



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

**Diseño de un sistema de refrigeración en la cámara de uva para
mejorar la rentabilidad en la empresa Empafrut**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Mecánico Electricista

AUTORES:

Velasquez Tolentino, Jose Eduardo (orcid.org/0009-0004-0117-3410)

Zavaleta Tolentino, Darwin Rayan (orcid.org/0000-0001-5187-4961)

ASESORA:

Mg. Sovero Lazo, Nelly Roxana (orcid.org/0000-0001-5688-2258)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Modelamiento y Simulación de Sistemas Electromecánicos

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

CHICLAYO – PERÚ

2024

Dedicatoria

A Dios quien ha sido mi guía, a mis padres Lucy y Manuel quienes con su amor, paciencia y esfuerzo me han permitido llegar a cumplir uno de mis sueños, a mis hermanos Deyvis y Luis por su apoyo incondicional, durante todo este proceso, por estar conmigo en todo momento.

José Velásquez

A Dios y a mis padres, por su comprensión y ayuda en todo momento, me han dado todo lo que soy como persona, mis valores, mis principios y mi empeño. A mi hija, por su comprensión y apoyo a su manera.

Darwin Zavaleta

Agradecimiento

Agradecer a mis padres y demás familiares por todo su apoyo, igualmente a la ingeniera Nelly, que con su asesoría se pudo llegar la meta y cumplir uno de mis sueños, a la universidad por todas las asesorías.

José Velásquez

Quiero agradecer infinitamente a mis padres por apoyarme y estar conmigo en todo momento, a mis hermanos por su apoyo moral, a mi hija que es el motor de mi día a día, igualmente agradecer a la ing. Nelly por su buena asesoría para la realización de la investigación.

Darwin Zavaleta



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, SOVERO LAZO NELLY ROXANA, 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 de un sistema de refrigeración en la cámara de uva para mejorar la rentabilidad en la empresa Empafrut", cuyos autores son VELASQUEZ TOLENTINO JOSE EDUARDO, ZAVALA TOLENTINO DARWIN RAYAN, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 11.00%, 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, 13 de Marzo del 2024

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
NELLY ROXANA SOVERO LAZO DNI: 20048561 ORCID: 0000-0001-5688-2258	Firmado electrónicamente por: NRSOVEROS el 19- 03-2024 11:53:32

Código documento Trilce: TRI - 0740153





UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA

Declaratoria de Originalidad de los Autores

Nosotros, VELASQUEZ TOLENTINO JOSE EDUARDO, ZAVALA TOLENTINO DARWIN RAYAN estudiantes de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - CHICLAYO, declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Diseño de un sistema de refrigeración en la cámara de uva para mejorar la rentabilidad en la empresa Empafрут", es de nuestra autoría, por lo tanto, declaramos que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. Hemos mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicada, ni presentada anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

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

Nombres y Apellidos	Firma
VELASQUEZ TOLENTINO JOSE EDUARDO DNI: 72921918 ORCID: 0009-0004-0117-3410	Firmado electrónicamente por: VELJOSEE11 el 20-03-2024 20:05:12
ZAVALA TOLENTINO DARWIN RAYAN DNI: 70556911 ORCID: 0000-0001-5187-4961	Firmado electrónicamente por: DRZAVALA el 20-03-2024 20:02:13

Código documento Trilce: INV - 1545051



Índice de contenidos

Carátula.....	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Declaratoria de Autenticidad del Asesor.....	iv
Declaratoria de Originalidad de los Autores.....	v
Índice de contenidos	vi
Índice de tablas.....	viii
Índice de figuras.....	ix
Resumen.....	x
Abstract	xi
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	4
III. METODOLOGÍA	11
3.1. Tipo y diseño de investigación	11
3.2. Variables y operacionalización	11
3.3. Población, muestra y muestreo.....	12
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	12
3.5. Procedimientos	13
3.6. Método de análisis de datos.....	13
3.7. Aspectos éticos.....	14
IV. RESULTADOS.....	15
V. DISCUSIÓN.....	20
VI. CONCLUSIONES	23

VII. RECOMENDACIONES	24
REFERENCIAS.....	25
ANEXOS	29

Índice de tablas

Tabla 1. Estado funcional de la cámara de conservación	15
Tabla 2. Parámetros para el sistema de refrigeración.....	16
Tabla 3. Selección de equipos y componentes electromecánicos	17
Tabla 4. Estado económico proyectado	18
Tabla 5. Rentabilidad por campaña actual y futura	19

Índice de figuras

Figura 1. Perfil del panel pol 100.....	43
Figura 2. Dibujo 3D – Empafrut.....	45
Figura 3. Dibujo 3D – Cámara de conservación.....	45
Figura 4. Propiedades de almacenamiento para productos perecederos	51
Figura 5. Calores desprendidos por persona – ASHRAE.....	53
Figura 6. Resultados de cálculo de carga térmica según software	59
Figura 7. Valores para simulación	61
Figura 8. Selección de equipo	62
Figura 9. Diagrama de flujo	62
Figura 10. Selección de evaporadores.....	63
Figura 11. Evaporadores.....	64
Figura 12. Ficha técnica de evaporador	64
Figura 13. Cálculo de la válvula de expansión térmica	65
Figura 14. Curva de rendimiento.....	66
Figura 15. Selección de válvula selenoide 1	67
Figura 16. Curva de rendimiento – válvula selenoide.....	68
Figura 17. Selección de tubería de liquido	69
Figura 18. Curva de rendimiento.....	70
Figura 19. Selección de tubería de liquido	70
Figura 20. Plano de arquitectura de la cámara actual	71
Figura 21. Ficha técnica del panel isopol 100	72
Figura 22. Ficha técnica del panel koverpol 200/250	73
Figura 23. Ciclo ideal de refrigeración T-s por compresión de vapor	74
Figura 24. Thermostatic expansión valve external equalizer.....	75

Resumen

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo general diseñar un sistema de refrigeración en la cámara de uva para incrementar la rentabilidad en la empresa Empafrut, para ello se aplicó un estudio cuantitativo de tipo aplicada, diseño no experimental y transversal, con un muestreo no probabilístico por juicio, Como población se eligió las 760 Toneladas de uva a conservar proyectadas por la empresa Empafrut, como muestra se eligió un pallet de uva y como unidad de análisis una caja de uva, se realizó el estudio en la cámara de uva actual, con un resultado de rentabilidad actual del 49,25% mensual, se realizaron los cálculos de refrigeración definiendo los parámetros para la nueva cámara de conservación en donde como resultado se obtuvo las dimensiones de 22.24 m de largo, 19.31 m de ancho y 11.24 m de altura con uso de racks autoportante para satisfacer la conservación de las toneladas proyectadas, se finalizó con el cálculo de la rentabilidad de la nueva cámara en donde como resultado se obtuvo el 62,45% por temporada, concluimos en que el uso de los racks autoportantes y un buen diseño de refrigeración permiten un mejor almacenamiento de producto debido a gran capacidad de conservación.

Palabras clave: Refrigeración industrial, cámara de refrigeración, rentabilidad, sistema de refrigeración.

Abstract

The general objective of this research work was to design a cooling system in the grape chamber to increase profitability in the Empafrut company. For this purpose, an applied quantitative study, non-experimental and transversal design, with non-probabilistic sampling was applied. By trial, as a population, the 760 Ts of grapes to be preserved projected by the Empafrut company were chosen, a pallet of grapes was chosen as a sample and a box of grapes as a unit of analysis, the study was carried out in the current grape chamber, with a current profitability result of 49,25% monthly, the cooling calculations were carried out defining the parameters for the new conservation chamber where as a result the dimensions of 22.24 m long, 19.31 m wide and 11.24 m high were obtained with use of self-supporting racks to satisfy the conservation of the projected Ts, the calculation of the profitability of the new chamber was completed, where as a result 62,45% per month was obtained, it was concluded that the use of self-supporting racks and a good design of Refrigeration allows better product storage due to its great conservation capacity.

Keywords: Industrial refrigeration, refrigeration chamber, cost effectiveness, refrigeration system.

I. INTRODUCCIÓN

La refrigeración industrial se encuentra presente en diferentes campos laborales a nivel nacional y en el exterior, tiene la ventaja de adaptarse a cualquier lugar de ubicación en donde se requiera construir.

La cámara de refrigeración es un método más barato y eficiente, por causa de los costos de fabricación, montaje y energía consumida, requerido para conservar y congelar los productos a una temperatura menor al del ambiente. Su eficacia se observa en el aumento de su implementación en todo el mundo, así como, en bodegas de barcos, container, bodegas de producción, almacenes refrigerados entre otros.

En el sitio web (AtlasBig, 2019), muestra la cantidad de producción por Toneladas de uva a nivel internacional en donde China se muestra como el productor mayor de uva a nivel mundial con una producción de 13.494.811 Toneladas al año. Italia se posiciona en el segundo lugar con 8.513.643 Toneladas producidas al año. Con 6.890.970 Toneladas producidas al año, Estados Unidos de América se encuentra en el tercer productor de uva y el Perú a nivel internacional se ubica en el puesto quince como productor de uva.

En Sudamérica, las proyecciones en la superficie del viñedo entre 2018 y 2019 mostraron una inclinación a la caída por cuarto año consecutivo. Los países como Argentina y Chile cuentan aproximadamente con 215.000 y 200.000 hectáreas. A excepción de Perú que aumentó en 7100 (+17% frente a 2018) su superficie de viñedo alcanzando 48.000 hectáreas. (Leon, 2020).

Según (INEI, 2022) nos dice que la cosecha de uva registró 206 mil 656 T dato superior en 10,5% al equiparlo con el mes del anterior año (187 mil 75 T), aumentado por los adecuados parámetros térmicas que admitieron cultivar diversidades del fruto con mejores resultados. Las ciudades de Ica (9,3%) y Piura

(25,9%) mayores cosechadores de uva, contribuyeron con el 86,3% del absoluto nacional. Asimismo, creció en Arequipa (12,7%), Áncash (15,1%), Lima (6,8%), Libertad (10,4%), San Martín (2,3%) y Tacna (3,7%); por el otro lado, se redujo en Cajamarca (-50,0%) Moquegua (-92,1%) y Lambayeque (-4,0%).

A lo largo de esta investigación se viene mostrando que la uva cumple un papel importante en el sector agroindustrial y debido a su incremento de demanda exportadora, la empresa en mención tiene la necesidad de ampliar su cámara de conservación de uva para cubrir la demanda.

La planta agroindustrial Empafrut actualmente cuenta con la cámara de conservación B de 01 nivel y para 294 posiciones cuya capacidad de almacenaje es de 352,8 Toneladas, debido al incremento de la demanda de exportación la empresa optó por sembrar 500 hectáreas más de uva para cubrir dicha demanda de mercado por lo que se vio en la necesidad de ampliar túneles de enfriamiento y la cámara de almacenamiento de su planta, en donde se diseñará un nuevo sistema de refrigeración haciendo uso racks para una mayor capacidad de almacenamiento de la cámara de conservación volviéndose más rentable, entonces, surge la pregunta general, ¿Cómo se incrementará la rentabilidad a través de la cámara de uva en la empresa Empafrut– Piura? Por lo tanto, como problemas específicos se identificaron: a) ¿En qué estado funcional se encontrará el sistema de refrigeración actual en la cámara de conservación de uva? B) ¿Cuáles serán los nuevos parámetros para el diseño del sistema de refrigeración?, c) ¿Cuáles serán los nuevos equipos electromecánicos y materiales a utilizar para el nuevo sistema de refrigeración?, d) ¿Cuál será el estado económico del nuevo sistema de refrigeración en la cámara de uva?

El actual trabajo de investigación considera como objetivo general diseñar un sistema de refrigeración en la cámara de uva para incrementar la rentabilidad en la empresa Empafrut , por lo tanto, como objetivos específicos de acuerdo al tema de investigación que permitirán el incremento de la rentabilidad de la cámara de uva serán: a) Identificar el estado funcional del sistema de refrigeración actual en la cámara de conservación de uva, b) Determinar los nuevos parámetros de

funcionamiento para el diseño del sistema de refrigeración, c) Calcular y seleccionar los nuevos equipos electromecánicos y materiales a utilizar para el nuevo sistema de refrigeración, d) Determinar el estado económico del nuevo sistema de refrigeración en la cámara de uva

Lo que se quiere demostrar en la hipótesis general es con el nuevo diseño del sistema de refrigeración se incrementará la rentabilidad a través de la cámara de uva.

Para justificar este trabajo, se debe a la necesidad de la empresa EMPAFRUT de hacer crecer su cámara frigorífica actual, debido al aumento de cosecha por la adquisición de más hectáreas de terreno, en donde se tendrá que realizar un nuevo estudio para seleccionar los equipos electromecánicos para conservar la cantidad de producto deseada y así mejorar la rentabilidad.

A nivel ambiental, los equipos electromecánicos, llamadas unidad condensadora, expulsan aire limpio hacia el exterior ya sea de manera horizontal o vertical, en donde no hay contaminación ambiental.

A nivel económico, estas cámaras frigoríficas son económicas y tienen gran rendimiento al conservar el producto deseado, por lo cual hace regresar lo invertido en menos tiempo al cliente.

A nivel social, las cámaras frigoríficas cumplen una gran función ya que no permite la putrefacción y pérdida del producto, en donde permite una buena exportación e importación, por lo cual el fruto llega al cliente en muy buen estado, así evitando enfermedades.

II. MARCO TEÓRICO

(Diaz Castillo, 2020 pág. 3), en su investigación, para lo cual desarrolló los cálculos térmicos con el estudio para el diseño excelente de una cámara de frío, con el propósito de custodiar 3 T de pescado que serán repartidas en 120 cajas para el Mercado Lambayeque. Inicia reconociendo los parámetros para dimensionar una cámara frigorífica, reconociendo pasos y fórmulas, por medio de uso de interrogantes obtuvo la información de la materia prima a conservar, el volumen de las cajas, el espacio con el que se tuvo para la instalación y la capacidad de almacenaje, en donde concluyó fue que las dimensiones de la cámara son 4.50 m de ancho, 4.88 m de largo y 2.00 m de alto.

Según (Carnero Calle, 2022 pág. 73), en su investigación realiza los cálculos para la selección de equipos para la reducción el tiempo de congelado, dando un margen del 10% de factor de seguridad, en donde finaliza con la elaboración del presupuesto del sistema propuesto incluye los gastos de maquinaria y equipos, incluyendo el refrigerante, los gastos de mano de obra y mantenimiento. El total de estos gastos es de 976,452.24 soles.

(Manchego Vera, 2020 pág. 107) en su estudio realizó los cálculos para obtener un buen diseño de cámara frigorífica, en donde como resultado obtuvo las dimensiones de 1000 x 800 x 800, y como factor de seguridad un 1.3 para la capacidad de refrigeración de los equipos, teniendo un valor final de 23.24 W o 79.25 BTU.

Según (Ramos Pasadas, 2021 pág. 16), en su trabajo de investigación realizó cálculos térmicos y análisis para obtener un eficiente diseño de una cámara frigorífica de 105 T de cebollas a 0°C con una humedad relativa que va desde los 90% a 95%, teniendo como resultado la carga térmica de instalación 11.29 kW, se concluyó para la cámara 15 m de largo, 7 m de ancho y altura de 3 m, obteniendo una cámara de volumen 315 metro cúbicos.

Para (Nuñez Rosales, 2021 pág. 123) concluye en su investigación en la búsqueda de disminuir los plazos de recolección de uva con el fin de prevenir deshidratación de la fruta y evitar problemas de calidad cuando llegue a su destino, lo cual posibilitará a la empresa continuar liderando las exportaciones de uva en el territorio peruano. Por consiguiente, es necesario supervisar y controlar los plazos de almacenamiento que garanticen un transporte adecuado de pallets.

Para (Arispe, 2022 pág. 60) en su investigación concluyó en que la introducción del sistema de frío para la cámara de conservación y antecámara, la cual es útil, ya que ocasionará un incremento de venta de producto en un año y la posibilidad de que en un año se recupere la inversión.

En el estudio de (Deza, 2020 pág. 72) calcula el sistema de refrigeración, teniendo como resultado final los análisis económicos necesarios, en donde dice, inversiones en activos, mano de obra: 621.800 soles, las ganancias económicas se obtiene por un aumento en capacidad de refrigeración: 2 465.100 soles/año, así como por un costo de operación de 20673.71 soles/año, beneficio neto estimado: 2 184 017.7 soles/año, tiempo de retorno aproximado de la financiación, PRI: 0.28 años, donde se concluye que el desempeño financiero del proyecto es menor y atractivo.

(Saldivar Galarza, 2019 pág. 95) en su estudio determinó la carga térmica según el producto a conservar para la buena elección del sistema de refrigeración, llegando al resultado de 127.52 W, con un costo de implementación de dicho sistema de \$602 123 dólares.

Las empresas agroindustriales le dan mucha importancia al producto cosechado, ya que se cuidó por mucho tiempo en donde involucró mucha inversión de dinero, mano de obra, materiales, etc., por eso es importante tener una buena cámara de refrigeración con un gran sistema y equipos a elegir, para tener un mayor alcance

de conocimiento sobre el tema de investigación se presenta la siguiente fundamentación de científica.

Según (Sanguinetti Remusgo, 2017 pág. 42), en el “manual de refrigeración y aire acondicionado”, se refiere a refrigeración como todo proceso mediante el cual se extrae calor, la transferencia de calor es la que se llama producir frío y los niveles de energía interna que tienen los cuerpos o sustancias se miden a través de la temperatura.

(Cengel, 2012 pág. 619) nos dice que la refrigeración por compresión de vapor se usa en refrigeradores, aire acondicionado y bombas de calor Tiene cuatro procedimientos y se exhibe esquemáticamente en un diagrama T-s en la figura 1.

Proceso 1-2: Compresión isentrópica en el compresor, el refrigerante ingresa al compresor en el estado 1 como vapor saturado y se comprime isoentrópicamente hasta la presión del condensador. La temperatura del refrigerante crece durante el proceso de compresión isentrópica, alcanzando un número significativamente elevado a la temperatura ambiente.

Proceso 2-3: eliminación de calor a presión constante en el condensador, el refrigerante ingresa al condensador como vapor sobrecalentado en el estado 2 y se va como líquido saturado en el estado 3.

Proceso 3-4: Estrangulamiento en un dispositivo de expansión, el refrigerante líquido saturado en el estado 3 se desprende a la presión del evaporador y lo pasa a través de la válvula de expansión. Durante este proceso, la temperatura del refrigerante es menor que la temperatura de la cámara de enfriamiento.

Proceso 4-1: Absorción de calor a presión constante en el evaporador, el refrigerante ingresa al evaporador en el estado 4 y se evapora por completo digiriendo calor del espacio de enfriamiento. El refrigerante sale del evaporador como vapor saturado y entra al compresor, terminando el ciclo.

(Sanguinetti Remusgo, 2017 pág. 70) nos dice que el compresor es el elemento principal de la refrigeración y cumple dos funciones: Produce el calentamiento o aumento de la temperatura del vapor que llega frío del evaporador, volviéndose líquido en el condensador, este calentamiento se hace como consecuencia de la compresión o aumento de la presión que sufre el refrigerante.

(Echevarria Atacusi, 2020 pág. 29) nos dice que los condensadores transfieren calor del sistema de enfriamiento al ambiente donde puede ser absorbido y llevado a un punto de disposición final. Su función es eliminar el calor a medida que el gas comprimido lo atraviesa y se convierte en líquido. La cantidad de aceite que acompaña al gas refrigerante es aproximadamente un 7%, ya que en caso de cantidades mayores, la presión del refrigerante aumentaría considerablemente, lo que provocaría la rotura de la tubería.

(Sanguinetti Remusgo, 2017 pág. 58) explica que la válvula de expansión tiene un cuerpo de válvula, un resorte de válvula, un diafragma y un bulbo sensor en la salida del evaporador. El bulbo sensor está unido al diafragma a través de un tubo capilar. La salida de la válvula de expansión termostática se conecta con diversos circuitos de refrigerante de la bobina a través de las boquillas y tubos de un distribuidor de refrigerante.

(Gómez Mosquera, 2018 pág. 17) explica sobre el refrigerante líquido, su función es extraer el calor del elemento cuya temperatura se debe reducir; en el ciclo, se evapora (absorbe calor) y condensa (cede calor), en el evaporador y en el condensador, respectivamente. Algunas de las propiedades del refrigerante son: elevada entalpía de vaporización y calor latente, temperatura de congelación, estabilidad química y térmica, y bajo costo

(Wang, 2001 pág. 437) dice que el evaporador es una parte importante de un sistema de refrigeración, en donde el refrigerante se evapora con el objetivo de eliminar calor del aire alrededor. En los sistemas de refrigeración, el evaporador también es un dispositivo de intercambio de calor de contacto indirecto. En un

enfriador de aire, el refrigerante fluye dentro de los tubos de metal o tubos con aletas mientras que el aire fluye sobre ellos.

(Wang, 2001 pág. 389) nos dice que el refrigerante HFC-507 es un azeótropo de mezclas refrigerantes de HFC-125 / HFC-143^a (45/55) de cero ozonos agotamiento y un HGWP de 0,96. Es un refrigerante que reemplaza al CFC-502 y CFC-12 en sistemas de refrigeración de menor temperatura cuyas temperaturas de evaporación son inferiores a 10 ° F (12,2 ° C). El HFC-507 requiere aceite lubricante sintético.

(Stoecker, 1998 pág. 601) nos dice que los cálculos de carga de refrigeración se realicen durante la etapa de diseño para dimensionar correctamente los componentes. Los cálculos de carga también son útiles en otras ocasiones, como para evaluar la efectividad en la conservación de energía de una modificación de planta propuesta. Los principales contribuyentes a las cargas de refrigeración son: (1) la transmisión de calor a por medio del techo, el piso y paredes (2) la infiltración a través de las puertas abiertas (3) las cargas internas de las luces, las personas, los motores y los montacargas (4) el calor del descongelamiento y (5) la carga del producto: enfriamiento, congelación y mantenimiento de la temperatura de los productos.

▪ Carga térmica por Conducción

$$Q1 = A * U * \Delta T$$

Q1 Calor en kcal/h

A : Area de pared en m²

*U : Coeficiente global de transmision de calor kcal/hr * m² * °C*

□ T: diferencia de temperatura exterior menos interior °C

▪ Carga térmica por Renovaciones de Aire.

$$Q2 = V * N * \Delta e$$

$Q2$ Calor en kcal /h

V : volumen de la camara m^3

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

Δe : diferencia de entalpias entre el aire externo e interno kcal/ m^3

▪ Carga térmica por Producto.

$$Q3 = M (C1 * \Delta T1) + CL + (C2 * \Delta T2)$$

$Q3$: Calor en kcal /hr

M : Movimiento diario de producto kg/24 hr

$C1$: Calor especifico antes del congelamiento kcal/kg * °C

$C2$: Calor especifico despues del congelamiento kcal/kg * °C

$\Delta T1$: T ingreso de producto – T Camara

$\Delta T2$: T camara – T congelamiento

▪ Carga térmica varias (iluminación, personas, cantidad de motores).

Iluminación

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

donde:

A = area de camara en m^2

Motores

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

P : potencia de motores en HP

Personas

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

N : Número de personas.

Dichas cargas se calculan en kcalorías/hora

(Millones Sanchez, 2020 pág. 7) nos dice que, la rentabilidad es una medida que define el objetivo rentable de la empresa, que es el resultado de los movimientos de la industria. También menciona que la rentabilidad es una métrica que se considera el resultado final del estado de resultados de una empresa. de acuerdo con la práctica contable generalmente aceptada.

(Pacheco Egas, 2020) nos dice que, el Valor Actual Neto (VAN) nos permite saber si un proyecto es factible. Este proceso implica calcular un cierto monto de flujo de efectivo futuro para el proyecto y luego descontarlo al año 0 del proyecto. Si la inversión inicial es mayor que el flujo de caja descontado, el proyecto no se implementa; de lo contrario, se debe implementar el proyecto. y la tasa interna de retorno (TIR) calcula la rentabilidad de un proyecto en términos de porcentaje. Es la tasa de descuento la que hace que el valor presente del proyecto sea cero.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

El trabajo de investigación fue de tipo Aplicada, ya que se usó la ciencia y sus fundamentos teóricos resaltantes para dar solución a un problema y que este tenga una respuesta a mediano o corto plazo en beneficio de la empresa, es decir, mejorar la rentabilidad de una cámara de conservación de uva, en donde se utilizarán los fundamentos teóricos de termodinámica, transferencia de calor y sistema de refrigeración.

Por las características de esta investigación fue de diseño no experimental, debido a que no hubo ninguna manipulación de variable, además, es del tipo transversal descriptivo, pues pretende realizar una descripción y explicación de la situación real de la empresa agroindustrial recopilando datos en un periodo de tiempo.

3.2. Variables y operacionalización

Las variables son de tipo cuantitativo.

➤ **Variable independiente:** Sistema de refrigeración.

La definición conceptual y operacional de la variable independiente se encuentran en el Anexo 1: Operacionalización de las variables.

➤ **Variable dependiente:** Rentabilidad.

La definición conceptual y operacional de la variable dependiente se encuentran en el Anexo 1: Operacionalización de las variables.

3.3. Población, muestra y muestreo

Población: 760 Toneladas de uva

- **Criterios de inclusión:** se ha considerado las uvas seleccionadas en buen estado.

- **Criterios de exclusión:** no se consideró la merma de uva, debido a que el proceso de conservación es de las uvas en buen estado y seleccionadas para venta.

Muestra: 1 tonelada de uva.

Muestreo: se eligió el muestreo no probabilístico por juicio, porque la muestra fue a nuestro criterio.

Unidad de análisis: 1 kg de uva.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnica

Se aplicó el análisis documental, en donde según (Bernal Ibarra, 2018) consiste en reunir la información de varios documentos para aplicarlos, analizarlos y relacionarlos con un fin determinado.

Instrumentos

Se utilizó la ficha de registro, compuesto por cuadros de doble entrada, en donde se registraron los datos de la cámara actual, incluyendo el modo de operación de la cámara y los costos.

Validez

El instrumento de recolección de datos si es valido pero no amerita ser revisado por un juez experto según las reglas de la universidad.

3.5. Procedimientos

Se coordinará previamente con el jefe de planta de la empresa Empafrut y el área de contabilidad el permiso para acceder a su información contable, en donde, por medio de una solicitud formal se pedirá permiso para acceder a las instalaciones para realizar las mediciones correspondientes para determinar los nuevos parámetros que ayudará al diseño del nuevo sistema de refrigeración en la cámara de uva.

Se realizarán dos fichas de registros, la primera ficha de registro será para tomar datos de la construcción de la cámara de conservación, personal involucrado, materiales, accesorios y el costo del traslado de materiales. La segunda ficha de registro, será para tomar datos de las operaciones de la cámara, en donde se registrará la capacidad total de conservación de la uva, tiempo de conservación, temperatura de entrada y de salida, el costo de las ventas de pallets de uva, el sueldo de cada trabajador.

Estas fichas de registro permitirán tener un panorama económico de ingreso e inversión, y así definir y mejorar la rentabilidad de la cámara de conservación con una mayor capacidad de almacenamiento.

3.6. Método de análisis de datos

Primero se tendrá que determinar cuanta cosecha de uva se ha proyectado debido al crecimiento de la siembra por la obtención de más hectáreas de cultivo, realizando visita a campo y registrando todos los datos.

Debido al incremento de uva a conservar, se solicitará al personal encargado los datos registrados anteriormente, para definir los nuevos parámetros de la cámara y los cálculos del sistema de refrigeración. Así como también, se anotarán en la ficha de registro los componentes de la cámara de conservación actual, tiempo de conservación, capacidad máxima de conservación, temperatura entrada y salida.

En la ficha de registro se anotarán los ingresos y egresos por las ventas de uva, para eso se solicitará el permiso para obtener su información.

Ya con los datos obtenidos se procederá a calcular la nueva carga térmica de diseño para posteriormente seleccionar los equipos de refrigeración adecuados que satisfacerán la demanda de uva proyectada. Así como también se calculará en porcentaje la rentabilidad que crecerá en la campaña, terminando con el cálculo del VAN y el TIR para concluir si es viable o no el proyecto de investigación.

Tabla de doble entrada: (Sánchez Carmona, 2018) nos dice que, son tablas que sirven para registrar datos, está constituidas por dos ejes, uno vertical y otro horizontal, que sirven para organizar y comparar rápidamente grandes cantidades de información.

3.7. Aspectos éticos.

El actual proyecto de investigación acató los principios de los derechos humanos equidad, respeto a los derechos humanos, así como la democracia, incluyendo al personal correspondiente para esta investigación.

IV. RESULTADOS

Objetivo específico 01: Identificar el estado funcional del sistema de refrigeración actual en la cámara de conservación de uva.

Tabla 1. Estado funcional de la cámara de conservación

Dimensiones de la cámara: Largo: 26,56 m – Ancho: 18,21 m – Altura: 4,00 m			
Dimensiones de la puerta: 2,10 m x 3,00 m			
Tiempo de conservación: 18 h			
Almacenamiento: 352,80 T			
Temperatura de entrada del producto: 1°C			
Temperatura de salida del producto: 0° C			
Ítem	Descripción	Cantidad	Unidad
1	Panel de poliestireno pol 100	885,00	m2
2	Potencia eléctrica en equipos de refrigeración	80 782,80	W
3	Potencia eléctrica de iluminación	720,00	W
4	Cantidad de personal	4,00	personas
5	Carga térmica	71 005,46	kcal/h

Nota: elaboración propia

Interpretación

Según lo verificado, tiene una capacidad de conservación de uva de 352.8 T en 18 horas diarias. Se construyó con 885 m2 de panel de poliestireno pol 100, cuenta con 2 unidades condensadoras de 25 HP y 4 evaporadores cúbicos, los cuales tienen 8 años de antigüedad, funcionan con un refrigerante R22 lo cual es contaminante, cuenta con 20 fluorescentes antiguos de 36 W cada uno, 2 puertas corredizas que no hermetizan en su totalidad y 4 operarios encargados del funcionamiento de la cámara.

Objetivo específico 02: Determinar los nuevos parámetros de funcionamiento para el diseño del sistema de refrigeración.

Tabla 2. Parámetros para el sistema de refrigeración

Descripción	Especificación	Cantidad	Unidad
Panel de poliestireno (paredes)	pol 100	1000,00	
Panel de poliestireno (techo)	koverpol 200/250	520,00	m2
Dimensiones de la nueva cámara	Largo	22,24	m
	Ancho	19,31	
	Altura	11,24	
Carga térmica	Temperatura cámara	0	°C
	Paredes		
	Piso	14 559,55	
	Techo		
	por renovación de aire	21 752,60	
	por producto	6 880,00	
	por iluminación	15 376,00	kcal/h
	por motores	320,50	
	por las personas	200,00	
	Parcial	59 088,05	
	por día	77 996,22	
	Total en Toneladas	25,79	T
	por software de Bohn	26,37	
	26,08	T	
de diseño	78 865,92	kcal/h	

Nota: elaboración propia

Interpretación

Para dimensionar el nuevo sistema de refrigeración, se realizó el estudio de cargas térmicas (paredes, piso, techo, renovación por aire, producto, iluminación, motores), para posteriormente seleccionar los equipos de refrigeración adecuados para cubrir la carga térmica de diseño, dando como resultado promedio del cálculo manual y el cálculo por software de Bohn 26,08 T en donde por conversión es 78 865.92 kcal/h. Así mismo se calcularon los m2 de paneles de poliestireno, para las paredes se selección pol 100 y para el techo koverpol 200/250.

Objetivo específico 03: Calcular y seleccionar los nuevos equipos electromecánicos y materiales a utilizar para el nuevo sistema de refrigeración.

Tabla 3. Selección de equipos y componentes electromecánicos

Ítem	Descripción	Carga térmica		Cantidad	Unidad
		kW	kBTU/h		
1	Unidad condensadora de 25 HP Copeland FBLV2500M6D	-	156,48	2,00	u
2	Evaporador cúbico Bohn FBHL710DPA	-	82,48	4,00	u
3	válvula de expansión termostática TE 12		-	4,00	u
		22,93			
4	Válvula selenoide EVR 49 V2		-	4,00	u
		48,00			
5	Tuberías de líquido – troncal 1 3/8"		-	30,00	m
		48,00			
6	Tuberías de líquido – secundario 7/8"		-	12,00	m
		24,00			
7	Refrigerante R507 A	-	-	14,00	galones
8	Accesorios	-	-	1,00	global
9	Puerta corrediza de 3.00m x 3.00m	-	-	2,00	u

Nota: elaboración propia

Interpretación

De acuerdo a la carga térmica calculada en el objetivo 2, se seleccionó los equipos de refrigeración y componentes electromecánicos adecuados para el buen funcionamiento del sistema de refrigeración mediante los softwares Bohn y CoolSelector2 Danfoss, en donde como equipos principales tenemos 2 unidades de unidades condensadoras de 25 HP Copeland FBLV2500M6D, 4 unidades de evaporadores cúbico Bohn FBHL710DPA, 4 unidades de válvula de expansión termostática TE12. Los equipos de refrigeración utilizarán el refrigerante R507A que es mas ecológico para el medio ambiente, se designó 2 puertas corredizas de 3.00 m de ancho x 3.00 m de altura para la buena operatividad del montacargas con los pallets de uva.

Objetivo específico 04: Determinar el estado económico del nuevo sistema de refrigeración en la cámara de conservación de uva.

Tabla 4. Estado económico proyectado

Meses	Ingresos	Egresos	Flujo de caja
0	\$ -	\$ 328 330,60	-\$328.330,60
1	\$5 282 000,00	\$5 169 900,00	\$ 112 100,00
2	\$5 560 000,00	\$5 442 000,00	\$ 118 000,00
3	\$6 560 800,00	\$6 421 560,00	\$ 139 240,00
4	\$7 728 400,00	\$7 564 380,00	\$ 164 020,00
	Tasa de descuento		8,00%
	VAN		\$ 107 724,47
	TIR		21,00%
	Suma ingresos		\$19.024.373,95
	Suma egresos		\$18.924.629,06
	Costos + inversión		\$19.252.959,66
	Beneficio - costo		0,99

Nota: elaboración propia

Interpretación

Se calcularon los ingresos y egresos proyectados de los meses de temporada (noviembre – febrero) de uva en donde se halló el flujo de caja de cada mes, con una tasa de descuento mensual del 8%, obteniendo un VAN del \$ 107 724,47 dólares y un TIR del 21,00%, con un beneficio - costo del 0.99

Objetivo general: Diseñar un sistema de refrigeración en la cámara de uva para incrementar la rentabilidad en la empresa Empafrut

Tabla 5. Rentabilidad por campaña actual y futura

Rentabilidad cámara actual	49,25%
Rentabilidad cámara proyectada	62,45%

Nota: elaboración propia

Interpretación

Se calculó la rentabilidad del sistema de refrigeración actual a través de la cámara de conservación de uva, de acuerdo, a su capacidad de almacenamiento y su estado funcional, obteniéndose un resultado del 49.25% por campaña (noviembre – febrero). Por otro lado, se calculó la rentabilidad del nuevo sistema de refrigeración con la cámara de conservación de uva ampliada, de acuerdo, al requerimiento de almacenamiento por parte de la empresa, dándonos como resultado una rentabilidad proyectada del 62.45% por campaña (noviembre – febrero)

V. DISCUSIÓN

Se planteó como primer objetivo específico identificar el estado funcional del sistema de refrigeración actual en la cámara de conservación de uva en la empresa Empafrut. Según (Arispe, 2022), nos dice que la implementación de un buen sistema de refrigeración en la cámara de conservación y antecámara es beneficiosa porque logra un incremento de venta potencial de producto. En la presente investigación, se identificó la cámara de conservación de uva actual, en donde, con el uso de fichas de registro, se obtuvieron la información de todo lo que componía la cámara de conservación actual, en donde se registró que las dimensiones eran 25,56 m de largo, 18,21 m de ancho y su altura de 4,00 m, tiene una capacidad de conservación de 352,8 T diarias con un tiempo de 18 h a una temperatura de 0°C, cuenta con 2 puertas corredizas de 2,10 m x 3,00m, está construido con 885 m² de panel de poliestireno pol 100, los equipos de refrigeración tienen un consumo de 80 782,80 W, la iluminación tiene un consumo de 720 W, en donde está operado por 4 personas, y como carga térmica para la elección de los equipos de refrigeración para esta cámara es de 71 005,46 kcal/h. Según (Nuñez Rosales, 2021) en su investigación nos dice que un buen sistema de refrigeración evitará la deshidratación y la putrefacción de la fruta, lo que causará que la empresa pueda seguir exportando eficientemente en territorio peruano. Dado a esto, hay una concordancia mutua entre los investigadores, que al tener un buen sistema de refrigeración ayudará a conservar de una mejor manera y con una buena calidad los alimentos, productos, etc. para su posterior venta, en donde se debe tener bien controlados las cámaras de conservación con personal altamente capacitados.

Se planteó como segundo objetivo específico, determinar los nuevos parámetros de funcionamiento para el diseño del sistema de refrigeración. (Ramos Pasadas, 2021) detalla en su investigación, los cálculos para hallar la carga térmica para el correcto dimensionamiento del diseño del sistema de refrigeración en la cámara frigorífica, toma en cuenta la capacidad a conservar del producto, la temperatura y la humedad relativa, en donde como resultado obtiene 11,29 kW de carga térmica

de diseño y las dimensiones que tendrán la cámara frigorífica. En la investigación se calcularon los parámetros de carga térmica de diseño para el sistema de refrigeración, según las dimensiones de la nueva cámara de conservación, dándonos como resultado final 78 865.92 kcal/h el cual es la sumatoria de las cargas térmicas de paredes, piso, techo, renovación de aire, producto, iluminación, motores, personas, así mismo, para este diseño se obtuvo las dimensiones para la nueva cámara de conservación de uva que son 22.24 m de largo, 19,31 m de ancho 11.24 m de altura, los cuales tendrán instalados 1000 m² de panel de poliestireno pol 100 para las paredes y 520 m² de panel de poliestireno koverpol 200/250 para los techos. En el estudio realizado por (Diaz Castillo, 2020) nos dice que para el diseño óptimo de una cámara frigorífica, inicia reconociendo los parámetros de la cámara, con ayuda de encuestas obtuvo la información del producto a conservar proyectado, volumen de las jabas para determinar la capacidad total de conservación de la cámara a diseñar, llegando a concluir que serán 3 T de pescado repartidas en 120 jabas, con las medidas de 4.50 m de ancho, 4.88 m de largo y 2.00 m de alto. Este estudio y el de los investigadores, concuerdan en que es necesario utilizar un instrumento de recolección de datos para recopilar información del producto a conservar proyectado, incluyendo las dimensiones, temperaturas, para posteriormente calcular la nueva carga térmica de diseño para la cámara frigorífica y tener un óptimo desarrollo del sistema de refrigeración.

Se planteó como tercer objetivo específico, calcular y seleccionar los nuevos equipos electromecánicos y materiales a utilizar para el nuevo sistema de refrigeración. (Carnero Calle, 2022) en su investigación, realizó la selección de los equipos y materiales para el sistema de refrigeración, llegando a la conclusión que se necesita el 10% de factor de seguridad en los equipos de capacidad máxima para un buen funcionamiento. En esta investigación se seleccionaron los equipos de refrigeración adecuados, según la carga térmica de diseño calculada, los cuales son, 2 unidades condensadores de 25 HP Copeland FBLV2500M6D, 4 evaporadores cúbicos Bohn FBHL710DPA, 4 válvulas de expansión termostática TE 12, 4 válvulas selenoide EVR 49 V2, 30 m de tuberías de líquido 1 3/8", 12 m

de tuberías de líquido secundario 7/8", 2 presostato de baja y alta presión, 14 galones de refrigerantes R507A, 2 puertas corredizas de 3.00m x 3.00m. (Manchego Vera, 2020) consideró un factor de seguridad de 1.3 para el buen diseño del sistema de refrigeración y cámara frigorífica, en donde como resultado obtuvo la capacidad de refrigeración de los equipos, teniendo un valor final de 23.24 W o 79.25 BTU. Debido a esto, en ambas investigaciones de los autores, dimensionan los equipos de refrigeración seleccionados con un porcentaje elevado para evitar que el equipo alcance su máxima capacidad y quede fuera de funcionamiento por sobrecarga o sobreesfuerzo. Brindando así una seguridad de evitar pérdidas o paradas inesperadas en el sistema de refrigeración.

Se planteó como cuarto objetivo específico, determinar el estado económico del nuevo sistema de refrigeración en la cámara de conservación de uva. (Saldivar Galarza, 2019) en su estudio, después de seleccionar los equipos adecuados para el sistema de refrigeración, realizó el cálculo óptimo del costo total de inversión en donde como resultado fue de \$602 123 dólares. En esta investigación, se calculó los ingresos y egresos por temporada (noviembre – febrero) mediante las ventas y los costos, obteniéndose un VAN del \$ 107 724,47 y un TIR del 21,00% con un beneficio costo del 0.99. Por su parte, (Deza, 2020) en su investigación calculó el costo del sistema de refrigeración elegido, en donde analizó los costos: inversiones en activos, mano de obra e insumos: 621.800 soles, las ganancias económicas se obtiene por un aumento en capacidad de refrigeración: 2 465.100 soles/año, así como por un costo de operación de 20 673.71 soles/año, beneficio neto estimado: 2 184 017.7 soles/año, tiempo de retorno aproximado de la financiación, PRI: 0.28 años, en el cual concluye que el proyecto tiene una baja de tasa de retorno de la financiación, siendo atractivo. De este modo, las investigaciones concuerdan que en tener un sistema de refrigeración que abastezca una gran capacidad de almacenamiento de producto será beneficioso para la empresa en la parte económica, ya que el producto será rotativo y se obtendrá más ventas en donde subirán los ingresos y el dinero invertido retornará en menor tiempo.

VI. CONCLUSIONES

1. La rentabilidad se incrementó considerablemente del 49,25% actual al 62,45% proyectado, debido al buen diseño y elección de equipos para el sistema de refrigeración, dando como resultado la capacidad de una mayor conservación de uva, utilizando racks autoportantes y el uso de montacargas para un mejor manejo de pallets, es decir, se tendrá mayores ventas e ingresos más rápidos para la empresa.
2. El estado funcional del sistema de refrigeración actual se encuentra en pésimo estado, ya que cuentan con equipos de refrigeración que tienen 8 a 10 años de antigüedad, en donde están requiriendo mantenimiento, utilizan el refrigerante R22 que es contaminante para el medio ambiente. Pueden conservar 352.T toneladas en 18 h a 0°C.
3. Se calcularon los parámetros de cargas térmicas involucradas para el correcto diseño del sistema de refrigeración, en donde se halló la carga térmica de diseño, que es el total de todas las cargas térmicas calculadas y como resultado se obtuvo 78 865,92 kcal/h.
4. Se eligió a la empresa Bohn que cuenta con sus tablas para la selección de los equipos de refrigeración según la capacidad. En donde se eligieron 2 unidades condensadoras de 25 HP Copeland FBLV2500M6D que funcionarán con 4 evaporadores cúbicos FBHL710DPA los cuales usarán refrigerante R507A, tendrán 2 puertas corredizas de 3.00m x 3.00m que permitirán un mejor ingreso y salida del montacargas al llevar los pallets a la cámara.
5. Se proyectaron los ingresos, egresos y flujo de caja por temporada (noviembre – febrero) según la capacidad de la cámara de conservación, en donde como resultado el VAN resultó \$ 107 724,47 dólares y un TIR del 21,00%, dándonos a decir que el dinero invertido retornará en una campaña.

VII. RECOMENDACIONES

Elaborar un plan de mantenimiento para los equipos de refrigeración, ya que, con el pasar de los años, dichos equipos se van desgastando, por ende, no realizarán bien su función de conservar los productos en la cámara, que puede ocasionar pérdidas y paradas de producción.

Organizar y planificar el ingreso del producto a la cámara de conservación, ya que interviene mucho en la carga térmica de diseño calculada, quiere decir, al no tener una buena planificación, la cámara se abrirá constantemente haciendo que los equipos de refrigeración no conserven adecuadamente.

Proponer un buen sistema automatizado para los equipos de refrigeración, ya que cuando el producto llegue a la temperatura requerida, estos equipos se tendrán que apagar para poder sacar el producto y volver a ingresar más producto en donde los equipos volverán a encenderse.

Publicitar las ventas de uva a nivel nacional e internacional para incrementar las ventas e ingresos, dándose a conocer la excelente calidad de uva de la empresa ya que se encontrarán bien conservadas y listas para el mercado.

Gestar una cámara de conservación de mayor tamaño, con el propósito de incrementar la rentabilidad, siempre y cuando haya más espacio o buscar el espacio adecuado dentro de la empresa, ya que beneficiará mucho en la parte económica, y también, podrán ser utilizadas para otros tipos de productos cuando finalice la campaña de la cosecha de uvas.

REFERENCIAS

Alvarado Carrillo, Jorge Omar. Conservación de Alimentos Mediante Refrigeración. 2005. Tesis para título en ingeniería mecánica eléctrica. Valdivia, Universidad Austral de Chile. Valdivia, 2005. pág. 198.

Andina. Panorama Económico Departamental. Revista Andina. Lima : Andina, 2021. pág. 103.

Aramburu, Andres. Estudio de un sistema de refrigeración por compresión de vapor aplicado a la industria agroalimentaria. Tesis de licenciatura en Ingeniería Mecánica-Eléctrica, Piura, Universidad de Piura. 2017. pág. 93.

Arispe, Bryam. Diseño del sistema de refrigeración para mejorar la capacidad de almacenamiento del arándano en cámaras de conservación Gourmet. Tesis de titulación en Ingeniería Mecánica Eléctrica, Trujillo, Universidad Cesar Vallejo. 2022. pág. 77.

Arrunategui Aguirre, Juan Antonio. El problema de liquidez y rentabilidad con un enfoque social en la gestión de la Sociedad de Beneficiencia Pública del Callao - Perú. Tesis para obtener el grado de magister, Lima Universidad Nacional Mayor de San Marcos, 2017. pág. 139.

AtlasBig, Atlas. Producción de uva por país. 2019.

Bernal Ibarra, Gabriel. Análisis documental de las metodologías de enseñanza. Centro de Investigación e Innovación Educativas del Sistema Educativo Valladolid. Revista electrónica. Valencia. 2018. pág. 16.

Carnero Calle, Joao Ficedaraed David. Optimización del sistema de refrigeración, para reducir el tiempo de congelado de uva en una Planta Procesadora - Piura. Tesis de titulación en Ingeniería, Trujillo: Universidad Cesar Vallejo, 2022. pág. 84.

Cengel, Yunes. Termodinámica. septima . s.l. : MC Graw Hill, 2012. pág. 988.

Dávila Alvarado, Rebeca Cecilia. Diseño de una cámara de frío para una empresa procesadora de frutas y vegetales. Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la

Producción, Tesis de titulación. Guayaquil: Escuela Superior Politécnica del Litoral. 2018. pág. 113.

Deza, Elvis. Estudio para el dimensionamiento y selección de un sistema frigorífico a compresión mecánica de congelado de productos hidrobiológicos para aumentar capacidad den una planta pesquera en La Libertad. Tesis de titulación en Ingeniería Mecánica Electrica, Trujillo: Universidad Cesar Vallejo. 2020. pág. 91.

Diaz Castillo, Miguel Alejandro. Diseño de una cámara frigorífica para la refrigeración de 3 TN de pescado en el Mercado Zonal de Lambayeque. Pimentel, Tesis de titulación. Pimentel: Universidad Señor de Sipan. 2020. pág. 81.

Echevarria Atacusi, Kenjy Alain. Estudio de repontenciación del sistema frigorifico de la planta de congelado de productos hidrobiológico para aumentar su capacidad y eficiencia en Casamar Sac Samanco. Tesis para titulación en Ingeniería, Trujillo: Universidad Cesar Vallejo. 2020.

Froztec, International. Froztec. Sistema de refrigeración. 2022.

Gómez Mosquera, Iván Darío. Análisis termodinámico de un ciclo de refrigeración por abosrción de simple efecto combinado con un tubo vortex. Tesis para maestria en Ingeniería mecánica, Barranquilla: Universidad del Norte. 2018. pág. 63.

Guanipa, Gelys. Sistema de refrigeración. Ing. Mecanica, Universidad Nacional Experimental Francisco de Miranda. s.l. : Area de tecnología, 2018. pág. 22.

INEI. 2022. PANORAMA ECONOMICO DEPARTAMENTAL. [En línea] 2022.
<https://www.gob.pe/institucion/inei/noticias/594995-produccion-de-uva-crecio-en-10-5-durante-primer-mes-de-2022>.

Manchego Vera, Claudio. Diseño de una cámara frigorífica para la conservación de medicinas en comunidades alejadas de la región Selva del Perú. Tesis para bachiller en Ingeniería Mecánica Eléctrica, Arequipa: Universidad Continental, 2020. pág. 127.

Millones Sanchez, Magali Medalid. Rentabilidad de la Empresa Big Bag Peru SAC, La Victoria. Tesis para titulo , Departamento de Ciencias Empresariales, Pimentel : Universidad Señor de Sipan. 2020. pág. 53.

Navarrete, Gleen Hernandez. Analisis de Cálculo, Diseño y Mantenimiento de una Cámara de Refrigeración Utilizando en Productos Perecederos a 4°C. Mexico, 2009. pág. 66.

Núñez Rosales, Karin Junnet. Propuesta de mejora en los procesos de almacenamiento y despacho en la planta de empaque de uva de la empresa Complejo Agroindustrial Beta S.A. Tesis de titulación. Ingenieria industrial, Piura : Universidad de Piura, 2021. pág. 133.

Pacheco Egas, Fiorella Angela. Análisis de la valoración de proyectos a través del método de opciones reales: aplicación a un proyecto real del sector minero - metalúrgico en el Perú. Tesis para titulación, Departamento de Ciencias e Ingeniería, Lima :Pontífica Universidad Católica del Perú, 2020. pág. 142.

Parrilla, David Vasquez. Diseño de Cámara Frigorífica de 1500 Toneladas de Capacidad para Conservar Productos Hidrobiológicos Congelados a una Temperatura de -20°C en la Empresa ARCOPA S.A. - Paita. Tesis para titulación, Piura: Universidad Nacional de Piura, 2018.

Ramos Pasadas, Javier. 2021. Diseño y cálculo de cámara frigorífica para el almacenamiento de verdura. Tesis de titulación. Ingeniería Mecánica y Minera, Linares: Escuela Técnica Superior de Linares. 2021. pág. 71.

Saldivar Galarza, Rafael Jorge. Implementación de una cámara de refrigeración para almacenamiento de palta hass con una capacidad de 1680 toneladas. Tesis para título en Ingeniería Mecánica, Ciencias e Ingeniería, Lima: Pontifica Universidad Católica del Perú. 2019. pág. 130.

Sánchez Carmona, Lucía. Las matrices o tablas de doble entrada: una aplicación práctica en las investigaciones de diseño. Revsita. México: Universidad Autónoma Metropolitana. 2018. pág. 112.

Sanguinetti Remusgo, Ernesto. Manual de refrigeración y aire acondicionado. 2017. pág. 34.

Stoecker, Wilbert. Industrial Refrigeration Handbook. [ed.] New York. 1998. pág. 782.

Velásquez, Borja. Cargas térmicas en refrigeración. Departamento de Ingeniería Rural y Agroalimentaria, Valencia: Universidad Politécnica de Valencia. 2019. pág. 11.

Wang, Shan k. 2001. Handbook of Aire Conditioning And Refrigeration. 2001. pág. 461.

Zugarramurdi, Aurora. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación. Centro de investigaciones de tecnología Pesquera, Institucion Nacional de Tecnología Industrial. Roma, 2018. Guía.

ANEXOS

Anexo 1: Operacionalización de las variables

VARIABLE	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de Medición
VARIABLE INDEPENDIENTE: SISTEMA DE REFRIGERACION	(Bohn, 2021) nos dice que, un sistema de refrigeración son instalaciones mecánicas, que, utilizando las propiedades termodinámicas de la materia, trasladan la energía térmica entre dos o más elementos. Se diseñan para disminuir la temperatura del producto almacenado en cuartos fríos.	(Manual de ingeniería, 2017) En un sistema de refrigeración, el trabajo inicial de reconocimiento deberá tener las dimensiones, conociendo la localización será más favorable para la determinación de la carga térmica (temperatura de entrada y salida, tiempo, potencia de equipos de refrigeración, motores, luces, incluyendo ventiladores montacargas, transportadoras, personas, puertas)	Dimensiones	Largo	Razón
				Ancho	Razón
				Altura	Razón
			Carga térmica	Potencia eléctrica en equipos de refrigeración	Razón
				Potencia eléctrica de iluminación	Razón
				Temperatura de salida	Razón
				Temperatura de entrada	Intervalo
Tiempo de conservación	Intervalo				
Tiempo de horas de trabajo del personal	Intervalo				
VARIABLE DEPENDIENTE: RENTABILIDAD	De acuerdo a (Arrunátegui Aguirre, 2017) nos dice que la rentabilidad es el objetivo de cualquier negocio y las decisiones de gestión se toman para comprender el retorno de la inversión durante un período de tiempo, por lo que es importante obtener ganancias al final del año para continuar con las operaciones.	Arrunátegui (2017) En su expresión analítica, la rentabilidad contable se expresa como un cociente entre la utilidad y lo invertido para obtener un resultado.	Utilidad	Ingreso en soles	Intervalo
			Inversión	Gasto en soles	Intervalo

Anexo 2: Matriz de consistencia (Diseño de un Sistema de Refrigeración en la cámara de uva para Incrementar la Rentabilidad en la Empresa Empafrut - Piura)

Problema general	Objetivo general	Hipótesis general
¿Cómo se incrementará la rentabilidad a través de la cámara de uva en la empresa Empafrut - Piura?	Diseñar un sistema de refrigeración en la cámara de uva para incrementar la rentabilidad en la empresa Empafrut	Con el nuevo diseño del sistema de refrigeración se incrementará la rentabilidad a través de la cámara de uva
Problemas específicos	Objetivos específicos	
¿En qué estado funcional se encontrará el sistema de refrigeración actual en la cámara de conservación de uva?	Identificar el estado funcional del sistema de refrigeración actual en la cámara de conservación de uva	
¿Cuáles serán los nuevos parámetros para el diseño del sistema de refrigeración?	Determinar los nuevos parámetros de funcionamiento para el diseño del sistema de refrigeración	
¿Cuáles serán los nuevos equipos electromecánicos y materiales a utilizar para el nuevo sistema de refrigeración?	Calcular y seleccionar los nuevos equipos electromecánicos y materiales a utilizar para el nuevo sistema de refrigeración	
¿Cuál será el estado económico del nuevo sistema de refrigeración en la cámara de uva?	Determinar el estado económico del nuevo sistema de refrigeración en la cámara de uva	

Anexo 3: FICHA DE REGISTRO N°1

Variable independiente: Sistema de refrigeración

Planta:

Distrito: Provincia: Departamento:

Hora:

Fecha:

Instrucciones

La ficha de registro N° 1, será aplicada a la cámara de conservación de uva actual, en donde se obtendrán los datos de capacidad de conservación y equipos implementados, así como también, la demanda proyectada a conservar. Los indicadores a intervenir son: dimensión, potencia, temperatura, tiempo, almacenamiento, así mismo ayudará para el desarrollo de los objetivos específicos 1, 2 y 3.

1. Dimensiones de la cámara de conservación

Dimensiones	Medida (m)
Largo:	
Ancho:	
Altura:	

2. Datos de Almacenamiento

Producto conservado: uva				
Capacidad total (Toneladas)	Pallets totales	T° de entrada (°C)	T° de salida (°C)	Tiempo de conservación (h)

Producto conservado: uva				
Días	Pallets totales	T° de entrada (°C)	T° de salida (°C)	Tiempo de conservación (h)
1				
2				
3				
4				

3. Equipos de refrigeración

Descripción	Potencia (kW)	Cantidad (und)

4. Datos para el nuevo diseño del sistema de refrigeración

Dimensiones (m)	Proyección de almacenamiento	Tiempo de conservación (h)	T° de entrada (°C)	T° de salida (°C)
Largo:				
Ancho:				
Altura:				

Anexo 4: FICHA DE REGISTRO N° 2

Variable dependiente: Rentabilidad

Planta:

Distrito: Provincia: Departamento:

Hora:

Fecha:

Instrucciones

El instrumento ficha de registro N°2, se aplicará a la cámara de conservación actual, para obtener los datos de los gastos realizados e ingresos obtenidos, así mismo, ayudará al desarrollo de los objetivos específicos 1 y 4, en donde como resultados se obtendrá la rentabilidad actual y la rentabilidad según las dimensiones y demanda proyectada a conservar.

1. Gastos: inversión en la cámara de conservación

a) Materiales y herramienta

Descripción	Cantidad	Unidad	Costo Unitario (s/.)	Costo total (s/.)

b) Equipos de refrigeración

Descripción	Potencia (kW)	Cantidad (und)	Costo Unitario (s/.)	Costo total (s/.)

c) Materiales para los equipos de refrigeración

Descripción	Cantidad	Unidad	Costo Unitario (s/.)	Costo total (s/.)

d) Instalaciones eléctricas

Descripción	Potencia (kW)	Cantidad (und)	Costo Unitario (s/.)	Costo total (s/.)

e) Mano de obra

Cargo	Tiempo trabajado (días)	Sueldo (s/.) por día)	Sueldo (s/.) por mes

f) Traslado de material

Ruta	Tipo de movilidad	Cantidad (und)	Precio unitario (s/.)	Precio total (s/.)

2. Ingresos: ventas del producto conservado

Mes	Cantidad (pallets)	Unidad (Toneladas)	Precio unitario (s/.)	Precio Total (s/.)

Comentario: para el cálculo de la rentabilidad de la nueva cámara de conservación de uva, se realizará de acuerdo a la demanda proyectada y a las dimensiones plasmadas en la **Ficha de Registro N°1**

Anexo 5: VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

El instrumento de recolección de datos utilizado en la investigación para la obtención del título profesional es la **ficha de registro**, por ende, si es valido pero no amerita validez por un juez experto.

Instrumentos que no ameritan ser validados por un experto

- Fichas de observación donde se recogen datos de variables cuantitativas.
- Matriz de análisis o consolidación de datos
- Instrumentos validados en estudios anteriores

A continuamos se presenta un cuadro con las dimensiones e indicadores elegidos con sus instrumentos de recolección de datos.

Dimensiones	Indicadores	Técnicas de recolección de datos	Instrumentos de recolección de datos	Validación
Carga térmica	Dimensión	Análisis documental	Ficha de registro	no amerita
	Potencia eléctrica en equipos de refrigeración	Análisis documental	Ficha de registro	no amerita
	Potencia eléctrica en iluminación	Análisis documental	Ficha de registro	no amerita
	Temperatura de entrada	Análisis documental	Ficha de registro	no amerita
	Temperatura de salida	Análisis documental	Ficha de registro	no amerita
	Tiempo de conservación	Análisis documental	Ficha de registro	no amerita
	Tiempo de horas de trabajo del personal	Análisis documental	Ficha de registro	no amerita
	Número de pallets	Análisis documental	Ficha de registro	no amerita
Utilidad	Ingreso en soles	Análisis documental	Ficha de registro	no amerita
Inversión	Gasto en soles	Análisis documental	Ficha de registro	no amerita

Anexo 6: Inversión de la cámara de conservación actual

Cámara de conservación de uva					
Dimensiones: Largo = 26.46 m, Ancho= 18.21 m, Altura= 4.00 m					
Tiempo de construcción: 1 mes					
Inversión de la construcción					
Materiales y equipos instalados					
Ítems	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo unitario \$.	Total \$.
1	Paneles pol 100	m2	885,00	\$ 33,00	\$ 29 205,00
2	Accesorios de montaje como ángulos, fundas, canales de piso, silicona, etc.	m2	885,00	\$ 6,00	\$ 5 310,00
3	Puerta corrediza 2.10m x 3.00m	m2	2,00	\$ 3 100,00	\$ 6 200,00
4	Alquiler de grúa	u	1,00	\$ 1 800,00	\$ 1 800,00
5	Unidad condensadora 25 HP	u	2,00	\$ 13 200,00	\$ 26 400,00
6	Evaporador cúbico	u	4,00	\$ 1 800,00	\$ 7 200,00
Total en dólares					\$ 76 115,00

Personal					
Ítems	Descripción	Unidad	Cantidad	Sueldo Mensual S/.	Total
8	Maestro montajista	u	2,00	S/ 2 000,00	S/ 4 000,00
9	Ayudantes	u	3,00	S/ 1 500,00	S/ 4 500,00
10	Técnico en refrigeración	u	2,00	S/ 2 500,00	S/ 5 000,00
11	Técnico electricista	u	2,00	S/ 2 500,00	S/ 5 000,00
12	Supervisor de seguridad	u	1,00	S/ 2 800,00	S/ 2 800,00
13	Ingeniero residente	u	1,00	S/ 3 500,00	S/ 3 500,00
14	Ingeniero proyectista	u	1,00	S/ 2 500,00	S/ 2 500,00
15	Alimentación y hospedaje	global	3,00	S/ 3 500,00	S/ 10 500,00
Total en soles					S/ 37 800,00
Conversión de soles a dólares					0,27
Total en dólares					\$ 10 206,00

Mano de obra					
Ítems	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo unitario	Total
16	Instalación de paneles y puerta	m2	885,00	\$ 6,00	\$ 5 310,00
17	Instalación equipos de refrigeración e instalaciones eléctricas	global	2,00	\$ 12 500,00	\$ 25 000,00
Total en dólares					\$ 30 310,00

Traslado de material					
Ítems	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Total
18	Traslado de material de Lima - Piura en trailer de 14 m de largo	u	4,00	\$ 2 200,00	\$ 8 800,00
Total en dólares					\$ 8 800,00

Inversión		
Ítems	Descripción	Total \$.
1	Materiales y equipos	\$ 76 115,00
2	Personal	\$ 10 206,00
3	Mano de obra	\$ 30 310,00
4	Traslado de material	\$ 8 800,00
Total en dólares		\$ 125 431,00

Anexo 7: Rentabilidad actual de la cámara de conservación

Ingresos de la cámara de conservación									
Datos de venta por temporada									
Mes	Cantidad de pallets	Contenedores	Unidad (kg)	Precio unitario x kg	Total ventas	costo de producción x kg de uva	ganancia x kg	costo total de producción uva	FLUJO DE CAJA
Noviembre	800,00	40,00	800 000,00	\$ 2,78	\$2 224 000,00	\$ 2,74	\$ 0,04	\$2 192 800,00	\$ 31 200,00
Diciembre	1 000,00	50,00	1 000 000,00	\$ 2,78	\$2 780 000,00	\$ 2,74	\$ 0,04	\$2 741 000,00	\$ 39 000,00
Enero	1 400,00	70,00	1 400 000,00	\$ 2,78	\$3 892 000,00	\$ 2,74	\$ 0,04	\$3 837 400,00	\$ 54 600,00
Febrero	1 600,00	80,00	1 600 000,00	\$ 2,78	\$4 448 000,00	\$ 2,74	\$ 0,04	\$4 385 600,00	\$ 62 400,00
Totales	-	240,00	-	Total en dólares	\$13 344 000,00				\$ 187 200,00

Rentabilidad: ((flujo de caja – inversión) /inversión) *100%

Inversión	\$ 125 431,00
-----------	---------------

Rentabilidad	49,25%
--------------	--------

Anexo 8: Inversión proyectada del sistema de refrigeración en la nueva cámara de conservación

Cámara de conservación de uva proyectada					
Dimensiones: Largo = 22.24 m, Ancho= 19.31 m, Altura= 11.24 m					
Tiempo de construcción: 2 mes					
Inversión de la construcción					
Materiales y equipos instalados					
Ítems	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo unitario \$.	Total \$.
1	Paneles pol 100	m2	1000,00	\$ 33,00	\$ 33 000,00
2	Accesorios de montaje como ángulos, fundas, canales de piso, silicona, etc.	m2	1000,00	\$ 6,00	\$ 6 000,00
3	Puerta corrediza 3.00m x 3.00m	m2	2,00	\$ 4 000,00	\$ 8 000,00
4	Alquiler de grúa	u	1,00	\$ 2 000,00	\$ 2 000,00
5	Unidad condensadora 25 HP	u	3,00	\$ 13 500,00	\$ 40 500,00
6	Evaporador cúbico	u	2,00	\$ 2 000,00	\$ 4 000,00
7	Block Rack pallet runner	u	1,00	\$ 86 322,60	\$ 86 322,60
8	Plataforma modelo SAT1112LTH.BZ	u	1,00	\$ 47 150,00	\$ 47 150,00
9	Estructura para evaporadores	u	2,00	\$ 1 901,00	\$ 3 802,00
10	Montacarga de 2 toneladas h=6 m	u	1,00	\$ 38 000,00	\$ 38 000,00
Total en dólares					\$ 268 774,60

Personal					
Item	Descripción	Unidad	Cantidad	Sueldo Mensual S/.	Total
8	Maestro montajista	u	3	S/ 2 500,00	S/ 7 500,00
9	Ayudantes	u	4	S/ 1 500,00	S/ 6 000,00
10	Técnico en refrigeración	u	2	S/ 2 500,00	S/ 5 000,00
11	Técnico electricista	u	2	S/ 2 500,00	S/ 5 000,00
12	Supervisor de seguridad	u	1	S/ 2 800,00	S/ 2 800,00
13	Ingeniero residente	u	1	S/ 3 500,00	S/ 3 500,00
14	Ingeniero proyectista	u	1	S/ 2 500,00	S/ 2 500,00
15	Alimentación y hospedaje	global	3	S/ 3 500,00	S/ 10 500,00
TOTAL EN SOLES					S/ 42 800,00
CONVERSION DE SOLES A DÓLAR					0,27
TOTAL EN DOLARES					\$ 11 556,00

Mano de obra					
Ítems	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo unitario	Total
16	Instalación de paneles y puerta	m2	1000	\$ 8,00	\$ 8 000,00
17	Instalación equipos de refrigeración e instalaciones eléctricas	global	2	\$ 12 500,00	\$ 25 000,00
TOTAL EN DOLARES					\$ 33 000,00

Traslado de material					
Ítems	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Total
18	Traslado de material de Lima - Piura en tráiler de 14 m de largo	u	6	\$ 2 500,00	\$ 15 000,00
TOTAL EN DOLARES					\$ 15 000,00

Inversión		
Ítems	Descripción	Total \$.
1	Materiales y equipos	\$ 268 774,60
2	Personal	\$ 11 556,00
3	Mano de obra	\$ 33 000,00
4	Traslado de material	\$ 15 000,00
Total en dolares		\$ 328 330,60

Anexo 9: Rentabilidad proyectada del sistema de refrigeración en la nueva cámara de conservación

Ingresos de la cámara de conservación									
DATOS DE VENTAS EN TEMPORADA									
Mes	Cantidad de pallets	Contenedores	Unidad (kg)	Precio unitario x kg	Total de ventas	costo de producción por kg de uva	ganancia x kg	costo total de producción uva	FLUJO DE CAJA
Noviembre	1 900,00	95,00	1 900 000,00	\$ 2,78	\$5 282 000,00	\$ 2,72	\$ 0,06	\$5 169 900,00	\$ 112 100,00
Diciembre	2 000,00	100,00	2 000 000,00	\$ 2,78	\$5 560 000,00	\$ 2,72	\$ 0,06	\$5 442 000,00	\$ 118 000,00
Enero	2 360,00	118,00	2 360 000,00	\$ 2,78	\$6 560 800,00	\$ 2,72	\$ 0,06	\$6 421 560,00	\$ 139 240,00
Febrero	2 780,00	139,00	2 780 000,00	\$ 2,78	\$7 728 400,00	\$ 2,72	\$ 0,06	\$7 564 380,00	\$ 164 020,00
totales		452,00		Total en dólares	\$25 131 200,00				\$ 533 360,00

Rentabilidad: ((flujo de caja – inversión) /inversión) *100%

Inversión	\$ 328 330,60
-----------	---------------

Rentabilidad	62,45%
--------------	--------

Anexo 10: Proyección de la nueva cámara de conservación

Previo al ingreso de uva a la cámara de conservación, se refrigera de temperatura ambiente a 1°C en los túneles de enfriamiento rápido.

- Volumen ocupado por el producto.
- El espacio apropiado para su transporte dentro de la cámara.
- Tipo de pallets de almacenamiento
- Para el proyecto necesitamos almacenar 634 pallets de uva en 18 horas para su conservación a una temperatura de 0°C, con esto evaluaremos el Telaje a considerar y evaluaremos el sistema de refrigeración

Fórmula 1: Cálculo del pesaje total

Masa total de producto = # de pallets x masa de c/ pallets

Masa total de producto = 634 x 1200kg

Masa total de producto = 760800kg

Dimensiones de cada pallet 1.02 m x 1.22 m x 2.40m

Dimensiones	Proyección de almacenamiento	Tiempo de conservación (h)	T° de entrada (°C)	T° de salida (°C)
Largo: 22.24 m	634 pallets	18 horas	1	0
Ancho: 19.31m				
Altura: 11.24m				

Anexo 11: Cálculo de refrigeración

Aislamiento Frigorífico

El aislamiento térmico se realiza mediante un panel aislante formado por dos placas de acero con un núcleo aislante de poliestireno (pol) con una densidad de 18 -20 kg/m³.

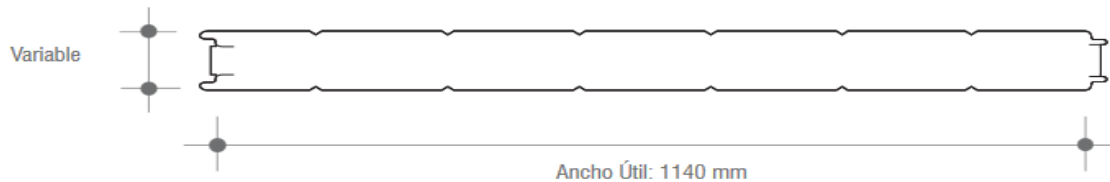


Figura 1. Perfil del panel pol 100

Fuente: tupemesa

Para el cálculo del espesor del panel isopol se realizó el siguiente calculo:

Fórmula 2: Cálculo del espesor del panel isopol

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

Donde:

e: espesor de panel en mm

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

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

$(t_{ext.} - t_{int.})$: diferencia de temp. Exterior – temp. Interior en °K

Se obtuvo los siguientes datos:

INSULATION	THERMAL CONDUCTIVITY ^a k,W/ (m·K)
Polyurethane board (R-11 expanded)	0.023 to 0.026
Polyisocyanurate, cellular (R-141b expanded)	0.027
Polystyrene, extruded(R-142b)	0.035
Polystyrene, expanded(R-142b)	0.037
Corkboard ^b	0.043
Foam glass ^c	0.044

Fuente: ASRHAE

Fórmula 3: Conductividad térmica λ

$$\lambda = 0,037 \frac{W}{m \cdot ^\circ K}$$

Fórmula 4: Densidad de flujo

Según norma ASRHAE se deduce que:

Para cámaras de congelación la densidad de flujo es de $6 - 7 \frac{W}{m^2}$

Para cámaras de conservación la densidad de flujo es de $8 - 12 \frac{W}{m^2}$

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

Temperatura ambiente de $32 \text{ }^\circ\text{C}$

Temperatura de la cámara $0 \text{ }^\circ\text{C}$

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

$$e = \frac{0.037 \frac{W}{m \cdot ^\circ K}}{12 \frac{W}{m^2}} * (305.15 - 273.15)^\circ K$$

$$e = 0.0986 \text{ m}$$

$$e = 98.6 \text{ mm}$$

Fórmula 5: Cálculo de la carga térmica por conducción

Para la tesis de investigación el cálculo de la carga térmica tomaremos en cuenta un periodo de tiempo de 18 horas, para que tenga tiempo de realizar el descongelamiento de evaporadores (des Frost eléctrico) y eventuales trabajos de mantenimiento, tomando en cuenta un 40% del total de producto debido a la rotación del producto despacho del producto.

Especificaciones técnicas de la nueva cámara de conservación B de uva

- Dimensiones interiores: L= 22.44 m A=19.31 m H=11.24 m
- Aislamiento de pared: poliestireno 100 mm
- Aislamiento del techo: kover 200/250
- Pendiente del techo kover: 5%
- Temperatura de ingreso del producto: T=1°C

- Temperatura ambiente: $T = 32^{\circ}\text{C}$
- Temperatura de la cámara: 0°C
- Capacidad de la cámara: $634 \text{ pallets} \times 1200\text{kg} = 760800\text{kg} = 760.80 \text{ T}$



Figura 2. Dibujo 3D – Empafrut
Fuente: elaboración propia

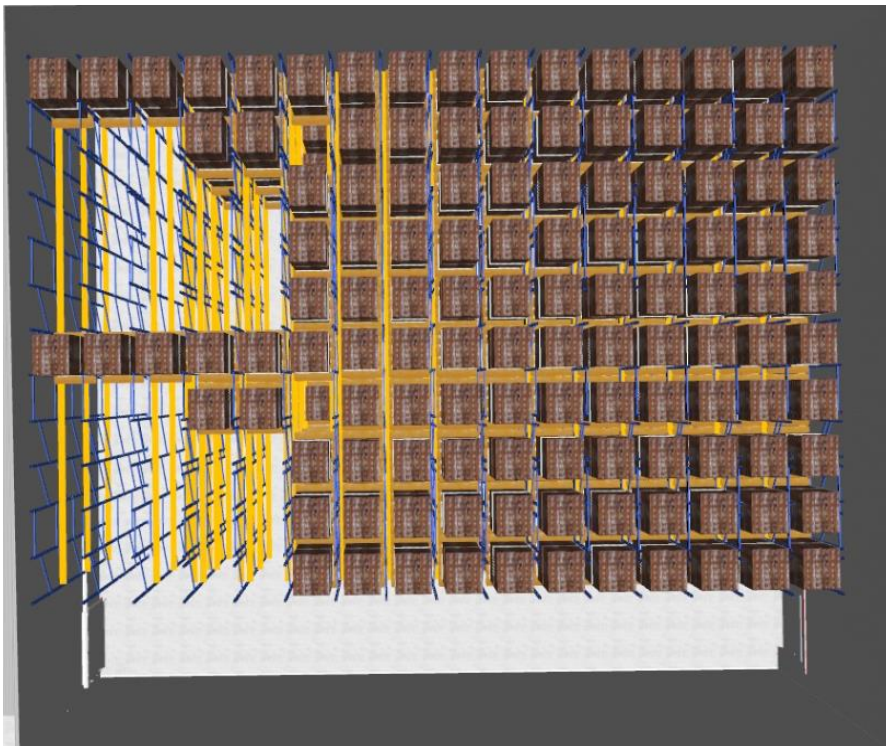


Figura 3. Dibujo 3D – Cámara de conservación
Fuente: elaboración propia

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

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

Donde:

Q_1 : calor en Kcal/h

A: Área de pared en m^2

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

ΔT : diferencia de temperaturas $^{\circ}C$

Valores calculados para el valor U en función de los materiales y diferentes espesores de panel de poliestireno.

COEFICIENTE GLOBAL DE TRANSMISION DE CALOR(U) EPS	
Espesor (mm)	U (Kcal/h.m2. $^{\circ}C$)
50	0,56
80	0,35
100	0,28
125	0,22
165	0,17
200	0,14
250	0,11

Fuente: Escuela de Refrigeración del Perú

Obtenemos lo siguiente:

$$U_{paredes} = 0.28 \frac{kcal}{h*m^2*^{\circ}C} \text{ para panel de 100 mm}$$

$$U_{techo} = 0.14 \frac{kcal}{h*m^2*^{\circ}C} \text{ para panel de techo koverpool 200/250 mm}$$

Reemplazando valores en:

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

- **Cargas por pared lado Norte**

$$Q_{1.1} = 22.44m * 10.45m * 0.28 \frac{kcal}{h * m^2 * ^\circ C} * (32 - 0)^\circ C$$

$$Q_{1.1} = 2101.10 \text{ Kcal}/h$$

- **Carga por pared lado Sur**

$$Q_{1.2} = 22.44m * 11.24m * 0.28 \frac{kcal}{h * m^2 * ^\circ C} * (32 - 0)^\circ C$$

$$Q_{1.2} = 2259.94 \text{ Kcal}/h$$

- **Carga por pared lado Este**

$$Q_{1.3} = 11.24m * 19.31m * 0.28 \frac{kcal}{h * m^2 * ^\circ C} * (32 - 0)^\circ C$$

$$Q_{1.3} = 1944.71 \text{ Kcal}/h$$

- **Carga por pares lado Oeste**

$$Q_{1.4} = 11.24m * 19.31m * 0.28 \frac{kcal}{h * m^2 * ^\circ C} * (32 - 0)^\circ C$$

$$Q_{1.4} = 1944.71 \text{ Kcal}/h$$

- **Carga por techo: techo koverpool 200/250**

A la temperatura exterior para techo se le agrega 5 °C por encima de la temperatura. Ambiente

$$Q_{1.5} = 19.31m * 22.44m * 0.28 \frac{kcal}{h * m^2 * ^\circ C} * (37 - 0)^\circ C$$

$$Q_{1.5} = 4489.16 \text{ Kcal}/h$$

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

$$Q_{1.6} = 19.31m * 22.44m * 0.28 \frac{kcal}{h * m^2 * ^\circ C} * (15 - 0)^\circ C$$

$$Q_{1.6} = 1819.93 \text{ Kcal}/h$$

Fórmula 6: sumatoria de cargas

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

$$Q_1 = (2101.10 + 2259.94 + 1944.71 + 1944.71 + 4489.16 + 1819.93) \text{ Kcal/h}$$

$$Q_1 = 14559.55 \text{ Kcal/h}$$

Formula 7: Carga térmica por renovaciones de aire

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.

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

Q_2 : Calor en Kcal/h

V: Volumen de la cámara m^3

N: Numero de cambios de aire por 24 horas (según tabla)

Δe : diferencia de entalpias entre el aire externo e interno $\frac{\text{Kcal}}{m^3}$

- Volumen de cámara

$$\text{Volumen} = 22.44\text{m} * 19.31\text{m} * 11.24\text{m}$$

$$\text{Volumen} = 4870.476 \text{ m}^3$$

Cálculo de N, N° de cambios de aire

Renovación de aire en cámaras cambio de aire/24 hora			
Volumen de cámara m3	Renovaciones	Volumen de cámara m3	Renovaciones
0	0	400	4
10	31,04	750	3,3
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

Fuente: Escuela de refrigeración del Perú

N= 1

- Diferencia de entalpias

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

Fuente: Escuela de Refrigeración del Perú

Temperatura ambiente 32°C – 70% H.R. – 24.14

Temperatura de cámara 0°C – 90% H.R.(humedad relativa para la uva) - 2.7

Reemplazando en:

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

$$Q_2 = 4870.476 * 5/24 * (24.14 - 2.7)$$

$$Q_2 = 21,752.6 \frac{Kcal}{hr}$$

Fórmula 8: Carga térmica por producto

Corresponde al calor debido al producto que ingresa a la cámara siendo compuesto por los siguientes conceptos:

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

Q_3 : Calor en $\frac{Kcal}{hr}$

M: movimiento diario de producto kg /24 h

C_1 : Calor específico antes del congelamiento $\frac{Kcal}{Kg*^{\circ}C}$

C_2 : Calor específico después del congelamiento $\frac{Kcal}{Kg*^{\circ}C}$

ΔT_1 : $T_{ingreso\ de\ producto} - T_{camara}$

ΔT_2 : $T_{camara} - T_{congelamiento}$

Para esta tesis se tendrá en cuenta que se usaran 4 túneles de 20 pallets cada una haciendo 2 bacht en un día en el pico de producción harían 320 pallets en 1 día, el producto sale del túnel a 1°C aprox y será almacenado a una temperatura de 0°C teniendo como resultado

$M=160\ pallets*1200\ kg = 192000kg/dia$

Fórmula 9: enfriamiento de producto

- Cuando es solamente enfriamiento del producto:

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

Fórmula 10: congelamiento de producto

- Cuando es solamente congelamiento del producto:

$$Q_{3.2} = M(C_2 * \Delta T_2)$$

Para los cálculos respectivos se tomará en cuenta solo enfriamiento de producto, la temperatura de ingreso del producto es 1°C (pero por un factor de seguridad pondremos 3°C) y la tenemos que enfriar a 0° obteniendo lo siguiente:

Fórmula 11: Diferencial de temperatura

$$\Delta T_1 = T_{ingreso\ de\ producto} - T_{camara}$$

$$\Delta T_1 = (1 - 0)^{\circ}C$$

$$\Delta T_1 = 1^{\circ}C$$

Para obtener el calor específico de la uva, se utilizó la tabla de características de productos según norma ASHRAE.

CALORES ESPECÍFICOS								
Frutas	Tra. 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
Plátanos verde	+11 a +13	85/95	10/20 días	-0,8	0,85	0,42	60,0	550-4.100
Plátanos madura	+12 a +14	85/90	5/10 días	-0,8	0,85	0,42	60,0	840-5.300
Pomelo	+5 a +7	85/90	2/4 meses	-1,1	0,91	0,47	71,0	600-6.000
Sandías	+2 a +4	85/90	2/3 semanas	-0,4	0,94	0,48	74,1	500-1.200
Toronjas	+0 a +1	85/90	1/2 meses	-1,1	0,91	0,48	70,0	500-7.000
Uvas	-1 a +0	85/90	1/5 meses	-2,1	0,86	0,44	65,5	240-2.500
Zarzamoras	-0,5 a +0,5	92/97	3 días	-0,8	0,88	0,46	68,0	400-5.000

Figura 4. Propiedades de almacenamiento para productos perecederos
Fuente: ASHRAE

Donde:

$$C_1 = 0,86 \frac{Kcal}{kg \cdot ^\circ C}$$

Reemplazando en:

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

$$Q_3 = \frac{192000kg * (0,86 \frac{kcal}{kg \cdot ^\circ C} * 1^\circ C)}{24 h}$$

$$Q_3 = 6,880 \frac{Kcal}{hr}$$

Fórmula 12: Cargas térmicas diversas

Iluminación

$$Q_{iluminacion} = A * Factor * 0,86 \frac{Kcal}{hr * w}$$

Donde:

A= área de cámara en m^2

Factor:

- para cámaras convencionales $10 \frac{w}{m^2}$
- Para ambientes de proceso $30 \frac{w}{m^2}$

Reemplazando:

$$Q_{iluminacion} = A * Factor * 0,86 \frac{Kcal}{hr * w}$$

$$Q_{iluminacion} = 1788 * 10 \frac{w}{m^2} * 0,86 \frac{Kcal}{hr * w}$$

$$Q_{iluminacion} = 1788m^2 * 10 \frac{w}{m^2} * 0,86 \frac{Kcal}{hr * w}$$

$$Q_{iluminacion} = 15376 \frac{Kcal}{hr}$$

Motores

$$Q_{motores} = P * \left(641 \frac{kcal}{h - Hp} \right) * T$$

Donde:

P=Potencia de motores en HP

En el caso de un motor grúa (montacarga electrohidráulico para despacho de pallets), 3HP

T= Tiempo de operación de motores

Reemplazando:

$$Q_{motores} = 3HP * \left(641 \frac{kcal}{h - Hp} \right) * \frac{4 h}{24 h}$$

$$Q_{motores} = 320.5 \frac{kcal}{h}$$

Personas

$$Q_{personas} = N * Factor * t$$

Donde:

N: Número de personas (en la cámara trabajan 04 personas)

Factor: calor rechazado por persona en Kcal/h (tabla)

T: tiempo de permanencia de las personas en la cámara por día

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

Figura 5. Calores desprendidos por persona – ASHRAE

Fuente: Escuela de refrigeración del Perú

$$Q_{personas} = 4 * 300 \frac{kcal}{h} * \frac{4 h}{24 h}$$

$$Q_{personas} = 200 \frac{kcal}{h}$$

suma de cargas térmicas

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

Donde:

Q_1 = Carga térmica por conducción

Q_2 = Carga térmica por renovaciones de aire

Q_3 = Carga térmica por producto

Q_4 = Carga térmica diversas $Q_{iluminacion} + Q_{motores} + Q_{personas}$

Reemplazando:

$$Q_{parcial} = 14559.55 \frac{kcal}{h} + 21,752 \frac{kcal}{h} + 6,880 \frac{kcal}{h} + (15376 \frac{kcal}{h} + 320.5 \frac{kcal}{h} + 200 \frac{kcal}{h})$$

$$Q_{parcial} = 59,088.05 \frac{kcal}{h}$$

El cálculo de carga efectuado es para un periodo de 24 horas. No se consideró ningún tiempo disponible para mantenimiento, deshielo o eventual parada.

En este contexto debemos considerar un periodo de operación para los equipos de 20 horas. Así mismo, debemos incluir un factor de seguridad que pueda contemplar materiales de embalaje u otros propios de la utilización de la cámara.

Este factor de seguridad se estima para efectos de cálculo en un 10%.

Siendo así la carga térmica que se deberá retirar por hora será de:

Fórmula 13: Carga térmica por horas

$$Q_{TOTAL} = \frac{Q_{parcial} * 24 h}{20 \frac{h}{dia}} * f.s$$

Reemplazando datos:

$$Q_{TOTAL} = \frac{59,088.05 * 24 hr}{20 \frac{h}{dia}} * 10\%$$

$$Q_{TOTAL} = 77,996.226 \frac{kcal}{h}$$

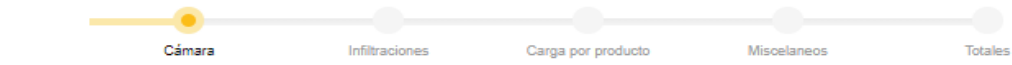
Para convertir de kcal/h a Toneladas de refrigeración dividimos entre 3024 kcal/h y obtenemos lo siguiente:

$$Q_{TOTAL} = 25.79 T$$

Comparación de resultados teóricos con los obtenidos en

Se puede realizar la comprobación de los cálculos de carga térmica en el software FB SELECCIÓN Y CÁLCULO DE EQUIPOS con los mismos parámetros de diseño de cámara





Anterior

Siguiente

Cámara

Dimensiones de la cámara (ft)

Largo:	73.62
Ancho:	63.36
Alto:	36.88



Carga de Transmisión Diaria

1,521,575
BTU's

10% Factor de seguridad x1.1

1,673,733
BTU's

Tiempo de operación / 18 horas

Condiciones de la cámara

Temperatura de la cámara (interior en °F)

Temp. Bulbo Seco: 32

Temperatura ambiente (exterior en °F)

Temp. Bulbo Seco: 89.6

Tiempo de operación: 18

Carga de transmisión por hora

92,985 BTU/h

Carga por muros

DESC	Temp (F)	Aislamiento	Grosor (In)	K -value (BTU / F * hr * ft²)	R -factor	U -value	Superficie (ft²)
Muro 1	89.6	Poliéstin	4	0.24	17	0.06	2715.1056000000
Muro 2	89.6	Poliéstin	4	0.24	17	0.06	2336.3480000000
Muro 3	89.6	Poliéstin	4	0.24	17	0.06	2715.1056000000
Muro 4	89.6	Poliéstin	4	0.24	17	0.06	2336.3480000000
Suelo	50	Concret	6	1.25	5	0.21	4663.827
Techo	109.6	Poliéstin	8	0.24	33	0.03	4663.827

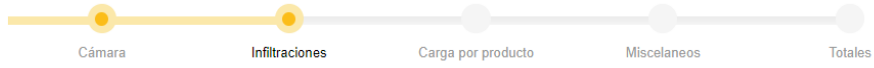
Cálculos : Q_{tot} = U-Value x Area x DT (Temp. Externa vs Temp. Interna)

Muro 1	0.06 U-value x 2715.105600000003ft2. [(89.6) - (32)] x 24 hrs. =	225201.7188864
Muro 2	0.06 U-value x 2336.348000000004ft2. [(89.6) - (32)] x 24 hrs. =	193786.048512
Muro 3	0.06 U-value x 2715.105600000003ft2. [(89.6) - (32)] x 24 hrs. =	225201.7188864
Muro 4	0.06 U-value x 2336.348000000004ft2. [(89.6) - (32)] x 24 hrs. =	193786.048512
Suelo	0.21 U-value x 4663.827ft2. [(50) - (32)] x 24 hrs. =	423022.38544000004
Techo	0.03 U-value x 4663.827ft2. [(109.6) - (32)] x 24 hrs. =	260577.34214399997

Realizar Cálculos >

Anterior

Siguiente



Anterior

Siguiente

Infiltraciones

Temperatura de la cámara

Bulbo seco	32
Humedad relativa (%)	90
Bulbo húmedo	30.9

Temperatura ambiente

Bulbo Seco	89.6
Humedad relativa (%)	50
Bulbo Húmedo	74.7

Método de cambios de aire

172001.93976	Volumen de la cámara
1	Recomendaciones ASHRAE
2	Factor de Uso (Estándar es 2)
14.188	Volumen específico del aire infiltrado
27.15	Cambio de entalpía del aire infiltrado
658,282	Carga de infiltración diaria
1.1	10% de seguridad
724,110	Carga de infiltración diaria
18	Tiempo de operación
40,228	Carga de infiltración por hora

Estándar

Puertas(s)

2	Cantidad
---	----------

Método de velocidad de aire:

4.09	Número de puertas
18	Tiempo de operación
40,228	Carga de infiltración por hora

Estándar

Puertas(s)

2	Cantidad
9.84	Altura (ft)
6.69	Ancho (ft)
2	Aperturas por puerta por hora
Min. 1 Seg. 1	Duración de las aperturas (min)
0	Efectividad de Cortina (0 a 100%)

Método de velocidad de aire:

4.09	Número de puertas
7	Altura de la puerta (ft)
3	Ancho de la puerta (ft)
2	Número aperturas por puerta por hora
1.7	Duración de las aperturas (min)
0	Efectividad de Cortina (0 a 100%)

Puertas Especiales

Cantidad	ft	NA
----------	----	----

Carga diaria: infiltraciones

658,282 BTU's	724,110 BTU's
10% Factor de seguridad x1.1	Tiempo de operación / 18 horas

Operaciones

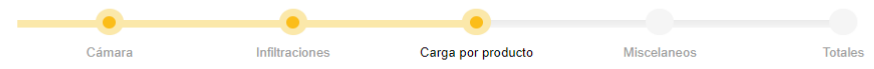
Carga Diaria de Infiltración Estándar	Carga Diaria de Infiltración por Puertas Especiales
724,110 BTU's	0 BTU's
+	
18 horas	

Carga por hora: infiltraciones

40,228 BTU / h

Anterior

Siguiente



Anterior

Siguiente

Carga por producto

Producto a enfriar:

<input type="text" value="423287.5"/>	Libras de producto entrante
<input type="text" value="33.80"/>	Temperatura de entrada del producto
<input type="text" value="24"/>	Tiempo de carga real
<input type="text" value="24"/>	Tiempo de desconexión para temperatura deseada
<input type="text" value="32"/>	Temperatura final del producto

Carga de respiración:

<input type="text" value="423287.5"/>	Libras del producto en inventario
<input type="text" value="18"/>	Tiempo de operación del equipo (hrs)

Propiedades:

<input type="text" value="Frutas y Verc"/>	<input type="text" value="-- Seleccion -"/>	
<input type="text" value="Punto de congelamiento"/>	<input type="text" value="29.7"/>	Punto de congelación
<input type="text" value="Calor específico superior"/>	<input type="text" value="0.86"/>	Ce Sobre Punto C.
<input type="text" value="Calor específico inferior"/>	<input type="text" value="0.44"/>	Ce Bajo Punto C.
<input type="text" value="Calor latente de fusión"/>	<input type="text" value="116"/>	Calor Latente de Fusión
<input type="text" value="Calor de respiración"/>	<input type="text" value="0.30"/>	Calor de Respiración
<input type="text" value="40042.997499999"/>		BTUH para enfriar producto
<input type="text" value="0"/>		BTUH para congelar producto
<input type="text" value="0"/>		BTUH para enfriar producto congelado
<input type="text" value="169315"/>		BTUH para almacenar producto
<input type="text" value="47803.26833333"/>		(Incluye 10% factor de seguridad)

* Basado en la rapidez en la que el producto libera calor en las condiciones establecidas. No deberá basarse en el tiempo "deseado" o "requerido" de pulldown del producto. Deberá conocerse este valor y no suponerse.

Ajuste de libras por hora

<input type="text" value="423287.5"/>	Libras
<input type="text" value="24"/>	Horas Cargando
<input type="text" value="24"/>	Tiempo de Operación
<input type="text" value="24"/>	Menor número de horas
<input type="text" value="17636.979166666668"/>	Menor número de horas

Respiración

<input type="text" value="423287.5"/>	libras en el inventario
<input type="text" value="0.30"/>	calor de respiración
<input type="text" value="126986.25"/>	BTU por día

Enfriamiento de producto

<input type="text" value="17636.979166666668"/>	libras por hora
<input type="text" value="0.86"/>	Cp después de congelado
<input type="text" value="1.7999999999999972"/>	Caída de temperatura
<input type="text" value="27302.043749999957"/>	Carga por hora ajustada

Carga total equivalente

<input type="text" value="27302.043749999957"/>	Carga de enfriamiento
<input type="text" value="0"/>	Carga de congelación
<input type="text" value="0"/>	Carga congelada
<input type="text" value="27302.043749999957"/>	Carga por hora ajustada
<input type="text" value="24"/>	Horas por día
<input type="text" value="126986.25"/>	Carga por respiraciones
<input type="text" value="1.1"/>	(10%)Factor de seguridad
<input type="text" value="860,458"/>	Carga por día ajustada
<input type="text" value="18"/>	Tiempo de operación (hrs)
<input type="text" value="47,803"/>	Carga total

Congelamiento de producto

<input type="text" value="0"/>	libras por hora
<input type="text" value="116"/>	Calor latente de fusión
<input type="text" value="0"/>	Carga por hora ajustada

Enfriamiento de producto congelado

<input type="text" value="0"/>	libras por hora
<input type="text" value="0.44"/>	Cp por debajo del congelamiento
<input type="text" value="0"/>	Caída de temperatura
<input type="text" value="0"/>	Carga por hora ajustada

Anterior

Siguiente



Anterior

Siguiente

Miscelaneos

Temperatura de la cámara:

Bulbo seco. 32
 Humedad relativa (%). 90
 Bulbo húmedo. 30.9

Motores:

Considerar de forma estándar 1 HP por cada 16,000 ft³ para refrigeración y 1 HP por cada 12,000 ft³ para congelación

#	HP	min/hr* uso		exterior = 5/6 or 83.3% interior = 100%	HP Equivalentes
#1 motor	<input type="text" value="0"/>	x	<input type="text" value="0"/>	= 60 x <input type="text" value="100"/>	= 0
#2 motor	<input type="text" value="0"/>	x	<input type="text" value="0"/>	= 60 x <input type="text" value="100"/>	= 0
#3 motor	<input type="text" value="0"/>	x	<input type="text" value="0"/>	= 60 x <input type="text" value="100"/>	= 0
#4 motor	<input type="text" value="0"/>	x	<input type="text" value="0"/>	= 60 x <input type="text" value="100"/>	= 0
#5 motor	<input type="text" value="0"/>	x	<input type="text" value="0"/>	= 60 x <input type="text" value="100"/>	= 0
Total	14.33				14.33

Iluminación

Watts/ft² @ watts / accesorio
 watts x 3.413 Btu/watt x 24

Personas

Total* min/hr* x 22179 BTU/Persona/Día

Montacargas

Por estándar, el volumen del cuarto es de 25,000 ft³
 Qty Total x minutos / hora de uso * - 0.05 Equivalente en montacargas
 (Se estima 5 HP por montacarga) 0.05 x 15,000 Btu/montacarga x 24

Otros

BTU por día
 watts x min / hr² x 3.413 Btu / watt x 24
 kwatts x min / hr² x 3.413 Btu / watt x 24

Totales

X 3,000 BTU/HP x 24 =	1031760	Carga de motores (BTU's)
	382023.39722	Carga de iluminación (BTU's)
	887.16	Carga de personas (BTU's)
	0	Carga de montacargas (BTU's)
	0	Otras Cargas 1 (BTU's)
	0	Otras Cargas 2 (BTU's)
	0	Otras Cargas 3 (BTU's)
	1,414,670.56	Carga Miscelánea diaria (BTU's)
	1.1	Factor de seguridad (10%)
	1,556,137.61	Carga Miscelánea Ajustada (BTU's)
	18	% Factor de tiempo de operación (hrs)
	86,452.09	Carga Miscelánea por hora (BTU/h)

Anterior

Siguiente

FB SELECCIÓN Y CÁLCULO DE EQUIPOS

Cámara Infiltraciones Carga por producto Misceláneos Totales

Anterior **Cotizar evaporador con esta capacidad** **Cotizar unidad condensadora con esta capacidad** Siguiente

<p>Carga total diaria</p> <table border="0"> <tr><td>Cargas por paredes</td><td style="text-align: right;">1,673,732.79</td></tr> <tr><td>Cargas por infiltraciones</td><td style="text-align: right;">1,591,679.00</td></tr> <tr><td>Cargas por almacenamiento</td><td style="text-align: right;">860,458.83</td></tr> <tr><td>Cargas misceláneas</td><td style="text-align: right;">1,569,337.61</td></tr> <tr><td>Carga total diaria requerida</td><td style="text-align: right;">5,695,208.23</td></tr> </table>	Cargas por paredes	1,673,732.79	Cargas por infiltraciones	1,591,679.00	Cargas por almacenamiento	860,458.83	Cargas misceláneas	1,569,337.61	Carga total diaria requerida	5,695,208.23	<p>Carga por hora - 18 hrs.</p> <table border="0"> <tr><td>Cargas por paredes</td><td style="text-align: right;">92,985</td></tr> <tr><td>Cargas por infiltraciones</td><td style="text-align: right;">88,427</td></tr> <tr><td>Cargas por almacenamiento</td><td style="text-align: right;">47,803.27</td></tr> <tr><td>Cargas misceláneas</td><td style="text-align: right;">87,185.42</td></tr> <tr><td>Carga total diaria requerida</td><td style="text-align: right;">316,400.46</td></tr> </table>	Cargas por paredes	92,985	Cargas por infiltraciones	88,427	Cargas por almacenamiento	47,803.27	Cargas misceláneas	87,185.42	Carga total diaria requerida	316,400.46
Cargas por paredes	1,673,732.79																				
Cargas por infiltraciones	1,591,679.00																				
Cargas por almacenamiento	860,458.83																				
Cargas misceláneas	1,569,337.61																				
Carga total diaria requerida	5,695,208.23																				
Cargas por paredes	92,985																				
Cargas por infiltraciones	88,427																				
Cargas por almacenamiento	47,803.27																				
Cargas misceláneas	87,185.42																				
Carga total diaria requerida	316,400.46																				

[Ver Carga Térmica como PDF](#)
[Guardar Carga Térmica como PDF](#)

FB **CARGA TÉRMICA**

DISTRIBUIDOR: PREVIEW	CONTACTO: PREVIEW	EMAIL: PREVIEW
--------------------------	----------------------	-------------------

CÁMARA	DIMENSIONES PULGADAS			CONDICIONES		
	LARGO	ANCHO	ALTO	TEMPERATURA	HUMEDAD RELATIVA	TEMPERATURA AMBIENTE (°F)
	73.62	63.35	36.88	32 °F	90 %	89.6 °F

CARGA POR MUROS **1673732.7886 189 BTU**

MUROS	TEMPERATURA	AISLAMIENTO	GROSOR	CARGA
1	89.6 °F	POLIESTIRENO	4"	225,202
2	89.6 °F	POLIESTIRENO	4"	193,786
3	89.6 °F	POLIESTIRENO	4"	225,202
4	89.6 °F	POLIESTIRENO	4"	193,786
SUELO	50 °F	CONCRETO	6"	423,022
TECHO	109.6 °F	POLIESTIRENO	8"	260,577

CARGA POR INFILTRACIONES **1,591,679.00 BTU**

CARGA POR PRODUCTO

PRODUCTO	CANTIDAD	TEMP. ENTRADA	TEMP. SALIDA	TIEMPO DE CARGA	CARGA TÉRMICA
	423287.5 LBS.	33.80 °F	32 °F	24 HR	860,458.83 BTU

CARGA POR MISCELÁNEOS **1,569,337.61 BTU**

MOTORES:	ILUMINACIÓN:	PERSONAS	MONTACARGAS	OTRAS	OTRAS	OTRAS
1,831,760	382,023.40	887.16	12000	0	0	0

En FB Refrigeración mantenemos las técnicas de fabricación de nuestros equipos en continuo desarrollo, por lo que nos reservamos el derecho de hacer cambios a la información contenida en este catálogo, tal como modelos, colores, especificaciones, acabados y accesorios, en cualquier momento y sin previo aviso, en por ello es recomendable que previo a la compra y entrega del equipo verificar la información con el departamento de Ingeniería de FB Refrigeración. FB Refrigeración se reserva el derecho de continuar o discontinuar el equipo u/o accesorios que los componen por el motivo que sea en cualquier momento. Algunas fotografías de este catálogo son sólo representativas y pueden mostrar a los equipos con equipo opcional no seleccionado o no disponible.

Garantía: Se entenderá una política de garantía por el término de un año contra cualquier defecto de fabricación, siempre y cuando el equipo opere en las condiciones para las que fue diseñado. Nuestra garantía solo se limita a reparar o reemplazar el equipo dañado y no incluye pérdidas ocasionales al cliente.

fb-refrigeracion.com

TIEMPO DE OPERACIÓN
18 HRS

CARGA TOTAL REQUERIDA
5,695,208.23 BTUH

CARGA TOTAL POR HORA
316,400.46 BTUH

Figura 6. Resultados de cálculo de carga térmica según software
Fuente: elaboración propia

Tenemos 316400.46 BTU/h que equivale a 79731.575 kcal/h

Para convertir de kcal/h a Toneladas de refrigeración dividimos entre 3024 kcal/h y obtenemos lo siguiente:

$$Q_{TOTAL} = 26.37 T$$

Comparación de resultados carga térmica

Cargas térmicas en Toneladas (T)	
Calculo teórico	25.79 T
software	26.37 T

$$Q_{TOTAL} = \frac{25.79 T + 26.37 T}{2}$$

$$Q_{TOTAL} = 26.08 T$$

$$Q_{TOTAL} = 78865.92 \frac{kcal}{h}$$

Selección de equipos electromecánico

Selección de Unidad Condensadora

Para la selección de la unidad condensadora utilizaremos el software del fabricante BOHN, este fabricante usa en su software kBTU/ h

Por lo tanto, convertiremos de kcal/h a kBTU/h, dividimos entre 252 y obtenemos

$$Q_{TOTAL} = 312.96 \frac{kBTU}{h}$$

Dividimos la capacidad entre 2 para que nos resulten 02 Unidades condensadoras

$$Q_{TOTAL} = 156.48 \frac{kBTU}{h}$$



Figura 7. Selección y cálculos de equipos
Fuente: Bohn

Seleccionamos capacidad

Ponemos los parámetros de voltaje, rango de búsqueda, capacidad, temperatura de evaporación (-6.67 °C) y temperatura de condensación (45 °C) (según lo recomendado por el fabricante)

FB SELECCIÓN Y CÁLCULO DE EQUIPOS

Indique información:

Voltaje (V): 460
Rango de busq. (%): 10 %
Capacidad (miles de BTU / h): 156.48

Temperatura de evaporación: 19 °F / -6.67 °C

Temperatura de condensación: 113 °F / 45 °C

*Si en el estatus aparecen negativos todos los valores intente ampliar el rango de búsqueda.
*Las capacidades están consideradas sin subenfriamiento de líquido y con temperatura de Gas Aspirado 85°F

Calcular


Buscar

	Modelo	Capacidad	Porcentaje	Recomendable
<input type="radio"/>	BLV2000M6D	153.42	98.04%	⚠
<input checked="" type="radio"/>	BLV2500M6D	164.96	105.42%	✔
<input type="radio"/>	BLV250BM6D	157.81	100.85%	✔
<input type="radio"/>	BLV250BM6D	157.81	100.85%	✔

Mostrando 1 a 4 de 4 filas

Figura 7. Valores para simulación
Fuente: Bohn

Unidad Condensadora de 25 HP. Compresor Semihermético Media Temp. Tiro de aire Vertical 460/3/60

CAP. REQUERIDA	156.48	KBTU/H	
CAP. DISPONIBLE	164.96	KBTU/H	
TSE	19	°F	
TSC	113	°F	
POTENCIA ABSORBIDA	19.49	KW	
CORRIENTE	31.92	AMP	
CAUDAL MÁSSICO	3269.81	Lb/H	
EER	8.46		
HR	231.47	KBTU/H	
LARGO	434	cm	
ANCHO	113	cm	
ALTO	152	cm	
PESO VACÍO	1169	Kg	
DIAM. SUCCIÓN	2 1/8	"	
DIAM. LÍQUIDO	1 1/8	"	
RECIBIDOR CAP. AL 90%	145	lbs	
CANT. COMPRESORES	1		
CANT. VENTILADORES	2		
VOLTAJE FUERZA	460		
FLA	39	Amp.	
MCA	50.8	Amp.	
MOPD	80	Amp.	

INFORMACIÓN COMPRESOR		
MODELO	4DHR22ME-TSK	
RLA	33.4	Amp.
LRA	214	Amp.
DESP. VOLUMÉTRICO	80	In ³ /Rev
DESP. MÁSSICO	50.24	CFM

INFORMACIÓN VENTILADOR		
MODELO	W6D710-GH03-XX	
FLA	3	Amp.
HP	2.2	
DIAMETRO	710	mm
CAUDAL MÁSSICO	29700	CFM

RANGOS DE CAPACIDAD								
TSE	TSC							
	95	100	105	110	115	120	125	130
9	158.27	150.41	142.77	135.31	127.99	120.78	113.62	106.49
14	178.02	169.17	160.58	152.2	144	135.94	127.97	120.06
19	199.34	189.44	179.83	170.47	161.33	152.35	143.51	134.75
24	222.08	211.07	200.38	189.97	179.81	169.86	160.08	150.42
29	246.09	233.89	222.06	210.54	199.31	188.32	177.53	166.9

Figura 8. Selección de equipo
 Fuente: Bohn

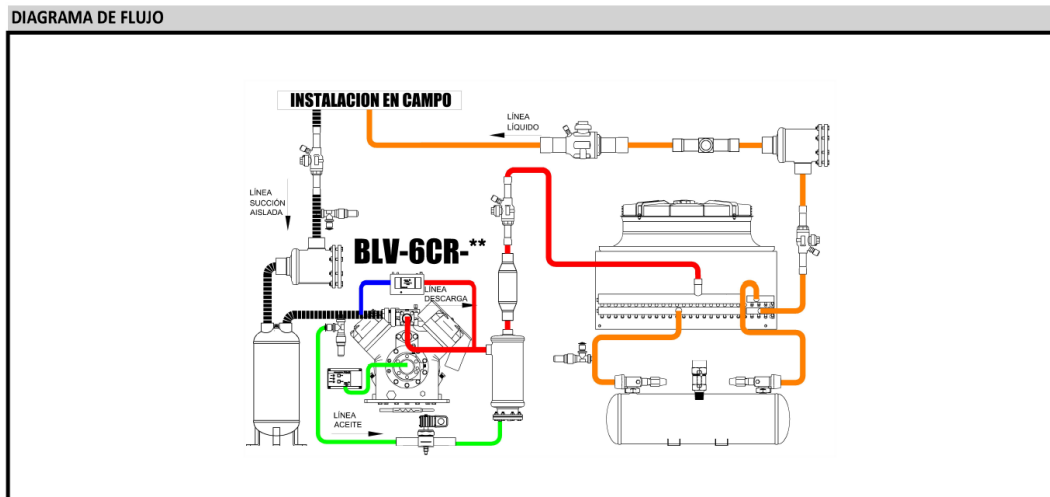


Figura 9. Diagrama de flujo
 Fuente: Bohn

Como podemos ver cada unidad condensadora tiene una capacidad disponible de 164.96 kBTU/h (41569.2 kcal/h) en 02 unidades serian 329.92 kBTU/h que viene a ser 83138.4 kcal/h = 27.49 T

Por lo tanto, la carga térmica calculada entre de los equipos seleccionados tenemos:

$$\begin{aligned} &= \frac{27.49 T}{26.08 T} * 100\% \\ &= 105.4\% \end{aligned}$$

Tenemos un 5.4% más de capacidad de lo requerido según cálculo de cargas térmicas

Selección de evaporadores

Seleccionaremos evaporadores cúbicos, según la capacidad de la Unidad condensadora, tenemos lo siguiente 164.96 kBTU/h por Unidad condensadora, seleccionaremos 02 evaporadores por Unidad condensadora, con voltaje de ventiladores de 440 v, con una temperatura de evaporación de


The screenshot shows a web application interface for equipment selection. At the top, there is a logo for 'FB SELECCIÓN Y CÁLCULO DE EQUIPOS'. Below the logo, the text 'Calcula capacidad:' is displayed. A tab labeled 'Evaporadores' is selected. The form contains several input fields and dropdown menus: 'Voltaje:' with a dropdown menu showing '460'; 'Tipo de deshielo:' with a dropdown menu showing 'ELECTRICO'; 'Capacidad total en Miles de BTU/h:' with a text input field containing '164.96'; 'Temperatura de Evaporación (oF):' with a text input field containing '20'; and 'Número de Evaporadores requeridos:' with a dropdown menu showing '2'. A blue 'Calcular' button is located at the bottom of the form. At the very bottom of the page, there is a copyright notice: '© 2018 FB-Refrigeracion, Inc. - Privacy - Terms.'

Figura 10. Selección de evaporadores
Fuente: Bohn

Familia	Modelo	Capacidad	% Capacidad	Medidas en cm (L,H,A)	
FBH	FBHL 650DPA	75	91	267, 103, 75	Ver
FBH	FBHL 650DTA	75	91	267, 103, 75	Ver
FBH	FBHL 650DVA	78	95	267, 103, 75	Ver
FBH	FBHE 640DVA	81	98	267, 103, 75	Ver
FBH	FBHL 710DPA	82	99	344, 103, 75	Ver
FBH	FBHL 710DTA	82	99	344, 103, 75	Ver
FBH	FBHE 740DPA	85	103	267, 103, 75	Ver
FBH	FBHE 740DTA	85	103	267, 103, 75	Ver
FBH	FBHL 710DVA	86	104	344, 103, 75	Ver

Figura 11. Evaporadores
Fuente: Bohn

Por la capacidad requerida elegimos el evaporador FBHL710DPA, que tiene 04 aleta por pulgada, esto ayuda que el evaporador no se bloquee rápidamente por escarche del evaporador



SELECCIÓN DE EVAPORADOR ESTÁNDAR MODELO: FBHL 710DPA

DISTRIBUIDOR:
PREVIEW

FAMILIA:
FBH


PERFIL:
ALTO

CAPACIDAD (MILES BTUH):
71

ALETAS POR PULGADA:
4

CFM'S
18400

CONTACTO:
PREVIEW



EMAIL:
PREVIEW


DATOS VENTILADOR:					DESHELO: ELECTRICO INFORMACIÓN DE RESISTENCIAS: WATTS: 17.05 VOLTAJE: 460/3/60 AMPERAJE: 24.3
CANTIDAD: 4	TIPO DE MOTOR: ESTANDAR	VOLTAJE: 460/3/60			
POTENCIA: 3980		AMPERAJE: 5.2			
DIMENSIONES:					
CM	ALTO: 344	LARGO: 103	ANCHO: 75	PESO (KG) 240	

Las imágenes son meramente ilustrativas, y los característicos del pueden variar sin previo aviso.

Figura 12. Ficha técnica de evaporador
Fuente: Bohn

Cálculo de válvula de expansión termostática

Se realizará la selección de la V.E.T con el programa coolselector2 Danfoss, por evaporador tenemos 78.24 kBTU/h que equivale 22.93 kW



Coolselector2

Información del proyecto

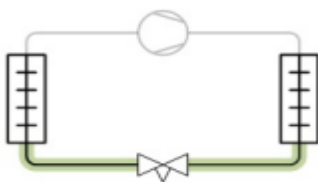
Nombre del proyecto:
 Comentarios:
 Creado por:
 Coolselector2 versión: 5.3.1. Base de datos: 102
 Imprimido: Jueves, 31 de Agosto de 2023
 Preferencias utilizadas: Todas las aplicaciones

Válvula de expansión termostática: Válvula de expansión termostática 1


Condiciones de funcionamiento

Refrigerante:	R507A	Capacidad de refrigeración:	25.00 kW
Caudal másico en la línea:	33.85 lb/min	Capacidad de calefacción:	120.9 kBTU/h
Temperatura de evaporación:	-6.0 °C	Temperatura de condensación:	47.0 °C
Presión de evaporación:	75.27 psi	Presión de condensación:	320.1 psi
Recalentamiento útil:	8.0 °C	Subenfriamiento:	2.0 °C
Recalentamiento adicional:	0 °C	Subenfriamiento adicional:	0 °C
Temperatura de descarga:	67.9 °C		

Sistema y línea: Sistema de expansión seca. Línea de líquido
Criterios de selección: Carga: 80. Caída de presión en el distribuidor: 0 psi



Selección: TE 12 - 5



Tipo	TE 5 - 3	TE 5 - 4	TE 12 - 5	TE 12 - 6	TE 12 - 7
NS	16 (5/8")	16 (5/8")	22 (0.857")	22 (0.857")	22 (0.857")
Rango	N	N	N	N	N

Figura 13. Cálculo de la válvula de expansión térmica
 Fuente: Danfoss

Coolselector2



Capacidad nominal [kW]	21.29	28.09	37.57	46.91	55.41
Capacidad mínima [kW]	5.323	7.273	9.392	11.73	13.85
Carga [%]	117	86	67	53	45
DP [psi]	244.9	244.9	244.9	244.9	244.9
Velocidad, entrada [ft/s]	5.83	5.83	2.86	2.86	2.86

Códigos seleccionados para TE 12 - 5

TE 12: 067B3345. Puede que no esté disponible en tu país

ORF: 067B2708. Puede que no esté disponible en tu país

TEH: 067B4015. Puede que no esté disponible en tu país

Curva de rendimiento

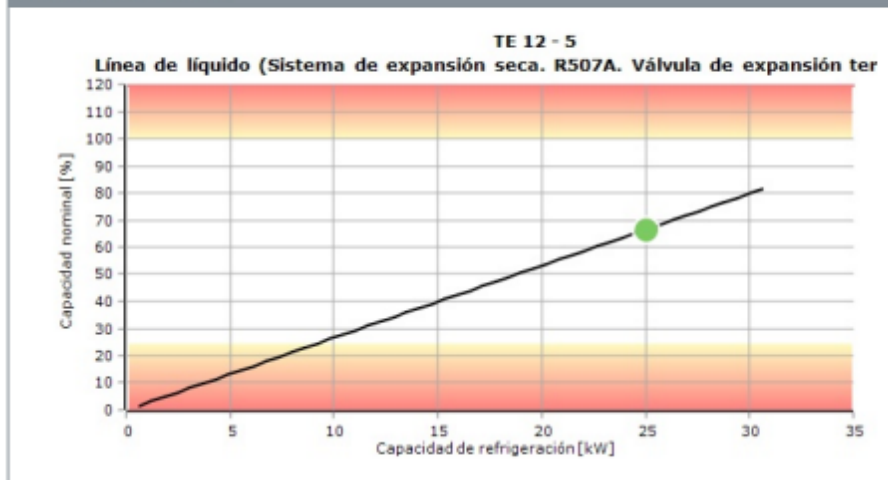


Figura 14. Curva de rendimiento
 Fuente: Danffos

Para el sistema de refrigeración de esta tesis está diseñado para operar con 04 evaporadores cúbicos, cada evaporador funcionara con una v.e.t independientemente para regular el flujo del refrigerante al ingreso del evaporador y controlar el sobrecalentamiento.

Al insertar los siguientes datos capacidad frigorífica 25 kW, la temperatura de evaporación y temperatura de condensación, seleccionamos la capacidad superior, en este caso lo recomendable por el programa es la v.e.t TE 12 con orificio numero 5 con un diámetro de entrada de 5/8" y salida 7/8".

Cálculo de válvula solenoide

La válvula solenoide o también conocida electroválvula, es un dispositivo que controla el paso de fluidos y gases, Su función es básica apertura o cierre de válvula

En nuestro caso tenemos 02 sistemas, cada sistema que consta de 01 unidad condensadora y 02 evaporadores sería necesario para cada sistema una válvula solenoide, por sistema tenemos 48 kW aprox. Por lo tanto, el software coolselector2 de Danfoss nos da lo siguiente:



Coolselector2

Información del proyecto

Nombre del proyecto:
Comentarios:
Creado por:
Coolselector2 versión: 5.3.1. Base de datos: 102
Imprimido: Martes, 29 de Agosto de 2023
Preferencias utilizadas: Todas las aplicaciones

Válvula solenoide: Válvula solenoide 1

Condiciones de funcionamiento

Refrigerante:	R507A	Capacidad de refrigeración:	48.00 kW
Caudal másico en la línea:	64.99 lb/min	Capacidad de calefacción:	232.1 kBTU/h
Temperatura de evaporación:	-6.0 °C	Temperatura de condensación:	47.0 °C
Presión de evaporación:	75.27 psi	Presión de condensación:	320.1 psi
Recalentamiento útil:	8.0 °C	Subenfriamiento:	2.0 °C
Recalentamiento adicional:	0 °C	Subenfriamiento adicional:	0 °C
Temperatura de descarga:	67.9 °C		

Sistema y línea: Sistema de expansión seca. Línea de líquido
Criterios de selección: Caída de presión: 1.45



Selección: EVR 40 v2



Tipo	EVR 25 v2	EVR 32 v2	EVR 40 v2
NS	28 (1 1/8")	35 (1 3/8")	42 (1 5/8")
Cv [US gal/min]	11.33	19.31	27.98

Figura 15. Selección de válvula solenoide 1
Fuente: Danfoss

Coolselector2



DP_100 [psi]	2.90	2.90	2.90
DP_min [psi]	1.28	1.27	1.27
Cv_calc [US gal/min]	6.041	6.619	6.954
DP [psi]	1.78	1.48	1.34
DT_sat [°C]	0.2	0.2	0.2
Grado de apertura [%]	42	25	17
Carga [%]	42	25	17
Carga parcial posible [%]	32	53	78
Velocidad, entrada [ft/s]	3.51	2.14	1.52
Estado de la válvula	Parcialmente abierta	Parcialmente abierta	Parcialmente abierta

Código seleccionado para EVR 40 v2

EVR 40: 032L1045. Puede que no esté disponible en tu país

Curva de rendimiento

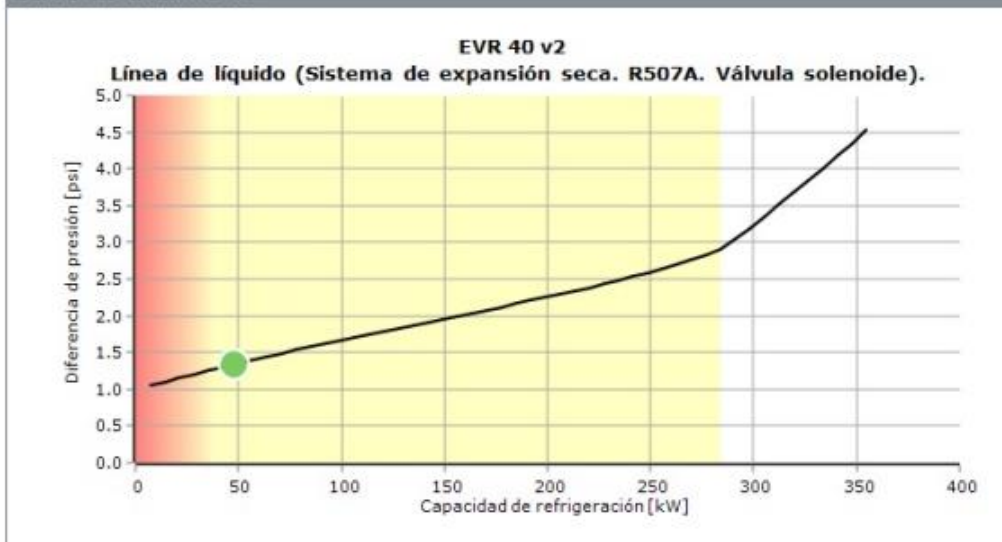


Figura 16. Curva de rendimiento – válvula solenoide

Fuente: Danfoss


Según el software nos resulta una válvula solenoide EVR 40 v2 con una entrada y salida de 1 5/8", esta válvula se apertura cuando se enciende el compresor y se cierra cuando se detiene el compresor.

Selección de diámetro de tuberías

Tuberías de líquido – troncal

El refrigerante en estado líquido, proveniente del condensador, tiene mayor densidad y menor volumen específico que el gas de descarga o gas caliente, la tubería que conduce líquido tiene menor diámetro que la tubería que conduce

gas caliente. La caída de presión por fricción en la tubería de líquido no debe pasar de $3 \frac{lb}{pulg^2}$ porque, si se supera este límite, parte del líquido se evapora y la válvula de expansión termostática o el tubo capilar no operan a plenitud. Por lo tanto, el software coolselector2 nos muestra lo siguiente:



Coolselector2

Información del proyecto

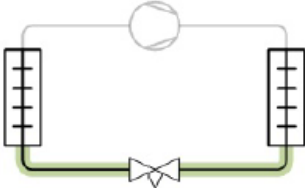
Nombre del proyecto:
 Comentarios:
 Creado por:
 Coolselector2 versión: 5.3.1. Base de datos: 102
 Imprimido: Miércoles, 6 de Septiembre de 2023
 Preferencias utilizadas: Todas las aplicaciones

Tuberías: Tuberías 1

Condiciones de funcionamiento

Refrigerante:	R507A	Capacidad de refrigeración:	48.00 kW
Caudal másico en la línea:	66.59 lb/min	Capacidad de calefacción:	233.2 kBTU/h
Temperatura de evaporación:	-6.1 °C	Temperatura de condensación:	47.2 °C
Presión de evaporación:	75.00 psi	Presión de condensación:	321.8 psi
Recalentamiento útil:	6.0 °C	Subenfriamiento:	2.0 °C
Recalentamiento adicional:	0 °C	Subenfriamiento adicional:	0 °C
Temperatura de descarga:	66.3 °C		

Sistema y línea: Sistema de expansión seca. Línea de líquido
Criterios de selección: Caída de presión: Predeterminado. Longitud: 30.00 m. Ángulo: 0 °



Selección: Tubería de cobre ANSI 1 3/8

Tipo	ANSI 7/8	ANSI 1 1/8	ANSI 1 3/8	ANSI 1 5/8	ANSI 2 1/8
NS	22.23 (7/8")	28.58 (1 1/8")	34.93 (1 3/8")	41.28 (1 5/8")	53.98 (2 1/8")
DP [psi]	4.50	1.23	0.44	0.19	0.05
DT _{sat} [°C]	0.6	0.2	0.1	0.0	0.0
DP [°F/ft]	0.011	0.003	0.001	0.000	0.000
Velocidad, entrada [ft/s]	5.66	3.32	2.18	1.54	0.89
Velocidad, salida [ft/s]	5.66	3.32	2.18	1.54	0.89

Figura 17. Selección de tubería de líquido
 Fuente: Danfoss

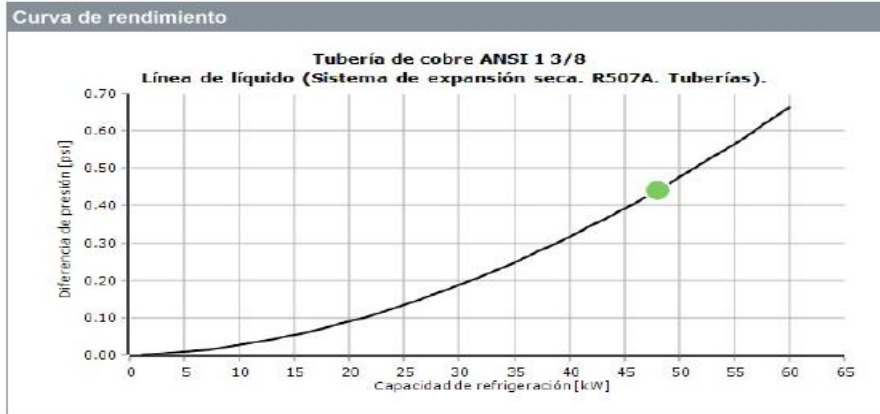


Figura 18. Curva de rendimiento
Fuente: Danfoss

Según el software el diámetro de la troncal de línea debe ser de 1 3/8" para evitar problemas en el sistema de refrigeración

Tuberías de líquido – secundario

Información del proyecto

Nombre del proyecto:
Comentarios:
Creado por:
Coolselector2 versión: 5.3.1. Base de datos: 102
Imprimido: Miércoles, 6 de Septiembre de 2023
Preferencias utilizadas: Todas las aplicaciones

Tuberías: Tuberías 1

Condiciones de funcionamiento

Refrigerante:	R507A	Capacidad de refrigeración:	24.00 kW
Caudal másico en la línea:	33.29 lb/min	Capacidad de calefacción:	116.6 kBtu/h
Temperatura de evaporación:	-6.1 °C	Temperatura de condensación:	47.2 °C
Presión de evaporación:	75.00 psi	Presión de condensación:	321.8 psi
Recalentamiento útil:	6.0 °C	Subenfriamiento:	2.0 °C
Recalentamiento adicional:	0 °C	Subenfriamiento adicional:	0 °C
Temperatura de descarga:	66.3 °C		

Sistema y línea: Sistema de expansión seca. Línea de líquido
Criterios de selección: Caída de presión: Predeterminado. Longitud: 15.00 m. Ángulo: 0 °

Selección: Tubería de cobre ANSI 7/8

Tipo	ANSI 5/8	ANSI 3/4	ANSI 7/8	ANSI 1 1/8	ANSI 1 3/8
NS	15.88 (5/8")	19.05 (3/4")	22.23 (7/8")	28.58 (1 1/8")	34.93 (1 3/8")
DP [psi]	3.42	1.27	0.63	0.17	0.06
DT_sat [°C]	0.5	0.2	0.1	0.0	0.0
DP [°F/ft]	0.017	0.006	0.003	0.001	0.000
Velocidad, entrada [ft/s]	5.66	3.77	2.83	1.66	1.09
Velocidad, salida [ft/s]	5.66	3.77	2.83	1.66	1.09

Figura 19. Selección de tubería de líquido
Fuente: Danfoss

Según el software el diámetro de la troncal de línea debe ser de 7/8" para evitar problemas en el sistema de refrigeración

Anexo 12: Plano de arquitectura de la cámara actual

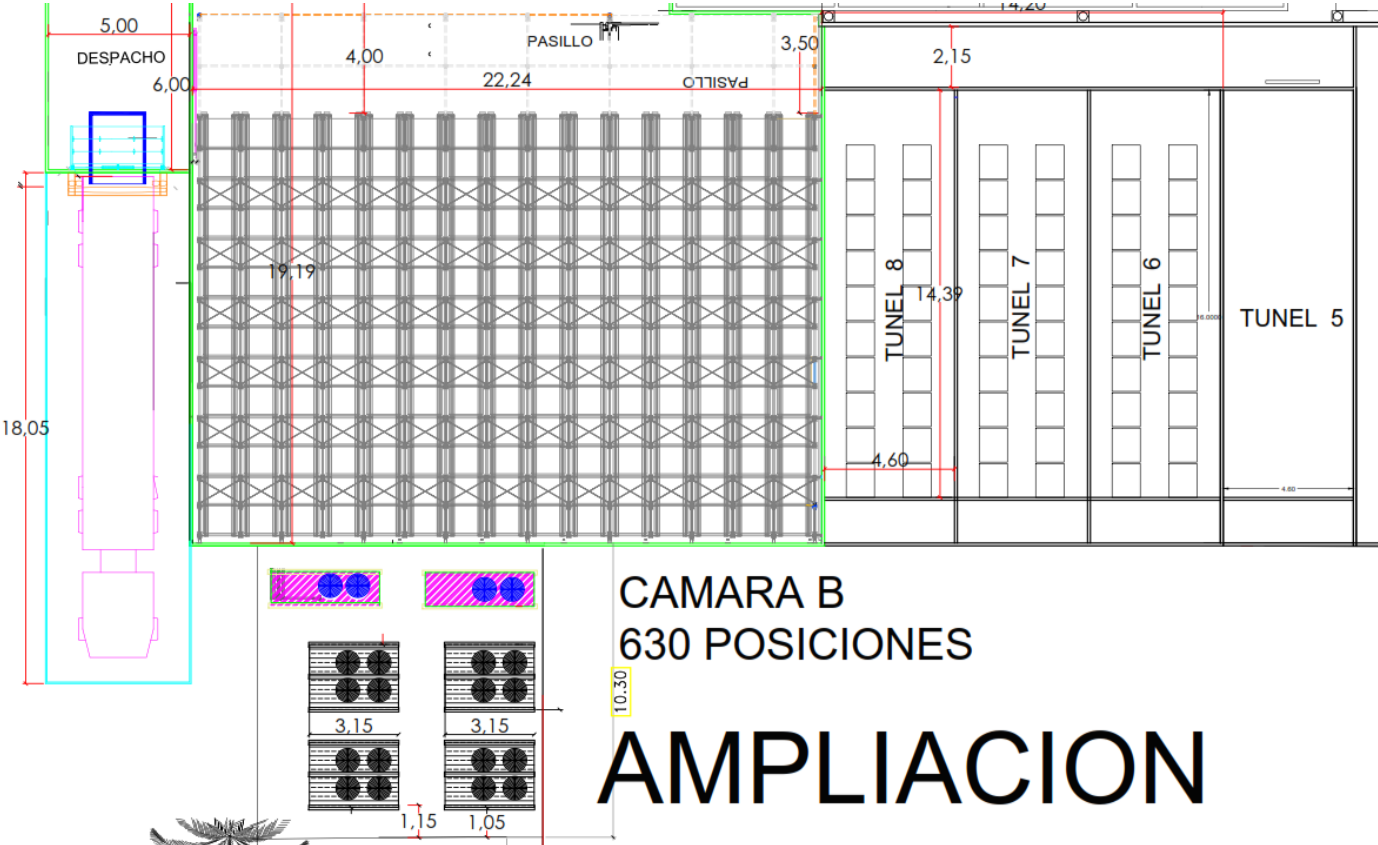
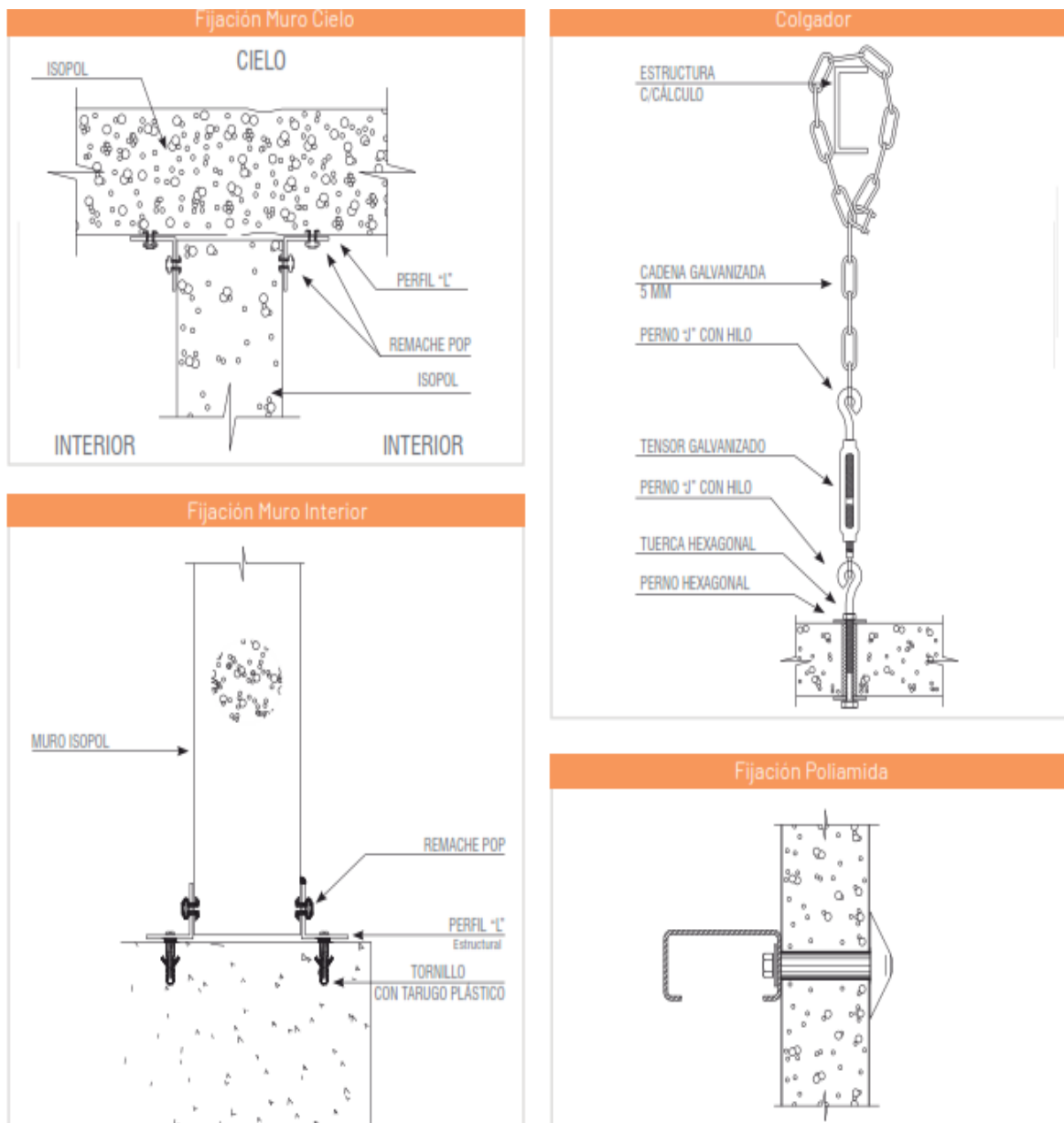


Figura 20. Plano de arquitectura de la cámara actual

Fuente: Empafрут

Anexo 13. Ficha técnica del panel pol 100






Propiedades Térmicas								
			Elementos Horizontales (Flujo Ascendente)			Elementos Verticales (Flujo Horizontal)		
			Transmitancia Térmica			Transmitancia Térmica		
Espesor (mm)	Peso (kg/m ²)	Largo Máximo (m)	Resistencia Térmica ⁽¹⁾ (m ² K/W)	W/m ² K	Kcal/m ² C	Resistencia Térmica (m ² K/W)	W/m ² K	Kcal/m ² 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

Figura 21. Ficha técnica del panel isopol 100

Fuente: TUPEMESA

Anexo 14. Ficha técnica del panel koverpol 200/250

Tabla de cargas			Cargas Admisibles (kg/m ²)																
Condición de apoyo	Espesor mm	Tipo de carga	Distancias entre costaneras (m)																
			1.00	1.25	1.50	1.75	2.00	2.25	2.50	2.75	3.00	3.25	3.50	3.75	4.00	4.25	4.50	4.75	5.00
	50	Esfuerzo	171	137	114	98	83	65	53	44	37	31	-	-	-	-	-	-	-
		Deformación	1772	916	535	340	230	163	120	91	70	56	45	37	30	-	-	-	-
	75	Esfuerzo	360	240	174	133	106	87	73	62	53	46	41	36	32	-	-	-	-
		Deformación	1940	1046	639	425	301	223	170	134	108	88	73	61	52	44	38	33	-
	100	Esfuerzo	405	283	214	171	141	119	102	89	78	70	62	56	50	46	42	38	35
		Deformación	2160	1218	779	542	400	307	244	198	163	137	116	99	86	75	65	58	51
150	Esfuerzo	509	383	309	260	224	196	174	156	140	127	115	105	96	88	81	74	69	
	Deformación	2653	1608	1100	813	632	509	421	355	303	262	228	200	177	157	140	126	113	
200	Esfuerzo	592	474	395	338	296	263	237	215	197	182	169	158	146	135	125	115	107	
	Deformación	3175	2024	1444	1105	885	732	618	531	462	405	358	319	285	256	231	209	190	
	50	Esfuerzo	137	109	91	78	68	60	49	40	34	-	-	-	-	-	-	-	
		Deformación	4218	2170	1263	800	539	381	280	211	164	130	104	85	71	59	50	43	37
	75	Esfuerzo	227	179	148	125	108	95	84	76	69	63	57	53	49	45	42	39	35
		Deformación	4415	2324	1387	903	627	456	345	268	214	174	144	121	102	88	76	66	58
	100	Esfuerzo	226	179	147	125	108	94	84	75	68	62	57	52	48	45	42	39	37
		Deformación	4670	2524	1551	1041	744	558	434	347	284	237	201	172	149	130	115	102	91
150	Esfuerzo	225	178	146	124	107	93	83	74	67	61	56	51	47	44	41	38	36	
	Deformación	5239	2975	1921	1353	1013	793	641	532	450	387	337	296	262	234	211	190	173	
200	Esfuerzo	224	177	145	123	106	92	82	73	66	60	55	50	46	43	40	37	35	
	Deformación	5838	3450	2314	1686	1300	1045	865	732	630	551	486	433	389	351	319	291	267	
	50	Esfuerzo	142	114	95	81	71	63	57	50	42	36	31	-	-	-	-	-	
		Deformación	3337	1721	1004	637	430	305	224	169	131	104	84	68	56	47	40	34	-
	75	Esfuerzo	259	205	169	144	124	109	97	88	79	73	67	61	57	53	49	46	43
		Deformación	3575	1904	1150	757	530	388	295	231	184	150	124	104	89	75	65	57	50
	100	Esfuerzo	258	205	169	143	124	109	97	87	79	72	66	61	56	52	49	46	43
		Deformación	3878	2139	1338	912	660	500	391	315	258	216	182	156	135	118	103	91	81
150	Esfuerzo	257	204	168	142	123	108	96	86	78	71	65	60	55	51	48	45	42	
	Deformación	4535	2646	1746	1250	947	747	608	506	429	369	321	282	250	222	199	180	162	
200	Esfuerzo	256	203	167	141	122	107	95	85	77	70	64	59	54	50	47	44	41	
	Deformación	5204	3161	2162	1597	1244	1006	836	709	612	535	472	420	377	340	308	280	256	

- Los valores indicados en la tabla corresponden a la luz máxima permisible para una sobrecarga uniformemente distribuida, calculados teóricamente.
- i) Se considera un acero de calidad ASTM A792 Gr.37 ($F_y = 2600 \text{ kg/cm}^2$).
- ii) Se considera un módulo de Elasticidad, $E = 2070000 \text{ kg/cm}^2$.
- iii) Se considera una deformación admisible igual a $L/200$.
- iv) "•" Carga admisible menor a 30 kg/m^2 .
- v) Aislación: Poliestireno (20 kg/m^3).
- Módulo de elasticidad: $42,7 \text{ (kg/cm}^2)$.
- Módulo de corte: $19,4 \text{ (kg/cm}^2)$.
- Resistencia al corte: $1,1 \text{ (kg/cm}^2)$.
- Resistencia a la compresión: $1 \text{ (kg/cm}^2)$.
- Esta tabla es sólo una guía. Tupemesa no se responsabiliza del uso que se le dé. Se reserva el derecho de modificar la información sin previo aviso. Para otros detalles consultar.
- Tabla desarrollada para paneles en base a esquemas estándar de acero, 0,5 superior y 0,4 inferior.

Propiedades Térmicas

Altura del Valle (mm)	Peso (kg/m ²)	Largo Máximo (m)	Resistencia Térmica (W/m ² K)
50	8,57	8,0	0,625
75	9,7	12,0	0,440
100	9,62	12,0	0,341
150	10,57	12,0	0,235
200	11,47	12,0	0,180



Figura 22. Ficha técnica del panel koverpol 200/250

Fuente: TUPEMESA

Anexo 15: Ciclo ideal de refrigeración

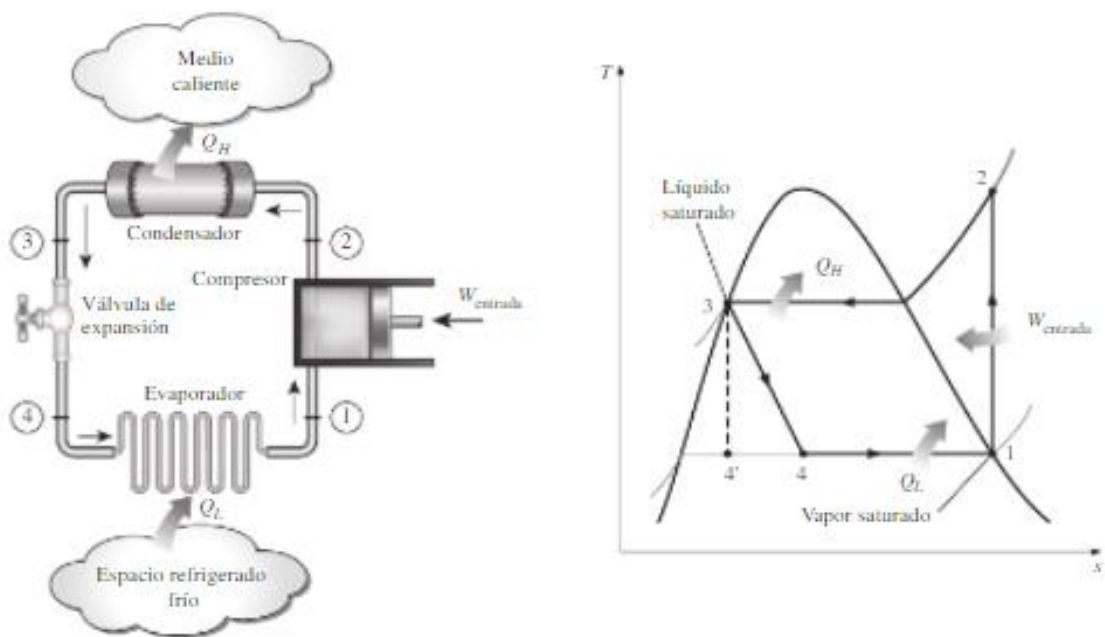


Figura 23. Ciclo ideal de refrigeración T-s por compresión de vapor

Fuente: Termodinámica, Cengel (pag 619, septima edicion 2012)

Anexo 16: Válvula de expansión

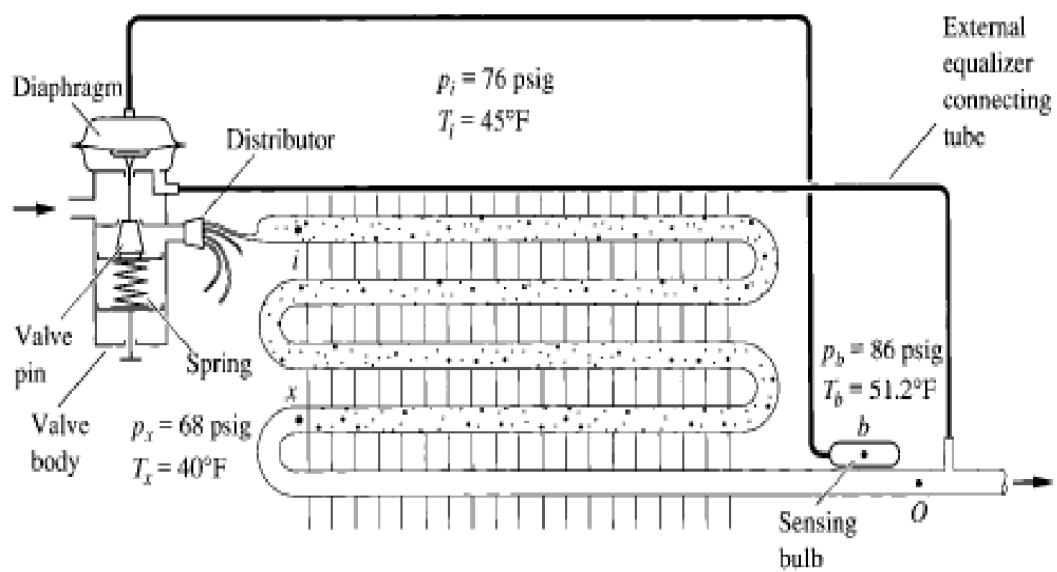


Figura 24. Thermostatic expansión valve external equalizer.

Fuente: Handbook Of Aire Conditioning and Refrigeration, Shan K Wang, pag 487

AUTORIZACIÓN DE USO DE INFORMACIÓN DE EMPRESA

Yo Marco Eyzaguirre Cockburn

Identificado con DNI 44069843 en mi calidad de Jefe de Planta

del área de Producción

de la empresa Empacadora de Frutos Tropicales S.A.C.

con R.U.C N° 20483794937, ubicada en la ciudad de Piura

OTORGO LA AUTORIZACIÓN,

Al señor Daewin Zavaleta Tolentino

Identificado(s) con DNI N° 70536911

de la () Carrera profesional Ingeniería mecánica eléctrica, para que utilice la siguiente información de la empresa:

Producción y Almacenamiento en cámara de uva

con la finalidad de que pueda desarrollar su () Informe estadístico, () Trabajo de Investigación, (x) Tesis para optar el Título Profesional.

(x) Publique los resultados de la investigación en el repositorio institucional de la UCV.

() Mantener en reserva el nombre o cualquier distintivo de la empresa; o

(x) Mencionar el nombre de la empresa.

EMPACADORA DE FRUTOS TROPICALES S.A.C.

Marco Eyzaguirre Cockburn
Jefe de Planta

Firma y sello del Representante Legal

DNI: 44069843

El Estudiante declara que los datos emitidos en esta carta y en el Trabajo de Investigación, en la Tesis son auténticos. En caso de comprobarse la falsedad de datos, el Estudiante será sometido al inicio del procedimiento disciplinario correspondiente; asimismo, asumirá toda la responsabilidad ante posibles acciones legales que la empresa, otorgante de información, pueda ejecutar.

Daewin Zavaleta Tolentino
Firma del Estudiante

DNI: 70556911

Daewin Zavaleta Tolentino
Firma del Estudiante

DNI: 72927918