:	2,0 °C
Recalentamiento adicional:	0 °C	Subenfriamiento adicional:	0 °C
Temperatura de descarga:	66,9 °C		
Sistema y línea:	<i>Seca - Línea de aspiración</i>		

Total de la línea	
Caída de presión	0,16 psi
Caída de temperatura de saturación	0,1 °C

Posición 1. Válvula de cierre: GBC 42s NS 41	
	Caída de presión 0,06 psi
	Caída de temperatura de saturación 0,0 °C
	Velocidad, entrada 14,12 m/s
	Estado de la válvula Abierta
	Conexión Aceptar

Posición 2. Visor de líquido: SGS 1 5/8 NS 41	
	Caída de presión 0,10 psi
	Caída de temperatura de saturación 0,0 °C
	Velocidad, entrada 13,63 m/s
	Conexión Aceptar