



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA  
ELÉCTRICA**

Diseño del sistema de refrigeración para mejorar la capacidad de  
almacenamiento del arándano en cámaras de conservación Gourmet  
Perú

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Mecánico Electricista

**AUTORES:**

Arispe Mendieta, Bryam Martin (ORCID: 0000-0002-0511-8441)

Muñoz Villegas, Luis Miguel (ORCID: 0000-0003-0489-6484)

**ASESOR:**

Dr. Carranza Montenegro, Daniel (ORCID: 000-0001-6743-6915)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Modelamiento y simulación de sistemas electromecánicos

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

**TRUJILLO – PERÚ  
2022**

## **DEDICATORIA**

En primer lugar, este proyecto se lo dedico a Dios padre celestial porque nunca me abandonará; a mi hermosa esposa Zorely que está y ha estado incondicionalmente siempre conmigo a lo largo de todo mi desarrollo personal y profesional.

De manera especial se lo dedico a mis preciosos hijos Dhareily, Bryana y Adrenn, para que fijen sus metas y Dios permita que sean mejores personas y profesionales que yo.

***BRYAM***

Este Trabajo se lo quiero dedicar, en primer lugar, a Dios por brindarme la fortaleza y la motivación en cada momento, porque gracias a él, logramos realizar nuestros anhelos que nos conducirán al éxito

A nuestros padres, esposa e hijas, que son nuestro pilar fundamental en nuestras vidas, por ser nuestra motivación y apoyo incondicional en los momentos más difíciles.

***MIGUEL***

## **AGRADECIMIENTO**

Doy gracias a Dios por brindarme la vida y la oportunidad de poder desarrollar este proyecto de investigación científica junto a mi colega con sabiduría y destreza. Incluyo al agradecimiento a mi mamá Sonia, a mi mamá Margarita, a mi mamá Amparo y a mi papá David, porque gracias a la crianza aplicada en mí, junto al apoyo que siempre me brindan, pude concluir un paso más en mi carrera profesional.

De igual manera agradezco a toda la plana docente que han sido pieza clave para la aplicación de todo lo aprendido, en este proyecto.

**BRYAM**

Muñoz; Agradezco inmensamente a mi esposa Macarena Cruz por ser guía clave en la construcción de mi tesis, a mis padres y Hermanos por reforzar mis conocimientos en base a sus experiencias como profesionales. Finalmente, al estar en la etapa final de mi carrera, agradezco también a los profesores que han sido claves en el proceso de mi formación de Ingeniería, aquellos que con gran admiración nunca olvidare.

**MIGUEL**

# ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO .....	iii
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	iv
ÍNDICE DE TABLAS.....	vi
ÍNDICE DE FIGURAS .....	vii
RESUMEN .....	viii
ABSTRACT.....	ix
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	4
III. METODOLOGÍA.....	11
3.1. Tipo y diseño de Investigación.....	11
3.1.1. Tipo de investigación.....	11
3.1.2. Diseño de investigación.....	11
3.2. Variables y operacionalización. ....	11
3.2.1. Variable independiente:.....	11
3.2.2. Variable dependiente:.....	11
3.2.3. Operacionalización de variables.....	15
3.3. Población, Muestra y muestreo.....	16
3.3.1 Población. ....	16
3.3.2 Muestra .....	16
3.3.3 Muestreo .....	16
3.4. Técnica e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.....	16
IV. RESULTADOS.....	19
4.1. Ubicación geográfica del Proyecto.....	19
4.2. Normativa aplicable para el diseño del proyecto. ....	20
4.3. Cálculo del dimensionamiento de la cámara de conservación y panel termoaislante..	20
4.3.1 Aislamiento Frigorífico. ....	21
4.4 Cálculo de la carga Térmica. ....	22
4.4.1 Especificaciones técnicas de cámara de conservación.....	23
4.4.2. Transmisión de calor por Conducción.....	24
4.4.3. Carga térmica por Renovaciones de Aire. ....	26

4.4.4. Carga térmica por producto.....	28
4.4.5. Carga térmica diversas .....	30
4.4.6. Sumatoria de cargas térmicas.....	32
4.5. Comparación de resultados teóricos con los obtenidos en coolselector de Danfoss.....	34
4.6 Cálculo de flujo másico del sistema y selección del refrigerante .....	37
4.6.1 Explicación del Diagrama de Mollier correspondiente al refrigerante R507a .....	50
4.7 Selección de equipamiento electromecánico .....	53
4.7.1 Selección de Unidad Condensadora. ....	53
4.7.2 Selección de Evaporadores. ....	54
4.7.3. Cálculo de válvula de expansión termostática.....	55
4.8.1 Cuadro de costos VAN y TIR.....	57
4.8.2. Cuadro de costo estimado de sistema de refrigeración.....	58
V. DISCUSIÓN.....	60
VI. CONCLUSIONES.....	64
VII. RECOMENDACIONES. ....	65
REFERENCIAS .....	66
ANEXOS.....	60

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla n° 1 Operacionalización de variables.....	15
Tabla n°2. Propiedades térmicas según espesor de plancha.....	22
Tabla n°3 - Coeficiente global de transmisión de calor ASHRAE.....	25
Tabla n°4. – Renovaciones de aire – ASHRAE.....	27
Tabla n°5. – Entalpia y humedad relativa.....	28
Tabla n°6 – Calores específicos frutas – Norma ASHRAE.....	30
Tabla n°7 – Calor desprendido por Personas – ASHRAE.....	32
Tabla. n°8– Comparación del cálculo de carga térmica: teórico vs software....	37
Tabla n°9 –Comparación de cálculo de flujo másico: teórico vs software.....	45
Tabla n°10 –Cuadro de costos VAN y TIR.....	46
Tabla n°11 –Cuadro de costos de sistema de refrigeración.....	47

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura n°1 – Fundo, Planta empaadora Gourmet Perú .....	19
Figura n°2. Dimensionamiento de cámara de conservación .....	24
Figura n°3. - Flujo de calor atraves de paredes piso y techo.....	24
Figura n°4. – Pantalla de inicio de software coolselector2.....	34
Figura n°5. – Introducción de datos en software coolselector2.....	35
Figura n°6. – Selección de equipamiento y refrigerante en software .....	38
Figura n°7. – Resultados de cálculo de carga térmica según software.....	38
Figura n°8– Diagrama de Flujo del ciclo básico del sistema de refrigeración ...	39
Figura n°9 – Diagrama Básico de Presión – entalpia.....	39
Figura n°10 – Diagrama de Mollier estructura de Presión – entalpia R404a.....	41
Figura n°11 - Software Genetron, parámetros de funcionamiento.....	44
Figura n°12 - Software Genetron, cuadro de cálculos.....	44
Figura n° 13 - Software Genetron, cuadro de resultados.....	45

## RESUMEN

Con el pasar de los años ha sido una preocupación del hombre conservar sus alimentos en buen estado y el máximo tiempo permisible hasta su consumidor final, es allí donde toma acción la refrigeración industrial. Bajo esta premisa, el presente trabajo de investigación surge tras la necesidad de una mayor capacidad de almacenamiento de 80 toneladas/día de arándanos en cámaras frigoríficas de conservación a una temperatura de 0°C en la planta agroindustrial de la empresa Gourmet, debido a alta demanda de consumo Humano lo que promueve a la exportación del Arándano hacia el país de Estados Unidos, Para ello se propuso diseñar e implementar una cámara de conservación de productos frescos 0°C con su respectiva antecámara y despacho 5°C, considerando la capacidad de almacenamiento 80 ton/día según necesidad de la empresa. Se realizaron los cálculos de carga térmica, tomando en consideración la cantidad y temperatura de ingreso diario del producto a refrigerar, temperaturas de diseño tanto interior como exterior de los ambientes climatizados, propiedades del producto a congelar, Humedad relativa del recinto, temperatura ambiente, coeficiente de conductividad térmica de los paneles termoaislantes poliestireno, entre otros parámetros para el diseño de dichas cámaras. Luego de realizar los cálculos respectivos de carga térmica se comprobó mediante el software coolselector2 de Danfoss para la verificación más exacta de cálculos térmicos, con la capacidad en kW se realizó la selección de unidades condensadoras, evaporadores cúbicos, válvulas de expansión termostática entre otros accesorios para el correcto funcionamiento del sistema de refrigeración tipo expansión directa.

Palabras claves: Sistemas de refrigeración, cálculo de carga térmica, Selección de equipos.

## ABSTRACT

Over the years it has been a concern of man to preserve their food in good condition and the maximum allowable time until its final consumer, that is where industrial refrigeration takes action. Under this premise, the present research work arises after the need for a greater storage capacity of fresh fruits (berries) in conservation and frozen storage chambers of the Gourmet company. To this end, it was proposed to design and implement a storage chamber for fresh products at 0°C, a storage chamber for frozen products at -18°C with their respective antechamber and dispatch at 5°C, considering the storage capacity of 40 tons/day depending on the client.

Thermal load calculations were made, taking into consideration the quantity and daily entry temperature of the product to be refrigerated, design temperatures both inside and outside of the air-conditioned environments, properties of the product to be frozen, relative humidity of the enclosure, ambient temperature, coefficient of thermal conductivity of the polystyrene thermo-insulating panels, among other parameters for the design of said chambers.

After performing the respective calculations of thermal load, it was verified using the Danfoss coolselector2 software for the most exact verification of thermal calculations, with the capacity in kW, the selection of condensing units, cubic evaporators, thermostatic expansion valves among other accessories was made. correct operation of the cooling system.

Keywords: Refrigeration systems, thermal load calculation, Equipment selection.

# I. INTRODUCCIÓN

A mediados del siglo XX fue posible la instalación de sistemas de refrigeración doméstica en residencias, los cuales contaban con sustancias refrigerantes tóxicas, corrosivas y contaminantes. Para finales del siglo se trabajó sobre las variaciones en las cargas térmicas y en cómo mejorar la eficiencia de los sistemas de refrigeración sin contaminar.

Actualmente, el avance tecnológico de los sistemas de refrigeración comercial e industrial se ha extendido de manera impresionante; tal es así que su campo de estudio y aplicación es ahora muy amplio, esto demuestra que, para poder abordar un estudio sobre dicho tema, es importante realizar una investigación adecuada y exhaustiva, que permita al lector un mejor entendimiento.

El desarrollo de la refrigeración revolucionó el procesamiento y distribución de los alimentos modificando los hábitos de consumo de la humanidad. La implementación de la cadena de frío permitió la captura, proceso, refrigeración, congelación, almacenamiento y distribución de los más variados productos de alimentos, pudiendo disponer de ellos con los más altos estándares de frescura y calidad en cualquier parte del mundo y en cualquier época del año.

Hoy en día, si hablamos industrialmente, la refrigeración para el proceso y almacenamiento de los alimentos se obtiene principalmente con el uso del refrigerante FREON el cual es un refrigerante natural, 100% ecológico, seguro, eficiente y no contaminante.

Cabe recalcar, que Perú se encuentra en un desarrollo industrial agrícola con tendencias favorables, en las cuales es indispensable disponer de algún método de refrigeración para el procesamiento, empaque, almacenamiento y transporte de sus productos hacia su destino final.

El presente trabajo de investigación surgió de acuerdo a la alta demanda de abastecimiento para la exportación del arándano hacia el país de Estados Unidos, el cual obliga a la empresa a ampliar la capacidad de almacenamiento de arándano a 80600 kg para producto terminado en la planta agroindustrial de la empresa GOURMET PERÚ para la conservación a 0°C, incluyendo ambientes

climatizados como una antecámara y despacho para la manipulación del producto final y poder enviar dichos productos hasta su destino EE.UU.

El objetivo del trabajo de investigación consistió en realizar el diseño del sistema de refrigeración de una cámara frigorífica para mejorar la capacidad de almacenamiento del arándano a una temperatura requerida de 0°C y una capacidad de 80.6 ton en la empresa Gourmet Perú, se propuso diseñar una cámara de conservación de Producto terminado 0°C

Para ello se consideró ciertos parámetros para el diseño y cálculo de carga térmica, como temperatura de ingreso del producto, temperatura interior de cámara, capacidad en ton/día, tipo de producto a almacenar, cantidad de personas a operar, temperatura ambiente, evaporación y condensación entre otros parámetros necesarios para el diseño del sistema de refrigeración y la correcta selección de equipos electromecánicos y accesorios de funcionamiento, luego se verifico dicho cálculo de carga térmica con el software Coolselector2 de Danfoss.

Por lo expuesto, se realizó la formulación del *problema de la investigación*, ¿De qué manera se puede mejorar la capacidad de Almacenamiento del arándano para la conservación de 80 toneladas día en la empresa Gourmet Perú – Pacanguilla?

Considerando que este problema ha permitido realizar un estudio, también se ha visto por necesario, efectuar las justificaciones correspondientes de la investigación, Así se ajusta técnicamente, porqué se conseguirá abastecer la capacidad requerida por la empresa de 80ton/día a la temperatura deseada en cámaras de conservación y congelamiento para la exportación del arándano en las mejores condiciones de calidad.

Se *justifica económicamente*, porque al incrementar la capacidad de almacenamiento del arándano, se generará un incremento en los ingresos económicos en la empresa debido al aumento de la producción, con la introducción de estos nuevos recintos es posible reducir los precios de operación y mantenimiento, incluyendo las pérdidas de producto debido a una capacidad enfriamiento insuficiente. De esta manera, se puede mejorar la productividad de

su organización en términos de producción mensual y ahorro de recursos. Se *justifica laboralmente* porque al implementar nuevas áreas con gran capacidad de almacenaje se requiere mayor personal para los nuevos procesos de selección para cumplir estándares de calidad y operatividad lo que incrementa nuevos puestos laborales. Se *justifica tecnológicamente*, porque permitirá instalar nueva tecnología adecuada de los componentes de refrigeración mediante expansión directa, la cual contará con mayor capacidad y control del sistema, permitiendo gestionar efectivamente los procesos de enfriamiento en las cámaras frigoríficas de conservación y congelamiento. A continuación, en función a todo lo mencionado, se plantea la siguiente hipótesis: Mediante el cálculo para el diseño del sistema de refrigeración de una cámara de conservación se logrará almacenar 80.6 ton de arándano a la temperatura requerida para lograr la cadena de frío durante su exportación.

Por lo mencionado, se consideró como el objetivo general diseñar el sistema de refrigeración para mejorar la capacidad de almacenamiento del arándano en cámara de conservación en la empresa gourmet Perú.

Por lo consiguiente, se tuvieron en cuenta los siguientes objetivos específicos: Determinar la ubicación geográfica del proyecto; identificar las normativas aplicables para el diseño de cámara de conservación; calcular el dimensionamiento la cámara de conservación y espesor de panel termoaislante; calcular la carga térmica; comparar resultados teóricos con el software coolselector de Danfoss; calcular el flujo masico del sistema y selección del refrigerante; Selección de equipos electromecánicos: unidad condensadora, evaporadores cúbicos, válvula de expansión termostática.

## II. MARCO TEÓRICO

A continuación, se describen los antecedentes bibliográficos relacionados al tema de investigación del presente trabajo.

Esta tesis de investigación se basó en el diseño de un sistema de refrigeración industrial para mejorar la conservación de mango de la empresa Tongorrapi ubicado en Lambayeque, Tongorrapi es una empresa dedicada a la elaboración y comercialización de productos derivados del mango, la principal problemática que afronta la empresa, está en función a su producción de la planta, ya que la capacidad para almacenar más producto no cumple la demanda de sus productos que ha incrementado, por lo cual se tiene como principal objetivo un sistema en frío para mejorar la conservación de mango; (Díaz, 2020).

“Sistema Automático para el Ahorro Energético de sistema de refrigeración en un Cuarto Frío para almacenar productos cárnicos, en esta tesis se realizó un estudio mediante un sistema automático a partir de metodologías que permitan aplicarse para la minimización del consumo energético del cuarto frío del expendio SUBPROCARNICOS de la ciudad de Santa Marta. Por medio de un análisis de herramientas tecnológicas se determinó que el software Coolselector2, cumplía con los objetivos propuestos. Este programa es muy importante para el diseño y optimización de un cuarto frío, como los cambios de componentes de refrigeración articulados y gobernados por los controladores y elementos del nuevo sistema automático el cual, nos dará como resultados la reducción, de hasta un 50% en la facturación de energía y una mayor eficiencia del equipo frigorífico, esperando que el proceso garantice la entrega de productos cárnicos con un excelente estado de conservación y maduración.” (Granados,2020)

La presente investigación tiene como objetivo diseñar un sistema de refrigeración por compresión para la embarcación de pesca artesanal “Joseph” la misma que realiza faenas pesqueras orientadas al consumo humano directo, alrededor de la isla “los Lobos de Afuera” a 93 km de la costa, por medio de la pesca de cerco por una red siendo atrapados y almacenados en la bodega de la embarcación, teniendo un peso bruto de 20 TM. Se describe las características

principales de la embarcación pesquera, considerando los aspectos constructivos de la bodega que será implementada con el sistema de refrigeración, para ello se determinó la viabilidad técnica y económica más adecuada de acuerdo a la diagnosis realizada; se determinaron los parámetros termodinámicos aplicado al ciclo real de compresión, lo que permitió determinar los equipos principales, accesorios y elementos de control que deberían componer el sistema de refrigeración. (Chayan,2021)

Diseño e implementación de un sistema automático para el control y monitoreo de una planta prototipo de refrigeración con compresores en paralelo. Estos sistemas son eficientes y utilizados en supermercados ayudando a mantener la calidad de un producto para el consumidor. pero debido al alto consumo energético demanda gastos elevados en la empresa. Esta tesis de investigación se basó en la problemática que cuentan los supermercados al no tener un sistema automático de control y monitorio de un sistema de refrigeración con compresores en paralelo esto ayudando a reducir el consumo energético que incorpora dispositivos electrónicos de automatización como sensores, PLC (Controlador Lógico Programable) que nos permite controlar de manera rápida y confiable, pantalla HMI para el monitoreo y otros dispositivos electrónicos que ayudará a realizar a tener un mejor control en la temperatura.(Villamar, González, Sanchez,2019)

Optimización del uso de energía eléctrica, automatizando el sistema de control en un sistema de refrigeración de una cámara frigorífica, como primordial objetivo fue impulsar el desarrollo de conocimiento y aplicación de nueva tecnología que lleven a una adecuada gestión de consumo energético. Los siguientes objetivos específicos fueron: desarrollar una simulación de un sistema de refrigeración a través de la planta piloto de la Universidad de Piura, se desarrolló un modelo matemático de principios empleando balance de energía y la ecuación que relaciona la potencia del compresor y la frecuencia, optimizar el consumo de energía necesaria para operar el sistema, se concluye que el parámetro más determinante en este controlador es el costo de penalidad, el cual afecta directamente al costo de operación del sistema y al desempeño en el tiempo de este controlador, acercando la variable de control a la restricción superior, de

esta manera, se disminuye el consumo de energía en el periodo del día en el que la energía tiene un precio más elevado, haciendo una diferencia en el comportamiento del sistema en las horas punta y fuera de esta. (Zelada, 2019)

Refrigeración en general se define como el proceso termodinámico en el cual consiste en extraer calor de un producto almacenado en un recinto mediante un circuito cerrado interconectados mediante un evaporador, compresor, condensador y válvula de expansión termostática el fluido que recircula por el circuito es un refrigerante R507 que tiene la propiedad física de cambiar de estado mediante la extraer y aporte de calor al interior de la cámara y al ambiente exterior mantener el recinto a una temperatura de diseño según se requiera. (Fabian, 2009)

El ciclo de refrigeración consta de 4 procesos compresión, condensación, expansión y evaporación. (ver imagen).

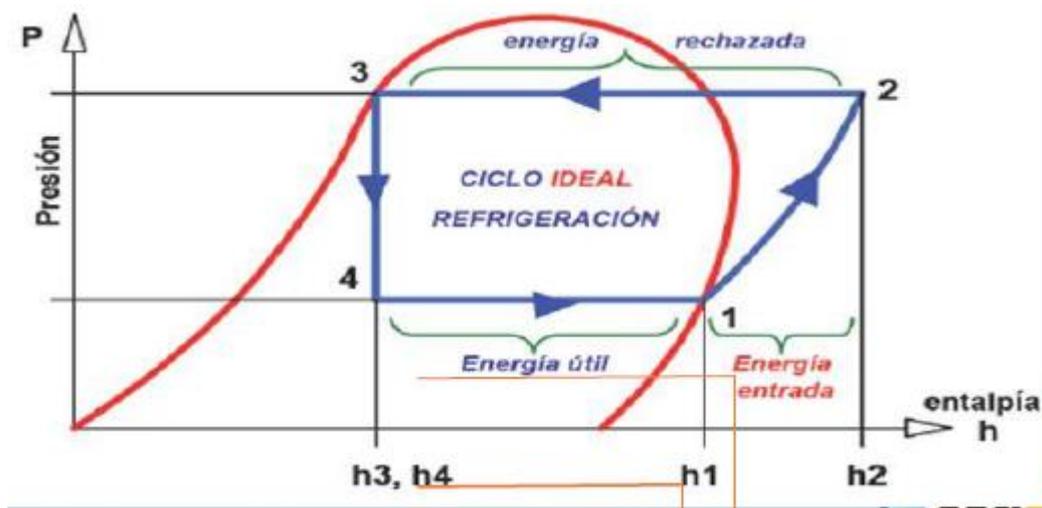


Figura 01. Diagrama presión entalpía

Proceso de compresión 1 -2, es el tramo desde la salida del evaporador hasta el ingreso al compresor, el refrigerante se encuentra en estado de vapor a baja presión y baja temperatura y es succionado al compresor aumentando su presión y temperatura para luego descargar el refrigerante a una mayor presión y mayor temperatura.

Proceso de condensación 2-3, aquí el compresor suministra refrigerante en estado de vapor a una presión y temperatura elevada, el refrigerante al ingresar

al condensador se encuentra con unos serpentines de cobre el cual al fluir se encuentra con un flujo de aire que forzado por un ventilador que suministra aire ambiente y es ahí donde la refrigerante sede calor y empieza a condensar, a la salida del condensador el refrigerante se encuentra 100% liquido.

Proceso de expansión 3-4, en este proceso el refrigerante ingresa a la válvula de expansión termostática y empieza a expandir(recalentar) en el cual el fluido empieza a vaporizar 70% líquido y 30% vapor.

Proceso de evaporación 4-1, el refrigerante ingresa al evaporador que se encuentra al interior del recinto y es aquí donde se comienza a extraer calor del interior de la cámara frigorífica, el refrigerante se encuentra con un serpentín de cobre el cual comienza a extraer calor y se recalienta, en este proceso la temperatura y presión es constante, existe calor latente para cambios de estados.

La Carga térmica, También conocida como carga de refrigeración carga de enfriamiento, Es la cantidad de calor necesario que se debe de extraer de un espacio o un cuerpo a fin de lograr o mantener una temperatura deseada en un determinado periodo de tiempo, La carga térmica de un equipo de refrigeración es la sumatoria de todas las cargas que se mencionan a continuación.

- Carga térmica por Conducción

$$Q_1 = A * U * \Delta T$$

$Q_1$  Calor en kcal/hr

$A$  : Area de pared en  $m^2$

$U$  : Coeficiente global de transmision de calor  $kcal/hr * m^2 * ^\circ C$

$\Delta T$ : diferencia de temperatura exterior menos interior  $^\circ C$

- Carga térmica por Renovaciones de Aire.

$$Q_2 = V * N * \Delta e$$

$Q_2$  Calor en kcal/hr

$V$  : volumen de la camara  $m^3$

$N$  : Numero de cambios de aire por dia (ver tabla)

$\Delta e$ : diferencia de entalpias entre el aire externo e interno  $kcal/m^3$

- Carga térmica por Producto.

$$Q_3 = M(C_1 * \Delta T_1) + C_L + (C_2 * \Delta T_2)$$

$Q_3$  : Calor en kcal/hr

$M$  : Movimiento diario de producto  $kg/24\text{ hr}$

$C_1$  : Calor especifico antes del congelamiento  $kcal/kg * ^\circ C$

$C_2$  : Calor especifico despues del congelamiento  $kcal/kg * ^\circ C$

$\Delta T_1$  :  $T_{\text{Ingreso de producto}} - T_{\text{camara}}$

$\Delta T_2$  :  $T_{\text{camara}} - T_{\text{cogelamiento}}$

- Carga térmica diversas (Iluminación, personas, cantidad de motores)

Iluminación

$$Q_{\text{iluminacion}} = A * \text{Factor} * (0.860 \text{ kcal/hr} * w)$$

donde:

$A$  = area de camara en  $m^2$

Motores.

$$Q_{\text{motores}} = P * \left( 641 \frac{\text{Kcal}}{\text{hr}} - \text{hp} \right)$$

$P$  : potencia de motores en HP

Personas

$$Q_{\text{Personas}} = N * \text{Factor}$$

$N$ : Número de personas. Se asume 4 personas para la operación interna de la cámara.

Dichas cargas se calculan en kcalorías/hora y/o en kilo wattios.”

**Refrigerante**, Es el fluido empleado para absorber y aportar calor en diferentes etapas del proceso, para que exista transferencia de calor siempre debe existir

una diferencia de temperatura del refrigerante en estado líquido que pasa por evaporador y la temperatura de la cámara.

En la condensación también debe de existir una diferencia de temperatura entre el refrigerante en estado de vapor y la temperatura ambiente, normalmente la diferencia es de 15°C por encima de la temperatura ambiente, de esta forma el refrigerante se condensa mediante un ventilador que fuerza aire del ambiente al serpentín del condensador y a la salida el refrigerante es 100% líquido.

Los refrigerantes tienen la capacidad de absorber grandes cantidades de calor a medida que se produce la evaporación, transportar el calor y cederlo al ambiente, volviéndose líquido nuevamente.”(Chayan,2021)

**Capacidad del compresor,** En un sistema de refrigeración equilibrado, el compresor debe tener la capacidad para que el vapor producido en el evaporador sea sacado a la misma velocidad que el mismo es generado por la acción de ebullición del líquido refrigerante. (CHAYAN,2021)

**Presión,** Es la medida de la intensidad de una fuerza en un punto cualquiera sobre la superficie de contacto, las unidades que más se manejan son PSI, BAR. (Chayan,2021)

**Temperatura,** Es la medida de la presión térmica de un cuerpo. Una alta temperatura (cuerpo caliente) indica una alta presión térmica, si el cuerpo está frío indica una baja presión térmica. Las escalas de temperatura más usadas son Celsius(°C) llamadas escalas relativas porque toman como referencia el punto de congelación y ebullición del agua a presión atmosférica. (María, 2007)

**Calor,** Es una forma de energía que se transfiere de un cuerpo de mayor temperatura a otro cuerpo de menor temperatura hasta llegar a una temperatura de equilibrio. (María, 2007)

El calor se transmite por:

**Conducción,** Cuando el calor fluye por contacto físico directo, Las moléculas calientes comunican su energía a las moléculas inmediatas adyacentes.

**Convección,** Cuando el calor se desplaza por medio de corrientes establecidas de un medio que fluye, ejemplo: aire caliente.

**Radiación**, Cuando la energía se transmite por medio de ondas sin intervención directa de la materia.”

**Calor sensible y Latente**, La energía térmica se divide en dos tipos dependiendo de si la sustancia absorba o ceda energía térmica. A la energía térmica que cause o produzca un cambio en la temperatura de la sustancia se le llama calor sensible, mientras que a la energía térmica que cause o produzca un cambio en la fase de la sustancia se le llama calor latente.”

**Entalpía**, es una propiedad calculable de la materia y se define como la cantidad de calor que posee un cuerpo. La diferencia de entalpía es la que se aprovecha para extraerle el calor al otro cuerpo.”

**Temperatura de Saturación o evaporación** Se define como la temperatura de saturación a la cual un líquido pasa de la fase líquida a la fase de vapor o viceversa a una presión dada.

**Líquido saturado**, es aquel que se encuentra a una temperatura de saturación.

**Líquido subenfriado**, cuando se encuentra en condiciones inferiores a la temperatura de saturación.

**Vapor Saturado**, Es aquel que se encuentra a una temperatura de saturación.

**Vapor sobrecalentado**, es cuando un vapor se encuentra por encima de su temperatura de saturación.”

**Relación presión – temperatura**, La temperatura de saturación de un fluido depende de la presión del fluido. Al aumentar la presión aumenta la temperatura de saturación y si disminuye la presión baja la temperatura de saturación.

(Diaz, 2021)

## **III. METODOLOGÍA**

### **3.1. Tipo y diseño de Investigación.**

#### **3.1.1. Tipo de investigación.**

- Es aplicativa de manera descriptiva, ya que se busca la utilización o aplicación de los resultados obtenidos del proyecto, luego de implementar y sistematizar el estudio basado en la investigación.
- 

#### **3.1.2. Diseño de investigación**

- **No experimental.**
- La presente investigación comienza con la caracterización de los diversos parámetros de funcionamiento del sistema de refrigeración de las cámaras, a partir de allí se comienza con el diseño, calculo y selección de equipos electromecánicos bajo diversas condiciones de trabajo, para finalmente realizar la evaluación económica del diseño del sistema de conservación y congelados del arándano.

### **3.2. Variables y operacionalización.**

**3.2.1. Variable independiente:** Diseño del sistema de refrigeración

**3.2.2. Variable dependiente:** Mejorar la Capacidad de almacenamiento, Conservación y Congelamiento del Arándano en Gourmet Peru.

### 3.2.3. Operacionalización de variables

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADOR	UNIDAD DE MEDIDA	INSTRUMENTO
V.I. DISEÑO DEL SISTEMA DE REFRIGERACION.	El diseño del sistema de refrigeracion es el dimensionamiento, cálculo de carga térmica y selección de equipos para implementar una cámara de conservación.	El nuevo sistema de refrigeración fue diseñada para conservar fruta a una temperatura de 0°C durante 24 hr.	Potencia frigorifica  Dimensiones  Materiales  Capacidad de trabajo	Kw  metros  und, glb.  Toneladas/dia	Observacion  Cálculo
V.D. MEJORAR LA CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO DEL ARANDANO EN GOURMET PERU.	Proceso mediante el cual consiste en almacenar 80.6 ton. de arándano en una nueva cámara de conservación a una temperatura de 0°	Consiste en que el diseño realizado mejore la capacidad para almacenar 80.6 ton. de arandano en una nueva camara.	Capacidad de almacenamiento.  Temperatura de conservación	Kcal/hr (carga termica)  °C.	Cálculo.

Tabla n° 1 Operacionalización de variables. (fuente) elaboración propia.

### **3.3. Población, Muestra y muestreo**

#### **3.3.1 Población.**

La población de dicho proyecto de investigación comprende a todos los sistemas de refrigeración desarrollados en el Perú para mejorar conservación de frutos rojos en producto terminado de exportación, sabiendo que la población está comprendida por el grupo de elementos de los cuales se puede extraer información resaltante para la investigación, guardando entre si la relación del fenómeno estudiado.

#### **3.3.2 Muestra**

La muestra se consideró el sistema de refrigeración de la cámara de conservación de 80.6 ton de arándano en producto terminado en la empresa Gourmet Perú de Pacanguilla – La Libertad.

#### **3.3.3 Muestreo**

El muestreo ha sido premeditado, una vez que se obtuvo la muestra para el estudio y dado que la muestra es repetitiva en la población, no es necesario aplicar el método de muestreo alguno.

### **3.4. Técnica e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.**

En cuanto a las técnicas planteadas, a usarse en el presente estudio son:

- Observación del sistema.
- Toma de parámetros de diseño en campo
- Revisión Documentaria.

#### **Observación y toma de parámetros de diseño en campo**

A través de este método se medirá los diversos parámetros de funcionamiento del sistema de refrigeración de la empresa Gourmet. Para la optimización del sistema de refrigeración lo que abarca el diseño, cálculo e implementación del sistema de refrigeración como:

- Temperatura de ingreso de producto.
- Temperatura de cámara.
- Tipo de producto a almacenar.
- Capacidad de almacenamiento en toneladas día.
- Temperatura ambiente.
- Humedad relativa del ambiente exterior.
- Humedad relativa interior de la cámara.
- Tiempo de operación del sistema.
- Tiempo de almacenamiento
- Temperatura de evaporación y condensación.
- Dimensiones de los recintos
- Cálculo de carga térmica y selección de equipos electromecánicos.

### **Revisión documentaria.**

Este método permite estudiar diferentes tipos de sistemas de enfriamiento como túneles de enfriamiento rápido, túneles IQF, cámaras de mayor capacidad de almacenaje, Parámetros de funcionamiento, encontrar el material adecuado para: tipo de panel de poliestireno de paredes y techos de las cámaras, selección adecuada de los equipos de refrigeración (evaporadores, compresores), selección de la válvula de expansión termostática, etc.

### **3.1 Procedimientos.**

En el desarrollo del presente trabajo se siguieron los siguientes pasos:

- Se realizó un análisis en el proceso de enfriamiento del arándano en la empresa Gourmet.
- Se realizó las mediciones de los parámetros para el diseño y funcionamiento para la implementación de las cámaras de conservación y congelamiento del arándano
- Se diseñó una nueva ampliación de cámaras frigoríficas en base a los requerimientos solicitados por la empresa.
- Se realizó el cálculo de carga térmica y selección de los equipos electromecánicos y elementos para el funcionamiento del sistema de refrigeración

- Se diseñó y programo un sistema inteligente de automatización para monitorear y controlar los parámetros de funcionamiento del sistema frigorífico.
- Se realizó el análisis económico para verificar la viabilidad del diseño propuesto en este trabajo.

### **3.2 Métodos de análisis de datos.**

En esta parte inicial se tomaron los datos requeridos para la optimización de un nuevo sistema de refrigeración, en base a la capacidad en toneladas de arándano que se requiere almacenar en la empresa, la temperatura de conservación y congelamiento de acuerdo a tablas de calores específicos antes y después del congelamiento del producto, el tiempo de almacenamiento entre otros parámetros para el diseño.

Procesando la información obtenida se realizó el cálculo de carga térmica para la selección de unidades condensadoras y evaporadoras incluyendo elementos electromecánicos para el correcto funcionamiento del sistema.

Por su parte, el sistema automatización evaluara los datos de temperatura de cámara por medio de un dispositivo de control termostato y el elemento inteligente llamado fullgate de Danfoss el cual monitoria los parámetros de funcionamiento para poder controlar el arranque y detención de todo el sistema de refrigeración cuando sea necesario.

### **3.3 Aspectos éticos.**

Los autores del presente trabajo de investigación se comprometen a cumplir con los requerimientos de validación de la veracidad de la recolección y uso de datos evitando incurrir en plagio de los trabajos de otros autores y la protección de la información expedida por la empresa propietaria y la empresa concesionara.

## IV. RESULTADOS

### 4.1. Ubicación geográfica del Proyecto

La planta Agroindustrial Empacadora Gourmet Perú es la edificación en la cual se realizan los procesos y operaciones para el empaque del arándano orientadas a la exportación, los cuales la materia prima arándano es acopiada, desinfectada, pre enfriada, clasificada, empaquetada y llevada a una temperatura controlada para su conservación y distribución a sus consumidores finales ubicados en el país de Estados – Unidos.

Ubicación: Pacanguilla – La Libertad.

Propiedad: Gourmet Perú.

### Cota de referencia(BM)

La cota de referencia se contempla la curva de nivel 158.00 según plano T-01 punto de referencia BM 0.00(676248.299 este, 9210762.00 norte) y para determinar el nivel de piso terminado (N.P.T) se considera +0.05 m del BM dando como resultado N.P.T



*Figura n° 1 – Fundo, Planta empacadora Gourmet Perú  
(fuente propia)*

## 4.2. Normativa aplicable para el diseño del proyecto.

- handbook refrigeration – ashrae.
- b35.1 refrigeration piping and heat transfers components – asme.
- boiler and pressure vessel code section ix – asme.
- código nacional de electricidad.
- norma e-20, e-30, e-50, e-60, e-70 y e-90 del reglamento nacional de edificaciones.

## 4.3. Cálculo del dimensionamiento de la cámara de conservación y panel termoaislante.

Una cámara de refrigeración o Frigorífico es una instalación térmica industrial totalmente aislada en el cual su funcionamiento es almacenar productos a una temperatura de requerida en un tiempo de almacenamiento requerido.

Para la realización del diseño e implementación del frigorífico se necesitó obtener parámetros de diseño que nos permitan desarrollar los cálculos de carga térmica adecuados para la selección de equipos de refrigeración.

Para realizar el correcto dimensionamiento de la cámara de refrigeración debemos tener en cuenta diversos factores dentro de los cuales los más importantes son:

- Volumen ocupado por el producto.
- El espacio apropiado para su transporte dentro de la cámara.
- Tipo de pallets de almacenamiento.
- Para este proyecto necesitamos almacenar 80 toneladas de arándanos en 1 día para su conservación la cual implica reunir 124 pallets marítimos de arándano de 650 kg c/u, con esto podemos evaluar la cantidad de producto terminado de arando a refrigerar, considerando:
- 124 pallets marítimo de arándano.
- 650 kg por pallets.

$$\textit{masa total} = \textit{Num. cubetas} * \textit{masa de c/pallets}$$

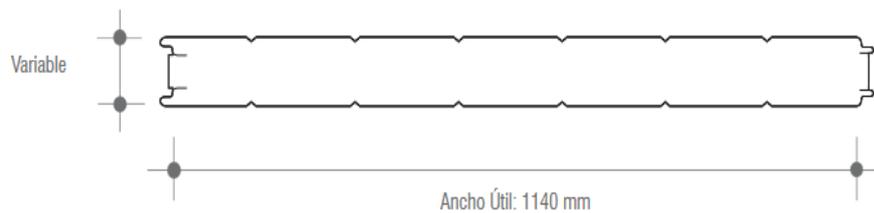
$$\textit{masa total} = 124 * 650$$

$$\textit{masa total} = 80600 \textit{ kg/dia}$$

Por lo tanto, las dimensiones de cada pallets es de 1.20m \* 1m \* 0.10m\*2.10

### 4.3.1 Aislamiento Frigorífico.

El aislamiento térmico se realizó con paneles termoaislantes conformado por dos láminas de acero, con núcleo aislante de poli estireno (Pol) con una densidad en el rango de 18 - 20 kg/m<sup>3</sup>, por lo cual se obtendrá una solución de revestimiento aislado en un solo producto con excelentes propiedades térmicas.



Para el cálculo del espesor del panel Isopol se realizó el siguiente cálculo:

$$e = \frac{\lambda}{q} * (t_{exterior} - t_{interior})$$

dónde:

*e*: espesor de panel en mm

*λ*: conductividad térmica del aislante  $\frac{W}{hr * m^2 * ^\circ k}$

*q*: densidad de flujo en  $\frac{W}{m^2 * ^\circ k}$

(*t<sub>ext.</sub>* - *t<sub>int.</sub>*): diferencia de temp. exterior – temp. interior en °C

Se obtuvo los siguientes datos:

Propiedades Térmicas								
Espesor (mm)	Peso (kg/m <sup>2</sup> )	Largo Máximo (m)	Elementos Horizontales (Flujo Ascendente)			Elementos Verticales (Flujo Horizontal)		
			Resistencia Térmica <sup>(1)</sup> (m <sup>2</sup> K/W)	Transmitancia Térmica		Resistencia Térmica (m <sup>2</sup> K/W)	Transmitancia Térmica	
				W/m <sup>2</sup> K	Kcal/m <sup>2</sup> °C		W/m <sup>2</sup> K	Kcal/m <sup>2</sup> °C
50	9,1	8	1,442	0,693	0,597	1,472	0,679	0,584
75	9,6	12	2,093	0,478	0,411	2,123	0,471	0,405
100	10,1	12	2,744	0,364	0,314	2,774	0,360	0,310
150	11,1	12	4,046	0,247	0,213	4,076	0,245	0,211
200	12,1	12	5,348	0,187	0,161	5,378	0,186	0,160

### a. Conductividad térmica $\lambda$

Tabla n°2. Propiedades térmicas según espesor de plancha.

$$\lambda = 0,360 \frac{W}{m^2 * ^\circ k}$$

b. **Densidad de flujo**, Según norma Ashrae se deduce que:

- Para cámaras de congelación la densidad de flujo es de  $6 - 7 \frac{W}{m^2 * ^\circ k}$
- Para cámaras de conservación la densidad de flujo es de  $8 - 12 \frac{W}{m^2 * ^\circ k}$

Se asume una densidad de flujo de  $12 \frac{W}{m^2 * ^\circ k}$

- c. Temperatura ambiente de 32°C
- d. Temperatura interior de cámara 0°C.

reemplazando en:

$$e = \frac{\lambda}{q} * (t_{exterior} - t_{interior})$$
$$e = \frac{0.360 W/m^2 * ^\circ k}{12 W/m^2 * ^\circ k} * (32 - 0)^\circ k$$
$$e = 100mm$$

Según el cálculo realizado tenemos un espesor de panel poliestireno de 100 mm para el aislamiento de paredes y techos.

### 4.4 Cálculo de la carga Térmica.

La carga térmica de refrigeración es la cantidad de calor sensible y latente que se debe retirada de un ambiente, de modo de mantener en condiciones de temperatura y humedad relativa, generalmente esta carga térmica esta expresada en kcal/hr.

- Transmisión de calor por conducción.
- Transmisión de calor por Renovaciones de Aire.

- Transmisión de calor por Producto.
- Cargas Diversas.

Para esta tesis de investigación el cálculo de carga térmica es efectuado para un periodo de tiempo de 24 horas, sin embargo, se consideró un periodo de 16 a 20 horas de operación de los equipos de forma de posibilitar el descongelamiento de evaporadores (deshielo eléctrico), eventuales mantenciones, y también posibles sobrecargas de capacidad.

#### 4.4.1 Especificaciones técnicas de cámara de conservación.

- Dimensiones exteriores: 13.80m (L)\*13m (A)+ 5m (H)
- Pendiente del techo kover poliestireno: 5%.
- Temperatura de cámara: 0°C.
- Producto: Arándano.
- Movimiento diario: 80000 kg /día.
- Aislamiento de pared: Pol100
- Aislamiento de techo: Kover200/250.
- Temp. de ingreso del producto: 5°C.
- Temp. Ambiente: 32°C.
- Capacidad de cámara: 80000 kg

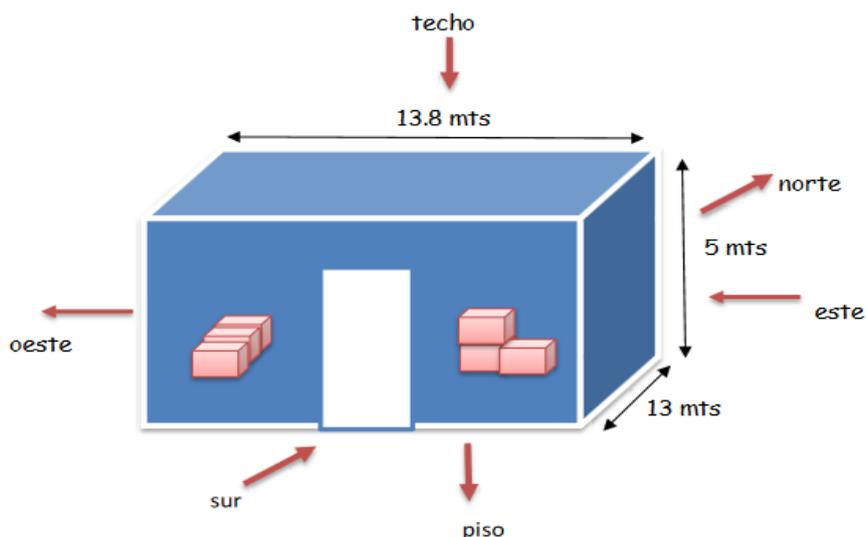


Figura n°2. Dimensionamiento de cámara de conservación.

Fuente: (elaboración propia)

#### 4.4.2. Transmisión de calor por Conducción.

Este primer cálculo corresponde a la cantidad de calor transmitida por conducción a través de paredes, piso y techo.

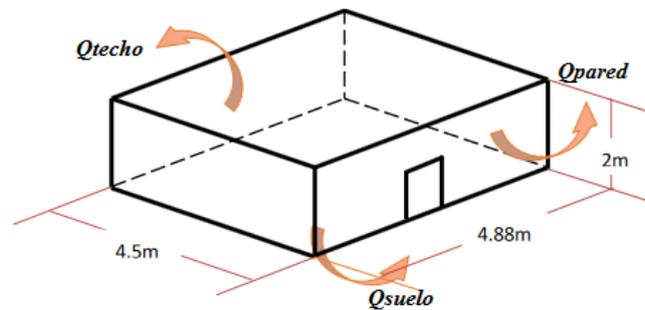


Figura n°3. - flujo de calor a través de paredes, piso y techo.

Fuente: (Miguel Días, 2020)

El flujo de calor se llama carga de fuga, y es una medición del calor que fluye por conducción a través de las paredes del espacio refrigerado del exterior hacia el interior. Ya que no se dispone de ningún aislamiento perfecto siempre se tendrá una cierta cantidad de calor que está pasando del exterior al interior, debido a la diferencia de temperaturas.

El cálculo de carga térmica por conducción se realiza por medio de la siguiente fórmula:

$$Q_1 = A * U * \Delta T$$

Dónde;

$Q_1$  Calor en kcal/hr

$A$  : Área de pared en  $m^2$

$U$  : Coeficiente global de transmisión de calor  $\frac{kcal}{hr * m^2 * ^\circ C}$

$\Delta T$ : diferencia de temperatura exterior menos interior  $^\circ C$

En la siguiente tabla se presentan los valores calculados para el valor U en función de los materiales y diferentes espesores de panel de poliestireno.

Coeficiente Global de transmisión de calor(U) EPS	
Espesor(mm)	U(Kcal/hr. m <sup>2</sup> .°C)
50	0,56
80	0,35
100	0,28
125	0,22
165	0,17
200	0,14
250	0,11

Tabla n°3 - Coeficiente global de transmisión de calor ASHRAE

Fuente,(Escuela de Refrigeración del Perú)

$$U_{Paredes} = 0.28 \text{ kcal/hr} * \text{m}^2 * \text{°C} \quad ; \text{ para panel de 100mm}$$

$$U_{Techos} = 0.14 \text{ kcal/hr} * \text{m}^2 * \text{°C}; \text{ para techo kover}$$

Reemplazando valores en:

$$Q_1 = A * U * \Delta T$$

### Descripción

- **Carga por paredes lado Norte.**

$$Q_{1.1} = 13.8 \text{ m} * 4\text{m} * 0.28 \text{ kcal/hr} * \text{m}^2 * \text{°C} * (32 - 0)\text{°C}$$

$$Q_{1.1} = 483.84 \text{ kcal/hr}$$

- **Carga por paredes lado Sur.**

$$Q_{1.2} = 13.8 \text{ m} * 4\text{m} * 0.28 \text{ kcal/hr} * \text{m}^2 * \text{°C} * (32 - 0)\text{°C}$$

$$Q_{1.2} = 483.84 \text{ kcal/hr}$$

- **Carga por paredes lado Este.**

$$Q_{1.3} = 12.10 \text{ m} * 4\text{m} * 0.28 \text{ kcal/hr} * \text{m}^2 * \text{°C} * (32 - 0)\text{°C}$$

$$Q_{1.3} = 433.7 \text{ kcal/hr}$$

- **Carga por paredes lado Oeste.**

$$Q_{1.4} = 12.10 \text{ m} * 4\text{m} * 0.28 \text{ kcal/hr} * \text{m}^2 * ^\circ\text{C} * (32 - 0)^\circ\text{C}$$

$$Q_{1.4} = 433.7 \text{ kcal/hr}$$

- **Carga por techo**, techo kover 200/250 poliestireno  
A la temperatura exterior para techo se le agrega 5°C por encima de la temp. ambiente

$$Q_{1.5} = 13.50\text{m} * 12.10\text{m} * 0.14 \text{ kcal/hr} * \text{m}^2 * ^\circ\text{C} * (37)^\circ\text{C}$$

$$Q_{1.5} = 846.2 \text{ kcal/hr}$$

- **Carga por piso**, se asume una temperatura de piso de 15°C

$$Q_{1.6} = 13.50\text{m} * 12.10\text{m} * 0.28 \text{ kcal/hr} * \text{m}^2 * ^\circ\text{C} * (15)^\circ\text{C}$$

$$Q_{1.6} = 686.07 \text{ kcal/hr}$$

#### **Sumatoria de cargas:**

$$Q_1 = Q_{1.1} + Q_{1.2} + Q_{1.3} + Q_{1.4} + Q_{1.5} + Q_{1.6}$$

$$Q_1 = (483.84 + 483.84 + 433.664 + 433.664 + 846.2 + 686.07) \text{ kcal/hr}$$

$$Q_1 = 3367.27 \text{ kcal/hr}$$

#### **4.4.3. Carga térmica por Renovaciones de Aire.**

Este cálculo corresponde al calor de aire que ingresa a la cámara a través de sus aperturas. Cada vez que la apertura se abre, el aire exterior penetra al interior de la cámara representando una carga adicional.

Para el cálculo de la carga se adoptan valores por el número de cambios de aire por día en función del tipo y volumen de la cámara.

La fórmula que nos permute evaluar la carga por este concepto es:

$$Q_2 = V * N * \Delta e$$

$Q_2$  Calor en kcal/hr

$V$  : volumen de la camara  $m^3$

$N$  : Numero de cambios de aire por dia( ver tabla)

$\Delta e$ :diferencia de entalpias entre el aire externo e interno  $kcal/m^3$

- Volumen de cámara:  $volumen = 13.50 m * 12.10m * 4m$

$$volumen = 685.8 m^3$$

Cálculo de N, numero de cambios de aire

Renovacion de aire en camaras cambio de aire/24 hora			
Volumen de camara m3	Renovaciones	Volumen de camara m3	Renovaciones
0	0	400	4
10	31,04	<b>750</b>	<b>3,3</b>
20	22	1000	2,5
30	17	1500	2
40	14	2000	1,5
50	12,5	2500	1,4
60	11	3000	1,3
70	10	3500	1,1
80	9	4000	1
90	8	5000	1
100	7,5	7500	0,9
150	6,5	10000	0,9
200	6	15000	0,8
250	5,5	25000	0,7
300	5	50000	0,6
350	4,5	10000	0,5

Tabla n°4. – Renovaciones de aire - ASHRAE

Fuente: (Escuela de Refrigeración del Perú)

$$N = 3,3$$

- Diferencias de entropías

Valores de entalpia y humedad relativa.			
Temperatura	U.R	U.R	U.R
°C	90%	80%	70%
-45	-16,7	-16,7	-17%
-40	-14,5	-14,5	-14,5
-35	-12,3	-12,3	-12,3
-30	-10,2	-10,2	-10,3
-25	-8,2	-8,2	-8,3
-20	-6,2	-6,2	-6,3
-15	-4,2	-4,2	-4,3
-10	-2,1	-2,2	-2,3
-5	-0,2	-0,2	-0,2
0	2,7	2,4	2,1
5	5,3	4,9	4,5
10	8,2	7,7	7,1
15	11,7	10,8	10
20	15,5	14,4	13,4
25	20,2	18,8	17,3
30	25,9	23,9	21,9
35	32,7	30	27,5
40	40,9	37,3	33,9
45	50,8	46	41,6

Tabla n°5. – Entalpia y humedad relativa.

Fuente: (Escuela de Refrigeración del Perú)

Temperatura ambiente 32°C – 70% H.R. – 21.9

Temperatura de cámara 0°C – 90% H.R.(humedad relativa para el arándano) – 2.7

reemplazando en:

$$Q_2 = V * N * \Delta e$$

$$Q_2 = 685.8m^2 * \frac{3,3}{24hr} * (27.5 - 2.7)$$

$$Q_2 = 2338.6 \text{ kcal/hr}$$

#### 4.4.4. Carga térmica por producto.

Esta es la parte que corresponde al calor debido al producto que ingresa a la cámara siendo compuesto por los siguientes conceptos.

- Calor sensible antes del congelamiento(enfriamiento).
- Calor latente de congelamiento.
- Calor sensible después del congelamiento(congelamiento).

- Calor sensible de respiración (solo para productos hortofrutícolas).

La determinación exacta de esta carga térmica es muy importante para el funcionamiento o no de la cámara de conservación, especialmente en locales de distribución donde el movimiento de los productos es de alta rotación.

Las cámaras utilizadas para el enfriamiento o congelación deben tener todas las consideraciones del caso, ya que una carga no prevista adicional podrá comprometer la operación del sistema, aumentando también sustancialmente el consumo.

Las cargas térmicas relacionadas con este tema se dan a través de las siguientes ecuaciones.

$$Q_3 = M(C_1 * \Delta T_1) + C_L + (C_2 * \Delta T_2)$$

$Q_3$  : Calor en kcal/hr

$M$  : Movimiento diario de producto  $kg/24 hr$

$C_1$  : Calor especifico antes del congelamiento  $kcal/kg * ^\circ C$

$C_2$  : Calor especifico despues del congelamiento  $kcal/kg * ^\circ C$

$\Delta T_1$  :  $T_{Ingreso de producto} - T_{Camara}$

$\Delta T_2$  :  $T_{camara} - T_{cogelamiento}$

Para este proyecto de tesis se consideró un movimiento diario de 80600 kg de arándano para la conservación, cuyo producto terminado tendrá una temperatura de ingreso de 5°C y será almacenado a una temperatura de cámara de 0°C. Cabe recalcar que:

$M = 80600$  kg/dia

- Cuando es solamente enfriamiento del Producto:

$$Q_{3.1} = M(C_1 * \Delta T_1)$$

- Cuando es solamente congelamiento del Producto:

$$Q_{3.2} = M(C_1 * \Delta T_1)$$

Entonces se deduce que para los cálculos respectivos se tomara en cuenta solo enfriamiento del producto con una diferencia de temperatura de:

$$\Delta T_1 = T_{Ingreso de producto} - T_{Camara}$$

$$\Delta T_1 = (5 - 0)^\circ C$$

$$\Delta T_1 = 5^\circ C$$

- Para el cálculo del calor específico del arándano, se utilizó la tabla de características de productos según norma ASHRAE.

CALORES ESPECÍFICOS								
Frutas	Temp. conservac. °C	Humedad relativa %	Tiempo conservac. recomend.	Punto de congelac. °C	Calor esp. antes cong. Kcal/Kg/°C	Calor esp. después cong. Kcal/Kg/°C	Calor latente Kcal/Kg	Calor respirac. Kcal/Tm/24h
Aguacates	+0 a +1	85/90	2/3 semanas	-2,7	0,91	0,46	62,0	1.200-6.000
Albaricoques	+0 a +1	85/90	2/4 semanas	-2,2	0,91	0,48	67,9	160-2.200
Arándanos	+2 a +4	90/95	2/4 meses	-0,9	0,90	0,46	69,3	110-2.800
Bayas	+0 a +1	85	3/10 días	-2	0,90	0,49	66,6	160-6.000
Caquis	-1 a +0	90	3/4 meses	-2,2	0,82	0,43	62,1	100-4.000
Cerezas agrias	-1 a +0	85/90	1/2 semanas	-1,7	0,89	0,46	70,0	250-3.000
Cerezas dulces	-1 a -0,5	85/90	2/4 semanas	-1,8	0,87	0,45	66,9	200-2.500
Ciruelas	-0,6 a +0,5	85/90	2/6 semanas	-0,8	0,89	0,46	68,5	200-6.000
Cocos	+0 a +1,5	80/85	1/2 meses	-0,8	0,58	0,34	37,3	50-300

Tabla n°6 – Calores específicos frutas – Norma ASHRAE

Fuente: ASHRAE

Dónde:

$$C_1 = 0,90 \text{ kcal/kg } ^\circ\text{C}$$

Reemplazando en:

$$Q_3 = M(C_1 * \Delta T_1)$$

$$Q_3 = \frac{80600 \text{ kg} * \left(0,90 \frac{\text{kcal}}{\text{kg}^\circ\text{C}} * 5^\circ\text{C}\right)}{24 \text{ hr}}$$

$$Q_3 = 15112,5 \text{ kcal/hr}$$

#### 4.4.5. Carga térmica diversas

En esta parte de carga térmica debido a los calores generado por:

- Iluminación (calor generado por luminarias interiores de cámara)
- Personas (número de personas que operan dentro de la cámara).
- Motores (líneas de proceso dentro de cámara)
- Otros equipamientos.

##### 4.4.5.1. Iluminación

$$Q_{iluminacion} = A * Factor * (0,860 \text{ kcal/hr} * w)$$

dónde:

$A = \text{área de cámara en } m^2$

$f$ : factor para: cámara convencionales  $10 \frac{w}{m^2}$

ambientes de proceso  $30 \frac{w}{m^2}$

Reemplazando en fórmula

$$Q_{iluminacion} = A * Factor * (0.860 \frac{kcal}{hr} * w)$$

$$Q_{iluminacion} = 13.50m * 12.10m * 10 \frac{w}{m^2} (0.860 \frac{kcal}{hr} * w)$$

$$Q_{iluminacion} = 1404.81 \frac{kcal}{hr}$$

#### 4.4.5.2. Motores.

$$Q_{motores} = P * \left( 641 \frac{Kcal}{hr} - hp \right)$$

$P$  : potencia de motores en HP

En este caso asumiremos las siguientes variables.

$P = 3$  HP (motor Grúa). Se considera 1 montacargas electrohidráulico para la operación de pallets de arándano dentro de cámara.

Reemplazando en:

$$Q_{motores} = P * \left( 641 \frac{Kcal}{hr} - hp \right)$$

$$Q_{motores} = 3hp * \left( 641 \frac{Kcal}{hr} - hp \right)$$

$$Q_{motores} = 1923 \frac{kcal}{hr}$$

#### 4.4.5.3. Personas

$$Q_{Personas} = N * Factor$$

Donde,

$N$ : Número de personas. Se asume 4 personas para la operación interna de la cámara.

Factor: Calor rechazado por persona en kcal/hr. (tabla)

Calor desprendido por las personas			
temp. Interna	kcal/hr	Temp. Interna	kcal/hr
-40	700	-10	350
-35	600	-5	325
-30	550	<b>0</b>	<b>300</b>
-25	500	5	275
-20	450	10	250
-15	400	15	225

Tabla n°7 – Calor desprendido por Personas - ASHRAE

Fuente: (Escuela de Refrigeración del Perú)

Reemplazando:

$$Q_{Personas} = 4 * 300kcal/hr$$

$$Q_{Personas} = 1200kcal/hr$$

#### 4.4.6. Sumatoria de cargas térmicas.

La carga térmica total de la instalación será igual a la suma de todas las partes expuestas anteriormente, siendo:

Carga térmica Parcial.

$$Q_{parcial} = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4$$

Dónde;

$Q_1$ : Carga termica por conduccion

$Q_2$ : Carga termica por Renovaciones de Aire.

$Q_3$ : Carga termica por Producto.

$Q_4$ : Carga termica diversas  $Q_{iluminacion} + Q_{motores} + Q_{personas}$

Reemplazando valores de carga térmica calculados:

$$\Sigma Q_p = 3367.27 + 2338.6 + 15112.5 + 1404.81 + 1923 + 1200$$

$$\Sigma Q_p = 25346.18 \text{ Kcal/hr}$$

Esta carga térmica calculada es la cantidad de calor que se debe extraer del producto en el tiempo de una hora, Cabe recalcar que no se está considerando el tiempo de deshielo.

En este contexto debemos considerar un periodo de operación para los equipos en torno a las 20 horas, y de allí debe agregarse 4 horas de deshielo eléctrico.

Por lo tanto, se debe de multiplicar la carga térmica total por 24 horas y luego dividir por 20 horas de trabajo para considerar estas horas de deshielo.

Así mismo, a este total se incluyó un factor de seguridad que pueda contemplar materiales de embalaje u otros propios de la utilización de la cámara, como:

- Adicional de motores al interior de la cámara.
- Mayor cantidad de luminarias.
- Mayor cantidad de personas dentro del recinto.
- Otros montacargas para la maniobra de los pallets.

Este **factor de seguridad** se estima para efectos de cálculo en un 10% de acuerdo a la norma. Siendo así la carga térmica que se deberá retirar por hora será de:

$$Q_{TOTAL} = \frac{Q_{PARCIAL} * 24 \text{ hr}}{20 \text{ hr/dia}} * f.s$$

Entonces reemplazando datos:

$$Q_{TOTAL} = \frac{25346.18 \text{ kcal/hr} * 24 \text{ hr}}{20 \text{ hr/dia}} * 10\%$$

$$Q_{TOTAL} = 33456.9 \text{ Kcal/hr}$$

Se divide entre 860 para obtener la carga térmica en kw

$$Q_{TOTAL} = 38.90 \text{ Kw}$$

Con esta carga térmica total en kw se consideró las horas de funcionamiento del sistema y un factor de seguridad del 10%

#### 4.5. Comparación de resultados teóricos con los obtenidos en coolselector de Danfoss.

A continuación, se puede realizar la comprobación de los cálculos de carga térmica en el software coolselector2 de Danfoss con los mismos parámetros de diseño para el recinto.

Paso 1.

Ingresamos al aplicativo software coolselector2 de Danfoss, y seleccionamos en la opción Aplicaciones comerciales.

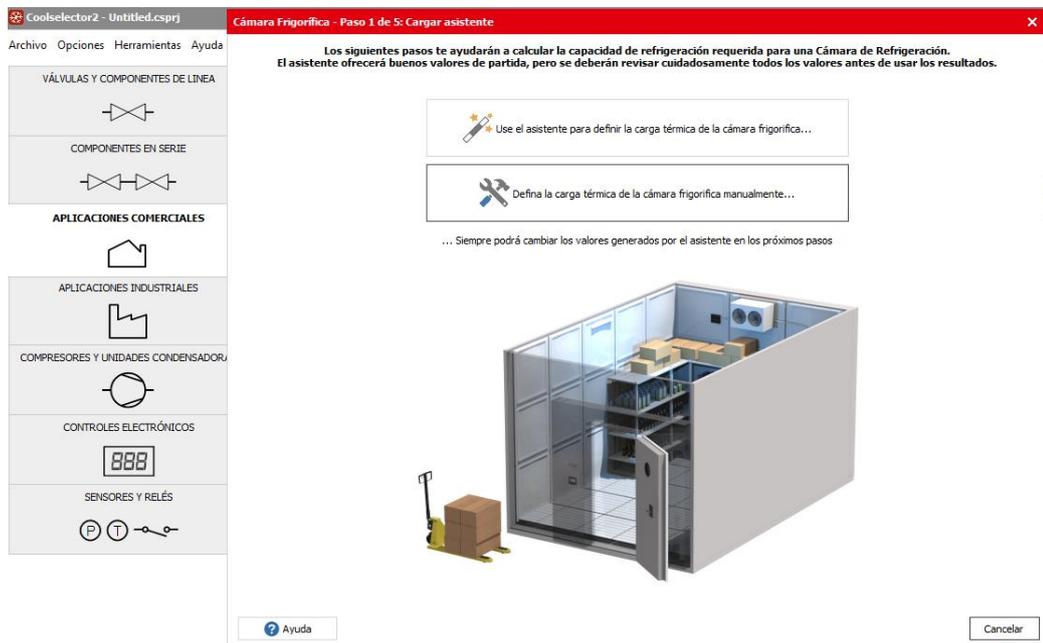


Figura n°4. – Pantalla de inicio de software coolselector2  
Fuente: (elaboración propia).

Ingresamos en defina la carga térmica de la cámara frigorífica manualmente.

Paso 2.

Ingresamos los datos de diseño de la cámara de refrigeración para el cálculo de carga térmica.

Dimensiones exteriores: 13.50m (L)\*12.10m (A)+ 4m (H)

- Pendiente del techo kover poliestireno: 5%.
- Temperatura de cámara: 0°C.

- Producto: Arándano.
- Movimiento diario: 80600 kg /día.
- Aislamiento de pared: Poliestireno 100mm espesor
- Aislamiento de techo: poliestireno Kover200/250.
- Temp. de ingreso del producto: 5°C.
- Temp. Ambiente: 32°C.
- Capacidad de cámara: 80000 kg

**Cámara Frigorífica - Paso 2 de 5: Revisión de la carga de la Cámara Frigorífica**

Los datos siguientes son necesarios para calcular la capacidad de refrigeración requerida en la Cámara Frigorífica:

Longitud:	13.50 m	Condiciones de Cámara:	Temperatura:	0 °C	Producto:	Fruta	
Anchura:	12.10 m	Humedad relativa:	90 %	Cantidad diaria:	80600 kg	Carga térmica de respiración:	
Altura:	4.00 m	Hora de trabajo:	20 h	Temperatura de entrada:	5.0 °C	Carga total de la cámara:	80600 kg

Dimensiones interiores  
 Dimensiones exteriores

Renovaciones de aire (infiltraciones):

Temperatura: 32.0 °C  
 Humedad relativa: 70 %

Aperturas de puerta:  
 Frecuentes

Tasa de renovaciones de a 2.74  
 (tantas veces el volumen de la cámara cada 24 horas)

Transferencia de calor:

Paneles estándar  
 Paneles personalizados

Tipo: Poliestireno  
 Espesor: 100.0 mm  
 Temperatura ambiente: 32.0 °C  
 Temperatura del suelo: 15.0 °C

Suelo aislado

Carga adicional

Desescarche  
 Eléctrico  
 Natural

Luces: 950 W  
 Ventiladores: 2300 W  
 Personas: 4 h/día  
 Otros: 0 W

Potencia: 1510 W  
 Desescarches al día: 4  
 Tiempo de desescarche: 60 min

Ayuda < Anterior Siguiente >

Figura n°5. – Introducción de datos en software coolselector2.

Fuente: (elaboración propia)

Luego de insertar los parámetros de diseño en el software, pasamos al siguiente paso.

Paso 3.

Seleccionamos el lugar aproximado y el tipo de refrigerante.

**Cámara Frigorífica - Paso 3 de 5: Unidad condensadora**

La región, el rango y el refrigerante son necesarios para optimizar la selección de la unidad condensadora para la Cámara de Refrigeración

1: Seleccione Región  
South America

2: Rango preferente (si el rango seleccionado no concuerda con los requerimientos, se seleccionará otro automáticamente)

Optyma™ Plus  
Unidades condensadoras carrozadas, apilables y plug-and-play para exterior, con puertas de servicio, controladas electrónicamente, con controlador de velocidad del ventilador, interruptor general, fusibles, caja de conexiones, contactores, relés de sobrecarga, presostato, recipiente, válvulas de retención, filtro deshidratador, visor de líquido.

Optyma™ Slim pack  
Unidades condensadoras carrozadas para exterior, con fusibles, caja de conexiones, contactores, relés de sobrecarga, presostato, recipiente, válvulas de retención, filtro deshidratador, visor de líquido.

Optyma™  
Unidades condensadoras sin carrozar para interior, con caja eléctrica, placa de conexiones, presostato, recipiente, válvulas de retención.

Seleccione Refrigerante:  
R404A

Ayuda < Anterior Siguiente >

Figura n°6. – Selección de equipamiento y refrigerante en software coolselector2.

Fuente: (elaboración propia)

#### Paso 4.

A continuación de obtenemos el cálculo de carga térmica en kw,

**Cámara Frigorífica - Paso 5 de 5: Condiciones de funcionamiento**

Por favor, revise cuidadosamente la capacidad de refrigeración y las condiciones de trabajo antes de presionar "Seleccionar":

Condiciones de funcionamiento

Capacidad requerida: Capacidad de refrigeración: 34.29 kW

Evaporación: Temperatura de punto de rocío: -10.0 °C  
Recalentamiento útil: 7.0 K  
Recalentamiento adicional: 13.0 K  
Temperatura del gas de retorno: 10.0 °C

Condensación: Temperatura ambiente: 32.0 °C  
Subenfriamiento: 4.0 K  
Subenfriamiento adicional: 1.0 K

Cámara de refrigeración: Temperatura: 0 °C  
Humedad relativa: 90.0 %  
Hora de trabajo: 20.0 h

Distancia de unidad condensadora a evaporador: 1.00 m

No se seleccionará el evaporador. Por favor, contacte con su proveedor habitual de intercambiadores de calor

Detalles de carga:

Transmisión:	5.978 kW
Infiltración:	2.163 kW
Hielo en el evaporador:	0.175 kW
Productos total:	23.30 kW
Productos, enfriamiento:	20.26 kW
Productos, respiración:	3.039 kW
Luz:	0.190 kW
Personas:	0.054 kW
Ventiladores:	2.300 kW
Otros:	0 kW
Desescarche:	0.127 kW
<b>Total:</b>	<b>34.29 kW</b>

Figura n°7. – Resultados de cálculo de carga térmica según software coolselector2.

Fuente: (elaboración propia)

cabe recalcar que este cálculo realizado por el software no considera el factor de seguridad de 10% solo las horas de funcionamiento del sistema de refrigeración y el tiempo deshielo.

Carga térmica total calculada por software.

$$Q_{TOTAL} = 34.29 \text{ kw}$$

$$Q_{TOTAL} = 34.29 \text{ kw} * 1.10\%$$

$$Q_{TOTAL} = 37.8 \text{ kw}$$

Comparación de cagas térmicas:

Comparación de Cálculo de carga termica en kw	
calculo teórico	38.9 kw
Software coolselector2	37.8 kw

Tabla. n°8– Comparación del cálculo de carga térmica: teórico vs software.

Fuente: (Elaboración Propia)

$$Q_{TOTAL} = \frac{38.9kw + 37.8kw}{2}$$

$$Q_{TOTAL} = 38.4 \text{ kw}$$

#### 4.6 Cálculo de flujo másico del sistema y selección del refrigerante.

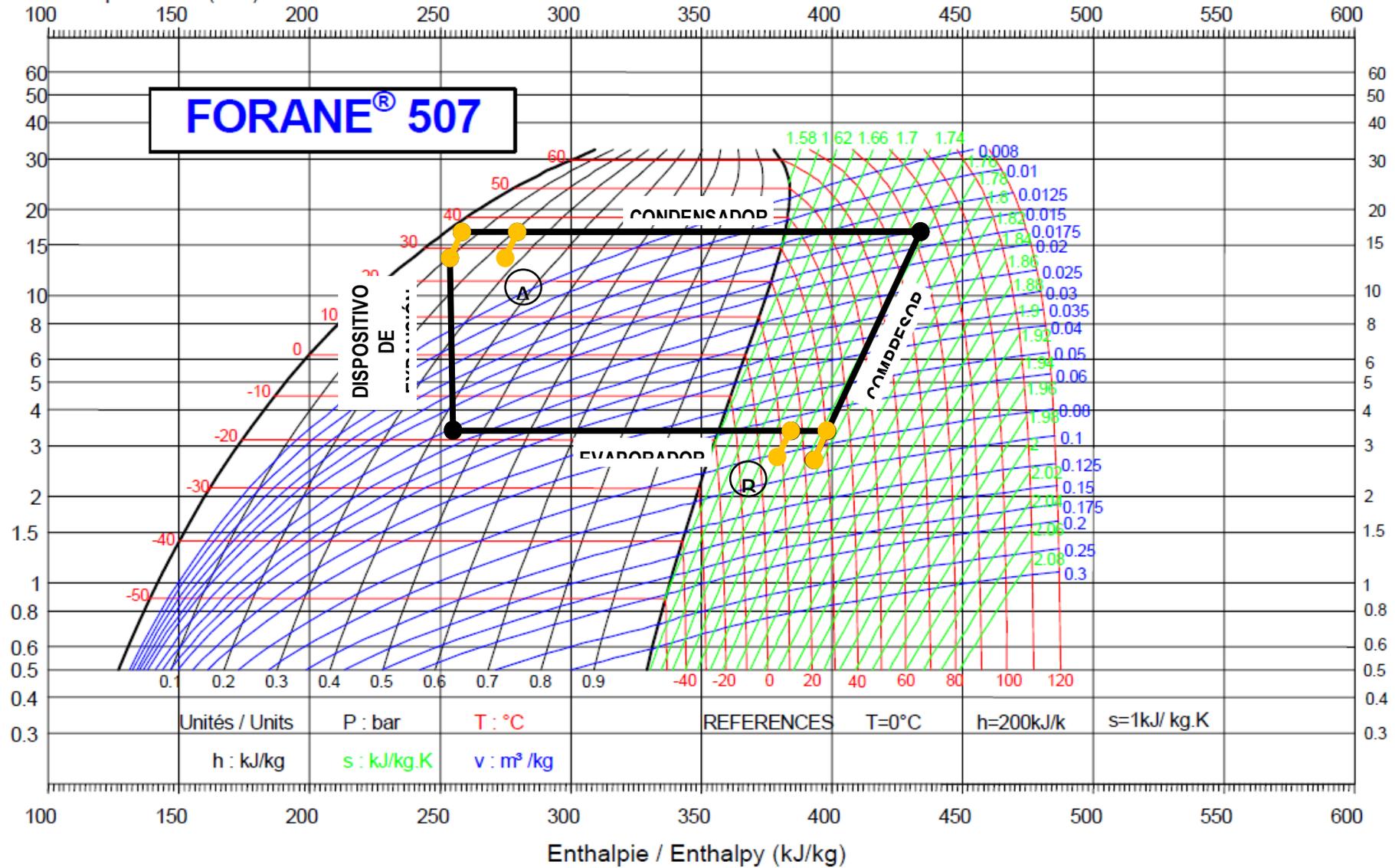
En un sistema de refrigeración el refrigerante está en constante cambio de estado de fase líquida a vapor, a una presión y temperatura baja y alta respectivamente.

Para realizar el diagrama de mollier y que el funcionamiento correcto del sistema de refrigeración sea 100% eficiente se fijó los parámetros de temperatura en cada equipo y tramo del circuito cerrado esto se realiza según criterio del proyectista para el diseño del sistema de refrigeración.

- **Temperatura ambiente:** 32°C
- **Temperatura de condensación:** 47°C.
- **Temperatura de cámara:** 0°C.
- **Temperatura de evaporación:** - 10°C.

- **Sub enfriamiento en el condensador:** 4°C (temperatura a la salida del condensador).
- **Sub enfriamiento adicional o ambiental:** 1°C (temperatura en la línea de alta presión hasta el ingreso a la v.e.t)
- **Recalentamiento útil:** 7°C (es la temperatura del refrigerante a la salida del evaporador, 7 °C por encima de la temperatura de evaporación)
- **Recalentamiento adicional o ambiental:** 13°C (es el aumento de temperatura de adquiere el refrigerante en el trayecto de la salida del evaporador hasta el compresor.)

Pression absolue  
Absolute pressure (bar)



Cada refrigerante representa un diagrama de Mollier, para esta tesis de investigación se seleccionó el refrigerante R404a que más adelante se mencionara las propiedades de este tipo de refrigerante. Los parámetros como temperaturas ambientes, temperatura de condensación, temperatura de cámara, temperatura de evaporación, su enfriamiento en el condensador, su enfriamiento adicional, recalentamiento útil y ambiental que fueron mencionados con los datos correspondientes, esta información que tenemos como proyección se plasmó en el diagrama de mollier y con esta información vamos a saber la cantidad de calor que puede absorber este refrigerante y el flujo másico del sistema.

Cabe mencionar que el **flujo másico** es la cantidad de refrigerante que recircula por el sistema de refrigeración por unidad de tiempo en kg/hr , y la entalpia se define como la cantidad de calor que puede absorber o disipar el refrigerante. En Kj/kg

#### **4.6.1 Explicación del Diagrama de Mollier correspondiente al refrigerante R507a**

**Línea Lateral Izquierda:** son las líneas horizontales que representa las presiones absolutas en bar desde una presión baja a presiones altas.

**Líneas Horizontal inferior:** representa el valor de la entalpia.

**Curva de saturación:** Es la línea de curvatura donde se divide el refrigerante, en un circuito de refrigeración, el refrigerante se encuentra de tres maneras.

- Completamente en estado gaseoso. (lado de baja presión, succión)
- Completamente en estado de líquido (lado de alta presión, línea de liq.)
- Mezcla de refrigerante liquido+ vapor (dentro del evaporador y condensador)

**Lado derecho del diagrama:** ubicado después de la curva de saturación, toda esa área es refrigerante completamente en estado de vapor sobrecalentado.

**Lado izquierdo del diagrama:** Ubicado antes de la curva de saturación, toda esta área es refrigerante completamente en estado de líquido sub enfriado.

**Lado central de la campana:** Ubicado en la parte interna de la campana, aquí existe una mezcla de refrigerante en estado de líquido a vapor y viceversa.

#### 4.6.2 cálculo de entalpías del sistema.

(adjuntar diagrama P – H con procesos). Diaz castillo pag 59.

De la figura se obtiene las siguientes entalpías según las condiciones de trabajo.

##### Proceso 1 – 2. Comprensión.

- $h_1 = 325 \text{ kj/kg}$
- $h_2 = 350 \text{ kj/kg}$

##### Proceso 2 – 3. Condensación.

- $h_2 = 350 \text{ kj/kg}$
- $h_3 = 115.00 \text{ kj/kg}$

##### Proceso 3 – 4. Expansión.

- $h_3 = 115.00 \text{ kj/kg}$
- $h_4 = 215 \text{ kj/kg}$

##### Proceso 4 – 1. Evaporación.

- $h_4 = 215 \text{ kj/kg}$
- $h_1 = 325 \text{ kg/kg}$

#### 4.6.3 Efecto Refrigerante (e. r .u)

$$e.r.u = h_1 - h_4$$

$$e.r.u = 325.00 - 215.00$$

$$e.r.u = 110 \text{ kj/kg}$$

#### 4.6.4 Flujo másico de refrigerante ( $m$ ).

$$m = \frac{Cap_{refrigs}}{e.r.u}$$

$$m = \frac{38.4 \text{ kw}}{110 \text{ kj/kg}} = 0.349090 \text{ kg/seg}$$

$$m = 1256.8 \frac{\text{kg}}{\text{hr}}$$

Para la comprobación de los parámetros de funcionamiento del sistema de refrigeración de cámara de conservación, principalmente el flujo másico, se insertaron los datos mencionado en el punto 4.8.1 pag. 47 en el software GENETROM PROPERTIES.

The image shows a schematic of a refrigeration cycle on the left and its software configuration interface on the right. The schematic includes a Condenser, Discharge Line, Compressor, Suction Line, Expansion Device, and Evaporator. The software interface is titled 'Parameters' and lists various settings for the refrigeration system.

Parameters	Option	Unit	Value
Refrigerant	R404A		
Project Description	tesis		
<b>Compressor</b>			
Volumetric Capacity	Cooling Load	W	38000
Isentropic Efficiency			0,7
Volumetric Efficiency			0,95
<b>Discharge Line</b>			
Temperature Change	Temperature Chang	°C	0
Pressure Change	Pressure Drop	kPa	0
<b>Condenser</b>			
Condensing Parameter	Condensing Temper	°C	47
Temperature Setting	Outlet Temperature	°C	43
Pressure Setting	Pressure Drop	kPa	0
<b>Liquid Line</b>			
Temperature Change	Expansion Device Ir	°C	42
Pressure Change	Pressure Drop	kPa	0
<b>Evaporator</b>			
Evaporating Parameter	Evaporating Temper	°C	-10
Temperature Setting	Outlet Temperature	°C	-3

Figura n°11 - Software Genetron, parámetros de funcionamiento.

Fuente. Elaboración Propia.

al insertar los datos mencionados, el software de cálculo nos proporciona un cuadro de resumen con las especificaciones técnicas para la correcta selección de unidades condensadoras y evaporadoras.

Performance Parameters				
<b>Refrigerant</b>	R404A	<b>EER</b>	Btu/W.h	6.914
<b>GWP</b>	3922	<b>Heating COP</b>	-	2.813
<b>Mass Flow</b>	kg/s 0.36926	<b>Subcooling Exp. Dev. In</b>	°C	4.85
<b>Cooling Capacity</b>	W 38400	<b>Superheat Evap. Out</b>	°C	6.81
<b>Heating Capacity</b>	W 53301.46	<b>Condensation Temp.</b>	°C	47
<b>Power</b>	kW 18.95	<b>Evaporation Temp.</b>	°C	-10
<b>Cooling COP</b>	- 2.026			

Figura n° 12 - Software Genetron, cuadro de cálculos

Fuente proporcionada por el software genetro.

Como observamos según el cuadro de cálculo, el flujo másico calculado por el software (Mass Flow), Es de 0.36926 kg/seg. El cual coincide con el cálculo teórico de flujo másico.

FLUJO MASICO.		
Descripción	kg/seg	kg/hr.
Valor teórico.	0.34909	1256.724
software genetron	0.36926	1329.336

Tabla n°9 –Comparación de cálculo de flujo másico: teórico vs software.

Fuente: (Elaboración Propia)

## 4.7 Selección de equipamiento electromecánico

### 4.7.1 Selección de Unidad Condensadora.

Una vez calculado y ya verificado el flujo másico en el software Genetron y obtenida el cálculo de carga térmica para obtener la capacidad frigorífica total requerida por el sistema de refrigeración en la cámara de conservación, procedemos a seleccionar la unidad condensadora.

Para la selección de la unidad condensadora, se utilizará el software Bitzer y se insertará parámetros calculados el cual el software nos dará equipos con los parámetros aproximados el cual fueron calculados.

Paso 1.

Insertamos en software los parámetros de potencia frigorífica de 38.4 kw, temperatura de gas de aspiración, tensión de funcionamiento, frecuencia y nos proporciona el siguiente cuadro

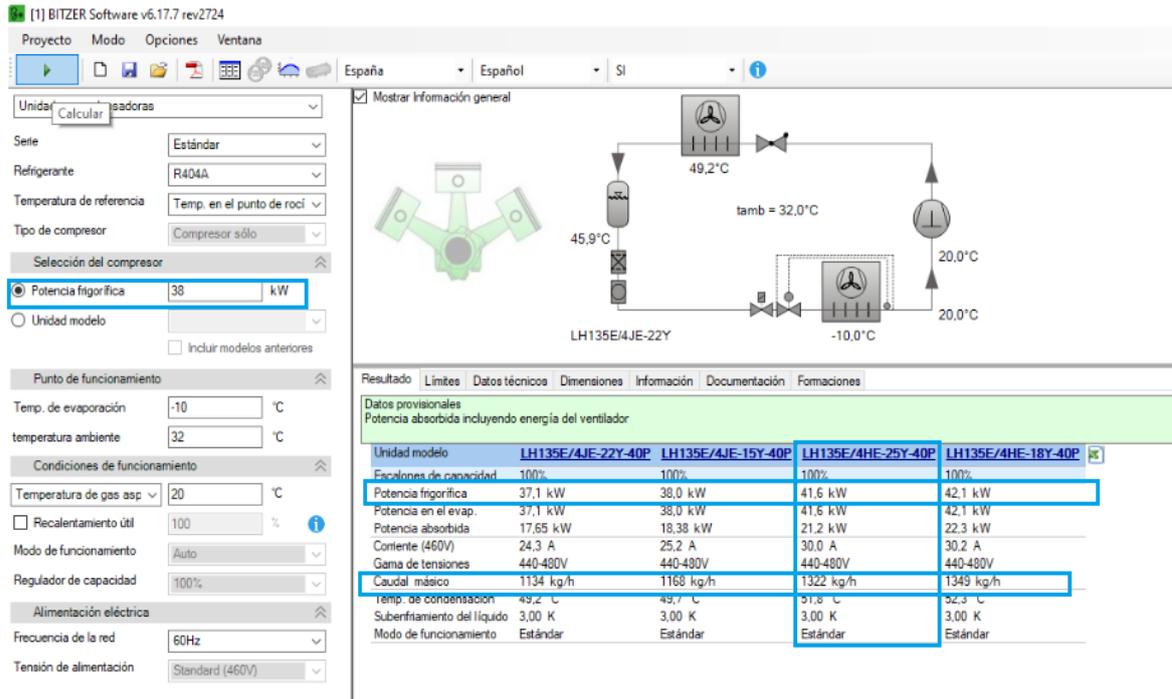


Figura n° 13 - Software Genetron, cuadro de resultados.

#### 4.7.2 Selección de Evaporadores.

Para la selección de evaporadores cúbicos, dividiremos la capacidad frigorífica calculada de 38.6 KW y se obtiene:

$$\frac{38.4kw}{2} = 19.2 kw$$

Esta capacidad obtenida de 19.2 kw es la capacidad frigorífica en la cual trabajarán 2 evaporadores en paralelo con una sola unidad condensadora de 25 hp(ver imagen N° 16),

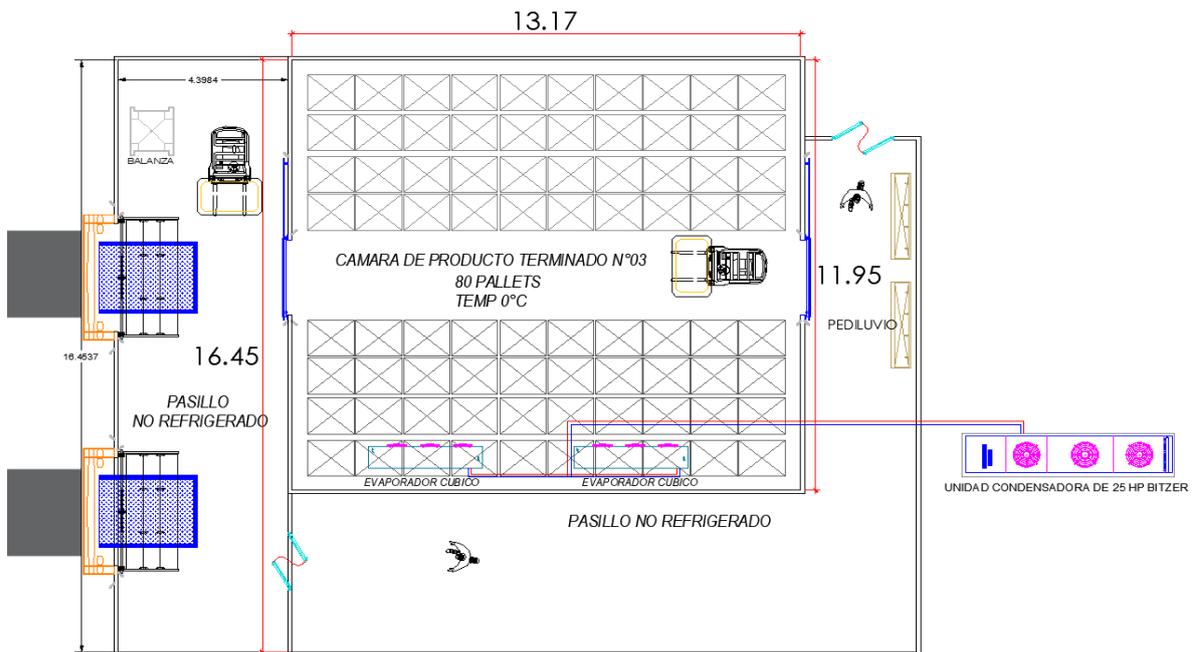


Figura N° 16 – Plano de planta de Camara frigorífica y sistemas de refrigeracion.

Para la selección de evaporadores cúbicos transformamos la capacidad frigorífica de 19.2 kw a Btu/hr para obtener una capacidad de 65.55 Kbtu/hr, se uso el aplicativo de bohn selección de equipos,

## SELECCIÓN DE EVAPORADOR ESTÁNDAR

### MODELO: BHE 550DVA

DISTRIBUIDOR: <small>preview</small>	CONTACTO: <small>preview</small>	EMAIL: <small>preview</small>
---	-------------------------------------	----------------------------------

FAMILIA:  
**BH**

PERFIL:  
**ALTO**

CAPACIDAD ( MILES BTUH ):  
**60.5**

ALETAS POR PULGADA:  
**6**

CFM'S

Figura n° 16 – Selección de evaporadores Bohn

### 4.7.3. Cálculo de válvula de expansión termostática.

La V.E.T es un accesorio de refrigeración cuya función es regular la cantidad de caudal de refrigerante en estado líquido al evaporador y asegurar que durante el paso del refrigerante a través de la v.e.t se evapore 30% en gas y 70% líquido lo

que hace al sistema más eficiente. Otra función de la válvula de expansión termostática es proteger al compresor de ingreso de partículas de liquido.

A continuación, se realizará la selección de la V.E.T con el programa COLSELECTOR2 DE DANFOSS.

Condiciones de funcionamiento

Capacidad: Capacidad de refrigeración: 19.20 kW Evaporación: Temperatura: -10.0 °C Condensación: Temperatura: 45.0 °C Adicional:  Temperatura de descarga: 66.0 °C

Caudal másico en la línea: 718.2 kg/h Recalentamiento útil: 7.0 K Subenfriamiento: 1.0 K

Capacidad de calefacción: 27.80 kW Recalentamiento adicional: 0 K Subenfriamiento adicional: 0 K

Criterios de selección:

Carga: 100 %

Caída de presión en el distribuidor: 0 bar

Línea de líquido (Sistema de expansión seca. R507A. Válvula de expansión termostática).

Selección: TE 5 - 4 Ningún código seleccionado

Seleccionado	Tipo	NS	Rango	Capacidad nominal [kW]	Capacidad mínima [kW]	Carga [%]	DP [bar]	Velocidad, entrada [m/s]	Resultado
<input type="radio"/>	TE 5 - 2	16	N	15.65	3.913	123	16.54	1.38	⚠
<input checked="" type="radio"/>	TE 5 - 3	16	N	19.65	4.913	98	16.54	1.38	✓
<input checked="" type="radio"/>	TE 5 - 4	16	N	26.79	6.697	72	16.54	1.38	✓
<input type="radio"/>	TE 12 - 5	22	N	34.48	8.619	56	16.54	0.67	✓
<input type="radio"/>	TE 12 - 6	22	N	42.83	10.71	45	16.54	0.67	✓

Curva de rendimiento Datos de rendimiento Selección de códigos Notas

TE 5 - 4  
Línea de líquido (Sistema de expansión seca. R507A. Válvula de expansión termostática).

Figura N° 17 – Selección de V.E.T

El sistema de refrigeración para este proyecto de investigación está diseñado para operar con 2 evaporadores cúbicos seleccionados, cada evaporador funcionara con un v.e.t independientemente para regular el flujo de refrigerante al ingreso del evaporador y controlar el recalentamiento.

Al insertar la capacidad frigorífica de 19.20 kw, la temperatura de evaporación y condensación en el software, seleccionamos la capacidad mas próxima, en este caso lo recomendable por el programa es la v.e.t TE5 con orificio Numero 3, con un diámetro de entrada de 3/4" y salida de 7/8".

Al seleccionar la válvula de expansión termostática más adecuada se obtendrá una mejor eficiencia del sistema de refrigeración, la expansión dentro del dispositivo será de 30% vapor y 70% liquido lo que facilita la evaporación en el siguiente proceso, el suministro de refrigerante será el adecuado.

#### 4.8. Costos.

##### 4.8.1 Cuadro de costos VAN y TIR

Para el cálculo de la viabilidad del proyecto usaremos un flujo de caja con una tasa de descuento del 10% durante un periodo de 5 años.

Año	Flujo de Ingresos (\$)	Flujo de egresos (\$)	Flujo efectivo neto (\$)
2023	250000	5000	245000
2024	249000	3500	245500
2025	260000	4500	255500
2026	290000	4000	286000
2027	310000	5500	304500
		\$	1336500

Formulacion de datos		
f1=	245000	
f2=	245500	
f3=	255500	
f4=	286000	
f5=	304500	
n=	5 años	
i=	4% de tasa de interes(0.10)	
IO=	51,350.00	( Inversion Inicial)

	51,350.00
	245000.000
	245500.00
	255500.00
	286000.00
	304500.00
VAN	473,082.52811329
TIR	89%

$$VAN = \frac{f1}{(1+i)^{n1}} + \frac{f2}{(1+i)^{n2}} + \frac{f3}{(1+i)^{n3}} + \frac{f4}{(1+i)^{n4}} + \frac{f5}{(1+i)^{n5}} - I_0$$

El valor actual neto(VAN) es un indicador financiero que sirve para determinar la viabilidad de un proyecto. Si tras medir los flujos de los futuros ingresos y descontar la inversion inicial queda alguna ganancia, el proyecto es viable.

La TIR es un indicador de rentabilidades de proyecto o inversiones, de manera que cuanto mayor sea la TIR mayor sera la rentabilidad. Realizando el calculo de tasa interna de rentabilidad de diferentes proyectos se facilita la toma de decisiones sobre la inversion a realizar.

#### 4.8.2. Cuadro de costo estimado de sistema de refrigeración.

Estructura	Tarea	U.M.	Cantidad	costo	Total
<b>0001</b>	<b>INFRAESTRUCTURA DE SUMINISTRO</b>				
<b>0001.001</b>	<b>Paneles</b>				
<b>0001.001.001</b>	<b>Panel</b>				
0001.001.001.001	Paneles de Poliestireno 100 mm de espesor, PARED	MT2	300,00	24,00	7.200,00
0001.001.001.002	Paneles de Poliestireno 100 mm de espesor, TECHO	MT2	70,00	28,00	7.200,00
<b>0001.002</b>	<b>Suministro electromecanico</b>				
<b>0001.002.001</b>	<b>Unidad condensadora de 25 HP bitzer</b>	und	1,00	17.000,00	
0001.002.001.001	evaporadores cubicos Bohn 3 ventiladores	und	2,00	3.500,00	7.000,00
0001.002.001.002	valvula de expansion termostatica	und	2,00	350,00	700,00
0001.002.001.003	solenoides de liquido	und	2,00	150,00	300,00
0001.002.001.004	tuberias de cobre liquido 7/8" Succion 2 1/8"	und	1,00	2.500,00	2.500,00
0001.002.001.005	Presostato de baja y alta presion	und	2,00	50,00	100,00
0001.002.001.006	Refrigerante R507a	und	5,00	510,00	2.550,00
0001.002.001.007	accesorios	und	1,00	200,00	200,00
				<b>total</b>	<b>27.750,00</b>

Estructura	Tarea	U.M.	Cantidad	costo	Total
<b>0001</b>	<b>INFRAESTRUCTURA DE INSTALACION</b>				
<b>0001.001</b>	<b>Paneles</b>				
<b>0001.001.001</b>	<b>Panel</b>				
0001.001.001.001	Paneles de Poliestireno 100 mm de espesor, PARED	MT2	300,00	6,00	1.800,00
0001.001.001.002	Paneles de Poliestireno 100 mm de espesor, TECHO	MT2	70,00	6,00	1.800,00
<b>0001.002</b>	<b>INSTALACION ELECTROMECHANICA</b>				
<b>0001.002.001</b>	<b>Unidad condensadora de 25 HP bitzer</b>	und	1,00	350,00	350,00
0001.002.001.001	evaporadores cubicos Bohn 3 ventiladores	und	2,00	250,00	500,00
0001.002.001.002	Tendido de tuberias de cobre	und	1,00	2.500,00	2.500,00
0001.002.001.003	instalacion de accesorios	und	1,00	2.500,00	2.500,00
0001.002.001.004	Presurizacion con nitrogeno	und	1,00	250,00	1.500,00
0001.002.001.005	Prueba de vacio del sistema	und	1,00	250,00	800,00
0001.002.001.006	Inyeccion de refrigerante R507a	und	1,00	250,00	250,00
0001.002.001.007	Transporte de Equipos	und	1,00	1.500,00	1.500,00
0001.002.001.008	Elaboracion del proyecto	und	1,00	2.000,00	2.000,00
0001.002.001.009	Supervision	und	1,00	4.500,00	4.500,00
				<b>subtotal( \$)</b>	<b>20.000,00</b>
				<b>lgv 18%</b>	<b>3.600,00</b>
				<b>Total General ( \$)</b>	<b>23.600,00</b>

Estructura	Tarea	U.M.	Cantidad	costo	Total
<b>0001</b>	<b>INFRAESTRUCTURA DE SUMINISTRO</b>				
<b>0001.001</b>	<b>Paneles</b>				
<b>0001.001.001</b>	<b>Panel</b>				
0001.001.001.001	Paneles de Poliestireno 100 mm de espesor, PARED	<b>MT2</b>	300,00	24,00	7.200,00
0001.001.001.002	Paneles de Poliestireno 100 mm de espesor, TECHO	<b>MT2</b>	70,00	28,00	7.200,00
<b>0001.002</b>	<b>Suministro electromecanico</b>				
<b>0001.002.001</b>	<b>Unidad condensadora de 25 HP bitzer</b>	<b>und</b>	1,00	17.000,00	
0001.002.001.001	evaporadores cubicos Bohn 3 ventiladores	<b>und</b>	2,00	3.500,00	7.000,00
0001.002.001.002	valvula de expansion termostatica	<b>und</b>	2,00	350,00	700,00
0001.002.001.003	solenoides de liquido	<b>und</b>	2,00	150,00	300,00
0001.002.001.004	tuberias de cobre liquido 7/8" Succion 2 1/8"	<b>und</b>	1,00	2.500,00	2.500,00
0001.002.001.005	Presostato de baja y alta presion	<b>und</b>	2,00	50,00	100,00
0001.002.001.006	Refrigerante R507a	<b>und</b>	5,00	510,00	2.550,00
0001.002.001.007	accesorios	<b>und</b>	1,00	200,00	200,00
				<b>total</b>	<b>27.750,00</b>

Estructura	Tarea	U.M.	Cantidad	costo	Total
<b>0001</b>	<b>INFRAESTRUCTURA DE INSTALACION</b>				
<b>0001.001</b>	<b>Paneles</b>				
<b>0001.001.001</b>	<b>Panel</b>				
0001.001.001.001	Paneles de Poliestireno 100 mm de espesor, PARED	<b>MT2</b>	300,00	6,00	1.800,00
0001.001.001.002	Paneles de Poliestireno 100 mm de espesor, TECHO	<b>MT2</b>	70,00	6,00	1.800,00
<b>0001.002</b>	<b>INSTALACION ELECTROMECHANICA</b>				
<b>0001.002.001</b>	<b>Unidad condensadora de 25 HP bitzer</b>	<b>und</b>	1,00	350,00	350,00
0001.002.001.001	evaporadores cubicos Bohn 3 ventiladores	<b>und</b>	2,00	250,00	500,00
0001.002.001.002	Tendido de tuberias de cobre	<b>und</b>	1,00	2.500,00	2.500,00
0001.002.001.003	instalacion de accesorios	<b>und</b>	1,00	2.500,00	2.500,00
0001.002.001.004	Presurizacion con nitrogeno	<b>und</b>	1,00	250,00	1.500,00
0001.002.001.005	Prueba de vacio del sistema	<b>und</b>	1,00	250,00	800,00
0001.002.001.006	Inyeccion de refrigerante R507a	<b>und</b>	1,00	250,00	250,00
0001.002.001.007	Transporte de Equipos	<b>und</b>	1,00	1.500,00	1.500,00
0001.002.001.008	Elaboracion del proyecto	<b>und</b>	1,00	2.000,00	2.000,00
0001.002.001.009	Supervision	<b>und</b>	1,00	4.500,00	4.500,00
				<b>subtotal ( \$ )</b>	<b>20.000,00</b>
				<b>Igv 18%</b>	<b>3.600,00</b>
				<b>Total General ( \$ )</b>	<b>23.600,00</b>

## V. DISCUSIÓN

El objetivo general de este trabajo de investigación se basó en diseñar un sistema de refrigeración para mejorar la capacidad de almacenamiento de arándano en una cámara de conservación a una temperatura de  $0^{\circ}\text{C}$ , por lo cual primeramente se definió la ubicación exacta de la cámara frigorífica dentro de la planta agroindustrial existente, luego se indicó las normativas aplicadas para el cálculo y diseño del recinto, el cálculo para la selección del panel termoaislante nos sirvió para corroborar el rango de temperatura a la cual soporta este panel en este caso el espesor del panel es el adecuado para Media temperatura  $0^{\circ}\text{C}$ , los tipos más usuales de aislamiento son aquellos llamados paneles prefabricados y que son aquellos contruidos por revestimiento metálico de 0.05 mm de espesor con un núcleo aislante con una densidad al interior  $38\text{ kg/m}^3$  para panel de Poliuretano y  $24\text{ kg/m}^3$  para poliestireno.

Por lo indicado en los objetivos específicos se realizó el cálculo de la carga térmica que generalmente esta expreso de  $\text{btu/hr}$  o  $\text{kcal/hr}$ , para ello es muy importante calcular 4 tipos de calor térmico dentro de la cámara de conservación, el primero consistió en la transmisión de calor por conducción el cual corresponde a la cantidad de calor transmitido por conducción a través de las paredes, techos y pisos, esta carga depende del área de transferencia, el segundo es el cálculo de carga térmica por renovaciones de aire el cual consistió en calcular el calor de aire que ingresa a la cámara a través de las aperturas de las puertas cuando operan el personal durante la producción, cada vez que la puerta abre el aire externo penetra al interior de la cámara representando una carga adicional que se debe calcular para llegar a la temperatura de diseño.

El tercer punto consistió en realizar el cálculo de carga térmica por producto en el cual es la parte que se refiere a la cantidad de calor que se debe de extraer del producto en este caso  $80.6\text{ ton}$  de arándano el cual se almacenara, y por último se realizó el cálculo de carga térmica diversas, este calor se refiere al calor que genera las personas dentro de una cámara frigorífica en un determinado tiempo, el calor que genera un motor eléctrico o del mismo montacarga y las luminarias que se encuentran dentro del ambiente.

Luego se realizó la sumaria de cargas térmicas total obteniendo una capacidad frigorífica de 38.4 kw térmico donde en este cálculo ya está incluido un porcentaje de seguridad para protección en caso el cliente sobrepase el almacenamiento de toneladas de arándano dentro de la cámara el cual generara una mayor demanda de carga térmica y no llegara a temperatura, por otro lado, se verifico dicho calculo teórico en el software coolselector de Danfoss el cual fue aproximadamente igual a lo calculado.

Continuando con los objetivos específicos se realizó el cálculo del flujo másico del sistema de refrigeración el cual es muy importante para la correcta selección del refrigerante que fluye dentro del circuito cerrado de refrigeración R404a y también para la adecuada selección de unidad condensadora, evaporadores, válvula de expansión termostática y accesorios que regulan y controlan todo el sistema de refrigeración.

Con los cálculos realizados, utilizamos el software gratuito bitzer que fue utilizado para la selección de unidad condensadora el cual este equipo abarca el compresor, presostatos de baja y alta presión, separadores de aceite, recipiente de líquido, condensador, llaves de servicio interconectados mediante de tuberías de cobre Tipo L y accesorios mecánicos.

Este equipo es seleccionado de acuerdo a la capacidad frigorífica calculada y los parámetros de funcionamiento como temperatura de evaporación, condensación, recalentamiento útil, subenfriamiento estos parámetros son muy importantes para una adecuada selección de este equipo, igualmente se realizó la selección del evaporador el cual se encuentra dentro de la cámara de conservación, al seleccionar este equipo dividimos la capacidad frigorífica para el sistema funcione con dos evaporadores interconectados pero con una válvula de expansión termostática independientemente con su respectiva válvula solenoide.

Todo esto nos garantizan que la cámara frigorífica funcionara en óptimas condiciones de funcionamiento.

De acuerdo a lo señalado por Chayan (2021) El cual se diseñó un sistema de refrigeración de menor capacidad para productos híbridos (pescado), el cual

funciona con refrigerante amoníaco que es más eficiente para bajas temperaturas y a menor tiempo pero tiene la desventaja de que es un refrigerante sumamente peligroso ante la vida humana en caso de fugas y altamente contaminante a la capa de ozono, con respecto a los cálculos de carga térmica y la selección de equipamiento electromecánico básicamente son similares en fórmulas aplicadas y en selección de equipos a diferencia de nuestro proyecto ya que manejamos la conservación teniendo como objetivo principal mejorar la capacidad de almacenamiento. Estos cálculos realizados se pueden aplicar en futuros proyectos de investigación, cabe resaltar el uso del refrigerante R404a es un refrigerante de freón de hidrofluorocarbono (HFC) mezclado compuesto de R-125, R-134<sup>a</sup> y R-143<sup>a</sup> el cual fue diseñado para reemplazar el R-22 que se utiliza en sistemas de refrigeradores comerciales para rangos de temperatura baja y media.

Según Córdova (2021), Un sistema de refrigeración es muy importante en los procesos industriales porque permite la conservación de diversos productos que a condiciones de temperaturas normales no tendría la conservación en periodos de tiempo realmente largos. Agrovisión Olmos, es una empresa cuyo rubro es desarrollar procesos industriales con cadenas de frío, en las cuales se necesita la conservación del producto. Entonces para lo cual el problema principal es que los equipos de refrigeración que emplean en la empresa (tales como congeladoras y neveras), no desarrollan un nivel de trabajo eficiente en la transferencia de energía térmica de manera homogénea, por lo cual se planteó como objetivo general elaborar un análisis del sistema de refrigeración para incrementar su coeficiente de performance de la planta Agrovisión Olmos, se obtuvo resultados de los Parámetros de Funcionamiento de los dispositivos que conforman el sistema de refrigeración en la planta Agrovisión Olmos teniendo que el coeficiente de funcionamiento es 8.88, el coeficiente de operación es de 6.39, la relación de compresión es de 2.35, el rendimiento del compresor es de 0.88 y la eficiencia total del ciclo es de 0.72. Del análisis del sistema de refrigeración se determinó el estado técnico de los equipos del sistema de refrigeración y se obtuvo como resultados que el funcionamiento normal de los equipos no era el adecuado, por lo tanto, se realizó el mantenimiento correctivo en el sistema eléctrico y mantenimiento preventivo en el compresor,

condensador, evaporador y elementos auxiliares. Se determinó el COP teniendo para ello que el coeficiente de funcionamiento  $COP_{RC} = 15.48$ , el coeficiente de operación es  $COPR = 11.44$  y la eficiencia total del ciclo es de 0.74.

Según Augusto Toledo(2018), Esta tesis se dedicó al diseño de una cámara frigorífica para la empresa de lácteos Tongod Cajamarca, con la finalidad de aumentar la capacidad de almacenamiento en la conservación de los productos , minimizando con ello el uso de pequeños equipos de refrigeración, con poca capacidad de almacenamiento de producto y trabajo poco homogéneo, por lo que la producción es directamente proporcional a la capacidad de almacenamiento; de igual manera se consideró esta lógica para nuestro diseño de tal manera que en ambos diseños se pudo cumplir con la demanda requerida cabe mencionar las diferencias de demandas y las consideraciones requeridas según sus necesidades para el correcto diseño .

## VI. CONCLUSIONES.

Para el correcto diseño y un eficiente sistema de refrigeración industrial es necesario el conocimiento de los principios de la termodinámica, mecánica de fluidos, transferencia de calor y masa. Se concluye:

Con respecto al objetivo general, se logró diseñar un sistema de refrigeración para mejorar la capacidad de almacenamiento de producto terminado del arándano en cámara de conservación a 0°C en la planta agroindustrial Gourmet Perú. Para ello se utilizaron todos los cálculos necesarios y la selección de los equipos electromecánicos adecuados, a fin de que se tuviera una constatación certera respecto a la viabilidad técnica y económica que permitiera mejorar la ampliación de capacidad de almacenamiento para la exportación de este producto terminado hacia el país de Estados Unidos.

Con respecto a los objetivos específicos mencionados, se determinó las condiciones y parámetros del producto a enfriar, se realizó el dimensionamiento de la cámara frigorífica en base al requerimiento de la capacidad de almacenamiento de 80.6 toneladas/día con respecto al volumen del producto a conservar.

El tercer objetivo específico, consistió en el cálculo de carga para hallar la potencia frigorífica en kcal/hr o kw el cual dichos cálculos fueron comprobados y comparados en el software de coolselector2 de danfoss, con respecto al cuarto objetivo específico se cumplió con la selección de equipos electromecánicos: unidad condensadora bitzer, evaporadores cúbicos bonh, válvula de expansión termostática, accesorios de funcionamiento y la elaboración de los circuitos automáticos de fuerza mando para el funcionamiento automático y manual del sistema de refrigeración de la cámara de conservación y antecámara.

Con respecto a la evaluación de la implementación del sistema de refrigeración para la cámara de conservación y antecámara, la misma es rentable, ya que lograra un aumento potencial venta de producto final anualmente, con la opción de que en 1 años se recupere totalmente la inversión debido a mayores ventas altamente eficientes.

## VII. RECOMENDACIONES.

Según las conclusiones definidas, se recomienda que:

En cuanto a la evaluación de diseño de sistemas de refrigeración para proyectos de la misma línea de investigación, se recomienda que sean muy cuidadoso en los cálculos de carga térmica, interpretación de parámetros de funcionamiento del sistema y en la selección de los equipos electromecánicos a ser utilizados a fin de que estos se ajusten a los objetivos propuestos

Que tomen en consideración los cálculos desarrollados en la presente tesis de investigación para buscar viabilidad en el desarrollo de proyectos futuros, no solo para el sector agro industrial, sino también para todas aquellas que pueda ofrecer las características para la implementación de un sistema de frío como, por ejemplo: embarcaciones pesqueras; buques, sector pesquero, sub marinos con el fin de optimizar su productividad.

Es recomendable también, que los endes estatales y privados de diferentes rubros primordialmente el sector agroexportador, tomen consideraciones la presente propuesta, con el fin de generar el incentivo, tanto tecnológico como financiero, para que todas las plantas agroindustriales del Perú puedan contar con mayor producción de calidad y alcanzar un amplio mercado a nivel internacional

Es recomendable que, para el diseño de plantas agroindustriales, cámaras de conservación, congelamiento, túneles californianos, individuales y IQF. Trabajar con normas y tablas de calores específicos según producto a almacenar. Interpretar el diagrama p – h claramente para conocer el funcionamiento del sistema, y verificar el tipo de refrigerante adecuado para tener un sistema de refrigeración eficiente.

## REFERENCIAS

- American Society for Horticultural Science. (23 de septiembre de 2020). *Using Amaranth as a model plant for evaluating imperfect storages: assessment of solar-refrigerated and evaporatively-cooled structures in India.* <https://journals.ashs.org/hortsci/view/journals/hortsci/55/11/article-p1759.xml>
- Becerra Espinoza M. (2017) *Mejora continua del proceso de refrigeración industrial para mejorar la calidad de los productos cárnicos en el área de perezales de la empresa hipermercados Tottus S.A SJM 2017.* [Tesis de Pregrado, Universidad César Vallejo – Sede Lima] [https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/15745/Becerra\\_EMA.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/15745/Becerra_EMA.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Chayan Martínez, N. (2021) *Diseño de refrigeración por compresión para la embarcación de pesca artesanal Joseph* [Tesis de Pregrado, Universidad César Vallejo - Sede Chiclayo] [file:///D:/TALLER%20DE%20TESIS%202021/REFERENCIAS%20TESIS/Chayan\\_M NC-SD.pdf](file:///D:/TALLER%20DE%20TESIS%202021/REFERENCIAS%20TESIS/Chayan_M NC-SD.pdf)
- Chuquilin Salcedo, C. (2019) *Aplicación del estudio de métodos para incrementar la productividad en el proceso de mantenimiento de equipos de aire acondicionado en la empresa refrigeración Chuquilin S.R.L* [Tesis de Pregrado, Universidad César Vallejo – Sede Piura]. [https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/50113/Chuquilin\\_SC-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/50113/Chuquilin_SC-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Córdova Amaya Y. (2020) *Análisis del sistema de refrigeración para incrementar el coeficiente de performance- Planta agro visión*

Olmos. [Tesis de Pregrado, Universidad César Vallejo – Sede Chiclayo].

[https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/53152/C%c3%b3rdova\\_AYA-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/53152/C%c3%b3rdova_AYA-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Deza Ventura, E. y Toribio Reyes, E. (2020) *Estudio para el dimensionamiento y selección de un sistema frigorífico a compresión mecánica de congelado de productos hidrobiológicos para aumentar capacidad en una planta pesquera en La Libertad* [Tesis de Pregrado, Universidad César Vallejo – Sede Trujillo].

[https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/56348/Deza\\_VER-Toribio\\_REM-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/56348/Deza_VER-Toribio_REM-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Díaz Castillo, M. (2020) *Diseño de una cámara frigorífica para la refrigeración de 3 Ton de pescado en el mercado zonal de Lambayeque* [Tesis de Pregrado, Universidad Señor de Sipán]

<file:///D:/TALLER%20DE%20TESIS%202021/REFERENCIAS%20TESIS/Diaz%20Castillo%20Miguel%20%20Zapata%20Sigue%C3%B1as%20Juan.pdf>

Echevarría Atacusi, K (2020), *Estudio de repotenciación del sistema frigorífico de la planta de congelado de productos hidrobiológico para aumentar su capacidad y eficiencia en Casamar S.A.C Samanco* [Tesis de Pregrado, Universidad César Vallejo – Sede Trujillo].

[https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/48302/Echevarria\\_AKA%20-%20SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/48302/Echevarria_AKA%20-%20SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Gutiérrez, D., Lemos, L. y Rodríguez S. (Septiembre de 2018). *Effect of UV-C and ozone on the bioactive compounds and antioxidant capacity of minimally processed rocket (Eruca Sativa Mill).*

[https://www.researchgate.net/profile/Silvia-Del-Rodriguez/publication/327889238\\_Effect\\_of\\_UV-C\\_and\\_Ozone\\_on\\_the\\_Bioactive\\_Compounds\\_and\\_Antioxidant\\_Capacity\\_of\\_Minimally\\_Processed\\_Rocket\\_Eruca\\_Sativa\\_Mill/links/5cc1d15aa6fdcc1d49aee92f/Effect-of-UV-C-and-Ozone-on-the-](https://www.researchgate.net/profile/Silvia-Del-Rodriguez/publication/327889238_Effect_of_UV-C_and_Ozone_on_the_Bioactive_Compounds_and_Antioxidant_Capacity_of_Minimally_Processed_Rocket_Eruca_Sativa_Mill/links/5cc1d15aa6fdcc1d49aee92f/Effect-of-UV-C-and-Ozone-on-the-)

[Bioactive-Compounds-and-Antioxidant-Capacity-of-Minimally-Processed-Rocket-Eruca-Sativa-Mill.pdf](#)

- Hinojosa, L. (s/f). *Eficiencia Energética en Sistemas de Refrigeración*. Santiago de Chile [Archivo PDF]. [http://www.frioycalor.cl/revistas/rev\\_92.pdf](http://www.frioycalor.cl/revistas/rev_92.pdf)
- Huacco Ramos, G. (2018) *Cadena de frío y competitividad en la exportación de productos perecederos*. [Tesis de Pregrado, Universidad César Vallejo – Sede Lima] [https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/53427/Huancce\\_o\\_RGJ-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/53427/Huancce_o_RGJ-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Huamani Martínez, G. (2019) *El mantenimiento preventivo y su relación con la calidad de servicio en la empresa Soluciones Generales de refrigeración S.R.L, San Juan de Lurigancho* [Tesis de Pregrado, Universidad César Vallejo – Sede Lima]. [https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/57182/Huamani\\_MGA-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/57182/Huamani_MGA-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- MDPI. (9 de septiembre de 2020). *Comparison of traditional and novel drying techniques and its effect on quality of fruits, vegetables and aromatic herbs*. <https://www.mdpi.com/2304-8158/9/9/1261>
- MDPI. (24 de noviembre de 2020). *Challenges and prospects for the conservation of crop genetic resources in field genebanks, in vitro collections and/or in liquid nitrogen*. <https://www.mdpi.com/2223-7747/9/12/1634>
- MDPI. (2 de febrero de 2021). *Bio-packaging material impact on blueberries quality attributes under transport and marketing conditions*. <https://www.mdpi.com/2073-4360/13/4/481>
- MDPI. (1 de marzo de 2022). *Combined Effect of Potassium Permanganate and Ultraviolet Light as Ethylene Scavengers on Post-Harvest Quality of Peach at Optimal and Stressful Temperatures*. <https://www.mdpi.com/2073-4395/12/3/616>
- Mejía Neyra, H. (2021) *Diseño de sistema de enfriamiento de aire por gas refrigerante para mejorar el enfriamiento y producción de tubos*

- PVC en una planta industrial*. [Tesis de Pregrado, Universidad César Vallejo – Sede Trujillo]  
[https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/75604/Mejia\\_NH-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/75604/Mejia_NH-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Morales Vargas, J. (2017) *Análisis de la productividad del sistema de refrigeración en la empresa tecnológica de alimentos S.A Callao* [Tesis de Pregrado, Universidad César Vallejo – Sede Callao].  
[https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/28004/B\\_Morales\\_VJJ.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/28004/B_Morales_VJJ.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Mutlu, H. (2021). *Energy and exergy analyses of vacuum cooling as experimental assessment: case study for boiled cauliflower (Brassica Oleracea Var)*.  
<https://link.springer.com/article/10.1007/s10973-020-10487-3>
- Original Research. (2018). *Effect of Aloe vera gel, chitosan and sodium alginate based edible coatings on postharvest quality of refrigerated strawberry fruits of cv. Chandler* [Archivo PDF].  
<http://www.pshsciences.org/wp-content/uploads/2018/12/JHST2018-008.pdf>
- Pérez Lozano, Y. (2020) *Diseño de un sistema de refrigeración por absorción, para disminuir el consumo de combustible de un vehículo 1300CC* [Tesis de Pregrado, Universidad César Vallejo – Sede Chiclayo].  
[https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/53176/Perez\\_LY-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/53176/Perez_LY-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Rojas Moron, L. (2019) *Diseño de un sistema de refrigeración por absorción para abastecer de energía al sistema de aire acondicionado en vehículos ligeros* [Tesis de Pregrado, Universidad César Vallejo – Sede Piura].  
[https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/43798/Rojas\\_MLL-SD.pdf?sequence=4&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/43798/Rojas_MLL-SD.pdf?sequence=4&isAllowed=y)
- Salazar Yarleque, M. (2020) *Selección de la cadena de frío del frío del centro beneficio de ganado del municipio de Oxapampa, con el uso*

*de refrigerante HFC.* [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos]

<https://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/15578>

Science Direct. (2019). *Sustainable food supply chains.*

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128134115000132?via%3Dihub>

Science Direct. (junio de 2019). *Recent advances in the application of pulsed light processing for improving food safety and increasing shelf life.*

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0924224418308847>

Science Direct. (julio de 2022). *Inactivation of spoilage organisms on baby spinach leaves using high voltage atmospheric cold plasma (HVACP) and assessment of quality.*

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1466856422001084>

Silva Acosta, C. (2020) *Utilización de refrigerante R404a y 507 para determinar el efecto en la eficiencia energética del sistema de aire acondicionado comercial en cámara frigorífica para vacunas Jaén – Cajamarca* [Tesis de Pregrado, Universidad César Vallejo - Sede Chiclayo]

[https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/53187/Silva\\_A\\_C-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/53187/Silva_A_C-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Taylor & Francis Online. (11 de noviembre de 2021). *Sustainable food processing of selected North American native berries to support agroforestry.*

<https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/10408398.2021.1999901>

The University of Maine (Agosto de 2019). *Efficacy of Alternative Sanitization Methods on Wild Blueberries and Fresh Cut Cantaloupe.*

<https://digitalcommons.library.umaine.edu/etd/3061/>

The University of Maine. (Diciembre de 2021). *Experimental Warming Effects on Growth, Yield, and Biotic Pressure of Wild Blueberries in Maine*

<https://digitalcommons.library.umaine.edu/etd/3542/>

Toledo Quispe, C. (2016). *Diseño de una cámara frigorífica para incrementar la capacidad de conservación de producto lácteos de la empresa Tongod* [Tesis de Pregrado, Universidad César Vallejo – Sede Cajamarca]

[https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/31974/toledo\\_gc.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/31974/toledo_gc.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Vásquez Elera, G. (2017) *Costo de Producción y presupuesto en la empresa JD refrigeración S.A.C en el distrito de Breña 2016* [Tesis de Pregrado, Universidad César Vallejo – Sede Lima].

[https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/7773/Vasquez\\_EGV.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/7773/Vasquez_EGV.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Zavaleta Zavaleta, R. (2019) *Diseño de refrigeración doméstica por compresión de vapor, con acondicionamiento solar fotovoltaico, para la conservación de alimentos en Alto Trujillo - El Porvenir* [Tesis de Pregrado, Universidad César Vallejo – Sede Trujillo]

[https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/25033/zavaleta\\_zr.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/25033/zavaleta_zr.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

## ANEXOS.

**Cámara Frigorífica - Paso 2 de 5: Revisión de la carga de la Cámara Frigorífica** ✕

**Los datos siguientes son necesarios para calcular la capacidad de refrigeración requerida en la Cámara Frigorífica:**

Longitud:	13.50 m	Condiciones de Cámara:	Temperatura:	0 °C	Producto:	Fruta	
Anchura:	12.10 m	Humedad relativa:	90 %	Cantidad diaria:	80600 kg	Carga térmica de respiración:	
Altura:	4.00 m	Hora de trabajo:	20 h	Temperatura de entrada:	5.0 °C	Carga total de la cámara:	80600 kg
<input checked="" type="radio"/> Dimensiones interiores							
<input type="radio"/> Dimensiones exteriores							

**Renovaciones de aire (infiltraciones):**

Temperatura:	32.0 °C
Humedad relativa:	70 %
<input checked="" type="radio"/> Aperturas de puerta:	Frecuentes
<input type="radio"/> Tasa de renovaciones de a:	2.74
<small>(tantas veces el volumen de la cámara cada 24 horas)</small>	

**TRansferencia de calor:**

<input checked="" type="radio"/> Paneles estándar	<input type="radio"/> Paneles personalizados
Tipo:	Poliestireno
Espesor:	100.0 mm
Temperatura ambiente:	32.0 °C
Temperatura del suelo:	15.0 °C

Suelo aislado



**Carga adicional**

Luces:	950 W	<input checked="" type="checkbox"/> Desescarche	<input checked="" type="radio"/> Eléctrico	<input type="radio"/> Natural
Ventiladores:	2300 W	Potencia:	1510 W	
Personas:	4 h/día	Desescarches al día:	4	
Otros:	0 W	Tiempo de desescarche:	60 min	

? Ayuda < Anterior Siguiente >



tesis 1

BITZER Software v6.17.7 rev2724

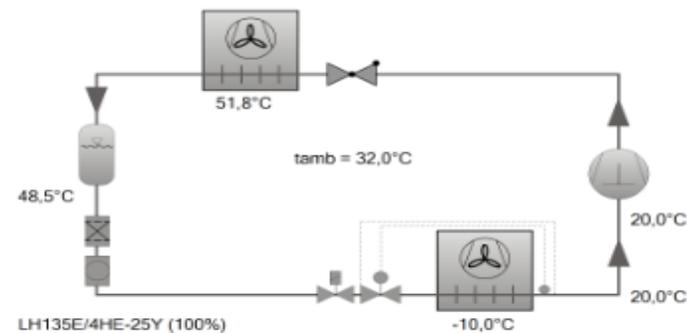
21/04/2022 / Todos los datos son susceptibles de cambio

4 / 7

### Selección: Unidades condensadoras

#### Valores de entrada

Unidad modelo	LH135E/4HE-25Y
Serie	Estándar
Refrigerante	R404A
Temperatura de referencia	Temp. en el punto de rocío
Temp. de evaporación	-10,00 °C
Temperatura ambiente	32,0 °C
Temperatura de gas aspirado	20,00 °C
Recalentamiento útil	100%
Modo de funcionamiento	Auto
Alimentación eléctrica	460V-3-60Hz
Regulador de capacidad	100%

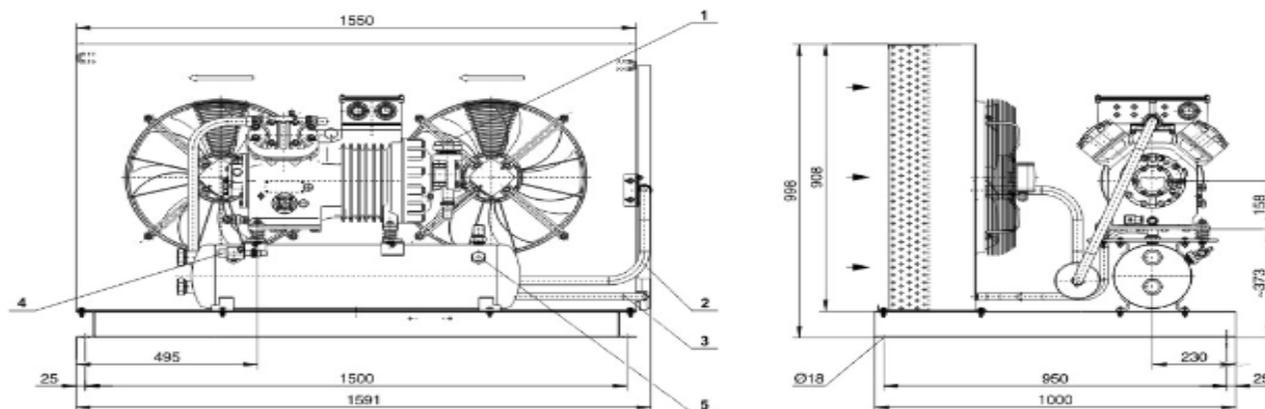


#### Resultado

Unidad modelo	LH135E/4HE-25Y-40P
Escalones de capacidad	100%
Potencia frigorífica	41,6 kW
Potencia en el evap.	41,6 kW
Potencia absorbida	21,2 kW
Corriente (460V)	30,0 A
Gama de tensiones	440-480V
Caudal másico	1322 kg/h
Temp. de condensación	51,8 °C
Subenfriamiento del líquido	3,00 K
Modo de funcionamiento	Estándar

## Datos técnicos: LH135E/4HE-25Y

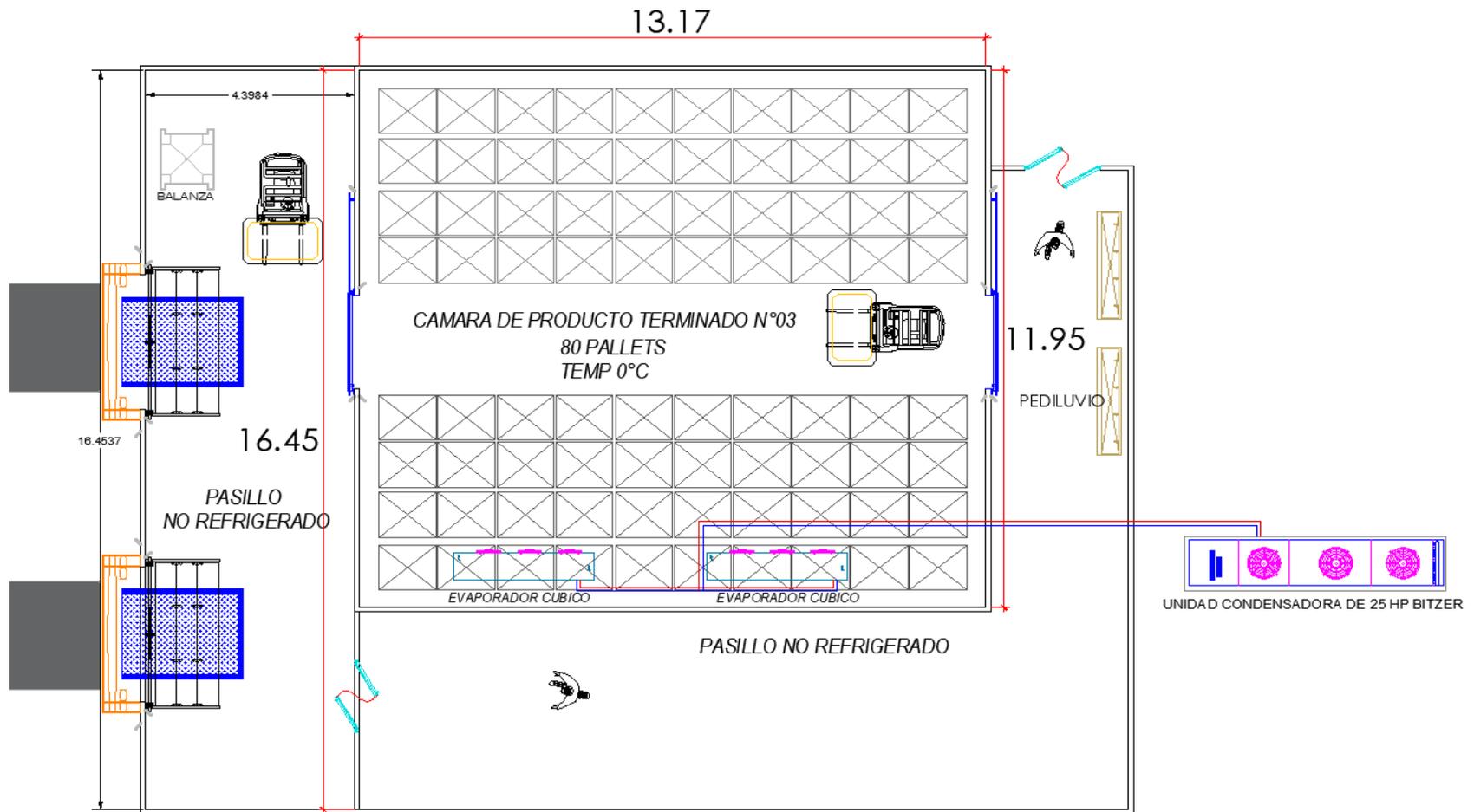
### Dimensiones y conexiones



### Datos técnicos

#### Informaciones técnicas

Peso	356 kg
Anchura total	1591 mm
Profundidad total	1000 mm
Altura total	998 mm
Conexión línea aspiración	54 mm - 2 1/8"
Conexión línea líquido	22 mm - 7/8"
Tensión (50Hz, más de la solicitada)	230V-1-50Hz (Standard)
Intensidad / potencia consumida de cada ventilador (50Hz)	1,6 A / 315 W
Flujo volumétrico de aire del condensador 50Hz	10400 m³/h
Tensión (50Hz, más de la solicitada)	230V-1-60Hz (Standard)
Intensidad / potencia consumida de cada ventilador (60Hz)	2,0 A / 340 W
Flujo volumétrico de aire del condensador 50Hz	10400 m³/h



Unidad  sadoras

Serie

Refrigerante

Temperatura de referencia

Tipo de compresor

Selección del compresor

Potencia frigorífica  kW

Unidad modelo

Incluir modelos anteriores

Punto de funcionamiento

Temp. de evaporación  °C

temperatura ambiente  °C

Condiciones de funcionamiento

Temperatura de gas asp  °C

Recalentamiento útil  %

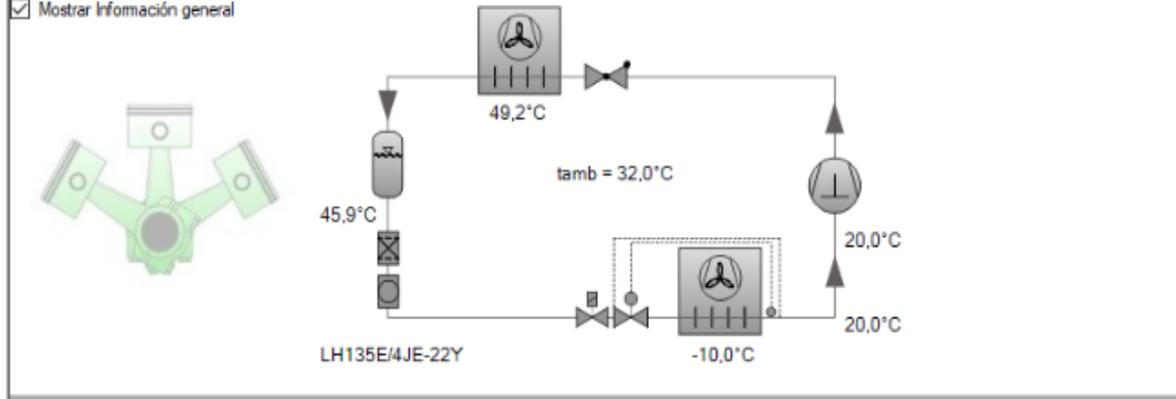
Modo de funcionamiento

Regulador de capacidad

Alimentación eléctrica

Frecuencia de la red

Tensión de alimentación



Resultado Límites Datos técnicos Dimensiones Información Documentación Formaciones

Datos provisionales  
Potencia absorbida incluyendo energía del ventilador

Unidad modelo	LH135E/4JE-22Y-40P	LH135E/4JE-15Y-40P	LH135E/4HE-25Y-40P	LH135E/4HE-18Y-40P
Escalones de capacidad	100%	100%	100%	100%
Potencia frigorífica	37,1 kW	38,0 kW	41,6 kW	42,1 kW
Potencia en el evap.	37,1 kW	38,0 kW	41,6 kW	42,1 kW
Potencia absorbida	17,65 kW	18,38 kW	21,2 kW	22,3 kW
Corriente (460V)	24,3 A	25,2 A	30,0 A	30,2 A
Gama de tensiones	440-480V	440-480V	440-480V	440-480V
Caudal másico	1134 kg/h	1168 kg/h	1322 kg/h	1349 kg/h
Temp. de condensación	49,2 °C	49,7 °C	51,8 °C	52,3 °C
Subenfriamiento del líquido	3,00 K	3,00 K	3,00 K	3,00 K
Modo de funcionamiento	Estándar	Estándar	Estándar	Estándar

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADOR	UNIDAD DE MEDIDA	INSTRUMENTO
V.I. DISEÑO DEL SISTEMA DE REFRIGERACION.	El diseño del sistema de refrigeración es el dimensionamiento, cálculo de carga térmica y selección de equipos para implementar una cámara de conservación.	El nuevo sistema de refrigeración fue diseñada para conservar fruta a una temperatura de 0°C durante 24 hr.	Potencia frigorífica  Dimensiones  Materiales  Capacidad de trabajo	Kw  metros  und, glb.  Toneladas/día	Observación  Cálculo
V.D. MEJORAR LA CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO DEL ARANDANO EN GOURMET PERU.	Proceso mediante el cual consiste en almacenar 80.6 ton. de arandano en una nueva cámara de conservación a una temperatura de 0°	Consiste en que el diseño realizado mejore la capacidad para almacenar 80.6 ton. de arandano en una nueva cámara.	Capacidad de almacenamiento.  Temperatura de conservación	Kcal/hr (carga térmica)  °C.	Cálculo.



# Coolselector®2

Versión 4.8.2 | Base de datos 86

Copyright © 1990-2022 Danfoss y sus licenciantes. Todos los derechos reservados.

Contacto: Coolselector@Danfoss.com

Contrato de licencia para el usuario final (CLUF):

Coolselector®2 - End User License Agreement and Disclaimer

Please review below terms and conditions and click accept at the bottom if you can accept the terms and wish to proceed with your installation

**1. License**  
 This end user license agreement and disclaimer ("Agreement") is entered into between Danfoss A/S or its Affiliates (each of which is referred to as "Danfoss") and you as an end user ("You" or "User"). In this Agreement "Affiliate" shall mean an entity directly or indirectly controlled by Danfoss A/S whether by shares or voting rights.

Upon acceptance of this Agreement Danfoss grants You a limited, non-exclusive, non-transferable, royalty-free, worldwide license ("License") to install and use the Coolselector®2 ("Application"), for User's use on any device that User owns or controls. The License is granted subject to User's compliance with the following:

Historial de cambios

Aceptar

**Changelog**

Changelog  
 Version 4.8.2.630  
 Fixed translations for some selections

Version 4.8.1.626  
 Added possibility to select fixed size templates  
 Fixed issues with compressor poly export and discharge temperature  
 Fixed issues with compressor poly and manifolds  
 Fixed issue with timeout when accessing Danfoss Product Store  
 Changed legends for heat recovery unit  
 Fixed displaying condensing units with liquid injection  
 Updated limit for Te and Tc when several refrigerants are selected for compressors and condensing units

Version 4.8.0.623  
 Added Heat Recovery Unit application  
 Added Refrigerant information  
 Added Polynomial export for compressors  
 Added ICS modules for ICF  
 Added MOP limitation so that codenumbers with (MOP < Te+5K) is not shown  
 Added warning in IFC if check valve is placed before solenoid or motor valve (trapped liquid)  
 Added XS steel piping family - for high pressure CO2  
 Added KVS Colibri  
 Added Documentation and visuals for Safety valves  
 LI and ECO compressors shown as separate compressors  
 Fixed issue for multiple safety valves when length of common outlet pipe set to zero  
 Fixed issue templates when selecting pipe after expansion valve  
 Fixed issue showing performance plots when DP was always negative  
 Fixed server installation issue

Version 6.7.0.609  
 Added line templates  
 Added discharge temperature in envelope plots  
 Added 140 bar FIA strainers plus connections  
 Updated links to webinars  
 Fixed issue copying ejector selections in some situations

Version 4.6.6.606  
 Added possibility to change pressure to gauge pressure

The installed version is: 4.8.2.630 | Database 86

OK

LICENCIA DE SOFTWARE COOLSELECTOR (programa gratuito de proveedor)

myBITZER  
 Página de inicio // Cálculo // Opciones // Extra // Página principal

BITZER Software v6.17.8 rev2725

### BITZER Software - Licence agreement

This software licence agreement is a legally binding contract between you (a natural or legal person) and BITZER Kühlmaschinenbau GmbH (BITZER) concerning the use of the BITZER Software. By installing, copying or using the BITZER Software, you agree to the terms of this licence agreement. The BITZER Software is protected by copyright legislation and international copyright agreements, as well as by other laws and agreements on the protection of intellectual property. The BITZER Software is licensed, not sold.

#### Disclaimer

The BITZER Software is merely to be considered an auxiliary and is not a substitute for the necessary expertise and experience in the design of refrigeration and air conditioning systems. We strive to maintain and improve the BITZER Software continuously. Nevertheless, we can neither guarantee nor assure that the BITZER Software is free from defects.

BITZER accepts no liability of any kind for the usability of the BITZER Software or for its suitability for a given purpose.

All liability for direct or indirect damage or consequential damage that might be caused by the use of the software is excluded. This does not apply to liability for injuries to life, limb or health or instances of gross negligence or intent.

If you have any questions or suggestions, please contact:

BITZER Kühlmaschinenbau GmbH  
 Peter-Schäufli-Platz 1  
 D-71065 Sindelfingen

© BITZER Imprint Datos legales Remarca Historio de la version Germany Español SI Opciones

myBITZER  
 Start page // Calculation // Options // Extra // Homepage

BITZER Software v6.17.8 rev2725



Semi-hermetic Recips



Semi-herm. Recips 2-stage



Open Drive Recips



Transport Compressors



Condensing Units



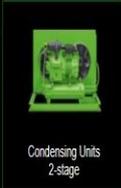
CO2 Systems



Documentation Quick Links



**BITZER SOFTWARE**



Condensing Units 2-stage



Semi-hermetic Screws



CS // CSV Compact Screws



Open Drive Screws



Scroll-Compressors



Water-cooled Condensers

© BITZER Imprint Privacy Policy Disclaimer Version history Germany English SI Opciones

LICENCIA DE SOFTWARE BITZER (programa gratuito de proveedor)

ANEXO Nº1

**DECLARACIÓN JURADA DE CONFIDENCIALIDAD**

Señor:  
Luis Muñoz Villegas.

De nuestra consideración:

Por medio de su representante, el Sr. Muñoz Villegas Luis Miguel identificado con DNI Nº 47470381, se obliga bajo responsabilidad a mantener y guardar con la más estricta confidencialidad toda la información que obtenga sobre el proyecto de ampliación de pecking cámaras frigoríficas y sobre los negocios de GOURMET BLUEBERRY PERU SAC, los cuales no serán revelados a terceros directa o indirectamente, parcial o totalmente, por ninguna razón distinta de la ejecución propia del servicio solicitado.

Asimismo, la obligación de confidencialidad alcanza a los representantes, ejecutivos empleados, contratistas o a cualquier persona contratada, que tenga acceso a la información por cuenta nuestra.

Nos obligamos a adoptar todas las medidas que aseguren el cumplimiento de las obligaciones de confidencialidad y a incluir esta estipulación en todos los contratos de trabajo, sub-contratos y/o de otro tipo celebrados con miembros de su personal y cualquier otra persona natural o jurídica contratada por nuestra representada, que participe en la ejecución del servicio.

Quedamos liberados de esta responsabilidad en caso que la información fuese solicitada por cualquier autoridad judicial o administrativa. En este caso, nuestra única responsabilidad será la de comunicar este requerimiento a y contar con su aprobación.

Atentamente,



Jonny Tullume Reluz.  
Gerente General



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA**

### **Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, CARRANZA MONTENEGRO DANIEL, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - CHICLAYO, asesor de Tesis Completa titulada: "

Diseño del sistema de refrigeración para mejorar la capacidad de almacenamiento del arándano en Cámaras de conservación Gourmet Peru", cuyos autores son MUÑOZ VILLEGAS LUIS MIGUEL, ARISPE MENDIETA BRYAM MARTIN, constato que la investigación cumple con el índice de similitud establecido, y verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis Completa cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

CHICLAYO, 22 de Julio del 2022

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
CARRANZA MONTENEGRO DANIEL <b>DNI:</b> 16477153 <b>ORCID</b> 0000-0001-6743-6915	Firmado digitalmente por: CCARRANZAMO1758 el 25-07-2022 11:42:20

Código documento Trilce: TRI - 0360489