

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE ESTUDIOS DE
INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA



Diseño de una cámara frigorífica con refrigerante r-600a enfocado a la conservación de pescado en la Escuela de procesos de la industria alimentaria y productos hidrobiológicos – SENATI Chimbote, 2024

**Tesis para Obtener el Título Profesional de
Ingeniero Mecánico Electricista**

Autores

Leyva Valverde, Yrvi Jair - ORCID 0009-0002-4290-502X

Lara Duran, Victor Hugo -ORCID 0009-0008-0112-1011

Asesor – Código ORCID

Ruber Alva Julca

0000-0002-6206-278X

CHIMBOTE – PERÚ

2024

Índice general

Índice general	i
Índice de tablas	ii
Índice de figuras	iii
Palabras clave	iv
Constancia de originalidad	v
Título	vi
Resumen	vii
Abstract	viii
Introducción	1
Metodología	16
Resultados	19
Análisis y discusión	43
Conclusiones	46
Recomendaciones	47
Referencias bibliográficas	48
Anexos	53

Índice de tablas

Tabla 1 Propiedades del refrigerante r-600a	9
Tabla 2 Comparación entre refrigerantes	10
Tabla 3 Parámetros climatológicos	19
Tabla 4 Parámetros del pescado	19
Tabla 5 Características de los tipos de aislamientos térmicos	23
Tabla 6 Temperatura y espesor en el corcho	24
Tabla 7 Cambios de aire promedio por 24 horas para cuartos de almacenaje abajo de 32 °F.....	28
Tabla 8 Btu por pie cúbico de aire eliminado en enfriamiento para condiciones de almacenaje abajo de 30°F	29
Tabla 9 Tabulación para hallar el Factor de cambios de aire	29
Tabla 10 Equivalente de calor por personas dentro del espacio refrigerado.....	32
Tabla 11 Relación entre humedad relativa, y convección natural y forzada.....	35
Tabla 12 Ficha técnica condensador ELGIN USMB4500 (V)	37
Tabla 13 Ficha técnica evaporador HDH 085	39
Tabla 14 Diámetro de la tubería de succión.....	40
Tabla 15 Diámetro de la línea de líquido	41
Tabla 16 Válvula de expansión TE5 - Temperatura Max. y Min.	42
Tabla 17 Sensor de alta humedad E+E Elektronik - Datos generales	42
Tabla 18 Tareas de los investigadores	63
Tabla 19 Cronograma de actividades	65

Índice de figuras

Figura 1. Ciclo de refrigeración.....	4
Figura 2. Refrigeración por compresión.....	7
Figura 3. Refrigerante r-600a.....	8
Figura 4. Dimensiones de la cámara frigorífica.....	21
Figura 5. Espacio disponible para la cámara frigorífica.....	22

Palabras clave

Cámara frigorífica, Refrigerante r-600a

Keywords

Refrigeration chamber, Refrigerant r-600a

Línea de investigación

Línea de investigación	Sector mecánico
Área	Ingeniería, Tecnología
Sub área	Ingeniería Mecánica
Disciplina	Ingeniería Mecánica

Constancia de originalidad



VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

El que suscribe, Vicerrector de Investigación de la Universidad San Pedro:

HACE CONSTAR

Que, de la revisión del trabajo titulado "**Diseño de una cámara frigorífica con refrigerante r-600a enfocado a la conservación de pescado en la Escuela de procesos de la industria alimentaria y productos hidrobiológicos - SENATI Chimbote, 2024**" del (a) estudiante: **LARA DURAN VICTOR HUGO**, identificado(a) con Código N° **1111100079**, se ha verificado un porcentaje de similitud del **16%** , el cual se encuentra dentro del parámetro establecido por la Universidad San Pedro mediante resolución de Consejo Universitario N° 5037-2019-USP/CU para la obtención de grados y títulos académicos de pre y posgrado, así como proyectos de investigación anual Docente.

Se expide la presente constancia para los fines pertinentes.

Chimbote, 21 de octubre de 2024

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN



Dr. JAVIER MARTÍNEZ CARRIÓN
VICERRECTOR



NOTA: Este documento carece de valor si no tiene adjunta el reporte del Software TURNITIN.

Titulo

Diseño de una cámara frigorífica con refrigerante r-600a enfocado a la conservación de pescado en la Escuela de procesos de la industria alimentaria y productos hidrobiológicos – SENATI Chimbote, 2024

Resumen

El estudio tiene como objetivo diseñar una cámara frigorífica con refrigerante r-600a con la finalidad de poder preservar los productos pesqueros, ubicados en la escuela de Procesos de la Industria Alimentaria y Productos Hidrobiológicos – SENATI.

Por otro lado, la metodología empleada es de tipo tecnológica, teniendo en cuenta los parámetros de diseño que son tomados de la zona y el producto que se va a estudiar, es por eso que su metodología consiste en encontrar sistemas y subsistemas, para continuar seguidamente con los cálculos respectivos y sus especificaciones.

Se espera obtener un diseño óptimo, seleccionando de manera correcta los componentes que se adecúen a las condiciones de trabajo del refrigerante r-600a y con ello satisfacer a la necesidad actual que se presenta en la conservación del pescado en la escuela de Procesos de la Industria Alimentaria y Productos Hidrobiológicos – SENATI.

Abstract

The study aims to design a cold room with r-600a refrigerant in order to preserve fishery products, located in the school of Food Industry Processes and Hydrobiological Products - SENATI.

On the other hand, the methodology used is technological, taking into account the design parameters that are taken from the area and the product to be studied, which is why its methodology is to find systems and subsystems, to continue then with the respective calculations and specifications.

It is expected to obtain an optimal design, correctly selecting the components that are suitable for the working conditions of the refrigerant r-600a and thus meet the current need that arises in the conservation of fish in the school of Food Industry Processes and Hydrobiological Products – SENATI.

Introducción

En el contexto internacional, Castro (2023) tuvo como propósito diseñar y construir una CF para mantener productos lácteos en la planta Lechera Amalic; metodológicamente fue de tipo aplicada con diseño experimental. Los resultados obtenidos fueron: como condiciones iniciales se tuvo 1980 litros de yogurt, temperatura necesaria igual a 2°C, 3 a 5 días de almacenamiento, 85% de agua, -1 a -2°C como punto de congelación; finalmente las dimensiones de la cámara fueron de 2,5 m. de alto, 8,40 m. de largo y 3 m. de ancho, calor del producto a extraer 1298,88 kcal/h, espesor aislante con el suelo fue de 4,20 cm, 3 kW de carga total de refrigeración, temperatura interna de la cámara -5°C, el tipo de refrigerante fue R-404 A siendo la temperatura de condensación del refrigerante igual a 28°C. Finalmente se concluye que se dimensionó la cámara de acuerdo a los requerimientos sanitarios.

Cajas y Shi Gui (2022), en su estudio se enfocaron en describir el diseño de una CF para la microempresa Don Pato considerando como producto a 3 tipos de tamaños de quesos. Metodológicamente el estudio fue cuantitativo con diseño pre experimental. Los valores obtenidos en los resultados fueron: temperatura de conversación igual a 4 °C, potencia del compresor 1,29 kW, evaporador 15766,03 BTU/h, condensador de 573,08 BTU/h, refrigerante usado fue R-404a y poliuretano de 60 mm de espesor.

Palafox (2020), tuvo como finalidad diseñar una CF para conservar elote en la comunidad de San Pedro. Metodológicamente fue de tipo aplicativo con diseño no experimental. Los valores obtenidos por el cálculo reflejan el total de cajas de elote que fueron 125, ancho de la cámara igual a 6,744 m, alto igual a 2,5 m y largo 7,34 m, temperatura exterior máxima igual a 32,5 °C y la inicial del elote igual a 30 °C, carga total de 12122,56 W resultando la potencia frigorífica de 12123,84 W. Finalmente, el diseño se realizó con el refrigerante R-404a, el cop de 3,3 y la selección de los componentes fue la correcta en base a los cálculos de diseño.

Antonio (2021), planteó como objetivo diseñar una CF para la conservación de carne de res en el mercado de Viacha. Metodológicamente fue de carácter aplicado de naturaleza cuantitativa y diseño no experimental. Los resultados muestran las

dimensiones de la cámara de 12,30 x 6,15 x 3,30 m con capacidad de almacenamiento de 1080 kg y temperatura de conservación igual a 0 °C y capacidad de refrigeración de 0,77 Ton, el R134a fue el refrigerante utilizado siendo la temperatura de subenfriamiento igual a 10 °C y de recalentamiento igual a 7 °C. Finalizando su investigación determinaron costos lo cual asegura que el diseño es aceptable.

Salazar (2021), tuvo como objetivo el diseño de una cámara de congelación para almacenar productos cárnicos en el Hotel Baldi Hot Spring. El desarrollo de la investigación tiene enfoque cuantitativo con diseño no experimental y de tipo aplicado. Entre los resultados se menciona a la temperatura de almacenamiento de -18 °C, espesor mínimo de aislamiento igual a 100 mm, las dimensiones de la cámara fueron de 3 m de alto, 9,3 de ancho y 13,5 m de largo, cargas térmicas totales fueron 31,3 kW, refrigerante seleccionado R-507 con un cop de 3.66. Concluyendo que los equipos seleccionados solventan la carga térmica de 8,91 TR siendo este un diseño viable.

A nivel nacional se menciona a; Enrique (2024), quien tuvo como propósito analizar el efecto del refrigerante al dimensionar una planta de congelados con capacidad de 4 toneladas en el mercado Tres Estrellas – Chimbote. La investigación fue de naturaleza descriptiva y diseño pre experimental. Las condiciones del sistema es mantener la temperatura a -20 °C usando el ciclo termodinámico de refrigeración por compresión de vapor. Los resultados brindan valores como la carga frigorífica igual a 21,795 kW, variación de temperatura de 10 °C entre las corrientes frías y calientes, con ello la temperatura del refrigerante en el evaporador igual a -30 °C y la temperatura de aire para condensación del refrigerante fue de 20 °C a 30 °C. Por ende, concluyó que el refrigerante que mejor se acopla fue el R-507a teniendo una presión de alta en el condensador de 18,74 bar y presión baja igual a 2,6 bar, COP de 3,0.

Apaza y Nina (2022), propone como finalidad diseñar una CF común para conservar pollo en el mercado de Moquegua. El desarrollo del estudio fue tecnológico con diseño no experimental. Actualmente se cuenta con la siguiente data: 250 unidades de pollos por día, uso de 3 a 4 congeladoras de 200 W de potencia y 320 litros de capacidad consiguiendo almacenar cada una 60 pollos aproximadamente con temperatura de 0 a 4 °C para la preservación, posterior a ello se mencionan algunos resultados para el

diseño obtenidos de los cálculos, entre ellos: carga de enfriamiento de 37270,6 W, pérdidas por paredes 7099,2 W, cantidad de calor total de 56.726 kW, temperatura de enfriamiento de condensadores fue de 25 °C, uso del refrigerante R-22 con temperatura de evaporación de -4 °C. Finalmente llegó a concluir que se seleccionaron los componentes del sistema realizando una evaluación económica rentable.

Jurado (2022), considera en su estudio planificar una CF de 5 toneladas de capacidad para la conservación de vacunas Covid-19 en el centro de salud de Lima. Metodológicamente el estudio fue de carácter aplicado y no experimental. Las consideraciones para el diseño fueron: temperatura de cámara de 2 a 8 °C, ingreso de producto diario de 1 a 3,5 Ton, uso del refrigerante R-404^a; posterior a ello se obtuvieron valores en los cálculos de ingeniería como: volumen de la cámara 15,16 m³, dimensiones interiores de 2,41 x 2,41 x 2,60 m., carga térmica por producto igual a 14,500 kcal/día, potencia frigorífica 2180,35 kcal/h, carga térmica total de 39246,26 kcal/día. Como conclusión mencionó que se logró seleccionar de manera correcta los equipos de refrigeración y con ello asegurar el diseño de la CF.

Manchego y Vera (2020), el estudio tuvo como propósito diseñar una CF para preservar medicinas en comunidades alejadas de la selva del Perú. El desarrollo del proyecto es de tipo tecnológico fundamentado con el método científico y de diseño no experimental. Los valores obtenidos de los cálculos fueron: 598x670x1000 mm siendo las medidas de la CF, temperatura de trabajo de 4 °C, recubrimiento de aislante mayor a 50 mm, capacidad de 150 l, cargas totales igual a 19,363 W y capacidad de refrigeración de 79,2484 BTU. Concluyendo que se logró obtener los componentes adecuados considerando los valores del cálculo.

Díaz y Zapata (2020), en su indagación tuvieron como fin diseñar una CF para refrigerar 3 Tn de pescado en el mercado de Chiclayo. El desarrollo de la investigación es tecnológico con enfoque cuantitativo y teniendo como muestra al mercado modelo de Chiclayo. Como resultados se mencionan a: masa total de 3360 kg, medidas de la cámara igual a 4,5x4,8x2 m, aislante de 8", carga de refrigeración requerida igual a 5,52 kW, uso del refrigerante R-717, temperatura del condensador 36,22 °C y presión

de 13,98 bar. Finalmente lograron seleccionar los componentes del diseño mencionando que fueron los correctos y viables en referencia a lo técnico y económico.

Refrigeración

La refrigeración se describe comúnmente como un proceso que implica la eliminación de calor. La refrigeración es el campo científico que se centra en los procesos de disminuir y mantener la temperatura de un espacio o sustancia a un nivel más bajo en comparación con su entorno. Para lograr esto, es necesario extraer calor del cuerpo que se desea enfriar y transferirlo a otro cuerpo con una temperatura más baja. A medida que el calor extraído del objeto refrigerado se transfiere a otro objeto, queda claro que enfriar y calentar son esencialmente dos aspectos opuestos del mismo proceso (Zamora et al., 2022).

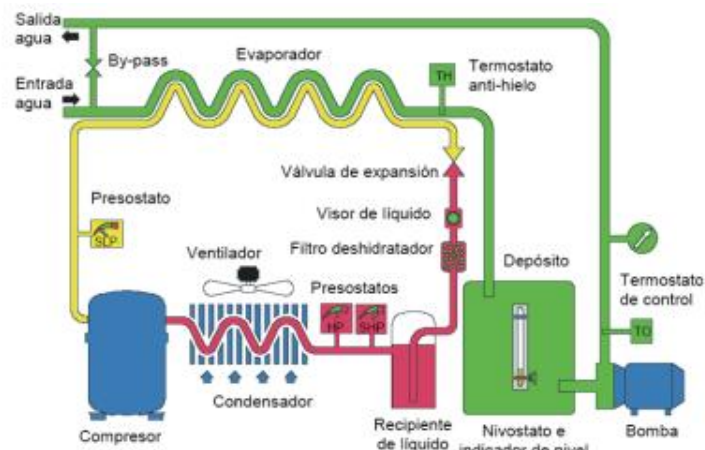


Figura 1. Ciclo de refrigeración

Temperatura

Es una métrica de intensidad que está directamente correlacionada con la energía cinética media de las partículas y, en consecuencia, con su nivel de agitación (Padilla et al., 2020).

Temperatura de bulbo seco

Es una medida de la cantidad de calor que puede percibir el ojo humano. Las líneas verticales que representan las temperaturas de bulbo seco se utilizan para representar el eje horizontal que se encuentra en la parte inferior del gráfico (Aliaga, 2021).

Temperatura de bulbo húmedo

Al intentar determinar la humedad relativa del aire, con frecuencia se utiliza la temperatura de un termómetro de bulbo húmedo. Al pasar aire sobre un termómetro mientras una toalla húmeda cubre el bulbo del sensor, se puede determinar la temperatura del objeto que se está midiendo (Aliaga, 2021).

Refrigeración por compresión de vapor

Considerado uno de los más usados en la industria de la refrigeración donde el objeto de trabajo cambia de fase de líquido a vapor a causa del evaporador y regresa a su estado natural en el condensador. Entre sus etapas se encuentran:

- **Compresión**

El estado gaseoso del refrigerante se transfiere del evaporador al compresor, donde se comprime mientras pasa de la baja presión del evaporador a la alta presión del condensador (Gonzales et al., 2022).

- **Condensación**

El estado gaseoso del refrigerante, que se encuentra a alta temperatura, es expulsado del compresor y avanza hacia el condensador. Allí se condensa porque está a mayor temperatura que el medio que lo rodea. En otras palabras, el refrigerante se enfría en los márgenes del medio de condensación, que es aire o agua (Gonzales et al., 2022).

- **Válvula de expansión**

El objetivo de este aparato de ciclo de refrigeración es conseguir las condiciones necesarias para que el refrigerante se evapore a bajas temperaturas de acuerdo con su tabla de presión-temperatura. En otras palabras, el refrigerante hace lo contrario en cuanto al trabajo que realiza el compresor. En otras palabras, al disminuir el área de

flujo, disminuye la presión desde la alta presión del condensador hasta la baja presión del evaporador (Gonzales et al., 2022).

- **Evaporación**

La transferencia final de energía tiene lugar cuando un medio que necesita ser enfriado se utiliza para transferir energía al fluido refrigerante que circula dentro del dispositivo. Esta energía hace que el refrigerante experimente un cambio de estado, de ahí su nombre. Este cambio ocurre cuando el refrigerante sufre una rápida expansión que hace que su temperatura disminuya. Como resultado del proceso de evaporación, el fluido pasa de un estado líquido a un estado gaseoso (Gonzales et al., 2022).

Sistema de compresión

El compresor, el condensador, el expansor y el evaporador son los componentes que utiliza el sistema de compresión mientras se lleva a cabo el ciclo de conservación. El refrigerante, que es el elemento que provoca la evaporación, toma calor del ambiente que se debe enfriar y lo transfiere a sí mismo. Luego, el vapor pasa a través de un compresor controlado por un motor, que eleva tanto su temperatura como su presión de compresión. Una vez sobrecalentado y sometido a alta presión, el vapor se transforma en un líquido condensado que se enfría con agua o aire. El líquido que se produce como resultado de la condensación debe pasar por la válvula de expansión, donde se reducen tanto su temperatura como su presión para adaptarlo a las condiciones que ya existen en el evaporador (Campos et al., 2023).

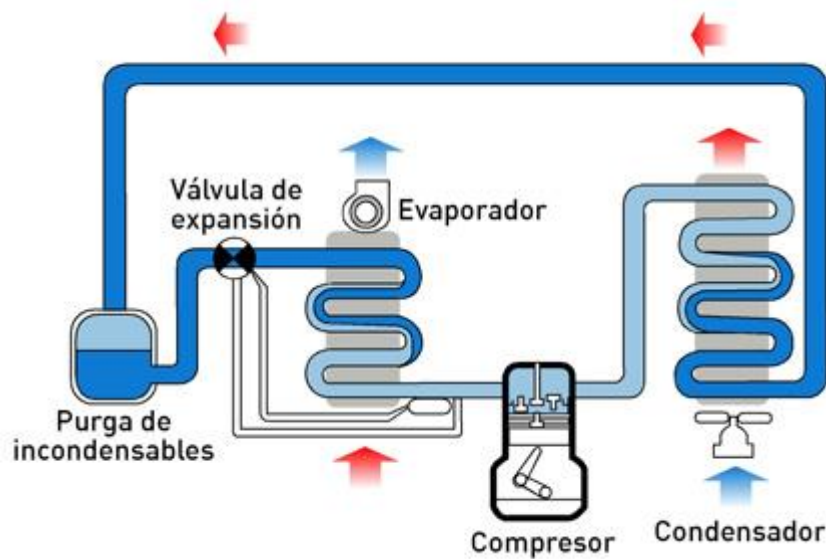


Figura 2. Refrigeración por compresión

Carga de refrigeración

La velocidad a la que se debe evacuar el calor de un espacio o material refrigerado para crear y mantener las condiciones de temperatura adecuadas se denomina carga de refrigeración. Esto es la suma de las ganancias de calor que se producen durante el proceso de refrigeración. Energía térmica procedente de diversas fuentes (Villanueva et al., 2022).

Refrigerante

Una sustancia química que se utiliza en sistemas de refrigeración y aire acondicionado para absorber calor de un ambiente y liberar ese calor a otro ambiente para facilitar el proceso de enfriamiento se denomina refrigerante. Esta sustancia normalmente se almacena en forma de gas o líquido (Núñez et al., 2023).

Refrigerante r-600a

El refrigerante hidrocarburo r-600a, también conocido como isobutano, es un hidrocarburo que, además de utilizarse como refrigerante en máquinas expendedoras y pequeñas unidades de refrigeración comercial, también se utiliza en frigoríficos

residenciales. Además de tener excelentes cualidades termodinámicas, este refrigerante tiene una baja influencia en el medio ambiente (Gefrieren, 2024).



Figura 3. Refrigerante r-600a

Características del refrigerante r-600a

Gefrieren (2024), menciona las siguientes características:

- Tiene buena capacidad de enfriamiento incluso cuando se trabaja con altas temperaturas de condensación.
- Sólo se requiere una carga de gas del 45% para igualar la potencia total de una carga de R-134a.
- Alta sensibilidad a las desviaciones de carga.
- Las cargas inadecuadas producen un alto consumo de energía.

Propiedades físicas y químicas del refrigerante r-600a

Tabla 1

Propiedades del refrigerante r-600a

Propiedades	Descripción
Forma	Gas licuado
Color	Incoloro
Olor	Algo dulce, sin olor a concentraciones bajas
Punto de fusión	-159 °C
Punto de ebullición	-12 °C
Punto de inflamación	-82.2
Peso molecular	58.12 g/mol
Presión de Vapor	304 kPa (20 °C)
Densidad del vapor	2.06
Densidad relativa del vapor	0.59
Presión del vapor	Aproximadamente 3 bar (20 °C)
Temperatura crítica	135 °C
Límite de inflamabilidad-superior	8.5%
Límite de inflamabilidad-inferior	1.8%
Propiedades explosivas	Los vapores pueden formar mezclas explosivas con el aire
Inflamabilidad o explosión	In: 1.8% Sup: 8.5%
Densidad de los gases	2 kg/m ³
Coefficiente de partición	N/A
Hidrosolubilidad	Aprox. 33 cm ³ /l 20 °C
Temperatura de autoignición	462 °C

Nota. Obtenido de Gefrieren (2024)

Comparación de refrigerantes usados en diseños de cámaras frigoríficas

Existe una variedad de refrigerantes para el diseño de cámaras frigoríficas, a continuación, se presentan las características de algunos de ellos:

Tabla 2

Comparación entre refrigerantes

Característica	R-404^a	R-134A	R-507	R-606A
Tipo de refrigerante	HFC (Mezcla)	HFC	HFC (Mezcla)	HFC (Mezcla)
Potencial de calentamiento global (GWP)	6300	1430	3900	1400
Clasificación de seguridad ASHRAE	A1 (No inflamable)	A1 (No inflamable)	A1 (No inflamable)	A1 (No inflamable)
Presión de trabajo	Alta	Media	Alta	Media
Capacidad frigorífica	Alta	Media	Alta	Media
Eficiencia energética (COP)	Media	Alta	Media	Alta
Aplicaciones	Refrigeración comercial a baja y media temperatura (congeladores, cámaras frigoríficas)	Aire acondicionado automotriz, refrigeración comercial a baja temperatura (congeladores)	Refrigeración comercial a baja y media temperatura (congeladores, cámaras frigoríficas)	Refrigeración comercial a baja temperatura (congeladores)
Ventajas	Alta capacidad frigorífica, no inflamable, ampliamente disponible	Bajo GWP, no inflamable, eficiente energéticamente	Alta capacidad frigorífica, no inflamable, ampliamente disponible	Bajo GWP, no inflamable, eficiente energéticamente

Desventajas	Alto GWP, relativamente caro	Menor capacidad frigorífica que R-404A y R-507	Alto GWP, relativamente caro	Menor capacidad frigorífica que R-404A
<p><i>Nota.</i> HFC es el hidrofluorocarbono, grupo de gases usados para enfriar y refrigerar; GWP es la medida de la cantidad de energía potencial que absorbe emisiones. Tabla realizada con la información Ruiz (2023) y Gefrieren (2024)</p>				

El estudio se justifica teóricamente porque se basa en la utilización de teorías y avances científicos, específicamente información relacionada con la termodinámica y los equipos de refrigeración. Esto también contribuye al avance del conocimiento en campos como la ingeniería mecánica y la termodinámica. Además, ofrece la oportunidad de aplicar y evaluar teorías y metodologías relacionadas con el diseño de sistemas de refrigeración para así desarrollar técnicas y enfoques novedosos en este dominio.

Económicamente se justifica porque la implementación del proyecto resultará en menores gastos de operación y mantenimiento de la instalación de almacenamiento en frío, además de agilizar el proceso de almacenamiento de productos, disminuyendo así los requisitos de mano de obra para el personal. Además, se minimizarán las pérdidas como resultado de la contracción del producto causada por una refrigeración inadecuada, un problema frecuente debido a la rápida descomposición del pescado cuando no se almacena adecuadamente. Por tanto, este enfoque conduce a un aumento de los ingresos, principalmente como resultado de la conservación de recursos y la minimización de pérdidas; de igual modo en este aspecto, el R-600A al ser más eficiente logra disminuir la carga sobre las redes eléctricas y con ello minimizar la demanda de energía.

En lo ambiental, el sistema de refrigeración propuesto tiene como objetivo minimizar el consumo de energía mediante la utilización de tecnologías de refrigeración respetuosas con el medio ambiente y la selección de refrigerantes adecuados. Además, el uso del r-606a suele ser más eficiente energéticamente y con ello reducir las emisiones de gases nocivos que son surgen de la generación de electricidad y con ello se contribuye a una menor huella de carbono del sistema de refrigeración. Asimismo,

la reducción del deterioro del producto se traduciría en una disminución de la producción de residuos, lo que conduciría a la eliminación de aromas desagradables y mala limpieza en el mercado de modelos. Esta mejora beneficiaría tanto a los trabajadores como a los clientes.

Metodológicamente se justifica porque se va a emplear el mismo método que usan actualmente los refrigeradores y congeladores que son cotidianos en nuestros hogares, aplicando tecnologías modernas de diseño para la conservación del producto y sea apto para el consumo humano permitiéndonos una mayor duración de la misma.

Por otro lado, el estudio aporta información fundamental para futuros proyectos regionales con metas similares, ofreciendo a los interesados una metodología de aplicación que reconoce las facilidades y desafíos que puedan surgir. Esta metodología se puede mejorar mediante la utilización de nuevas tecnologías o procedimientos que se alineen con las demandas del mercado, las características del producto y las condiciones predominantes.

En Vásquez et al. (2018) indica que la salud y el bienestar de los individuos están significativamente influenciados por el valor nutricional de los alimentos que consumen diariamente. Esto, a su vez, está determinado por las condiciones higiénicas y sanitarias que se mantienen durante todo el proceso productivo, desde el campo hasta la mesa del consumidor. La cuestión de la higiene y el saneamiento inadecuados en el procesamiento y preparación de alimentos es una preocupación mundial. Sin embargo, la prevalencia de enfermedades resultantes de alimentos mal procesados o preparados es particularmente grave en los países subdesarrollados.

En Brasil, debido a que las industrias y las autoridades sanitarias del país no dan prioridad a la regulación de la calidad de los productos pesqueros, el consumo aparente de pescado del país en 2009 fue de 6,0 kg per cápita, cifra inferior a la pauta de 12 kg por persona al año de la Organización Mundial de la Salud (OMS). (Gonçalves, 2010).

Es muy importante prestar mucha atención a las condiciones sanitarias e higiénicas de los alimentos, especialmente los más perecederos como el pescado que en países con altas temperaturas, como España o países sudamericanos (Domínguez et al., 2009).

Desafortunadamente a nivel nacional, hay muchos lugares donde no se puede mantener al pescado a salvo de microbios dañinos. Los comerciantes no hacen uso de hielo ni escamas de hielo para mantener frescos los alimentos que venden, por lo que permanecen a temperatura ambiente durante horas. Lo único que hacen es rociar el pescado con agua para que parezca fresco, pero esta práctica engañosa realmente pone en riesgo la salud de los individuos (Vásquez et al., 2018).

Para Rondón et al. (2020), señalan que la pesca es una actividad económica importante en la Amazonía peruana. La región gana alrededor de 80 millones de dólares al año con la pesca y el consumo medio anual de pescado per cápita es de 15,4 kg, lo que demuestra la importancia de esta industria para proporcionar alimentos a la población. Los consumidores deben tener precaución al comprar pescado que no goza de buena salud, ya que algunos patógenos, como *Escherichia coli*, *Salmonella sp.*, *Listeria monocytogenes* y *Staphylococcus aureus*, pueden transmitirse a través del pescado.

En el campo ambiental Citepesquero (2020) sacó a relucir el hecho de que ya desde el pasado, la gente tiraba descuidadamente los subproductos del procesamiento del pescado, lo que conducía a la contaminación del medio ambiente. Esto se debe, en primer lugar, a que el pescado es un recurso que se echa a perder rápidamente y, en segundo lugar, a que la digestión por parte de bacterias y enzimas se produce más rápidamente a temperatura ambiente.

A nivel local, en Chimbote encontramos uno de los puestos principales a nivel mundial, en este se encuentran una gran cantidad de comercios de venta y distribución final, es por eso que Salazar (2023) refiere que durante todo el año tiene un fuerte olor a pescado. Sin embargo, cuando se acerca noviembre, comienza la temporada de pesca de la anchoa, los vapores apestosos y grasos que desprenden sus numerosas fábricas cubren una amplia zona generando obstáculos en la respiración de los habitantes de la zona aledañas. Por tanto, considerando el principal problema son los métodos ineficaces para mantener la frescura del pescado durante la jornada laboral. Se plantea diseñar una cámara frigorífica para proteger el pescado en la escuela de Procesos de la Industria Alimentaria y Productos Hidrobiológicos – SENATI., ya que un

almacenamiento inadecuado podría reducir su calidad y potencialmente causar problemas de salud a los consumidores.

Como ya es común, el pescado fresco sabe mucho mejor que el congelado. Sin embargo, también es cierto que los alimentos son extremadamente frágiles y se estropean rápidamente (Agencias, 2023) La capacidad de almacenar pescado durante largos periodos de tiempo sin sacrificar sabor ni calidad es uno de sus principales beneficios (Cigalmar, 2023). La prevención de la contaminación comienza desde que hay contacto con el pescado, ya sea durante el transporte, almacenamiento o empaque. La fuente principal de este problema normalmente puede atribuirse a las condiciones ambientales predominantes que experimentan los buques pesqueros y los vehículos de transporte.

El problema en el área de estudio se formula con la siguiente interrogante: ¿De qué manera se puede conservar el pescado en la escuela de Procesos de la Industria Alimentaria y Productos Hidrobiológicos – SENATI?, de ella se desprenden problemas específicos como son: ¿Cuáles son las condiciones específicas de refrigeración del producto (pescado) en la escuela de Procesos de la Industria Alimentaria y Productos Hidrobiológicos – SENATI?, ¿Cuáles son las dimensiones adecuadas para una cámara frigorífica en función a la carga de pescado a refrigerar?, ¿Qué parámetros de termodinámica y carga de refrigeración de acuerdo a las condiciones iniciales del producto se deben considerar?, y ¿Qué equipos son los adecuados para el refrigerante R-600a necesarios para la cámara frigorífica?

Variable dependiente: Conservación de pescado

Definición conceptual: se trata de conservar el producto al máximo para evitar que se estropee y pueda ser utilizado, transportado o almacenado para más adelante (Suárez, 2020).

Definición operacional: emplea técnicas y tecnologías para conservar la calidad, seguridad y el contenido nutricional del pescado y sus productos relacionados durante un período prolongado de tiempo (Apaza y Nina, 2022).

Variable independiente: Diseño de una cámara frigorífica

Definición conceptual: recinto con aislamiento térmico que se utiliza para retener materia y extraer su energía térmica. Este recinto está diseñado específicamente para conservar productos perecederos mediante la recirculación de aire frío (Manchego y Vera, 2020).

Definición operacional: el objetivo principal es almacenar y mantener los artículos a una temperatura ideal para evitar cualquier pérdida de su valor comercial, Implica una descripción detallada de los elementos, procedimientos y estándares necesarios para construir y operar una instalación destinada a conservar mercancías a bajas temperaturas (Antonio, 2021)

En el estudio se planteó la siguiente hipótesis: el diseño de una cámara frigorífica usando refrigerante r-600a logra conservar el pescado en la Escuela de procesos de la industria alimentaria y productos hidrobiológicos – SENATI. Así mismo, las hipótesis específicas: las condiciones específicas de refrigeración del producto resultan ser las adecuadas para la escuela de Procesos de la Industria Alimentaria y Productos Hidrobiológicos – SENATI, se logra dimensionar la cámara frigorífica en función a la carga de pescado a refrigerar, los parámetros de termodinámica y carga de refrigeración se calcularon de acuerdo a las condiciones iniciales del producto y los equipos fueron seleccionados adecuadamente para el refrigerante r-600a en el diseño de la cámara frigorífica.

Se formulo el objetivo general: Realizar el diseño de una cámara frigorífica con refrigerante r-600a para la conservación de pescado en la Escuela de procesos de la industria alimentaria y productos hidrobiológicos – SENATI. Así mismo, los objetivos específicos: encontrar las condiciones específicas de refrigeración del pescado en la Escuela de procesos de la industria alimentaria y productos hidrobiológicos – SENATI, evaluar las dimensiones de la cámara frigorífica en función a la carga de pescado a refrigerar, calcular los parámetros de termodinámica y carga de refrigeración de acuerdo a las condiciones iniciales del producto y seleccionar los equipos adecuados para el refrigerante r-600a necesarios para la cámara frigorífica.

Metodología

Según su finalidad, la presente es de tipo aplicada porque a través del diseño de una cámara frigorífica se puede mitigar los posibles problemas que existan en la mala conservación del pescado. Esto lo fundamenta La Madriz (2019) quien considera que este tipo de estudio tiene como base cuestiones teóricas, y su objetivo principal es ofrecer una solución a los desafíos que surgieron en la investigación que realizaron.

Según su alcance, es de diseño descriptivo o también llamado no experimental pues según Cohen (2019) la investigación no experimental es un enfoque que no implica la operación premeditada de variables independientes. En lugar de realizar experimentos controlados, observamos eventos que ocurren naturalmente en el contexto de su entorno natural y luego los analizamos. En este caso, el estudio se encargará de observar y recolectar información de lo necesario para la conservación del pescado sin necesidad de manipular las variables.

La población, es la colección integral de humanos, objetos, eventos o factores que tienen un rasgo común y son objeto de inferencia o conclusión, se refiere a todo el grupo de individuos que se estudia y del que se busca información (Arias et al., 2022). La población de estudio equivale al personal encargado de la conservación de pescado en la escuela de Procesos de la Industria Alimentaria y Productos Hidrobiológicos – SENATI.

En cuanto a una muestra, consta de subconjuntos de los componentes o elementos de su conjunto. A estos temas se les aplica un instrumento, el cual se efectúa en respuesta a los objetivos planteados en este estudio (Arias et al., 2021). La muestra resulta ser la misma que la población por ello se considera una muestra censal.

Se tomó en cuenta la observación, la misma que consiste en la observación de situaciones y hechos, se aplicará para adquirir la información necesaria para este proyecto de investigación, que implica la recogida de datos in situ. (Arias et al., 2021). La observación ayudó a tener un mejor panorama de la situación actual en la que se encuentra el sistema de conservación de pescado en la institución.

Una técnica utilizada fue la entrevista que permite obtener detalles sobre los atributos de un problema a partir de un informante clave. La información ayudó a cuantificar los rasgos y la naturaleza del objeto de investigación y podrá ser nueva o complementaria. (La Madriz, 2019). La entrevista se encargará de obtener información a partir de preguntas realizada a los trabajadores en la Escuela de procesos de la industria alimentaria y productos hidrobiológicos – SENATI.

Para la primera técnica de la observación, se aplicó la guía de observación como instrumento que permitirá observar los hechos in situ para que se procese sus datos que se observan en el campo.

Como segundo instrumento se ha considerado a la guía de entrevista, en ella se registraron las respuestas brindadas por el personal acerca del tiempo, temperaturas y opciones para mejorar el actual sistema de conservación.

La validez hace alusión al instrumento de medición o estudio evalúa con precisión el constructo previsto. Esto indica la exactitud y credibilidad de los hallazgos y conclusiones de la indagación (Arias y Covinos). Los instrumentos presentan validez ya que logran medir la variable que se pretende medir.

La confiabilidad viene a ser la consistencia y estabilidad de las mediciones adquiridas mediante un instrumento o los resultados de un estudio. Esto demuestra la capacidad de reproducir los resultados en circunstancias comparables (Arias y Covinos). La confiabilidad de los instrumentos se reflejará en que repetidas veces se pueden aplicar a un objeto y estos producen resultados iguales.

En la primera etapa se analizó de manera bibliográfica de artículos científicos, revistas, libros, tesis previas y documentos de sitios webs que son confiables, donde se evitará una literatura gris, con el propósito que estos sirvan de ayuda para que se pueda desarrollar de manera correcta la investigación.

En la etapa dos se aplicaron los instrumentos planteados como es la guía de observación en la cual se registraron las condiciones iniciales del producto y la guía de entrevista en la cual se tuvo en cuenta las respuestas brindadas por las personas encargadas, quienes tienen una opción de mejora para el enfriamiento del pescado y

con ello evaluar las dimensiones de la cámara frigorífica en función a la carga de pescado a refrigerar. Posteriormente, se efectuaron los cálculos de los parámetros de termodinámica y carga de refrigeración teniendo en cuenta las condiciones iniciales del producto. Finalmente se seleccionaron los equipos que se adecuen al refrigerante r-600a que sean necesarios para lograr el diseño de la cámara frigorífica.

Resultados

Condiciones específicas de refrigeración del pescado

➤ Parámetros climatológicos

Tabla 3

Parámetros climatológicos

Características	Valores
Temperatura medio ambiente	26-29 °C
Temperatura mínima	13.1 °C
Temperatura máxima	34 °C
Humedad relativa medio ambiente	68,0%
Velocidad del viento	15 km/h
Altura sobre el nivel del mar	4 m.s.n.m
Presión atmosférica	0.6249 atm.

Nota. Datos obtenidos de SENAMHI

➤ Parámetros del pescado

Tabla 4

Parámetros del pescado

Características	Valores
Densidad	1050 kg/m^3
Cp por encima del punto. de congelación	0.84 Kcal/kg °C
Cp por debajo del punto. de congelación	0.96 Kcal/kg °C
Calor latente	59.75 a 71.70 kcal/kg
Temperatura de almacenamiento	-18 °C
Humedad relativa de almacenamiento	90 a 95%
Vida de almacenamiento aproximada	3 a 4 meses
Punto medio de congelación	-1.5 °C

Nota. Datos obtenidos de SENAMHI

Dimensiones para la cámara frigorífica en función a la carga de pescado a refrigerar

Capacidad de almacenaje de la cámara frigorífica

El pescado con el que se trabaja es del día para las sesiones de práctica

La cantidad promedio de pescados que se requieren para las sesiones es de 300 pescados y en días que la totalidad de grupos de trabajo en el área de industrias alimentarias se llega a 400 pescados por día siendo el peso promedio de 2 kg por pescado.

Al contar con la cantidad de pescados a almacenar se establecerá la capacidad total en kg siendo esto:

$$\text{Capacidad} = N^{\circ}\text{pescados} * \text{Peso } c/\text{pescado}$$

$$\text{Capacidad} = 400 \text{ pescados} * 2 \text{ kg/pescado}$$

$$\text{Capacidad} = 800 \text{ kg}$$

Al redondear y por seguridad se considerarán 1000 kg \cong 1 tonelada

Dimensiones del ambiente disponible

De acuerdo a la disposición de la empresa, hay un lugar adecuado para instalar la cámara frigorífica propuesta siendo este de 18 m² para almacenar pescado.

Lo recomendable es que el alrededor del producto a mantener congelado tenga un espacio de libertad para la circulación igual al 15% del área frontal total de todas las cubetas del producto

El largo que se tiene es igual a 5.2 m, el ancho igual a 2.5 m y altura igual a 1.70 m, con el espacio de libertad necesario se tiene:

$$L = 5.2 * (1.15) = 5.98 \text{ m}$$

$$A = 2.5 * (1.15) = 2.875 \text{ m}$$

$$H = 1.7 * (1.15) = 1.955 \text{ m}$$

Redondeando valores, las medidas de la sala queda:

- *Ancho:* 3 m
- *Largo:* 6 m
- *Altura:* 2 m

El área total es:

$$A_T = A * L$$

$$A_T = 3m * 6m$$

$$A_T = 18 m^2$$

El volumen total es:

$$V_T = A * L * H$$

$$V_T = 3m * 6m * 2m$$

$$V_T = 36 m^3$$

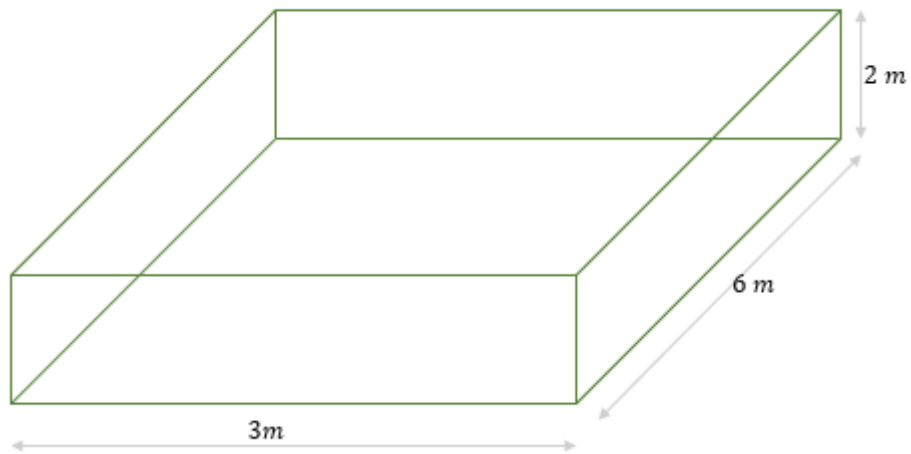


Figura 4. Dimensiones de la cámara frigorífica

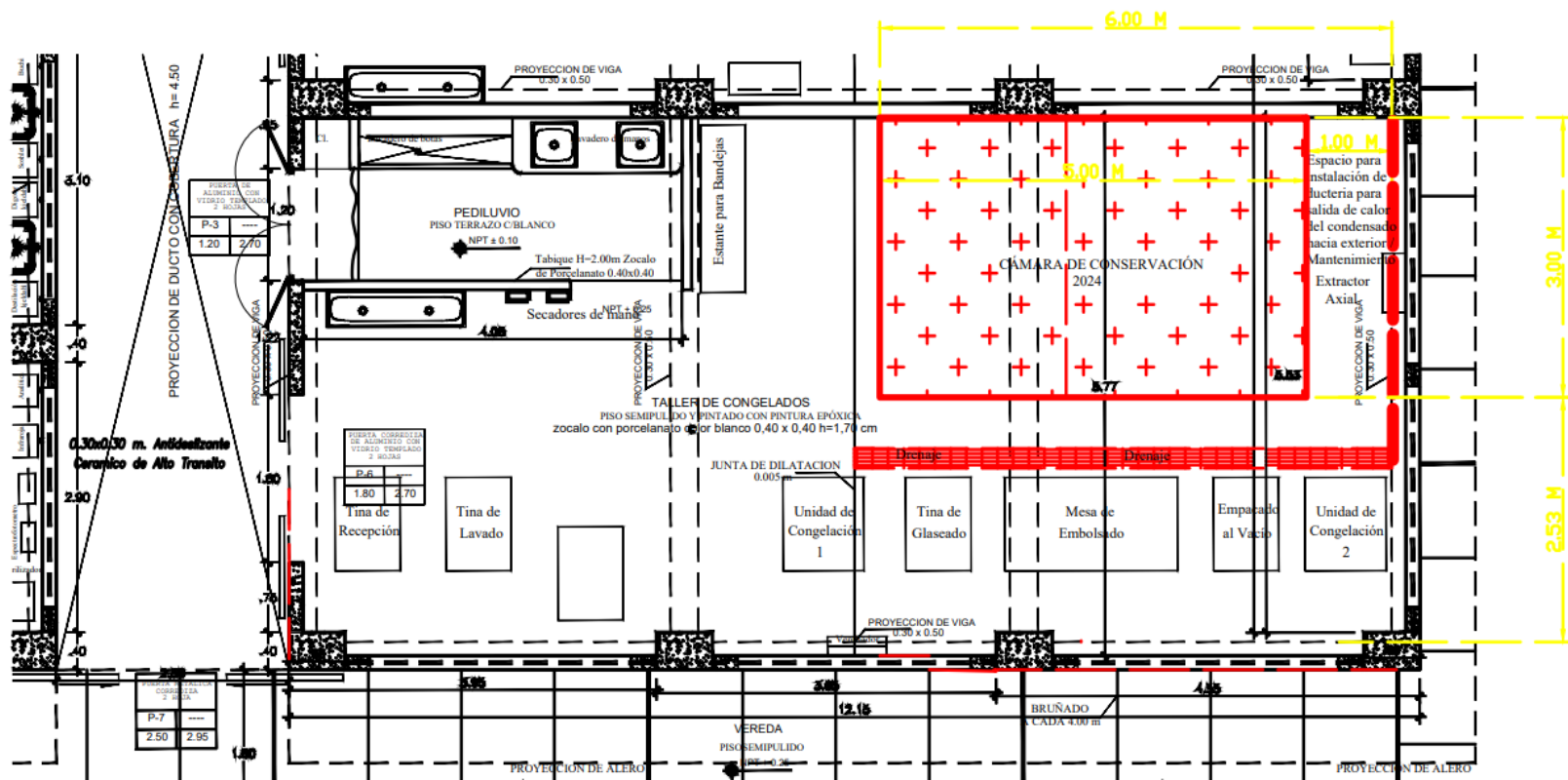


Figura 5. Espacio disponible para la cámara frigorífica

Dimensiones del aislamiento térmico en la cámara frigorífica

Se tiene en cuenta las paredes, techo y suelo, con ello el tipo de aislante que va en estas secciones.

Tabla 5

Características de los tipos de aislamientos térmicos

Material Aislante	Conductividad Térmica (W/mK)	Resistencia al Fuego	Costo Relativo Humedad
Poliuretano (PUR)	24	Moderada	1.0 Buena
Poliisocianurato (PIR)	22	Alta	1.2 Buena
Poliestireno Expandido (EPS)	37	Baja	0.4 Muy Buena
Poliestireno Extruido (XPS)	33	Moderada	0.7 Buena
Fibra de Vidrio	40	Buena	0.8 Regular
Lana de Roca	35	Excelente	1.1 Regular
Corcho	40	Baja	1.5 Excelente

Nota. Datos obtenidos de Maldonado (2021)

Las características que se encuentran en la tabla anterior muestran las propiedades de los diferentes materiales aislantes que se pueden usar en el diseño de la cámara frigorífica, en este caso se considerará al corcho como principal material de aislamiento ya que este se encuentra formado por celular poliédricas ligadas las unas con las otras siendo muy impermeables lo cual genera que la transferencia de líquidos entre ellas muy lenta.

La temperatura y el espesor con parámetros importantes al elegir el grosor de los materiales.

Tabla 6

Temperatura y espesor en el corcho

Temperatura (°F)	Espesor (pulgadas)
-45 a -15	10
-15 a -10	8
0 a 15	7
15 a 25	6
25 a 35	5
35 a 50	4
50 a 60	3

Nota. Obtenido de Juvasa (2010)

Teniendo en cuenta que la temperatura para mantener el pescado en la escuela de Procesos de la Industria Alimentaria y Productos Hidrobiológicos – SENATI, es de -18 °C la cual en Fahrenheit es igual a -0.4 °F y por la tabla anterior se toma la temperatura cercana a este valor siendo el espesor igual a 8 pulgadas.

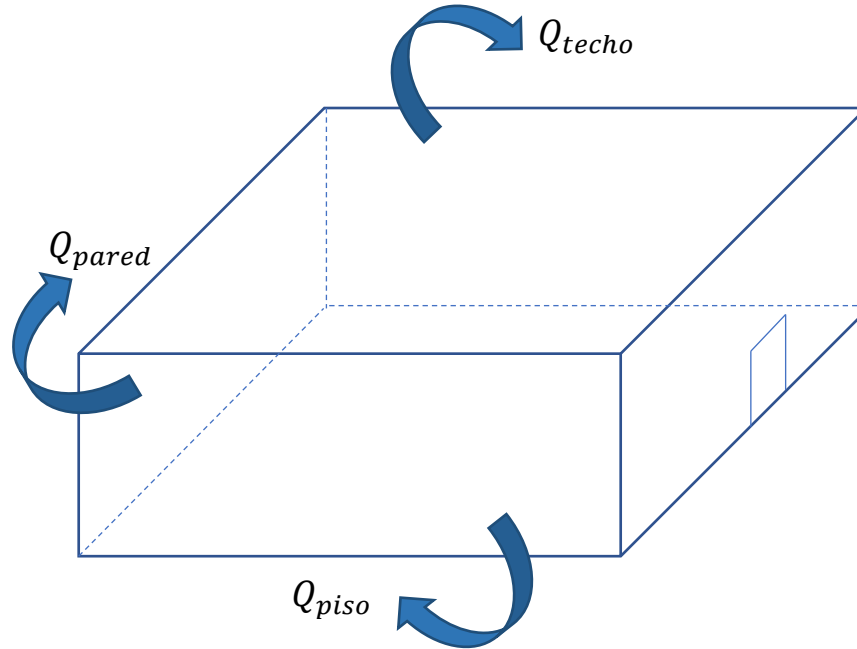
La temperatura ambiente en el lugar de estudio es igual a 28 °C lo cual es equivalente a 82.4 °F.

Parámetros de termodinámica y carga de refrigeración de acuerdo a las condiciones iniciales del producto

Para la refrigeración en una cámara de refrigeración se tienen en cuenta factores que influyen para determinar el suministro de carga, suma de las cargas parciales las cuales serán la carga de enfriamiento del equipo siendo estas:

Flujo de calor a través de las paredes, techo y piso

- Paredes



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

Donde:

U : coeficiente global de transmisión de calor $[\frac{Kcal}{m^2 * h * ^\circ C}]$ para ladrillo de 8" y espesor de aislante de 8", el valor que toma el U es igual a $0,170 \frac{Kcal}{m^2 * h * ^\circ C}$

A : área de paredes [m^2]

ΔT : diferencia de temperatura [$^\circ C$]

Siendo:

$$\Delta T = T_{ambiente} - T_{interior}$$

$$\Delta T = 28 \text{ } ^\circ C - (-18 \text{ } ^\circ C)$$

$$\Delta T = 46 \text{ } ^\circ C$$

Área de paredes: de la gráfica 4 se tiene lo siguiente

$$A_p = 2 * (3 * 2) + 2 * (6 * 2)$$

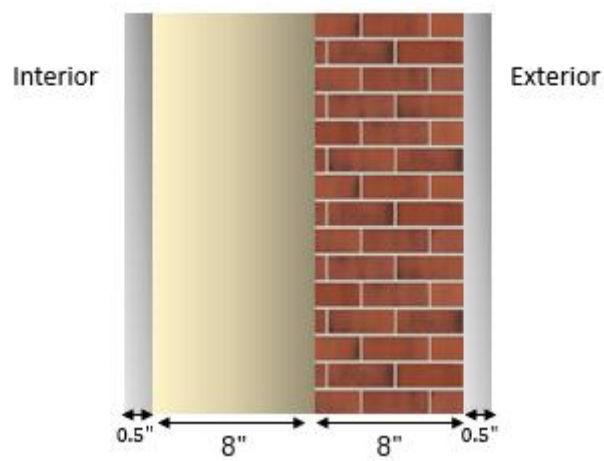
$$A_p = 36 \text{ m}^2$$

Reemplazando en la ecuación:

$$Q = 0.170 * 36 \text{ m}^2 * 46 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$Q = 281,52 \text{ kcal/h}$$

$$Q = 6756,48 \text{ kcal/día}$$



- **Techo**

U para un espesor de 8" y el entablado de madera de 5/32" se considera el U igual a

$$1.758 \frac{\text{kcal}}{\text{m}^2 * \text{h} * \text{ }^\circ\text{C}}$$

Temperatura

$$\Delta T = T_{\text{ambiente}} - T_{\text{interior}}$$

$$\Delta T = 28 \text{ }^\circ\text{C} - (-18 \text{ }^\circ\text{C})$$

$$\Delta T = 46 \text{ }^\circ\text{C}$$

Área del techo:

$$A_T = 3\text{m} * 6\text{m}$$

$$A_T = 18 \text{ m}^2$$

Reemplazando los valores para el flujo de calor

$$Q = 1.758 * 18 \text{ m}^2 * 46 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$Q = 1455,624 \text{ kcal/h}$$

$$Q = 34934,976 \text{ kcal/día}$$

Piso

Para el coeficiente global de transmisión de calor se considerará que el piso es de poliuretano. Entonces, la conductividad térmica para el poliuretano (Anexo XXX) es de:

$$0,026 \frac{W}{\text{m}^2\text{K}} = 0,0224 \frac{\text{kcal}}{\text{m}^2 * \text{h} * \text{ }^\circ\text{C}}$$

De acuerdo a la ecuación planteada por Dossat (1995), tenemos:

$$\Delta T = (T_{\text{ambiente}} - 30 \text{ }^\circ\text{F}) - T_{\text{interior}}$$

$$\Delta T = (28 \text{ }^\circ\text{C} + 1,12 \text{ }^\circ\text{C}) - (-18 \text{ }^\circ\text{C})$$

$$\Delta T = 47,12 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\Delta T \approx 47 \text{ }^\circ\text{C}$$

Área del piso:

$$A_T = 3\text{m} * 6\text{m}$$

$$A_T = 18 \text{ m}^2$$

Reemplazando los valores para el flujo de calor

$$Q = 0,0224 * 18 \text{ m}^2 * 46 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$Q = 18,547 \text{ kcal/h}$$

En total la carga térmica por paredes, techo y piso sería:

$$Q_p = 1\,755,691 \text{ kcal/h}$$

$$Q_p = 42\,136,584 \frac{\text{kcal}}{\text{día}}$$

Flujo de calor por cambios de aire

Para determinar la carga por cambios de aire, es esencial calcular primero la cantidad promedio de cambios de aire en un período de 24 horas y luego identificar el factor de cambio de aire.

Se tomará en cuenta el volumen del cámara hallado anteriormente.

$$V = 36 \text{ m}^3 = 1271,33 \text{ pie}^3$$

Utilizaremos el valor más aproximado al anterior. Posterior a ello se analiza la siguiente tabla:

Tabla 7

Cambios de aire promedio por 24 horas para cuartos de almacenaje abajo de 32 °F

Volumen pies cúbicos	Cambios de aire por 24 hr	Volumen pies cúbicos	Cambios de aire por 24 hr	Volumen pies cúbicos	Cambios de aire por 24 hr	Volumen pies cúbicos	Cambios de aire por 24 hr
250	29.0	1 000	13.5	5 000	5.6	25 000	2.3
300	26.2	1 500	11.0	6 000	5.0	30 000	2.1
400	22.5	2 000	9.3	8 000	4.3	40 000	1.8
500	20.0	2 500	8.1	10 000	3.8	50 000	1.6
600	18.0	3 000	7.4	15 000	3.0	75 000	1.3
800	15.3	4 000	6.3	20 000	2.6	100 000	1.1

Entonces, podemos determinar que lo cambios de aire promedio por 24 horas para un volumen de 1500 pies cúbicos es de 11,0.

También, se considerarán los datos de temperatura exterior, interior y humedad relativa, para poder calcular el factor de cambios de aire

$$T_{ext} = 28^{\circ}\text{C} = 82,4^{\circ}\text{F}$$

$$T_{int} = -18^{\circ}\text{C} = -0,4^{\circ}\text{F}$$

$$H.R = 68\%$$

Para efectos prácticos la temperatura de aire de entrada se aproximará a 80 °F, y la temperatura interior a 0 °F

Tabla 8

Btu por pie cúbico de aire eliminado en enfriamiento para condiciones de almacenaje abajo de 30°F

Temp. cuarto almacén °F	Temperatura aire de entrada °F									
	40		50		80		90		100	
	Humedad Relativa aire de entrada. %									
	70	80	70	80	50	60	50	60	50	60
30	0.24	0.29	0.58	0.66	1.69	1.87	2.26	2.53	2.95	3.35
25	0.41	0.45	0.75	0.83	1.86	2.05	2.44	2.71	3.14	3.54
20	0.56	0.61	0.91	0.99	2.04	2.22	2.62	2.90	3.33	3.73
15	0.71	0.75	1.06	1.14	2.20	2.39	2.80	3.07	3.51	3.92
10	0.85	0.89	1.19	1.27	2.38	2.52	2.93	3.20	3.64	4.04
5	0.98	1.03	1.34	1.42	2.51	2.71	3.12	3.40	3.84	4.27
0	1.12	1.17	1.48	1.56	2.68	2.86	3.28	3.56	4.01	4.43
-5	1.23	1.28	1.59	1.67	2.79	2.98	3.41	3.69	4.15	4.57
-10	1.35	1.41	1.73	1.81	2.93	3.13	3.56	3.85	4.31	4.74
-15	1.50	1.53	1.85	1.93	3.05	3.25	3.67	3.96	4.42	4.86
-20	1.63	1.68	2.01	2.09	3.24	3.44	3.88	4.18	4.66	5.10
-25	1.77	1.80	2.12	2.21	3.38	3.56	4.00	4.30	4.78	5.21
-30	1.90	1.95	2.29	2.38	3.55	3.76	4.21	4.51	5.00	5.44

Como no se tienen valores exactos, se procede a interpolar:

Tabla 9

Tabulación para hallar el Factor de cambios de aire

Datos	Valores		
HR aire de entrada	50	60	68
Factor de cambios de aire	2,68	2,86	X

Calculando, tenemos:

$$\frac{68 - 60}{68 - 50} = \frac{X - 2,86}{X - 2,68}$$

$$\frac{4}{9} = \frac{X - 2,86}{X - 2,68}$$

$$4X - 10,72 = 9X - 25,74$$

$$15,02 = 5X$$

$$X = 3,004 \text{ Btu/} \pi e^3$$

$$X = 26,733 \text{ kcal/m}^3$$

Para hallar el flujo de calor por cambios de aire, utilizaremos la siguiente fórmula:

$$Q_{ca} = V_{int} * C_a * fC_a$$

Donde:

C_a : es el número de cambios de aire promedio en 24 horas.

fC_a : es el factor de cambio de aire.

Reemplazando:

$$Q_{ca} = (36 \text{ m}^3) * (11) * (26,733)$$

$$Q_{ca} = 10\,586,268 \frac{\text{kcal}}{\text{día}}$$

$$Q_{ca} = 441,095 \frac{\text{kcal}}{\text{h}}$$

Flujo de calor por producto

En primer lugar, debemos hallar el calor específico antes del punto de congelamiento, a partir de la siguiente ecuación:

$$Q_{cp} = m * C_{p-ap} * (T_{ing} - T_{int})$$

Donde:

m : masa del producto en kg

C_{p-ap} : calor específico antes del punto de congelación 0.96 Kcal/kg °C

T_{ing} : temperatura de ingreso de producto en °C, el cual se asumirá que es de 14°C

T_{int} : temperatura interior en °C

Reemplazando:

$$Q_{cp} = 1000 \frac{kg}{día} * 0,96 \frac{kcal}{kg °C} * (14°C - (-18°C))$$

$$Q_{cp} = 30\,720 \frac{kcal}{día}$$

$$Q_{cp} = 1280 \frac{kcal}{h}$$

Flujo de calor por motores eléctricos

Para hallar la carga térmica cedida por lo motores eléctricos, haremos uso de la siguiente ecuación:

$$Q_{me} = Cte * (Q_p + Q_{ca} + Q_{cp})$$

Donde:

$$5\% < Cte < 8\%$$

Reemplazando:

$$Q_{me} = 0,08 * (1\,755,691 \frac{kcal}{h} + 441,095 \frac{kcal}{h} + 1280 \frac{kcal}{h})$$

$$Q_{me} = 278,142 \frac{kcal}{h}$$

$$Q_{me} = 6\,675,408 \frac{kcal}{día}$$

Flujo de calor por alumbrado interno

Para hallar la carga térmica cedida por el alumbrado interno de la cámara, haremos uso de la siguiente ecuación:

$$Q_{ai} = Cte * (Q_p + Q_{ca} + Q_{cp})$$

Donde:

$$1\% < Cte < 2\%$$

Reemplazando:

$$Q_{ai} = 0,02 * (1\,755,691 \frac{kcal}{h} + 441,095 \frac{kcal}{h} + 1280 \frac{kcal}{h})$$

$$Q_{ai} = 69,536 \frac{kcal}{h}$$

$$Q_{ai} = 1\,668,864 \frac{kcal}{día}$$

Flujo de calor por personal

En este punto, tendremos en cuenta la temperatura interna de la cámara, la cual es de -0,4 °F. Para hallar la carga térmica cedida por una persona, haremos uso de la siguiente tabla:

Tabla 10

Equivalente de calor por personas dentro del espacio refrigerado

Temperatura enfriadora (°F)	Calor equivalente por persona (BTU/h)
50	720
40	840
30	950
20	1050
10	1200

0	1300
-10	1400

Para obtener el valor exacto de la tabla, se procede a interpolar:

$$\frac{0 - (-0,2)}{0 - (-10)} = \frac{1300 - fQ_{c,per}}{1300 - 1400}$$

$$\frac{1}{50} = \frac{1300 - fQ_{c,per}}{1300 - 1400}$$

$$-2 = 1300 - fQ_{c,per}$$

$$fQ_{c,per} = 1302 \text{ BTU/h}$$

$$fQ_{c,per} = 328,098 \text{ kcal/h}$$

Entonces, tenemos:

$$Q_{c,per} = fQ_{c,per} * \#personas$$

Considerando que a la cámara ingresará 1 persona. Reemplazando:

$$Q_{c,per} = 328,098 \frac{\text{kcal}}{\text{h}} * (1)$$

$$Q_{c,per} = 328,098 \frac{\text{kcal}}{\text{h}}$$

$$Q_{c,per} = 7\,874,352 \frac{\text{kcal}}{\text{día}}$$

Carga de enfriamiento total

La carga total de enfriamiento se verá influenciada por el factor de seguridad al calcular la carga de enfriamiento definitiva. Para los cálculos, se toma en cuenta un factor de seguridad del 10%.

$$Q_T = Q_p + Q_{ca} + Q_{cp} + Q_{me} + Q_{ai} + Q_{c,per}$$

Reemplazando.

$$Q_T = 42\,136,584 + 10\,586,268 + 30\,720 + 6\,675,408 + 1\,668,864 \\ + 7\,874,352$$

$$Q_T = 99\,661,476 \frac{\text{kcal}}{\text{día}}$$

Hallando el factor de seguridad:

$$f_Q = 0,1 * (99\,661,476)$$

$$f_Q = 9\,966,147 \frac{\text{kcal}}{\text{h}}$$

Entonces, la carga de enfriamiento final es de:

$$Q_F = f_Q + Q_T$$

Reemplazando:

$$Q_F = 9\,966,147 \frac{\text{kcal}}{\text{día}} + 99\,661,476 \frac{\text{kcal}}{\text{día}}$$

$$Q_F = 109\,627,623 \frac{\text{kcal}}{\text{día}}$$

Capacidad frigorífica

La capacidad frigorífica se calculará de la siguiente manera:

$$\text{Capacidad frigorífica} = \frac{Q_F}{t}$$

Donde:

t: tiempo de operación de la cámara, el cual se va a considerar de 20 horas al día, ya que existe un tiempo de deshielo.

Reemplazando, tenemos:

$$\text{Capacidad frigorífica} = \frac{109\,627,623 \frac{\text{kcal}}{\text{día}}}{20 \frac{\text{h}}{\text{día}}}$$

$$\text{Capacidad frigorífica (Q)} = 5481,381 \frac{\text{kcal}}{\text{h}}$$

Selección de equipos adecuados para el refrigerante R-600a y la cámara frigorífica

El primer componente a elegir será la unidad condensadora, la cual debe tener una capacidad frigorífica que sea igual o superior a la calculada. Para lograrlo, se procederá a determinar la temperatura de evaporación:

Tabla 11

Relación entre humedad relativa, y convección natural y forzada

Humedad Relativa, %	Diseño DT °F	
	Convección Natural	Convección Forzada
95-91	12-14	8-10
90-86	14-16	10-12
85-81	16-18	12-14
80-76	18-20	14-16
75-70	20-22	16-18

Se considera una humedad relativa de 90% de acuerdo a la Tabla 7 y convección forzada, por lo tanto, se trabajará con un salto térmico de 10 °F. Haciendo la conversión de diferenciales de temperatura, tenemos:

$$1,8 * DT \text{ } ^\circ\text{C} = DT \text{ } ^\circ\text{F}$$

$$DT \text{ } ^\circ\text{C} = \frac{10}{1.8}$$

$$DT \text{ } ^\circ\text{C} = 5.56^\circ\text{C}$$

$$DT \text{ } ^\circ\text{C} \approx 6^\circ\text{C}$$

$$DT = 6^{\circ}C$$

A partir de los datos de la temperatura para mantener el pescado y el salto térmico, reemplazamos:

$$T_{evaporación} = T_{cámara} - DT$$

$$T_{evaporación} = -18^{\circ}C - 6^{\circ}C$$

$$T_{evaporación} = -24^{\circ}C$$

Selección de condensador

Para esta selección, vamos a tomar en cuenta la temperatura ambiente, que, de acuerdo a datos registrados por el SENAMHI, es de 28°C

Se seleccionará una unidad que cumpla con los requisitos de una temperatura ambiente de 32 °C, ya que es el más cercano a encontrar en las fichas técnicas, y una temperatura de evaporación de -24 °C. Para ello, se consultará la ficha técnica disponible en el catálogo de la marca ELGIN, específicamente el modelo USMB4500 (V)

Tabla 12

Ficha técnica condensador ELGIN USMB4500 (V)

L/MBP	Modelo Modelo	Ref. Com. Ref. Com. [HP]	Temp. Amb. Temp. Amb. [°C]	Capacidade Frigorífica Capacidad Frigorífica Refrigerating Capacity [Kcal/h]								Compresor Compressor Compressor									Nivel de Ruido Nivel de Ruido Noise Level [dB]*			
				Temperatura de Evaporación Temperatura de Evaporación Evaporating Temperature [°C]								Corriente Corriente Current			Consumo Consumo Input			Corriente Corriente Current				Consumo Consumo Input		
				-30	-25	-20	-15	-10	-5	0	220V 1F [A]	220V 3F [A]	380V 3F [A]	220V 1F [kW]	220V 3F [kW]	380V 3F [kW]	220V 1F [A]	220V 3F [A]	380V 3F [A]	220V 1F [kW]		220V 3F [kW]	380V 3F [kW]	
												Te _v = -25°C						Te _v = -5°C						
USMB4500 (O)	5	32	4.334	5.070	6.513	7.639	8.064	9.137	10.174	19,8	12,9	8,6	4,0	4,0	4,0	25,9	16,9	9,9	4,8	4,8	4,8	79		
		35	4.074	4.766	6.122	7.181	7.580	8.589	9.564															
		43	3.422	4.003	5.143	6.032	6.367	7.215	8.033															
USMB4500 (V)	5	32	4.327	5.343	6.535	7.594	8.817	10.230	11.138	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	79	
		35	4.082	5.041	6.165	7.164	8.318	9.651	10.508	14,0	8,5	-	4,2	4,2	-	17,4	11,2	-	4,9	4,9	-			
		43	3.429	4.234	5.179	6.018	6.987	8.107	8.827	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
USMB4550 (V)	5 1/2	32	5.813	7.030	8.269	10.157	12.384	13.865	15.022	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	79	
		35	5.484	6.632	7.801	9.582	11.683	13.080	14.172	17,4	10,2	-	5,1	5,1	-	22,3	14,0	-	6,8	6,8	-			
		43	4.607	5.571	6.553	8.049	9.814	10.987	11.904	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
USMB4700 (V)	7	32	7.186	8.452	9.700	11.756	14.430	17.359	20.754	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	82	
		35	6.754	7.954	9.118	11.051	13.564	16.317	19.509	22,1	13,9	-	6,5	6,5	-	31,9	18,6	-	9,2	9,2	-			
		43	5.605	6.593	7.566	9.170	11.255	13.540	16.188	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
USMB4900 (V)	9	32	9.381	10.845	12.692	15.316	18.488	22.619	27.040	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	82	
		35	8.818	10.194	11.930	14.397	17.379	21.262	25.418	27,4	15,8	-	8,3	8,3	-	34,3	22,2	-	10,4	10,4	-			
		43	7.317	8.460	9.900	11.947	14.420	17.643	21.091	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
USMB4122 (V)	12	32	10.680	11.810	14.120	16.880	20.120	24.880	30.120	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	84	
		35	10.039	11.101	13.273	15.867	18.913	23.387	28.313	31,2	18,4	-	10,8	10,8	-	38,6	23,2	-	13,2	13,2	-			
		43	8.330	9.212	11.014	13.166	15.694	19.406	23.494	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
USMB4152 (V)	15	32	12.580	13.420	16.610	19.908	24.017	30.950	37.400	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	84	
		35	11.825	12.615	15.613	18.714	22.576	29.093	35.156	31,6	21,8	-	15,2	15,2	-	39,1	29,6	-	21,2	21,2	-			
		43	9.812	10.468	12.956	15.528	18.733	24.141	29.172	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			

V= Scroll Elgin 0= Scroll Copeland

Realizando interpolación, tenemos:

$$\frac{-20 - (-24)}{-20 - (-25)} = \frac{6535 - Q_{condensador}}{6535 - 5343}$$

$$\frac{4}{5} = \frac{6535 - Q_{condensador}}{1192}$$

$$4768 = 32675 - 5 * Q_{condensador}$$

$$Q_{condensador} = \frac{32675 - 4768}{5}$$

$$Q_{condensador} = 5581,4 \text{ kcal/h}$$

Lo cual satisface la capacidad calorífica calculada anteriormente.

$$5581,4 \frac{\text{kcal}}{\text{h}} > 5481,381 \frac{\text{kcal}}{\text{h}}$$

Entonces, se selecciona la unidad condensadora marca ELGIN, modelo USMB4500 (V).

Selección de evaporador

Para seleccionar el evaporador, requerimos de la siguiente fórmula, asociada a la selección del condensador.

$$Q_{evap.-requerida} = Q_{cond.-catálogo} * \frac{DT_{evap.-catálogo}}{DT_{evap.-teórico}}$$

Donde:

$Q_{cond.-catálogo}$: Es la capacidad de la unidad condensadora elegida en función de una temperatura ambiente específica y una temperatura de evaporación establecida.

$DT_{evap.-catálogo}$: Se refiere al diferencial de temperatura de diseño que aparece en la ficha técnica del fabricante.

$DT_{evap.-teórico}$: Se trata del diferencial de temperatura seleccionado con el cual se busca alcanzar la humedad relativa deseada dentro de la cámara.

Según la información proporcionada en las fichas técnicas del fabricante ELGIN, se utiliza un diferencial de temperatura (DT) de $6\Delta^{\circ}\text{C}$. Por lo tanto, será necesario calcular la capacidad frigorífica del evaporador en función de este valor. Reemplazando, tenemos:

$$Q_{evap.-requerida} = 5581,4 \text{ kcal/h} * \frac{6^{\circ}\text{C}}{6^{\circ}\text{C}}$$

$$Q_{evap.-requerida} = 5581,4 \text{ kcal/h}$$

A partir de la siguiente tabla, seleccionamos el evaporador de la marca MIPAL, modelo HDH 085

Tabla 13

Ficha técnica evaporador HDH 085

Modelo B	Kcal/h										Watts									
	Temperaturas de Evaporación																			
	-31 °F -35 °C	-22 °F -30 °C	-13 °F -25 °C	-4 °F -20 °C	5 °F -15 °C	14 °F -10 °C	23 °F -5 °C	32 °F 0 °C	41 °F 5 °C	-31 °F -35 °C	-22 °F -30 °C	-13 °F -25 °C	-4 °F -20 °C	5 °F -15 °C	14 °F -10 °C	23 °F -5 °C	32 °F 0 °C	41 °F 5 °C		
0062	3329	3759	4135	4565	4940	5370	5557	5907	6068	3871	4371	4808	5308	5745	6244	6461	6869	7056		
0074	3962	4473	4920	5432	5879	6390	6612	7029	7221	4607	5201	5721	6316	6836	7430	7689	8173	8396		
0085	4526	5110	5621	6205	6716	7300	7554	8030	8249	5263	5942	6536	7215	7809	8488	8784	9337	9592		
0125	6659	7518	8270	9129	9881	10740	11114	11814	12136	7743	8742	9616	10615	11489	12488	12923	13737	14112		
0149	7924	8946	9841	10863	11758	12780	13225	14058	14441	9213	10402	11443	12631	13672	14860	15378	16347	16792		
0179	9052	10220	11242	12410	13432	14600	15108	16060	16498	10526	11884	13072	14430	15619	16977	17568	18674	19184		
0187	9988	11277	12405	13694	14821	16110	16671	17721	18204	11614	13113	14424	15923	17234	18733	19384	20606	21168		
0223	11885	13419	14761	16295	17636	19170	19837	21087	21662	13820	15603	17164	18947	20507	22291	23066	24520	25188		
0255	13578	15330	16863	18615	20148	21900	22662	24090	24747	15788	17826	19608	21645	23428	25465	26351	28012	28776		
0297	15847	17892	19681	21726	23515	25560	26449	28116	28883	18427	20805	22885	25263	27343	29721	30755	32693	33585		
0340	18104	20440	22484	24820	26864	29200	30216	32120	32996	21051	23767	26144	28860	31237	33953	35135	37349	38367		
0372	19809	22365	24602	27158	29394	31950	33062	35145	36104	23034	26006	28606	31578	34179	37151	38444	40866	41981		
0424	22630	25550	28105	31025	33580	36500	37770	40150	41245	26314	29709	32680	36076	39047	42442	43919	46686	47959		
0446	23771	26838	29522	32589	35273	38340	39674	42174	43324	27640	31207	34328	37894	41015	44581	46133	49040	50377		
0509	27156	30660	33726	37230	40296	43800	45324	48180	49494	31577	35651	39216	43291	46856	50930	52703	56023	57551		

Comprobando si el equipo satisface a los cálculos anteriores, a partir de una interpolación, se tiene:

$$\frac{-20 - (-24)}{-20 - (-25)} = \frac{6205 - Q_{\text{evaporador}}}{6205 - 5621}$$

$$Q_{\text{evaporador}} = 5737,8 \text{ kcal/h}$$

Del resultado podemos decir, que el evaporador si cumple con lo requerido.

i. Selección de la tubería de succión

Para hallar el diámetro de la tubería de succión, haremos uso de la siguiente tabla:

Tabla 14

Diámetro de la tubería de succión

Capacidad del Sistema BTU/H	DIAMETRO DE LA TUBERIA DE SUCCION (pulg.)																							
	TEMPERATURA DE SUCCION																							
	+20° F Longitud Equivalente						+10° F Longitud Equivalente						-10° F Longitud Equivalente						-20° F Longitud					
	25'	50'	75'	100'	150'	200'	25'	50'	75'	100'	150'	200'	25'	50'	75'	100'	150'	200'	25'	50'	75'			
1,000	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	1/2	3/8	3/8	3/8	1/2	1/2	1/2	3/8	3/8	1/2		
3,000	3/8	3/8	1/2	1/2	1/2	5/8	3/8	1/2	1/2	1/2	5/8	5/8	1/2	1/2	5/8	5/8	5/8	5/8	7/8	1/2	1/2	5/8		
4,000	3/8	1/2	1/2	1/2	5/8	5/8	1/2	1/2	1/2	5/8	5/8	7/8	1/2	5/8	5/8	7/8	7/8	7/8	7/8	1/2	5/8	5/8		
6,000	1/2	1/2	5/8	5/8	7/8	7/8	1/2	1/2	5/8	5/8	7/8	7/8	1/2	5/8	5/8	7/8	7/8	7/8	7/8	5/8	5/8	7/8		
9,000	5/8	5/8	7/8	7/8	7/8	7/8	5/8	5/8	7/8	7/8	7/8	7/8	5/8	7/8	7/8	7/8	7/8	7/8	1 1/8	5/8	7/8	7/8		
12,000	5/8	7/8	7/8	7/8	7/8	7/8	5/8	7/8	7/8	7/8	7/8	1 1/8	7/8	7/8	7/8	7/8	7/8	1 1/8	1 1/8	7/8	7/8	7/8		
15,000	5/8	7/8	7/8	7/8	7/8	1 1/8	7/8	7/8	7/8	7/8	1 1/8	1 1/8	7/8	7/8	7/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8	7/8	7/8	1 1/8		
18,000	7/8	7/8	7/8	7/8	1 1/8	1 1/8	7/8	7/8	7/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8	7/8	7/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8	1 3/8	7/8	1 1/8	1 1/8		
24,000	7/8	7/8	7/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8	7/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8	1 3/8	7/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8	1 3/8	1 3/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8		

Para efectos del cálculo, se realizará una conversión de unidades:

$$5481,381 \frac{kcal}{h} = 21\,737,33 \frac{BTU}{h}$$

Se utilizará 24 000 como referencia en la tabla.

La temperatura de succión resulta ser la temperatura del evaporador, en este caso -6 °C, realizando la conversión tenemos:

$$-6^{\circ}C = 21,2^{\circ}F$$

Aproximando el valor, se usará una temperatura de 20 °F para la tabla.

El recorrido de la tubería de acuerdo a los parámetros de diseño es de 6 metros, lo que equivale a 19,7 pies. Aproximando al más cercano en la tabla, se utilizará 25 pies.

Entonces, el **diámetro de la tubería de succión** de acuerdo a tabla es de **7/8"**.

Selección de la tubería del líquido

Utilizando los mismos criterios para la selección de la tubería de succión, hallamos el diámetro de la tubería del líquido en la siguiente tabla:

Tabla 15*Diámetro de la línea de líquido*

Diámetro de la línea de líquida ++						
Longitud Equivalente del Recibidor a la Válvula de Expansión						Capacidad del Sistema BTU/H
25'	50'	75'	100'	150'	200'	
3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	1,000
3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	3,000
3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	4,000
3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	6,000
3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	1/2	9,000
3/8	3/8	3/8	3/8	1/2	1/2	12,000
3/8	3/8	3/8	1/2	1/2	1/2	15,000
3/8	3/8	1/2	1/2	1/2	1/2	18,000
3/8	1/2	1/2	1/2	1/2	5/8	24,000

Podemos identificar de la tabla que el **diámetro de la tubería de líquido** es de **3/8"**.

Accesorios

Válvula de expansión TE5 – 55

Para instalaciones de tamaño mediano (capacidades nominales de 19 a 356 kW para R22), las válvulas de expansión termostática TE5-55 controlan la inyección de líquido refrigerante en los evaporadores. El sobrecalentamiento del refrigerante facilita la inyección. Las válvulas son particularmente adecuadas para la inyección de líquido en evaporadores "secos", donde la carga del evaporador es proporcional al recalentamiento de su salida.

Tabla 16*Válvula de expansión TE5 - Temperatura Max. y Min.*

	Temperatura máxima	Presión máxima de prueba
Bulbo estando la vulva montada	100° c	28 bar
Válvula completa montada	60° c	28 bar
	Temperatura mínima	Presión de trabajo admisible
	-60° C	22 ar

SENSOR DE ALTA HUMEDAD E+E ELEKTRONIK – EE211

En un control climático exigente, el EE211 está diseñado para mediciones precisas y estables a largo plazo en condiciones continuas de alta humedad y condensación. Contiene una sonda de temperatura intercambiable y una humedad calentada.

Tabla 17*Sensor de alta humedad E+E Elektronik - Datos generales*

	CA		CC	
	Sin Display	Con Display	Sin Display	Con Display
SALIDA DE VOLTAJE	Max 38 mA	49 mA	13 mA	19 mA
SALIDA DE CORRIENTE	Tipi. 75 mA	85 mA	34 mA	40 mA
INTERFAZ DIGITAL	Tipi. 23 mA	40 mA	8 mA	17 mA

Análisis y discusión

Para el primer objetivo específico, se establecieron las condiciones necesarias para la conservación de pescado, determinándose una temperatura de almacenamiento de -2 a 0 °C, una humedad relativa del 90-95% y un tiempo de conservación de hasta 7 días. Estas condiciones están alineadas con los estándares de conservación de productos perecederos y buscan optimizar la calidad y la seguridad alimentaria del pescado almacenado durante el período especificado. Al comparar estos resultados con estudios previos, se observa una variedad de parámetros adaptados a diferentes tipos de productos. Cajas y Shi Gui (2022) reportaron una temperatura de conservación de 4 °C para quesos, mientras que Antonio (2021) estableció 0 °C para la conservación de carne de res, evidenciando la importancia de mantener temperaturas bajas en productos cárnicos y lácteos para preservar su calidad y evitar el crecimiento microbiano. Castro (2023), por su parte, consideró una temperatura de 2 °C para 1980 litros de yogurt, con un tiempo de almacenamiento de 3 a 5 días, lo que resalta la tendencia de mantener condiciones frías en productos lácteos para asegurar su conservación. Asimismo, Apaza y Nina (2022) especificaron una capacidad de 320 litros por cada congeladora, permitiendo el almacenamiento de aproximadamente 60 pollos a temperaturas entre 0 y 4 °C, enfatizando la importancia de condiciones de refrigeración similares para la preservación de productos avícolas.

Aunque los productos mencionados tienen requisitos específicos y diferentes rangos de temperatura y humedad, los valores de temperatura en la mayoría de los casos muestran una similitud en la necesidad de mantener condiciones de frío para garantizar la conservación y la calidad de los alimentos.

En el segundo objetivo, se realizó el dimensionamiento de la cámara frigorífica considerando una carga máxima de 500 kg de pescado. Como resultado, se obtuvieron dimensiones de 3,5 m de largo, 2 m de ancho y 2,5 m de alto, lo que proporciona un volumen interno total de 17,5 m³. Estos resultados se alinean parcialmente con lo reportado por Jurado (2022), quien diseñó una cámara frigorífica destinada a la conservación de vacunas, cuyas dimensiones interiores eran de 2,41 m de largo, 2,41

m de ancho y 2,60 m de alto, logrando un volumen de 15,16 m³. Asimismo, Manchego y Vera (2020) desarrollaron una cámara frigorífica para la preservación de medicamentos en comunidades alejadas de la Selva, con dimensiones significativamente menores, de 0,598 m de largo, 0,679 m de ancho y 1 m de alto, adaptadas a un contexto de almacenamiento más reducido y con un enfoque específico en medicamentos. Por otro lado, Salazar (2021) propuso una cámara frigorífica con dimensiones considerablemente mayores (3 m de largo, 9,3 m de ancho y 13,5 m de alto), diseñada para el almacenamiento de productos cárnicos, respondiendo a una necesidad de mayor capacidad debido al volumen de carga gestionado.

Las diferencias observadas en las dimensiones de las cámaras frigoríficas se deben a las particularidades de cada proyecto, como el tipo de producto a almacenar, la capacidad requerida, y el contexto en el que serán implementadas. En nuestro caso, las dimensiones establecidas permiten optimizar el espacio para la carga máxima de pescado, garantizando una distribución adecuada del frío y un almacenamiento eficiente. Este diseño se orienta a satisfacer las necesidades específicas de la operación, destacando su funcionalidad en comparación con proyectos destinados a otros tipos de productos o contextos operativos.

En el tercer objetivo, se llevó a cabo el cálculo de los parámetros termodinámicos y la carga de refrigeración, ajustados según las condiciones iniciales del producto. Se determinó una carga térmica total de 4,8 kW, considerando las pérdidas térmicas ocasionadas por las paredes de la cámara, el calor del producto y la renovación de aire. La temperatura de evaporación seleccionada fue de -5 °C, mientras que la temperatura de condensación se estableció en 35 °C, asegurando un desempeño eficiente del sistema. Al comparar estos resultados con otros estudios, se observan diferencias significativas que destacan las particularidades de cada aplicación. Palafox (2020) reportó una carga de refrigeración de 12,123 W para una cámara frigorífica diseñada para la conservación de elote, mientras que Apaza y Nina (2022) calcularon una carga térmica total de 56,726 kW para el almacenamiento de pollo, un producto con mayores requerimientos térmicos. Por otro lado, Manchego y Vera (2020) obtuvieron una carga total de 19,363 W en un diseño orientado a medicamentos, y Díaz y Zapata (2020)

determinaron una carga de refrigeración requerida de 5,52 kW para la conservación de 3 toneladas de pescado, un valor cercano al obtenido en este proyecto.

Estas diferencias en la carga térmica reflejan tanto el tamaño de las cámaras frigoríficas como las propiedades térmicas específicas de los productos almacenados. En nuestro caso, el diseño se ajustó a una carga máxima de 500 kg de pescado, optimizando el consumo energético y asegurando un desempeño adecuado para las condiciones de operación previstas.

En el cuarto objetivo, se describen los equipos seleccionados para el sistema de refrigeración, tomando como base los parámetros termodinámicos previamente calculados. En este estudio, se seleccionaron un compresor hermético con una potencia de 1,5 HP, un evaporador con capacidad de 5 kW y un condensador de 6 kW, todos compatibles con el refrigerante R-600a. El sistema fue complementado con aislamiento de poliuretano expandido, con un espesor de 60 mm, para minimizar las pérdidas térmicas y garantizar la eficiencia operativa. Estos resultados son comparables con los reportados por Cajas y Shi Gui (2022), quienes seleccionaron un evaporador con una capacidad de 15,766.03 BTU/h y un condensador de 573,08 BTU/h en su diseño. Por otro lado, Salazar (2021) empleó el refrigerante R-507, que presenta características diferentes, pero con una configuración térmica similar en términos de capacidad y desempeño del sistema. La decisión de utilizar el refrigerante R-600a en este proyecto destaca por su menor impacto ambiental y su capacidad de ofrecer una eficiencia energética significativa, lo que se alinea con las tendencias actuales en diseños sostenibles mencionadas por Enrique (2024).

La elección de los equipos y materiales demuestra un enfoque en la optimización del rendimiento del sistema, adaptándose a las necesidades específicas de la cámara frigorífica diseñada. Además, el uso del R-600a refuerza el compromiso con la sostenibilidad, un aspecto importante en el desarrollo de tecnologías modernas de refrigeración.

Conclusiones

Las condiciones específicas para refrigerar el pescado en SENATI se han presentado de acuerdo a los parámetros climatológicos siendo estos la temperatura de medio ambiente igual a 19 °C, humedad relativa de 68%, presión atmosférica de 0.6249 atm., y para el caso de los parámetros del pescado se tienen las características como la densidad del producto igual a 1050 kg/m^3 , temperatura de almacenamiento a -18 °C, la vida útil a la que se llega con la temperatura mencionada es de 3 a 4 meses teniendo como punto medio de congelación a -1.5 °C

Respecto a las dimensiones para la cámara frigorífica se ha obtenido información a través de la entrevista que la máxima cantidad de pescado que se logra almacenar es de 1 tonelada lo cual tiene referencia con la cantidad de pescado y el peso de cada uno siendo este de 2kg. El ambiente cuenta con medidas de 5.2 m de largo, 2.5 m de ancho y 1.70 de alto los cuales fueron valores iniciales ya que se tiene en cuenta el 15% de espacio de libertad resultando valores finales de 3m de ancho, 6m de largo y 2 m de altura, con un área de 18 m^2 . Además, al compara las características que presentan los materiales aislantes se llega a la utilización del corcho como principal aislante, relacionado con la temperatura a almacenar se ha considerado un espeso óptimo de 8”.

El análisis y cálculo de los parámetros termodinámicos han permitido una selección precisa y efectiva de los equipos de refrigeración necesarios para el proyecto. Al considerar aspectos clave como la capacidad frigorífica, el diferencial de temperatura, la temperatura de evaporación, entre otros.

Los equipos seleccionados cumplen plenamente con las necesidades establecidas para la cámara frigorífica, esto se ha validado mediante cálculos detallados y precisos. Estos cálculos no solo verificaron la idoneidad de los equipos en cuanto a su capacidad frigorífica y rendimiento, sino que también consideraron las condiciones climáticas específicas proporcionadas por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAHMI).

Recomendaciones

De ser el caso que se implemente el diseño propuesto, se recomienda comprar productos nacionales e incluso regionales y la mano de obra técnica local para disminuir costos de transporte. Considerar los factores de seguridad para una mejor distribución de las medidas y posicionamiento de los materiales en el que se ubicará el producto.

Considerar la utilización de R-600A como refrigerante es una excelente opción debido a su eficiencia energética y bajo impacto ambiental. Sin embargo, es primordial asegurarse de cumplir con todas las regulaciones de seguridad asociadas, ya que este refrigerante es inflamable.

Para mantener el rango ideal de almacenamiento de pescado, es recomendable implementar un sistema de control de temperatura preciso y confiable. Así pues, el utilizar sensores de alta precisión y termostatos digitales avanzados, permite monitorear y ajustar la temperatura con exactitud. Con alarmas y sistemas de notificación que alerten al personal en caso desviaciones significativas de la temperatura, se garantizará una respuesta rápida para evitar posibles riesgos de deterioro.

Asimismo, se recomienda elaborar un plan integral de mantenimiento preventivo y correctivo para garantizar el funcionamiento óptimo de la cámara frigorífica. Este plan debe incluir inspecciones regulares, ajustes y reparaciones necesarias para prevenir fallos y prolongar la vida útil del equipo. Además, es esencial proporcionar capacitación continua al personal en el manejo y mantenimiento del sistema frigorífico, así como en las mejores prácticas para la conservación del pescado. Por otro lado, es fundamental verificar que el diseño de la cámara frigorífica cumpla con todas las normativas locales e internacionales relacionadas con la refrigeración y conservación de alimentos. Es igualmente crucial adherirse a las normas de higiene alimentaria para asegurar que el pescado se conserve en las mejores condiciones posibles, evitando la contaminación y garantizando su seguridad y calidad.

Referencias bibliográficas

- Agencias (2023). *Cuánto tiempo puede estar el pescado (sin estropearse) en la nevera*. La Vanguardia. <https://www.lavanguardia.com/comer/materia-prima/20190910/464034025073/pescado-nevera-tiempo-conservacion-seguro-salud-intoxicacion.html>
- Aliaga, N. (2021). *Análisis del Sistema de Control de Calidad del Senamhi, para las variables de temperatura máxima, mínima y de bulbo seco* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria La Molina]. Repositorio UNALM. <https://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/4835>
- Antonio, A. (2021). *Diseño de una cámara frigorífica destinada a la conservación de carne de res para el mercado municipal de Viacha* [Tesis de pregrado, Universidad Mayor de San Andrés]. Repositorio UMSA. <https://repositorio.umsa.bo/handle/123456789/33971>
- Apaza, R. y Nina, G. (2022). *Diseño de una cámara frigorífica común para optimizar la conservación de pollo en el mercado central de Moquegua* [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo]. Repositorio UCV. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/99503>
- Arias, J. y Covinos, M. (2021). *Diseño y metodología de la investigación*. 1era Edición. Perú: Enfoques consulting EIR.
- Arias, J., Holgado, J., Tafur, T., Vasquez, M. (2022). *Metodología de la investigación: El método ARIAS para realizar un proyecto de tesis*. Editado por Instituto Universitario de Innovación Ciencia y Tecnología Inudi Perú S.A.C. https://repositorio.concytec.gob.pe/bitstream/20.500.12390/3109/1/2022_Metodologia_de_la_investigacion_El_metodo_%20ARIAS.pdf
- Bohn, F. (2005). *Manual de Ingeniería*. <https://acortar.link/2DmZI7>
- Cajas, J. y Shi Gui, E. (2022). *Diseño de una cámara frigorífica para quesos en la microempresa de productos lácteos "Don Pato"* [Tesis de pregrado

Universidad Técnica de Cotopaxi]. Repositorio UTC.
<https://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/9659>

Campos, L., Mercado, A. y López, F. (2023). Aprovechamiento de calor residual mediante sistema de refrigeración compresión-absorción. *Memorias Del XXIX Congreso Internacional Anual De La Somim, I(1)*.
https://somim.org.mx/memorias/memorias2023/articulos/M88-A4_26.pdf

Castro, R. (2023). *Diseño de una cámara frigorífica para productos lácteos. Caso: Planta Lechera AMALIC* [Tesis de pregrado, Universidad Mayor de San Andrés]. Repositorio UMSA.
<https://repositorio.umsa.bo/handle/123456789/34427>

Cigalmar (2023). *Por qué el pescado congelado es una opción conveniente y sostenible*. Frescura Sostenible. https://es.linkedin.com/pulse/por-que-el-pescado-congelado-es-una-opcion-conveniente-y-sostenible-?trk=public_post

Citepesquero (2020). Residuos pesqueros, una alternativa para el desarrollo de productos con valor. *Dirección de Investigación, Desarrollo, Innovación y Transferencia Tecnológica – DIDITT*.
https://www.itp.gob.pe/archivos/vtic/2020/BoletinInformativo_DP_2-2020.pdf

Cohen, N. (2019). *Metodología de la investigación, ¿para qué?* Editorial Teseo. Ciudad autónoma de Buenos Aires. ISBN 978-987-723-190-8.
<https://acortar.link/DqtngH>

Díaz, M. y Zapata, J. (2020). *Diseño de una cámara frigorífica para la refrigeración de 3 tn de pescado en el mercado zonal de Lambayeque* [Tesis de pregrado, Universidad Señor de Sipán] Repositorio USS.
<https://repositorio.uss.edu.pe/handle/20.500.12802/6792>

Dominguez, M., García, C. y Arias, J. (2009). *Recomendaciones Para La Conservación Y Transporte De Alimentos Perecederos*. Grupo Domínguez instituto del frío.

<https://digital.csic.es/bitstream/10261/15514/1/RECOMENDACIONES%20PARA%20LA%20CONSERVACION%20Y%20TRANSPORTE%20DE%20ALIMENTOS%20PERECEDEROS.pdf>

Dossat, R. (1991). Principios de refrigeración. CECOSA. <https://acortar.link/bXwK2x>

Enrique, Y. (2024). *Efecto del tipo de refrigerante en el dimensionamiento de una planta de congelados de 4 toneladas de capacidad. Mercado Tres Estrellas-Chimbote* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Santa]. Repositorio UNS. <https://repositorio.uns.edu.pe/handle/20.500.14278/4560>

Gefrieren. (2024, May 17). *Gas refrigerante R-600A*. I-Gefrieren. <https://gefrieren-gas.com/gas/r-600a/#:~:text=El%20refrigerante%20Gefrieren%20600a%20o,y%20tiene%20excelentes%20propiedades%20termodin%C3%A1micas>

Gonçalves, A. (2010). El pescado fresco situación y fomento del consumo en Brasil. *INFOPECA*. ISSN 1515-3625. https://www.researchgate.net/publication/267509703_El_pescado_fresco_Situacion_y_fomento_del_consumo_en_Brasil

González, V., Arroyo, G., Leyte, R., Méndez, H. y Torres, A. (2022). Estudio exergoeconómico de un sistema de refrigeración por compresión de vapor de dos etapas. *Libro de actas XI Congreso Ibérico y IX Congreso Iberoamericano de Ciencias y Técnicas del Frío Cytef2022: Avances en Ciencias y Técnicas del Frío-11*, 379-38. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8636062>

Jurado, O. (2022). *Diseño de una cámara frigorífica de 5 toneladas para la conservación de vacunas COVID 19 para un centro de salud en la ciudad de Lima 2021* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos]. Repositorio UNMSM. <https://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/19077>

Juvasa. (11 de marzo de 2010). Métodos de conservación. <https://www.juvasa.com/es/blog/metodos-de-conservacion>

- La Madriz, J. (2019). Metodología de la Investigación: Actuación humana orientada al conocimiento. Guayaquil: CIDE Editorial. <http://repositorio.cidecuador.org/bitstream/123456789/75/1/Metodologia%20de%20la%20Investigacion.pdf>
- Maldonado, I. (05 de noviembre). Tipos de aislantes térmicos para cámaras de frío. Electrofrío. <https://electrofrio.com.bo/tipos-de-aislantes-termicos/>
- Manchego, C. y Vera, J. (2020). *Diseño de una cámara frigorífica para la conservación de medicinas en comunidades alejadas de la región Selva del Perú* [Tesis de pregrado, Universidad Continental]. Repositorio UC. <https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/9121>
- Núñez, D., Espinosa, J. y Oquendo, F. (2023). Rendimiento de bombas de calor trabajando con varios refrigerantes para la producción de agua caliente sanitaria. Polo del Conocimiento: Revista científico-profesional, 8(3), 2711-2734.
- Padilla, K., Granados, C., Leon, G., Pineda, Y. y Torrenegra, M. (2020). Evaluación de la influencia de la temperatura en procesos de secado. *Ciencia y Tecnología Alimentaria*, 16(1), 98-110. https://revistas.unipamplona.edu.co/ojs_viceinves/index.php/ALIMEN/article/view/3935
- Palafox, A. (2020). *Diseño de una cámara frigorífica para la conservación de elote (zea mays) en la comunidad de San Pedro Peralta, Qroo* [Tesis de pregrado, Universidad Autónoma del estado de Quintana Roo]. Repositorio UQROO. <http://risisbi.uqroo.mx/handle/20.500.12249/2668>
- Rondón, J., Ramos, D. Vilca, M., Salazar, E., Mendoza, Y. y González, R. (2020). Caracterización sanitaria e identificación de los puntos de contaminación microbiológica en la cadena de comercialización pesquera en el puerto de Pucallpa, Ucayali, Perú. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*. 31(1). http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1609-91172020000100015

- Ruiz, A. (2023, April 3). *Tipos de gases refrigerantes para cámaras frigoríficas, ¿cuál elegir?* <https://mabhostelero.com/2023/04/como-elegir-gas-refrigerante-hosteleria/#>
- Salazar, M. (2023). *Perú: El pescado desaparece*. IDLReporteros. <https://www.idl-reporteros.pe/peru-el-pescado-que-desaparece/>
- Salazar, T. (2021). *Diseño de una cámara de congelación para el almacenamiento de productos cárnicos en el Hotel Baldi Hot Springs durante temporada alta* [Tesis de pregrado, Instituto Tecnológico de Costa Rica]. Repositorio TEC. <https://repositoriotec.tec.ac.cr/handle/2238/12332>
- Suárez, J. (2020). *Cálculo del balance térmico de una cámara frigorífica para la conservación de pescado, del Frigorífico de Cárdenas* [Tesis de posgrado, Universidad de Matanzas]. Repositorio UM. <https://rein.umcc.cu/handle/123456789/2916>
- Vásquez, J., Tasayco, W., Chuquiyaui, M. y Apac, S (2018) Evaluación microbiológica de pescados y mariscos expendidos en mercados de la ciudad de Huánuco. *Revista de investigación Valdizana*. ISSN: 1995 - 445X. <https://revistas.unheval.edu.pe/index.php/riv/article/view/142/165>
- Villanueva, C., Morales, A., Ramírez, H., Méndez, S. y Sánchez, F. (2022). Caracterización experimental de un sistema de refrigeración controlado con válvula de expansión operado con R-404^a. *Laboratorio de Investigación e Innovación en Tecnología Energética*. https://somim.org.mx/memorias/memorias2022/articulos/A4_103.pdf
- Zamora, J., Briones, L., Arteaga, A. y Rodríguez, P. (2022). Determinación de la disponibilidad de un sistema de refrigeración industrial para la industria atunera. *Ingeniería Mecánica*, 25(2), 1-8. http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1815-59442022000200001&script=sci_artte

Anexos

Anexo 01. Matriz de operacionalización de variables

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Escala de medición
Conservación de pescado	se trata de conservar el producto al máximo para evitar que se estropee y pueda ser utilizado, transportado o almacenado para más adelante (Suárez, 2020).	emplea técnicas y tecnologías para conservar la calidad, seguridad y el contenido nutricional del pescado y sus productos relacionados durante un período prolongado de tiempo (Apaza y Nina, 2022).	Vida útil del pescado	Tiempo		Razón
			Humedad	Humedad relativa (%)		Razón
			Temperatura	Temperatura de trabajo		Razón
Diseño de una cámara frigorífica	recinto con aislamiento térmico que se utiliza para retener materia y extraer su energía térmica. Este recinto está diseñado específicamente para conservar productos perecederos mediante la recirculación de aire frío (Manchego y Vera, 2020).	el objetivo principal es almacenar y mantener los artículos a una temperatura ideal para evitar cualquier pérdida de su valor comercial, Implica una descripción detallada de los elementos, procedimientos y estándares necesarios para construir y operar una instalación destinada a conservar mercancías a bajas temperaturas (Antonio, 2021).	Almacenamiento	Volumen		Razón
				Capacidad de carga		Razón
			Temperatura de conservación	Rango de temperatura		Razón
			Sistema de refrigeración	Eficiencia energética		Razón
				Capacidad de refrigeración		Razón

Anexo 02. Matriz de consistencia

Problema	Variables	Objetivos	Hipótesis	Metodología
	Variable independiente	Objetivo general	Hipótesis general	Tipo de investigación: Aplicada
	Diseño de una cámara frigorífica	Realizar el diseño de una cámara frigorífica con refrigerante R-600a para la conservación de pescado en la escuela de Procesos de la Industria Alimentaria y Productos Hidrobiológicos – SENATI.	El diseño de una cámara frigorífica usando refrigerante R-600a logra conservar el pescado en la escuela de Procesos de la Industria Alimentaria y Productos Hidrobiológicos – SENATI.	Diseño de investigación: No experimental
¿Cómo se puede conservar el pescado en la escuela de Procesos de la Industria Alimentaria y Productos Hidrobiológicos – SENATI?	Variable dependiente	Objetivos específicos	Hipótesis específicas	Población y muestra:
	Conservación de pescado	<p>Encontrar las condiciones específicas de refrigeración del pescado en la escuela de Procesos de la Industria Alimentaria y Productos Hidrobiológicos – SENATI</p> <p>Evaluar las dimensiones de la cámara frigorífica en función a la carga de pescado a refrigerar.</p> <p>Calcular los parámetros de termodinámica y carga de refrigeración de acuerdo a las condiciones iniciales del producto.</p> <p>Seleccionar los equipos adecuados para el refrigerante R-600a necesarios para la cámara frigorífica.</p>	<p>Las condiciones específicas de refrigeración del producto resultan ser las adecuadas para la escuela de Procesos de la Industria Alimentaria y Productos Hidrobiológicos – SENATI</p> <p>Se logra dimensionar la cámara frigorífica en función a la carga de pescado a refrigerar.</p> <p>Los parámetros de termodinámica y carga de refrigeración se calcularon de acuerdo a las condiciones iniciales del producto</p> <p>Los equipos fueron seleccionados adecuadamente para el refrigerante R-600a en el diseño de la cámara frigorífica</p>	<p>Técnicas e instrumentos de recolección de datos:</p> <p>T: Observación directa. I: Ficha de observación para ensayos</p> <hr/> <p>T: Entrevista I: Guía de entrevista.</p>

Anexo 03. Instrumento de recolección de datos, validez y confiabilidad

“Guía de entrevista”



USP
UNIVERSIDAD SAN PEDRO

Ficha de registro de características del sistema de conservación de pescado

UBICACIÓN			
Nombre de la empresa:	Servicio nacional de adiestramiento en trabajo industrial - SENATI		
Distrito:	Nuevo Chimbote		
Provincia:	Ancash		
DATOS GENERALES			
Nombres y apellidos del investigador:	Victor Hugo Lara Duran Yrvi Jair Leyva Valverde		
Nombres y apellidos del trabajador entrevistado:	Rosario Aidely Llanos Capa		
Cargo del trabajador en la empresa:	Instructor(a) – Procesos de la Industria Alimentaria y Productos Hidrobiológicos		
Ítem	Pregunta	Respuesta	Observaciones
1	¿Cuál es el sistema usado actualmente para la conservación de pescado?	Se usa por el momento con una congeladora	No existe dichos sistemas de conservación
2	¿Cómo es el funcionamiento del sistema de conservación de pescado?	En este caso llega el producto del mercado, luego pasa por un lavado con agua a 4°C, procediendo al congelado a una temperatura inferior a -18°C	No existe
3	¿En qué condiciones se encuentra el pescado en la escuela de Procesos de la Industria Alimentaria y Productos Hidrobiológicos?	Por las dimensiones de la congeladora, el pescado en poca cantidad se puede conservar	Solo se trabaja con pescado del día durante sesión de práctica
4	¿Qué parámetros cree usted se deben de considerar para el	Temperatura Tipo de pescado, espacio	Precaución con sistemas de drenaje

	diseño de una cámara frigorífica para la conservación de pescado?	establecido para instalar cámara	
5	¿Cuál es la máxima capacidad de pescado que han logrado conservar en un día?	5-8 kg	Exceso en costo debido a la compra continua por putrefacción.
6	¿Cuánta temperatura aproximadamente necesitan para conservar el pescado?	A -18 °C o inferior, para una duración: 3 a 12 meses, dependiendo del tipo de pescado.	A temperaturas de -18 °C o más bajas, la actividad bacteriana y enzimática se detiene, lo que prolonga la vida útil.

UNIVERSIDAD SAN PEDRO

PROGRAMA DE INGENIERIA MECÁNICA ELÉCTRICA

VALIDEZ DE INSTRUMENTOS POR JUICIO DE EXPERTOS

I.- Información General:

Nombres y apellidos del validador: Juan Bernardo Reyes Susano
 Fecha: 14/10/2024 Especialidad: Ing. Mecánico Electricista
 Nombre del instrumento evaluado: **entrevista acerca del diseño de una cámara frigorífica**
 Autor del instrumento: Victor Hugo Lara Duran
 Yrvi Jair Leyva Valverde

Teniendo como base los criterios que a continuación se presenta, requerimos su opinión sobre el instrumento de la investigación titulada:

“Diseño de una cámara frigorífica con refrigerante r-600a enfocado a la conservación de pescado en la Escuela de procesos de la industria alimentaria y productos hidrobiológicos - SENATI”

El cual debe calificar con una valoración correspondiente a su opinión respecto a cada criterio formulado.

II.- Aspectos a evaluar: (Calificación cuantitativa)

Indicadores de evaluación del instrumento	Criterios cualitativos - cuantitativos	Deficiente	Regular	Bueno	Muy Bueno	Excelente
		0	0.5	1.0	1.5	2.0
Suficiencia	La pregunta pertenece a la dimensión y basta para obtener información de esta			x		
Claridad	La pregunta se comprende fácilmente, es decir, su sintáctica y semántica son adecuadas				x	
Propósito	Las estrategias responden al propósito del estudio?				x	
Coherencia	La pregunta tiene relación lógica con el indicador que está midiendo				x	
Conveniencia	La pregunta es esencial e importante, es decir, debe ser incluido					x
Sumatoria parcial		0	0	1	4.5	2
Sumatoria Total		7.5 (Siendo el puntaje máximo posible 20)				

Aporte y/o sugerencias para mejorar el instrumento

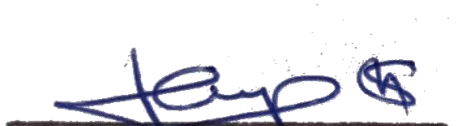
III.- Calificación global: Ubicar el coeficiente de validez obtenido en el intervalo respectivo y escriba sobre el espacio el resultado.

Coeficiente de Validez

Criterios de evaluación	Valorización Cuantitativa	Valorización Cualitativa	Opinión de aplicabilidad
	de 6 a 10	Aprobado	Válido - Aplicar
	de 4 a 5	Observado	No Válido - Subsananar
	de 0 a 3	Rechazado	No Válido - Replantear

Nota: el instrumento podrá ser considerado a partir de una calificación aceptable.

Valorización cuantitativa 8, aprobado, válido – aplicar.



Ing. CIP. REYES SUSANO JUAN BERNARDO
ING. MECANICO ELECTRICISTA
Reg. Colegio de Ingenieros N° 78506

Firma del Experto

Juan Bernardo Susano Reyes
Grado Académico: MAGISTER EN EDUCACION CON MENCIÓN EN DOCENCIA
UNIVERSITARIA Y GESTIÓN EDUCATIVA

DNI. 32772978

UNIVERSIDAD SAN PEDRO

PROGRAMA DE INGENIERIA MECÁNICA ELÉCTRICA VALIDEZ DE INSTRUMENTOS POR JUICIO DE EXPERTOS

I.- Información General:

Nombres y apellidos del validador: Joseph Gerald Ibañez Echevarria
Fecha: 21/10/2024 Especialidad: Ingeniería Naval
Nombre del instrumento evaluado: **entrevista acerca del diseño de una cámara frigorífica**
Autor del instrumento: Victor Hugo Lara Duran
Yrvi Jair Leyva Valverde
Teniendo como base los criterios que a continuación se presenta, requerimos su opinión sobre el instrumento de la investigación titulada:

“Diseño de una cámara frigorífica con refrigerante r-600a enfocado a la conservación de pescado en la Escuela de procesos de la industria alimentaria y productos hidrobiológicos - SENATI”

El cual debe calificar con una valoración correspondiente a su opinión respecto a cada criterio formulado.

II.- Aspectos a evaluar: (Calificación cuantitativa)

Indicadores de evaluación del instrumento	Criterios cualitativos - cuantitativos	Deficiente	Regular	Bueno	Muy Bueno	Excelente
		0	0.5	1.0	1.5	2.0
Suficiencia	La pregunta pertenece a la dimensión y basta para obtener información de esta			x		
Claridad	La pregunta se comprende fácilmente, es decir, su sintáctica y semántica son adecuadas				x	
Propósito	Las estrategias responden al propósito del estudio?				x	
Coherencia	La pregunta tiene relación lógica con el indicador que está midiendo				x	
Conveniencia	La pregunta es esencial e importante, es decir, debe ser incluido					x
Sumatoria parcial		0	0	1	4.5	2
Sumatoria Total		7.5 (Siendo el puntaje máximo posible 20)				

Aporte y/o sugerencias para mejorar el instrumento

En la pregunta 03 debe ser más específico, la palabra “condiciones” es muy genérico.

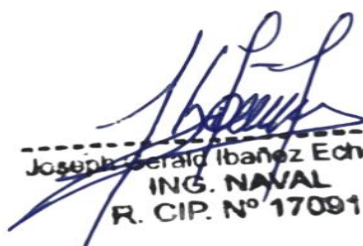
III.- Calificación global: Ubicar el coeficiente de validez obtenido en el intervalo respectivo y escriba sobre el espacio el resultado.

Coeficiente de Validez

Criterios de evaluación	Valorización Cuantitativa	Valorización Cualitativa	Opinión de aplicabilidad
	de 6 a 10	Aprobado	Válido - Aplicar
	de 4 a 5	Observado	No Válido - Subsananar
	de 0 a 3	Rechazado	No Válido - Replantear

Nota: el instrumento podrá ser considerado a partir de una calificación aceptable.

Valorización cuantitativa 6, aprobado, válido – aplicar.



Joseph Gerald Ibañez Echevarria
ING. NAVAL
R. CIP. N° 170911

Firma del Experto

Joseph Gerald Ibañez Echevarria

Grado Académico: Magister en Administración estratégica de Empresas – MBA

DNI. 41433872

UNIVERSIDAD SAN PEDRO

PROGRAMA DE INGENIERIA MECÁNICA ELÉCTRICA VALIDEZ DE INSTRUMENTOS POR JUICIO DE EXPERTOS

I.- Información General:

Nombres y apellidos del validador: Prada Javier Hans Wellington
Fecha: 12/11/2024 Especialidad: Ingeniería de Sistemas
Nombre del instrumento evaluado: **entrevista acerca del diseño de una cámara frigorífica**
Autor del instrumento: Victor Hugo Lara Duran
Yrvi Jair Leyva Valverde
Teniendo como base los criterios que a continuación se presenta, requerimos su opinión sobre el instrumento de la investigación titulada:

“Diseño de una cámara frigorífica con refrigerante r-600a enfocado a la conservación de pescado en la Escuela de procesos de la industria alimentaria y productos hidrobiológicos - SENATI”

El cual debe calificar con una valoración correspondiente a su opinión respecto a cada criterio formulado.

II.- Aspectos a evaluar: (Calificación cuantitativa)

Indicadores de evaluación del instrumento	Criterios cualitativos - cuantitativos	Deficiente	Regular	Bueno	Muy Bueno	Excelente
		0	0.5	1.0	1.5	2.0
Suficiencia	La pregunta pertenece a la dimensión y basta para obtener información de esta			x		
Claridad	La pregunta se comprende fácilmente, es decir, su sintáctica y semántica son adecuadas				x	
Propósito	Las estrategias responden al propósito del estudio?				x	
Coherencia	La pregunta tiene relación lógica con el indicador que está midiendo				x	
Conveniencia	La pregunta es esencial e importante, es decir, debe ser incluido					x
Sumatoria parcial		0	0	1	4.5	2
Sumatoria Total		7.5 (Siendo el puntaje máximo posible 20)				

Aporte y/o sugerencias para mejorar el instrumento

Mejorar algunas preguntas como:

- 1) ¿Qué sistema(s) utiliza actualmente para la conservación de pescado (refrigeración, congelación, salado, etc.)?
- 5) ¿Cuál es la máxima capacidad de almacenamiento para conservar de pescado que han logrado manejar en un día?
- 6) ¿Qué rango de temperatura se requiere generalmente para conservar el pescado en condiciones óptimas?

III.- Calificación global: Ubicar el coeficiente de validez obtenido en el intervalo respectivo y escriba sobre el espacio el resultado.

Coeficiente de Validez

Criterios de evaluación	Valorización Cuantitativa	Valorización Cualitativa	Opinión de aplicabilidad
	de 6 a 10	Aprobado	Válido - Aplicar
	de 4 a 5	Observado	No Válido - Subsananar
	de 0 a 3	Rechazado	No Válido - Replantear

Nota: el instrumento podrá ser considerado a partir de una calificación aceptable.

Valorización cuantitativa 7, aprobado, válido – aplicar.



Firma del Experto

Prada Javier Hans Wellington

Grado Académico: Magister en Administración de Empresas

DNI. 70437635

Tabla 18*Tareas de los investigadores*

Actividades	Responsable
1. Revisión bibliográfica de proyectos similares	
2. Elaboración del proyecto de investigación	
3. Elaborar los instrumentos de recolección de datos	
4. Aplicación de los instrumentos de recolección de datos	
5. Inspección y diagnóstico situacional del sistema de refrigeración	
6. Entrevista al personal técnico y supervisor del área de refrigeración	Leyva Valverde, Yrvi Jair Victor Hugo Lara Duran
7. Procesamiento de datos	
8. Elaboración de resultados	
9. Cálculos de ingeniería	
10. Elaboración del análisis y discusión	
11. Elaboración de las conclusiones y recomendaciones	
12. Elaboración del informe final	
13. Defensa del informe final	

Anexo 05. Guía de Observación

Ítem	Parámetro	Descripción	Observación
Características técnicas del sistema actual de refrigeración			
01	Volumen de la masa		
02	Peso máximo	1 TON	
03	Rango de temperatura	-18 °C	
Características de la calidad del pescado conservado			
04	Calidad sensorial	Variable debido a la manipulación	
Características del ambiente			
05	Espacio disponible		
	18 m ²		

Anexo 06. Cronograma

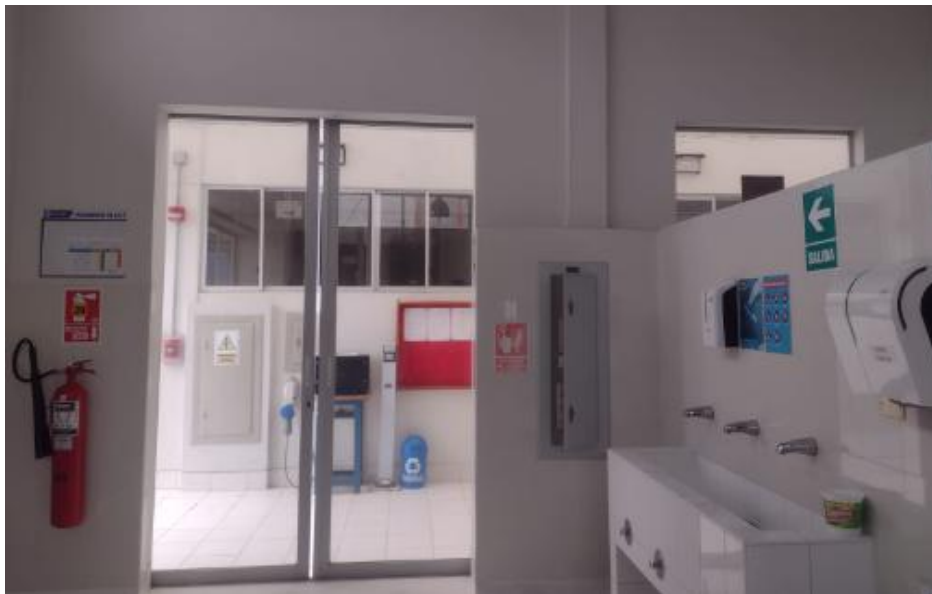
Tabla 19

Cronograma de actividades

ACTIVIDADES	AÑO 2024			
	abril	mayo	junio	julio
Elaboración del proyecto de investigación	X			
Elaborar los instrumentos de recolección de datos		X		
Aplicación de los instrumentos de recolección de datos		X		
Procesamiento de datos			X	
Elaboración de resultados			X	
Elaboración del análisis y discusión			X	
Elaboración de las conclusiones y recomendaciones				X
Elaboración del informe final				X
Defensa del informe final				X

Anexo 07

Puerta Entrada al Establecimiento



Anexo 08.

Interior de Laboratorio de Industrias Alimentarias



Anexo 09
Ventilación y Luminaria



Anexo 10
Vista Lateral del Establecimiento



Anexo 11

Vista de Angulo Nadir



Anexo 12

Vista Externa del Establecimiento



Anexo 13
Objetos de utilidad



Anexo 14
Foto General del Establecimiento



Anexo 15
Foto de toma Cenital



Anexo 16
Escalera Industrial a utilizar



Anexo 17

Coefficientes térmicos de materiales

	Material	λ	ρ	Cp	a	b
		W/mK	kg/m ³	J/kgK	m ² /s	J/m ² K's
1	Poliuretano	0,026	30	1400	6,19E-7	3,30E+1
2	Aire	0,026	1,223	1063	2,02E-5	5,85E+0
3	Poliestireno	0,035	50	1675	4,18E-7	5,41E+1
4	Espuma fenólica	0,038	30	1400	9,05E-7	3,99E+1
5	Lana de vidrio	0,041	200	656	3,13E-7	7,33E+1
6	Corcho comprimido	0,085	540	2000	7,87E-8	3,03E+2
7	Mortero de cemento	0,090	1920	669	7,01E-8	3,40E+2
8	Madera de construcción	0,130	630	1360	1,52E-7	3,34E+2
9	Madera de pino	0,148	640	2512	9,19E-8	4,87E+2
10	Madera pesada	0,200	700	1250	2,29E-7	4,18E+2
11	Concreto celular	0,220	600	880	4,17E-7	3,41E+2
12	Tierra con paja	0,300	400	900	8,33E-7	3,29E+2
13	Concreto celular	0,330	800	880	4,69E-7	4,82E+2
14	Yeso	0,488	1440	837	4,05E-7	7,67E+2
15	Mortero cemento/arena	0,530	1570	1000	3,38E-7	9,12E+2
16	Agua	0,582	1000	4187	1,39E-7	1,56E+3
17	Ladrillos de arcilla	0,814	1800	921	4,91E-7	1,16E+3
18	Tierra muro portante	0,850	2000	900	4,72E-7	1,24E+3
19	Vidrio plano	1,160	2490	830	5,61E-7	1,55E+3
20	Arcilla	1,279	1460	879	9,97E-7	1,28E+3
21	Piedra arenisca	1,300	2000	712	9,13E-7	1,36E+3
22	Concreto pesado	1,750	2300	920	8,27E-7	1,92E+3
23	Piedra	1,861	2250	712	1,16E-6	1,73E+3
24	Mármol	2,900	2590	800	1,40E-6	2,45E+3
25	Granito	3,500	2500	754	1,86E-6	2,57E+3
26	Acero	50	7800	512	1,25E-5	1,41E+4
27	Aluminio	160	2800	896	6,38E-5	2,00E+4
28	Cobre	389	8900	385	1,13E-4	3,65E+4
	Máx	389,000	8900	4187	1,13E-4	3,65E+4
	Mín	0,026	1	385	7,01E-8	5,85E+0
	Rango	388,974	8899	3802	1,13E-4	3,65E+4

DECLARACIÓN JURADA DE AUTENCIDAD Y AUTORIA

Yo Leyva Valverde Yrvi Jair, bachiller de la escuela profesional de Ingeniería Mecánica Eléctrica de la Universidad San Pedro, sede Chimbote, identificado con DNI N° 45795673, con el proyecto de tesis “Diseño de una cámara frigorífica con refrigerante r-600a enfocado a la conservación de pescado en la Escuela de procesos de la industria alimentaria y productos hidrobiológicos – SENATI Chimbote”

Declaro bajo juramento que:

1. El trabajo de investigación es de mi autoría.
2. He respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas. Por tanto, el trabajo de investigación no ha sido plagiada total ni parcialmente.
3. El trabajo de investigación no ha sido auto plagiado; es decir, no ha sido Publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
4. Los datos que se evaluarán corresponden a información autorizada por la institución SENATI

Chimbote 03, de Julio del 2024



Leyva Valverde Yrvi Jair

DNI: 45795673

DECLARACIÓN JURADA DE AUTENCIDAD Y AUTORIA

Yo Lara Duran Victor Hugo, bachiller de la escuela profesional de Ingeniería Mecánica Eléctrica de la Universidad San Pedro, sede Chimbote, identificado con DNI N° 42761498, con el proyecto de tesis “Diseño de una cámara frigorífica con refrigerante r-600a enfocado a la conservación de pescado en la Escuela de procesos de la industria alimentaria y productos hidrobiológicos – SENATI Chimbote”

Declaro bajo juramento que:

1. El trabajo de investigación es de mi autoría.
2. He respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas. Por tanto, el trabajo de investigación no ha sido plagiado total ni parcialmente.
3. El trabajo de investigación no ha sido auto plagiado; es decir, no ha sido Publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
4. Los datos que se evaluarán corresponden a información autorizada por la institución SENATI

Chimbote 03, de Julio del 2024



Lara Duran Victor Hugo

DNI: 42761498

REPOSITORIO INSTITUCIONAL DIGITAL

FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN PARA LA PUBLICACIÓN DE DOCUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

1. Información del Autor			
LARA DURAN VICTOR HUGO		42761498	1111100079@usanpedro.edu.pe
Apellidos y Nombres		DNI	Correo Electrónico
2. Tipo de Documento de Investigación			
<input checked="" type="checkbox"/>	Tesis	<input type="checkbox"/>	Trabajo de Suficiencia Profesional
<input type="checkbox"/>	Trabajo Académico	<input type="checkbox"/>	Trabajo de Investigación
3. Grado Académico o Título Profesional ¹			
<input type="checkbox"/>	Bachiller	<input checked="" type="checkbox"/>	Título Profesional
<input type="checkbox"/>	Título Segunda Especialidad	<input type="checkbox"/>	Maestría
<input type="checkbox"/>	Doctorado		
4. Título del Documento de Investigación			
"Diseño de una cámara frigorífica con refrigerante r-600a enfocado a la conservación de pescado en la Escuela de procesos de la industria alimentaria y productos hidrobiológicos - SENATI Chimbote, 2024"			
5. Programa Académico			
INGENIERIA MECÁNICA ELÉCTRICA			
6. Tipo de Acceso al Documento			
<input checked="" type="checkbox"/>	Abierto o Público ² (info.eu-repo/semantics/openAccess)	<input type="checkbox"/>	Acceso restringido ⁴ (info.eu-repo/semantics/restrictedAccess) (**)
(*) En caso de restringido sustentar motivo			

A. Originalidad del Archivo Digital

Por el presente dejo constancia que el archivo digital que entrego a la Universidad, es la versión final del trabajo de investigación sustentado y aprobado por el Jurado Evaluador y forma parte del proceso que conduce a obtener el grado académico o título profesional.

B. Otorgamiento de una licencia CREATIVE COMMONS

El autor, por medio de este documento, autoriza a la Universidad, publicar su trabajo de investigación en formato digital en el Repositorio Institucional Digital, al cual se podrá acceder, preservar y difundir de forma libre y gratuita, de manera íntegra a todo el documento.




Firma

Lugar	Día	Mes	Año
Chimbote	24	04	2025

Importante

- Según Resolución de Consejo Directivo N°033-2018-SUNEDU-CD, Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar Grados Académicos y Títulos Profesionales, Art. 8, inciso 8.2
- Ley N° 29335 Ley que regula el Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto y D.S. 030-2015-PCM
- Si el autor eligió el tipo de acceso abierto o público, otorga a la Universidad San Pedro una licencia no exclusiva, para que se pueda hacer arraglos de forma en la obra y difundir en el Repositorio Institucional Digital. Respetando siempre los Derechos de Autor y Propiedad Intelectual de acuerdo y en el Marco de la Ley 822.
- En caso de que el autor elija la segunda opción, únicamente se publicará los datos del autor y resumen de la obra, de acuerdo a la directiva N° 004-2016-CONCYTEC-DEGC (Numeradas 5.2 y 6.7) que norma el funcionamiento del Repositorio Nacional Digital
- Las licencias Creative Commons (CC) es una organización internacional sin fines de lucro que pone a disposición de los autores un conjunto de licencias flexibles y de herramientas tecnológicas que facilitan la difusión de información, recursos educativos, obras artísticas y científicas, entre otros. Estas licencias también garantizan que el autor obtenga el crédito por su obra.
- Según el inciso 12.2 del artículo 12° del Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales -RENATI "Las universidades, instituciones y escuelas de educación superior tienen como obligación registrar todos los trabajos de investigación y proyectos, incluyendo los metadatos en sus repositorios institucionales precisando si son de acceso abierto o restringido, los cuales serán posteriormente recolectados por el Repositorio Digital RENATI, a través del Repositorio ALCIA".

Nota: - En caso de falsedad en los datos, se procederá de acuerdo a ley (Ley 27444, art. 32, núm. 32.3)

Diseño de una cámara frigorífica con refrigerante r-600a enfocado a la conservación de pescado en la Escuela de procesos de la industria alimentaria y productos hidrobiológicos – SENATI Chimbote, 2024

INFORME DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.untels.edu.pe Fuente de Internet	2%
2	hdl.handle.net Fuente de Internet	2%
3	Submitted to Pontificia Universidad Catolica del Peru Trabajo del estudiante	2%
4	repositorio.umsa.bo Fuente de Internet	2%
5	Submitted to Universidad Privada San Pedro Trabajo del estudiante	1%
6	repositorio.uns.edu.pe Fuente de Internet	1%
7	Submitted to Universidad Señor de Sipan Trabajo del estudiante	1%

dspace.esPOCH.edu.ec

8	Fuente de Internet	<1 %
9	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
10	repositorio.unac.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
11	documents.mx Fuente de Internet	<1 %
12	Submitted to Instituto Superior de Artes, Ciencias y Comunicación IACC Trabajo del estudiante	<1 %
13	repositorio.espe.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
14	repositorio.utc.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
15	www.0grados.com Fuente de Internet	<1 %
16	www.slideshare.net Fuente de Internet	<1 %
17	repositorio.usanpedro.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
18	www.coursehero.com Fuente de Internet	<1 %
19	www.scielo.org.pe Fuente de Internet	<1 %

		<1 %
20	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	<1 %
21	Submitted to Universidad Internacional del Ecuador Trabajo del estudiante	<1 %
22	refrigeracioncusco.blogspot.com Fuente de Internet	<1 %
23	www.sofrisur.cl Fuente de Internet	<1 %
24	pensandosobreeduccion.wordpress.com Fuente de Internet	<1 %
25	Submitted to unj Trabajo del estudiante	<1 %
26	docplayer.es Fuente de Internet	<1 %
27	periodico.morelos.gob.mx Fuente de Internet	<1 %
28	tormenta.net Fuente de Internet	<1 %
29	www.manualzz.com Fuente de Internet	<1 %
30	dokumen.pub Fuente de Internet	

		<1 %
31	dspace.unitru.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
32	manualzz.com Fuente de Internet	<1 %
33	prezi.com Fuente de Internet	<1 %
34	repositorio.urp.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
35	repositoriotec.tec.ac.cr Fuente de Internet	<1 %
36	upc.aws.openrepository.com Fuente de Internet	<1 %
37	www.alliedelec.com Fuente de Internet	<1 %
38	www.gates.com.mx Fuente de Internet	<1 %
39	www.hermanossalas.com Fuente de Internet	<1 %
40	www.iq.uva.es Fuente de Internet	<1 %
41	idoc.pub Fuente de Internet	<1 %

42	repositorio.unfv.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
43	repositorioacademico.upc.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
44	repository.unipiloto.edu.co Fuente de Internet	<1 %
45	tesisymonografias.net Fuente de Internet	<1 %
46	www.cera.org.ar Fuente de Internet	<1 %
47	www.clubensayos.com Fuente de Internet	<1 %
48	www.cursosypostgrados.com Fuente de Internet	<1 %
49	www.globalfamilydoctor.com Fuente de Internet	<1 %
50	www.meridianbioscience.com Fuente de Internet	<1 %
51	www.repositorio.usac.edu.gt Fuente de Internet	<1 %
52	www.semanticscholar.org Fuente de Internet	<1 %

Excluir citas

Apagado

Excluir coincidencias < 6 words

Excluir bibliografía

Activo