



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

**Implementación de un intercambiador de calor de casco y tubo
para mejorar el tiempo de despacho en la empresa RCA
ATENCIO'S E.I.R.L.**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Mecánico Electricista**

AUTORES:

Atencio Maquera, Rony Kewin (orcid.org/0009-0009-6075-0384)
Esteba Mercado, Brandon Moises (orcid.org/0000-0002-1130-1867)

ASESOR:

Mg. Cuadros Camposano, Edwin Huber (orcid.org/0000-0001-6478-8130)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Modelamiento y Simulación de Sistemas Electromecánicos

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

TRUJILLO – PERÚ

2024

Dedicatoria

Esta tesis está dedicada a:

Quiero dedicarle no solo este trabajo sino toda una etapa de mi vida, la de estudios, a Dios, a mis padres y hermano, a quienes debo todo en esta vida; sin su amor, su apoyo y comprensión incondicional seguramente no hubiese podido cumplir este gran sueño y meta propuesta en mi vida y que me servirá como medio para cumplir todos los que aún faltan por cumplir.

A mi tía Julia, mi tío Angel, mi primo Marcos y a toda mi familia el cariño y apoyo incondicional que me han brindado.

A mi gran amigo y compañero de Tesis, Rony Atencio Maquera, por toda la paciencia y ayuda que me brindo, no solo en la elaboración de este trabajo, sino en todo el tiempo que nos hemos conocido.

A mis grandes amigos Daniel Arcata, Daniel Pilco, Rusbel Mamani, Alex Morales y Marcelo Castillo con quienes de una u otra forma nos ayudamos y apoyamos de forma incondicional en tan difícil y larga travesía como lo fue estudiar Ingeniería Mecánica Eléctrica.

A mi asesor el Mg. Edwin Cuadros Camposano quien han sido guía en este caminar a contribuir al desarrollo de este trabajo, quien con su conocimiento y experiencia en pro de formar no solo un excelente profesional sino un excelente ser humano que mostrara con orgullo todos los valores éticos y morales.

Está a sido una larga etapa de mi vida, que siempre recordare con gran alegría y algo de nostalgia. Llevare siempre en mi corazón todos aquellos momentos buenos y malos de la vida.

Agradecimiento

A dios por cuidarme, protegerme y acompañándome en todo momento, en dirigir mi camino durante toda mi etapa profesional el cual no ha sido nada fácil llegar a concretar mi objetivo.

Mi familia por depositar su confianza y creer en mis expectativas de poder llegar a concretar mi desarrollo profesional.

A mi asesor de la Universidad César Vallejo por sus buenas enseñanzas adquiridas dentro de la formación académica

Además, mi más sincero agradecimiento a la empresa que me abrió las puertas para poder realizar este trabajo a RCA ATENCIO´S E.I.R.L.

Y por último cada uno de mis compañeros de aula durante mi vida universitaria, por su compañerismo, amistad y por su apoyo incondicional para poder salir adelante con los trabajos encomendados por los docentes de cada asignatura.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, CUADROS CAMPOSANO EDWIN HUBER, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - TRUJILLO, asesor de Tesis titulada: "Implementación de un intercambiador de calor de casco y tubo para mejorar el tiempo de despacho en la empresa RCA ATENCIO'S E.I.R.L.

", cuyos autores son ESTEBA MERCADO BRANDON MOISES, ATENCIO MAQUERA RONY KEWIN, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 16.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

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

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

TRUJILLO, 03 de Abril del 2024

| Apellidos y Nombres del Asesor: | Firma |
|--|---|
| CUADROS CAMPOSANO EDWIN HUBER DNI: 09599387 ORCID: 0000-0001-6478-8130 | Firmado electrónicamente por: EHCUADROS el 30- 04-2024 16:20:29 |

Código documento Trilce: TRI - 0741401



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Originalidad de los Autores

Nosotros, ATENCIO MAQUERA RONY KEWIN, ESTEBA MERCADO BRANDON MOISES estudiantes de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - TRUJILLO, declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Implementación de un intercambiador de calor de casco y tubo para mejorar el tiempo de despacho en la empresa RCA ATENCIO'S E.I.R.L.

", es de nuestra autoría, por lo tanto, declaramos que la Tesis:

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

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

| Nombres y Apellidos | Firma |
|--|--|
| ESTEBA MERCADO BRANDON MOISES DNI: 70360253 ORCID: 0000-0002-1130-1867 | Firmado electrónicamente por: BMESTEBA el 18-06-2024 15:24:51 |
| ATENCIO MAQUERA RONY KEWIN DNI: 70216120 ORCID: 0009-0009-6075-0384 | Firmado electrónicamente por: RKATENCIO el 18-06-2024 12:50:31 |

Código documento Trilce: INV - 1629274

Índice de contenidos

| | |
|--|------|
| Carátula..... | i |
| Dedicatoria | ii |
| Agradecimiento | iii |
| Declaratoria de Autenticidad del Asesor | iv |
| Declaratoria de Originalidad de los Autores | v |
| Índice de contenidos | vi |
| Índice de tablas..... | vii |
| Índice de figuras | viii |
| Resumen | ix |
| Abstract | x |
| I. INTRODUCCIÓN..... | 1 |
| II. MARCO TEÓRICO..... | 4 |
| III. METODOLOGÍA..... | 13 |
| 3.1. Tipo y diseño de investigación | 13 |
| 3.2. Variable y operacionalización | 13 |
| 3.3. Población, muestra y muestreo..... | 13 |
| 3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos. | 14 |
| 3.5. Procedimientos. | 15 |
| 3.6. Métodos de análisis de datos..... | 16 |
| 3.7. Aspectos éticos..... | 16 |
| IV. RESULTADOS | 17 |
| V. DISCUSIÓN..... | 50 |
| VI. CONCLUSIONES..... | 55 |
| VII. RECOMENDACIONES..... | 58 |
| REFERENCIAS..... | 59 |
| ANEXOS | 64 |

Índice de tablas

| | |
|--|----|
| Tabla 1 Técnicas e instrumentos de recolección de datos..... | 15 |
| Tabla 2 Características principales. | 19 |
| Tabla 3 Tabla resumen de producción..... | 20 |
| Tabla 4 Selección morfológica | 23 |
| Tabla 5 Características del intercambiador de calor | 26 |
| Tabla 6 Prueba de despacho del mes de marzo del 2023..... | 35 |
| Tabla 7 Prueba de despacho del Mes de Junio del 2023..... | 36 |
| Tabla 8 Datos de despacho de hielo 20 toneladas de los días 18 y 19 de junio del 2023 | 37 |
| Tabla 9 Análisis por bancada en el despacho de 10 toneladas del día 19 de junio. | 38 |
| Tabla 10. Tabla después de la implementación..... | 39 |
| Tabla 11 Costo de la implementación..... | 41 |
| Tabla 12 Costo de mano de obra..... | 42 |
| Tabla 13 Costo de mantenimiento | 42 |
| Tabla 14 Costo del proyecto | 43 |
| Tabla 15 Costo de planilla de personal..... | 44 |
| Tabla 16 Costo total de la planilla de trabajadores | 45 |
| Tabla 17 Tabla de implementación de EPP´s..... | 45 |
| Tabla 18 Egresos totales. | 46 |
| Tabla 19 Ingresos totales..... | 47 |
| Tabla 20 Estado de egresos e ingresos..... | 48 |
| Tabla 21 Flujo de caja..... | 48 |
| Tabla 22 Indicadores económicos. | 49 |

Índice de figuras

| | |
|---|-----------|
| <i>Figura 1 Ubicación en Google Maps.</i> | <i>17</i> |
| <i>Figura 2 Foto interna de la planta.....</i> | <i>18</i> |
| <i>Figura 3 Distribución de componentes de la planta.....</i> | <i>18</i> |
| <i>Figura 4 Variables del intercambiador.</i> | <i>21</i> |
| <i>Figura 5 Ubicación del intercambiador de calor</i> | <i>22</i> |
| <i>Figura 6 Intercambiador de calor de tubos y corazas.....</i> | <i>26</i> |
| <i>Figura 7 Componentes de un sistema de refrigeración.....</i> | <i>27</i> |
| <i>Figura 8 Diagrama T-s del ciclo real de compresión de vapor.....</i> | <i>28</i> |
| <i>Figura 9 Componentes de un intercambiador de calor de carcasa y tubos.....</i> | <i>32</i> |
| <i>Figura 10 Esquema de la zona de despacho de hielo.....</i> | <i>39</i> |

Resumen

La Hielera RCA ATENCIO'S enfrenta nuevos desafíos al operar al 88% de su capacidad, motivando la implementación de un intercambiador de calor en la empresa. Justificándose en la necesidad de optimizar el proceso de despacho del producto y mantener altos estándares de calidad. Su objetivo principal es implementar un intercambiador de calor tipo de casco y tubo para disminuir los tiempos de despacho, la metodología empleada es tipo explicativa de diseño cuantitativo experimental obteniendo resultados contables y logrando modificar el objetivo del estudio permitiéndose en teorías estudiadas durante el desarrollo de toda la carrera. Los resultados obtenidos revelan mejoras significativas; durante los meses del 2023, se redujo el tiempo de despacho en un 12%, la evaluación por bancada muestra una disminución de 2 a 3 °C, indicando un eficaz uso del calor residual con la implementación, se alcanzó una disminución de los tiempos de despacho, la cual concuerda con Palomino (2021) quien tuvo casos exitosos de implementación y añadió el plan de mantenimiento como mejora continua. En conclusión, la implementación del intercambiador posiciona a la empresa como entidad eficiente, competitiva y sostenible en el mercado de producción de hielo.

Palabras clave: Hielera, eficiencia, sostenibilidad, producción, intercambiador de calor.

Abstract

The RCA ATENCIO'S Ice Box faces new challenges by operating at 88% of its capacity, motivating the implementation of a heat exchanger in the company. Justified by the need to optimize the product dispatch process and maintain high quality standards. Its main objective is to implement a shell and tube type heat exchanger to reduce delivery times, the methodology used is an explanatory type of experimental quantitative design, obtaining accounting results and managing to modify the objective of the study, allowing for theories studied during the development of the entire the race. The results obtained reveal significant improvements; During the months of 2023, the dispatch time was reduced by 12%, the evaluation by bench shows a decrease of 2 to 3 °C, indicating an effective use of residual heat with the implementation, a reduction in delivery times was achieved. dispatch. The discussion when implementing the heat exchanger is a strategic point that agrees with Palomino (2021) who had successful implementation cases and added the maintenance plan as continuous improvement. In conclusion, the implementation of the exchanger positions the company as an efficient, competitive and sustainable entity in the ice production market.

Keywords: Ice box, efficiency, sustainability, production, heat exchanger.

I. INTRODUCCIÓN

Todos los elementos como son los intercambiadores de calor se consideran equipos muy relevantes en la industria, esto debido a que existe una mayor necesidad de poder lograr el ahorro energía y de poder disponer de equipos óptimos que no solo funcionen en análisis térmicos siendo concerniente a su rendimiento económico en la instalación, es por ello que la función de diversos factores como es el aprovechamiento energético del sistema y de su disponibilidad, de la cantidad de energía necesaria para poder cumplir su determinada función, existiendo diversos tipos de intercambiadores de calor que son ofrecidos en diferentes naciones (Cabanzón, 2019).

Actualmente la conservación de recursos y la disminución de contaminantes ambientales son temas de interés mundial, en esta iniciativa el sector industrial juega un papel importante para lograr reducir este problema y es así que la investigación es dirigida en el mejoramiento del ahorro energético y de la reducción de contaminantes que se generan en sus procesos e instalaciones fundamentales y para cumplir esta iniciativa todo enfoque de los equipos tienen que ser relevantes en el aprovechamiento energético (TUBULAR EXCHANGER MANUFACTURERS T., 2017).

La industria que produce bloques de hielo, es una industria que se encuentra en constante crecimiento, es por ello que viene siendo muy relevante en las últimas décadas, ya que permite la conservación de alimentos y otros productos como medicamentos (Cordova, 2019); la mayor utilización del hielo en este medio es en la industria pesquera, es por ello que es un requerimiento fundamental a bordo de las pequeñas embarcaciones pesqueras siendo básico desde la captura hasta el desembarco del pescado, esto logra evitar que dicha especie se descomponga (Salazar, 2019). En otro estudio, indicaron que encontraron organizaciones que no aprovechan el calor generado en diversos procesos, esto debido a que los intercambiadores de calor con los que cuentan no tienen un aislamiento térmico adecuado y esto genera que se pierda calor al ambiente a través de la radiación, conducción y convección, es así que la selección del aislamiento adecuado mejorará el proceso de transmisión y reduciendo el consumo innecesario de combustible contribuyendo a las medidas de seguridad logrando evitar las

quemaduras que se puedan originar durante el contacto o manipulación por parte del personal operario del intercambiador de calor (Cajillema, 2020).

La empresa RCA Atenció's Perú E.I.R.L fue fundada en el año 2022, en la ciudad de Ilo, departamento de Moquegua, conformado por un área de refrigeración industrial y despacho de hielo para el almacenaje de los recursos hidrobiológicos u otros fines. En temporada de verano en la provincia de Ilo existe una gran demanda de hielo por parte de empresas dedicadas al transporte de recursos hidrobiológicos, a los principales terminales pesqueros del país, siendo primordial el recurso sólido para el almacenaje de productos hidrobiológicos.

La empresa cuenta con un ciclo de congelamiento, considerando que el proceso de hielo dura 24 horas para llegar a temperatura ideal donde el hielo esté compacto, que al momento de desmoldar la empresa emplea agua a temperatura ambiente es decir unos 18°C y 20°C, para poder desprender el hielo compacto de su molde, mediante este proceso se visualizó que el agua a temperatura ambiente también se llega a congelar, esto mediante pruebas realizadas en campo donde se logró tomar temperatura y obtener datos con los que se llega a dar esta afirmación, es por ello que causa un retraso en el despacho de hielo a la cámara de almacenaje, así como las cámaras frigoríficas en tiempo de demanda.

Es la empresa fabricante de hielo para poder desmoldar el hielo del molde utilizan agua a una temperatura ambiente, este proceso demora un promedio de cinco (5) minutos sumergido y es por ello que al proceder a retirar el molde y el hielo del agua unos moldes se quedan aún impregnados ocasionando problemas para poder ser retirados y esto generando mayor retraso en la entrega de dicho producto y esto es provocado que la temperatura del agua que se utiliza es propensa a bajar de manera drástica y ocasionando que no se logre el objetivo de retirar dichos bloques de hielo de sus moldes. Por ello al proponer la implementación del intercambiador de calor se aprovechará el gas recalentado que son obtenidos del compresor para lograr transferir dicho calor al agua elevándose la temperatura entre 35°C, permitiendo facilitar el desmolde rápido de los bloques de hielo minimizando ese tiempo que se perdía durante dicho proceso de despacho, a su vez este elemento permitió que el ciclo de refrigeración mejore en el condensador ya que tiene un retorno de un gas enfriado y será aprovechado al máximo.

Es por ello, que se ha formulado el siguiente problema general ¿Al implementar un intercambiador de calor en cuanto mejora el tiempo de despacho en la empresa RCA ATENCIO´S E.I.R.L.?

La presente investigación tiene como justificación ambiental ya que se reutilizará el calor que se pierde en el sistema sin ser aprovechado para otro proceso como es el desmolde del hielo. La justificación teórica es la aplicación del conocimiento adquirido durante el curso de la carrera profesional como lo es la transferencia de calor y aplicarla en un equipo como es el intercambiador de calor que permita lograr un objetivo de mejora en la realidad.

Se podrá ver mediante este intercambiador de calor tipo casco y tubo el aprovechamiento del gas recalentado que proviene del compresor, como también ayudar en el ciclo de refrigeración en tal sentido que gracias al intercambiador se podrá desmoldar con facilidad los bloques de hielo, y también podrá ayudar en 30 % al condensador y continuar con el ciclo de refrigeración, nos permitirá mejorar el tiempo de despacho de hielo hacia el cuarto de frío y/o despacho directo hacia las cámaras frigoríficas.

El objetivo general para el desarrollo de nuestro proyecto de investigación es: Implementar un intercambiador de calor tipo casco y tubo para mejorar el tiempo de despacho de hielo en la empresa “RCA ATENCIO´S E.I.R.L.”.

Y por ello sus objetivos específicos son los siguientes: i) Evaluar la capacidad de despacho de bloques actualmente. li) Determinar el punto de acople del intercambiador en ciclo de refrigeración de la empresa RCA Atenció´s Perú E.I.R.L. iii) Implementación del intercambiador de calor tipo casco y tubo en el lugar ya determinado. Iv) Evaluación del tiempo de despacho para la implementación del intercambiador de calor tipo casco y tubo. v) Implementación de un intercambiador de calor de casco y tubo para mejorar el tiempo de despacho en la empresa RCA ATENCIO´S E.I.R.L.

Como hipótesis, la implementación de un intercambiador de calor tipo casco y tubo permitirá mejorar el tiempo de despacho de hielo en la empresa “RCA ATENCIO´S E.I.R.L.”

II. MARCO TEÓRICO

En este apartado, se redacta los antecedentes de estudio del contexto internacional y nacional relacionados a las variables a investigar, Zafar et al. (2022) analizaron la caracterización del rendimiento de un intercambiador de calor de carcasa y tubos alimentado por energía solar que utiliza MWCNT a base de agua, bajo un enfoque experimental, numérico y de inteligencia artificial. En sus resultados, la conductividad térmica termina utilizando MWCNT con fracción de volumen de 0.05% y 0.3% aumentó en 3.23% y 9.83% de 0.61 W / Mk para fluido base a 25 ° C a 0.63 W / Mk y 0.67 W / Mk respectivamente, donde la viscosidad de los nanos fluidos para MWCNT/DW se reduce en un 53,9% y un 54,7% en el mismo rango de temperatura para una carga de partículas de 0,05% y 0,3% de concentración. Llegaron a la conclusión, que el xcela numérica completado apoyado por el mapeo del rendimiento térmico con dos métodos de predicción: modelado CDF y ANN, usando nano fluido MWCNT/DW se construyó, probando una configuración experimental para el STHX.

Según Meza y Palomino (2021) desarrolló un sistema de trabajo que deriva de dos casos de éxito de implementación de la herramienta Mantenimiento Productivo Total, referidos al Lean Manufacturing y la estandarización del trabajo. En sus resultados, indicaron que se realizó 515 servicios de mantenimiento de los cuales fueron entregados dentro del plazo establecido, lo que indica un cumplimiento del 29.9%, lo que es bajo, asimismo que la reducción en los tiempos de la actividad de evaluación y mantenimiento, sumados con el incremento de la capacidad productiva, para el desarrollo de la implementación de TPM significó reducir el 15.3% del incumplimiento de las entregas en los plazos establecidos. Llegaron a la conclusión, que la sensibilización durante la implementación, permite la sensibilización para que desarrollen las actividades solicitadas sin necesidad de que se les obligue.

Según Colmenares et al. (2019) diseñaron un intercambiador de calor de tubo y coraza siguiendo la norma tema y el método LMTD, donde en un banco didáctico para pruebas de transferencia de calor en las unidades tecnológicas de Santander. En sus resultados, indicaron que la construcción del intercambiador de calor se tiene en consideración los cálculos del método LMTD, arrojando mediante el software denominado ASPEN ONE, asimismo que realizó el cambio del

intercambiador de calor de tubo y coraza del banco global de transferencia existente y donde se reemplazaría por el construido en el desarrollo del proyecto. Llegaron a la conclusión, que el estado total de la transferencia para poder realizar pruebas de laboratorio de transferencia de calor en la localidad ubicada y obteniendo de allí todos los parámetros iniciales posteriormente procediendo a la aplicación del método LMTD en el diseño del intercambiador construido.

Según Pérez y Ruiz (2018) implementaron un mantenimiento correctivo para la adecuación de un intercambiador de calor de placas destinado para el desarrollo de pruebas en la signatura de transferencia de calor, siendo un estudio experimental. En sus resultados, se refirió al desmontaje del intercambiador de calor que se ejecuta mediante una programación que se realiza reparaciones relacionadas con la limpieza y cambio de la instrumentación. Llegaron a la conclusión, indicando que al realizar el mantenimiento correctivo en el intercambiador de placas llega a cumplir con las condiciones más óptimas para el desarrollo de las prácticas que son establecidas por dicha institución, debido que las pruebas elaboradas la temperatura del equipo muestra un aproximado superior a los 60°C y siendo este valor la temperatura de ingreso.

Según Lasso (2021) diseñó y simuló un intercambiador de calor de tubo y coraza con una capacidad de 31 m³/h para disminuir la temperatura del agua hasta 16°C en la planta SIGMAPLAST, siendo un estudio de tipo aplicada con diseño experimental. En sus resultados, el valor que ha sido calculado del coeficiente total de transferencia a través del análisis matemático se obtuvo el valor de 7649.4554 W·m⁻²·k⁻¹ el cual ayudará para la obtención de una mayor razón de transferencia de calor presentada a través del agua que actúa como fluido de trabajo en el proceso de enfriamiento del agua que utiliza un intercambiador de calor de tubo y coraza. Llegó a la conclusión, que al implementar los intercambiadores de calor de tubo y coraza en la industria esto debido a que algunos factores son favorables y entre ellos tenemos a la facilidad de montaje y desmontaje de dicho diseño, se tiene de bajo costo de la construcción, la facilidad de ejecutar los mantenimientos y con una mayor eficiencia al momento de utilizar agua como fluido de trabajo.

Según Apunte (2020) realizó el diseño térmico de un intercambiador de calor crudo carga/diésel para la Refinería Lago Agrío, Bloque 56 de Petroamazonas EP, siendo un estudio de tipo aplicada con diseño experimental. En sus resultados demostró

que los efectos del precalentamiento generados por el intercambiador de calor IC-CC/D, el calor de la corriente proveniente del diésel se enfría de 198.6 °C hasta llegar a los 77.8 °C y después para lograr calentar la corriente fría del crudo es desde 29.9 °C a 60.9 °C, esto provocando una potencia calorífica que se aproxima a los 95.6 KW y con la finalidad de poder recuperar este calor sensible presente en la corriente de diésel durante el proceso de refinación. Llegó a la conclusión que la predicción de las propiedades térmica de los fluidos y de las fisicoquímicas deberán ser caracterizar también las corrientes de trabajo con datos obteniendo sus curvas de propiedades masivas en función de sus porcentajes tanto de temperatura como volumen líquido.

Pérez et al. (2020) realizaron el diseño térmico de un intercambiador de calor de tubo y coraza para el enfriamiento de metanol, siendo un estudio aplicado con diseño experimental. En sus resultados se obtuvieron que al diseñar el equipo se debe obtener un diámetro en la coraza que tenga unos treinta y nueve centímetros, a su vez también se tiene que el paso de los tubos es de un 2,54 centímetro, luego la cantidad de números de deflectores es de veinte seis, también presenta un espacio entre los deflectores de 18,6 centímetros, con la cantidad de tubos de ciento veinticuatro, también una superficie obtenida de 26,25 % (SSD) y al final una longitud deducida de 3,71 m (LC). Es por ello que las caídas de presión calculadas son 3,973 kPa para el agua y de 3,099 kPa para el metanol, respectivamente. Llegaron a la conclusión que demostrando que el equipo del intercambiador de calor de coraza y tubos que ha sido diseñada es perfecto para el servicio que ha sido diseñado y esto es que con respecto al SSD no logra superar un 40% y esto llega a cumplir que el $L_c < L_T$ y que el valor obtenido de las caídas de presión no logra superar la presión máxima permisible para ambas corrientes. Al finalizar el equipo que se ha diseñado se tiene un costo preliminar de USD \$42,800.

Según Chen, Surya, & Laxmidewi (2022) desarrollaron una investigación tradicional con respecto al diseño de un intercambiador de calor de carcasa y tubos (STHE), el cual permitiría minimizar los costos anuales totales pero sujeto a la caída de presión permitida. La investigación fue un estudio experimental debido que modificaron la realidad del objeto de estudio para comprobar y se obtuvieron los siguientes resultados que el índice de flexibilidad durante el proceso de optimizar

se puede lograr mejorar la operabilidad del diseño del STHE esto mediante el rango esperado de los factores de perturbación y de reducir los costos totales.

Venkata & Majethia (2022) en el presente trabajo se propone diseñar un nuevo STHE mediante el uso del algoritmo Rao y sus diferentes variantes, estos traerán la mejor solución para dicho problema con un mejor enfoque y más simplificado. Este algoritmo se destaca porque no requiere de ningún parámetro específico para poder trabajarlo dentro del algoritmo y es así que se puede aplicar fácilmente. La presente investigación tiene un estudio no experimental y de tipo aplicada. Los resultados obtenidos son que al aplicar los 4 casos de estudios en el algoritmo Rao – 1, Rao – 2, Rao – 3, SAMP Rao – 1, SAMP Rao – 2 y SAMP Rao – 3; se solucionaron mediante la aplicación de dos métodos los cuales son de Kern y Bell Delaware, se aplican para variables continuas y discretas. Es por ello que el total de problemas individuales que son seleccionados en el estudio es de 96 y dado que el método de Kern implica el uso de menos variables de diseño y a su vez de menos cálculos se requiere la evaluación de funciones, pero mediante la aplicación del método de Bell Delaware es más realista y complejo requiriendo mayor especificación y concluyendo que el desempeño del algoritmo se exhibe en la aplicación de 5 casos.

Dávila & Santa Cruz (2021), en su investigación donde tuvo como objetivo diseñar e implementar un módulo intercambiador de calor es contribuir al aprendizaje del manual de control y de dos posiciones con banda diferencial de un intercambiador de calor en el laboratorio de Ingeniería Electrónica de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. La investigación fue cuantitativa, de tipo aplicada, nivel explicativo y diseño no experimental. Donde se obtuvieron como resultados la construcción del intercambiador de calor tipo casco y tubo utilizando acero galvanizado, con medidas de clave de 185 mm de diámetro interno y 1163.60 mm de longitud. El arreglo triangular de 23 tubos de acero galvanizado de ½ pulgada, con una longitud total de 1182.65 mm, asegura una óptima transferencia de calor. El sistema, montado en una estructura metálica con aislamiento térmico, incluye una caldera eléctrica con resistencia de 5000 W se determinaron las características necesarias para calibrar el equipo, diseñando y seleccionando componentes de manera eficiente. Por lo que se concluyó en que, la implementación exitosa, con

una inversión de S/. 12,602.58, resultó en un equipo funcional y económico, promoviendo la mejora continua en el aprendizaje de los alumnos.

Liang, Vicentius, & Laxmidewi (2022) en la investigación donde el diseño del intercambiador de calor de carcasa y tubos STHE minimiza el costo anual total que está de alguna manera sujeta a la caída de la presión permitida en el sistema, aunque de vez en cuando es insuficiente cuando se tiene en cuenta las limitaciones del equipo y a su vez de los factores perturbadores. Una investigación aplicada y no experimental ya que solo toman datos de laboratorio y simulaciones. Los resultados obtenidos indican que el índice de flexibilidad durante el proceso de optimización se logra mejorar la operatividad del diseño del intercambiador de carcasa y tubo de bajo rango esperando los factores de perturbación y esto conlleva a la reducción total del costo.

Ciclo de refrigeración: Este ciclo consta de cuatro principales procesos que son la compresión, condensación, expansión y evaporación, dichos procesos tienen lugar respectivamente en el compresor, el condensador, la válvula de expansión y el evaporador. Por lo consiguiente, todos los sistemas de refrigeración se clasifican los sistemas de refrigeración por adsorción solar y absorción solar, dichos sistemas logran generar frío partiendo del calor, y es así como las propiedades de ciertas sustancias en retener ciertos componentes entre otros, como son las diferencias que radica en que para la absorción existe una mezcla entre los pares adsorbato-absorbente (Moreno, Bandarra, & Guevara, 2019).

El ciclo Carnot: Comprende en aquel proceso cíclico reversible el cual emplea un gas perfecto, debido que consigna dos transformaciones dos adiabáticas e isotérmicas, de tal forma parte del volumen de todos los vértices, de la presión, del calor, del trabajo y a su vez la variación de energía interna durante los procesos del calor absorbido y del calor cedido y por finalizar el rendimiento del ciclo (Chavez, 2019).

El compresor: Es una máquina térmica diseñada con el objetivo de poder incrementar la presión de algunos tipos de fluidos llamados compresibles, de los cuales tenemos por ejemplo a los gases y también los vapores, que se desarrolla en un intercambio de energía dentro de la máquina, así como se tiene el trabajo del fluido que realiza el compresor y se transfiere al fluido incrementando la presión e impulsando al fluir la energía cinética, similar en las bombas, a su vez el desplaza

fluidos que es trabajo del compresor, pero con la diferencia que las primeras son máquinas hidráulicas, dichas máquinas térmicas ya que emplean un fluido compresible, sufre un cambio apreciable a la densidad.

Válvulas de expansión: Es un dispositivo que permiten expandir un componente principal en los sistemas de refrigeración y aire acondicionado, manteniendo la capacidad de generar la caída de presión necesaria entre el condensador y el evaporador en el sistema de refrigeración y aire acondicionado, que mantienen la capacidad de generar la caída de presión necesaria entre el condensador y el evaporador en sistema.

Condensador: Se refiere a un elemento empleado en electricidad y también en la electrónica que posee dos terminales y son capaces de lograr almacenar energía eléctrica, y están formadas por dos superficies conductoras espaciadas por un aislante, esto permite que la cantidad de carga eléctrica que logra acumular es directamente proporcional al tamaño de las superficies e inversamente proporcional a la separación entre ellas.

El amoníaco: Es una sustancia química que es producida tanto por los seres humanos como en la naturaleza. Consta de una parte de nitrógeno (N) y tres partes de hidrógeno (H₃), debido a que la cantidad de amoníaco producida anualmente por los seres humanos es casi la misma que se produce anualmente por la naturaleza.

El calor latente: Es la cantidad de energía térmica que se necesita para lograr la fusión o evaporación de una unidad de masa de una sustancia a una temperatura constante. Se llama "latente" porque el calor no provoca un cambio en la temperatura de la sustancia, sino que cambia su fase, como es el caso cuando se derrite el hielo para formar agua líquida, se agrega calor para romper las fuerzas intermoleculares que mantienen los cristales de hielo juntos. La ley de enfriamiento de Newton puede modelarse con la ecuación general $Dt/dt = -k(T - T_a)$, cuyas soluciones son $T = T_a + Ce^{-kt}$ (para enfriamiento) y $T = T_a - Ce^{-kt}$ (para calentamiento).

Calor: Transferencia de energía térmica (es decir, de entropía y energía). Ocurre siempre desde un material caliente a uno más frío. La transferencia de calor puede cambiar la energía interna de los materiales (Gungor, Khanlari, Sozen, & Ibrahim, 2022).

La transferencia de calor: Es aquella ciencia en la cual transfiere el calor está relacionada con el motivo de la existencia del equipo del intercambiador de calor que se dan entre los cuerpos calientes y los de falta de calor (fríos) estos últimos denominados fuentes y también el receptor. Existen una cantidad de 3 diferentes formas las cuales el calor logra trasladarse desde la fuente hacia el receptor, y esto teniendo en cuenta que la ingeniería logra combinaciones de 2 o 3 de estas mismas pudiendo ser conducciones y en donde se comprende desde la transmisión de la energía calorífica de manera progresiva iniciando en la masa del cuerpo hacia el entorno que lo rodea, la convección es el movimiento que se logra producir en el seno de alguna masa ya sea gaseosa como líquida permitiendo el traslado del calor; por último la radiación es aquella transmisión del calor que se genera a través de ondas electromagnéticas entre cuerpos y con su alrededor y como ejemplo se tiene la radiación solar como llega a la tierra (Cuadrado, 2018, p.3).

La transferencia de calor por conducción: Comprende en un proceso donde el calor va a fluir desde un medio de alta temperatura hacia un medio de baja temperatura, todo ello ocurre dentro de un medio ya sea sólido, líquido o gaseoso, donde el intercambiador de calor tipo casco y tubo se suele ver esta transferencia de calor por conducción en la pared del tubo (Mario, 2020).

La transferencia de calor por convección: Es todo proceso en donde se transporta la energía mediante la acción combinada de la conducción del calor, y en donde se almacena la energía y el movimiento de la mezcla y en donde se va manteniendo una gran importancia como mecanismo de transferencia de energía entre una superficie sólida, líquido o gas. (Cabanzón, 2019).

El intercambiador de calor tipo casco y tubo: Indica que es un conjunto de tubos, que se encuentra dentro de una superficie cilíndrica y sus lados extremos estando fijos a superficie laminadas con perforaciones, en donde tendrá 2 entradas y 2 salidas, 1 entrada para el casco, 1 entrada para el conducto tubular, 1 salida de casco y 1 salida del conducto tubular. En la entrada para el conducto tubular será suministrado agua a temperatura ambiente es decir a unos 18 °C a 21°C temperatura promedio en la ciudad de Ilo que varía de acuerdo con la estación climatológica, por la entrada para el casco será suministrado gas recalentado saturado proveniente del compresor a una temperatura de 192°C que es equivalente a 12 bar.

Tubos de los intercambiadores: se basa en aquellos casos que se fabrican en las diversas variedades de materiales y se tiene algunos como el acero, el cobre, el latón, la aleación del cobre con el níquel, el aluminio, la aleación de aluminio con el bronce, del acero inoxidable, muchos más. El diámetros exterior de estos tubos se logran obtener dentro de las tolerancias dimensionales estrictas y también con los espesores de la pared determinada, que cuando el espaciado de los tubos y los orificios correspondientes no se puede ubicarse de manera muy cerca entre ellos, debido que esto provocaría la debilitación de la estructura de cada una de los cabezales de los espejos o tubos, esto dado que las distancias mínimas entre los dos orificios adyacentes se denominan de manera clara y las distancias entre centros de los tubos adyacentes son espaciados de cada tubo, estando ambas dimensiones casi siempre normalizadas (Rao & Saroj, 2017).

El casco del intercambiador: Están elaborados de tubo acerados los cuales cuentan con un espesor que se encuentra normalizado y determinado según el diámetro del casco que se requiere y es así como la presión de trabajo correspondiente, y donde están considerando el material más usado para poder realizar la construcción del casco es de un acero al carbono donde el diámetros interior es de veinticuatro pulgadas, esto se puede construir de una tubería comercial, y por más del diámetro seleccionado el casco se fabricaría con planchas de acero enrolladas y electrosoldadas (Venkata & Majethia, 2022). Es así que en los extremos se sueldan las brisas las cuales llevarán las cajas de distribución y a su vez las tapas de estas, es así que las toberas son soldadas o no en las toberas de salidas y entradas añadiéndoles una placa de refuerzo según la presión corresponda al servicio, también la redondez existente en el caso se tiene que fijar un diámetro máximo de deflector y esto basado en el efecto de fuga que ocurre entre el casco y deflector (Vicente, y otros, 2016).

Los deflectores: Son los que permiten lograr que los coeficientes que interactúan en la transmisión de calor sean de mayor valor cuando el valor del fluido logra mantener un estado de turbulencia y es donde permite inducir la turbulencia ubicada fuera del espacio de las tuberías y es donde es habitual el empleo de deflectores logrando que circule el fluido a través de la coraza en posición de ángulos rectos en dirección al eje de los tubos, esto logra generar una causa

considerable de turbulencia aun cuando pase por la coraza y fluya de manera de pequeños fluidos.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación.

3.1.1. Tipo de investigación.

La finalidad del estudio a elaborar será de tipo aplicada ya que busca dar una solución al problema de manera inmediata, generalmente está basada en poder fundamentar los hallazgos de la investigación básica (Leonard, Piclín, & Bayeux , 2021). Con respecto al nivel de investigación esta será explicativa debido a que se basará en textos que darán a explicar toda causa que logre originar un problema concordante al del inicio (Ramírez , González, & Castañeda , 2017).

3.1.2. Diseño de investigación.

La presente investigación es de diseño cuantitativo, experimental ya que las variables serán manipuladas sin ejercer un cambio en la realidad del problema (Azüero, 2019).

3.2. Variable y operacionalización.

Tenemos como variable independiente la implementación de un intercambiador de calor de casco y tubo. Es todo equipo o unidad que está destinada en realizar operaciones de transferencia de calor entre dos o más fluidos, donde uno está más caliente que el otro. Es por ello que en estos equipos no existe mezcla de fluidos, pero por el contrario tiene un contacto indirecto a través de una pared (Juan & Pedro, 2019).

Como variable dependiente es mejorar el tiempo de despacho. Llamada también Lead Time, es el tiempo que pasa desde que se recepciona el pedido hasta cuando el proveedor despacha dicho producto al cliente (TRADELOG, 2023).

En el anexo N°01 se muestra la tabla de operacionalización de las variables y es donde se definen conceptualmente y operacionalmente las variables, las dimensiones, los indicadores y las escalas de medición de estas.

3.3. Población, muestra y muestreo.

3.3.1. Población: Son los sistemas de refrigeración, ya que debido al universo de sistemas verificar entre los más utilizados para poder aplicarse en estas industrias de la fabricación de hielo, ya que aprovecharemos al máximo su

utilización y esto permitirá que sea adaptable al sistema existente y que se definan líneas arriba.

Criterio de inclusión: Se tendrán en cuenta a los intercambiadores de modelo de casco y tubo, los cuales permiten que las presentes investigaciones sean útiles en la implementación del sistema de desmolde de hielo, esto permitirá que la producción diaria de fabricación de hielo sea desmoldada en menos tiempo y que así sean adaptable y disminuirá el tiempo de despacho.

Criterio de exclusión: Todo intercambiador que no esté dentro del modelo de casco y tubos, ya que no nos permitirá manipular en dicha investigación.

3.3.2. Muestra: Intercambiador de calor, se considera a todos los diferentes tipos de intercambiadores que existen en el mercado, siendo estos los indicados en la presente investigación permitan desarrollar correctamente la investigación.

3.3.3. Muestreo: Es muestreo no probabilístico, esto debido a que la selección del equipo como son los intercambiadores de casco y tubos, ya que el diseño será basado en este modelo y permite la adaptabilidad al sistema existente y permite aprovechar al máximo el calor residual.

3.3.4. Unidad de análisis: Es el intercambiador de casco y tubos, ya que el diseño tiene que ser adaptable, económico y versátil y se basará en ello para así poder aplicarse en la fábrica de hielo y sea moldeable para el objetivo principal que se tiene y lograr dar respuesta a la problemática.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

Para el presente proyecto se tienen las siguientes técnicas e instrumentos que serán empleados:

Análisis documental: Se procedió a revisar los registros de tiempos de demora en desmolde de los bloques de hielo lo cual indica las deficiencias y sobre todo el desaprovechamiento de las altas temperaturas del gas que sale del compresor, es por ello que la data documental que se requerida en este punto son las teorías de transferencia de calor, manuales de los intercambiadores seleccionado, data del proceso de la fábrica.

En la tabla 1 se presentan las técnicas, instrumentos y objetivo de estos.

Tabla 1

Técnicas e instrumentos de recolección de datos

| TECNICA | INSTRUMENTOS | OBJETIVOS |
|-----------------------|--|--|
| Análisis documentario | Ficha de registro de refrigerante, calor y presión. Registro de producción. Ficha de tiempo de despacho. | Lograr determinar el tipo de intercambiador de calor. Determinar producción diaria de la fábrica. |
| Observación directa | Planos de fuerza y ubicación. | Determinar el tiempo de despacho. |
| Encuesta | Ficha de encuesta al encargado de la fábrica. | Determinar la descripción de la fábrica. Determinar lugar y zona de acople en sistema de refrigeración de la empresa. |

Nota. Elaboración propia.

La tabla 1 presenta técnicas de recolección de datos, como el análisis documentario con fichas de registro, observación directa a través de planos, y encuestas al encargado de la fábrica.

3.5. Procedimientos.

Para poder elaborar dicha investigación se realizaron los siguientes pasos:

Recolección de datos: Se procedió a obtener todo dato proveniente del análisis documental que se ha realizado, donde encontramos todos los datos de parámetros del diseño y para el cálculo matemático de todos los valores que se requieran.

Análisis de datos: Se procedió a ordenar, analizar todo dato obtenido en el paso anterior y así realizar una parametrización de lo requerido como necesidad del problema y procesamiento de data apoyándose en los softwares como Excel y alguno de diseño que sea necesario.

Diseñar el intercambiador de calor: Con los datos obtenidos de caudal, temperatura, densidad y valores de calor específico se procede a diseñar el intercambiador necesario para poder cumplir con los estándares mínimos para lograr el objetivo de calentar el agua y pueda circular sobre los moldes y así mejore el tiempo de desmolde y despacho del producto.

Realizar el presupuesto: Teniendo las dimensiones del diseño se procede a cotizar los materiales a utilizar y la mano de obra (costos fijos) y valores adicionales (Costos variables)

Implementación del diseño: Se procede a cotizar la instalación, puesta en marcha y la planificación del mantenimiento del equipo a instalar.

3.6. Métodos de análisis de datos.

Habiendo obtenido todos los datos a través de las técnicas e instrumentos indicados líneas arriba se procede a realizar un análisis minucioso. Los datos y resultados a obtener serán ordenados y analizados con ayuda de gráficos de fácil comprensión (estadística descriptiva), para realizar dicha actividad se procedió a utilizar Microsoft Excel para aplicar dicha metodología y a su vez agenciarse de un software de diseño que nos permita determinar el correcto diseño de dicho equipo y poder tener base de sustento para ser implementado con mayor seguridad.

3.7. Aspectos éticos.

La investigación tiene por prioridad los siguientes principios de rigor científico que van a ser mencionados a continuación.

Generalización: Paso importante en todo el proceso científico donde se pretenderá que toda información recolectada de los instrumentos de investigación utilizados sea precisa organizada y sobre todo realizada.

Validez: se tiene en consideración precisa el escoger las variables sobresalientes y que guarden estrecha relación con el problema de investigación.

Fiabilidad: Tener información totalmente fiable para el desarrollo de la investigación y sobre todo la adquisición de metodología meticulosa y científica.

Replicabilidad: La información obtenida serán dirigidas a que sean replicadas y así promover la investigación científica y alentar a la contrastación de los resultados con los resultados de nuevas investigaciones.

IV. RESULTADOS

4.1. Evaluación de la capacidad de despacho de bloques actualmente.

La empresa RCA ATENCIO'S E.I.R.L. cuyo nombre comercial es Hielos San Pedro, la cual está ubicada en manzana 15 lote N° 09 A.H. 24 de octubre (pampa inalámbrica), del distrito de Ilo, provincia de Ilo en el departamento de Moquegua, con RUC N° 20609174022.

La figura 1 presenta la ubicación geográfica de la empresa RCA ATENCIO'S E.I.R.L.

Figura 1

Ubicación en Google Maps.



Nota. Obtenido de Google Maps

La figura 1 muestra la ubicación geográfica de la empresa RCA ATENCIO'S E.I.R.L. a través de Google Maps. Esta representación visual proporciona información clave sobre la posición geográfica exacta de la empresa, lo cual es fundamental para comprender su ubicación en el contexto geoespacial.

La figura 2 permite una visualización interna del área de la planta.

Figura 2

Foto interna de la planta.



Nota. Elaboración propia

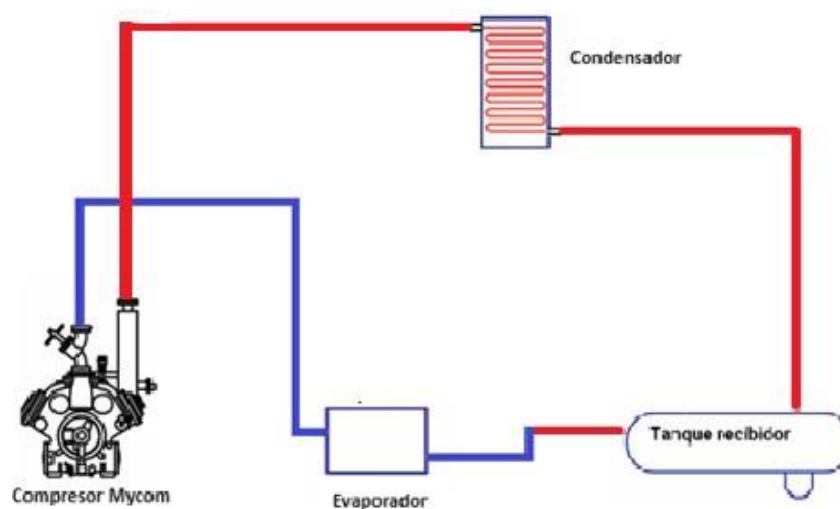
La figura 2 ofrece una perspectiva interna del área de la planta de la empresa. Esta imagen proporciona una visión visual directa de los aspectos internos de las instalaciones

Posterior de la descripción de la fábrica y su ubicación, procedemos a la evaluación de las características de la planta hielera y donde se tiene los siguientes componentes.

La figura 3 presenta la distribución de los componentes.

Figura 3

Distribución de componentes de la planta.



Nota. Elaboración propia

La figura 3 muestra una distribución de componentes típica de una planta de refrigeración por compresión de vapor. La distribución puede variar según el tipo de planta y las necesidades específicas del proceso.

Características Principales:

- Pozas: 2 Pozas de 25 TN DIARIAS C/U
- Tanque de congelación: Lugar de almacenamiento donde se congela el agua para pasar a bloques de hielo.
- Porta Moldes: base soporte de 20 cubetas de 50 kg.
- Cubetas Galvanizadas: molde para 50 kg Cada uno
- Evaporadores: sistema de enfriamiento de salmuera
- Tanque de baja presión: separador de líquido, gas NH3
- Tanque llenador: abastecedor de agua a las cubetas.
- Picador: hielo en bloques, hielo granulado
- Tanque de la alta presión: receptor del líquido principal
- Condensador evaporativo.

En la tabla 2 se presentan las características principales de la empresa.

Tabla 2

Características principales.

| Hielera RCA ATENCIO'S PERU | |
|----------------------------|-------------------|
| Número de Pozas | 2 |
| Número de bancadas | 22 |
| Moldes por bancada | 20 |
| Número de compresoras | 2 |
| Pozo de descongelamiento | 28 m ³ |
| Refrigerante | Amoniaco |
| Condensador | 1 |

Nota. Elaboración propia

La tabla 2 presenta las características principales de la hielera RCA ATENCIO'S en Perú. La instalación cuenta con 2 pozas, 22 bancadas y 20 moldes por bancada. Se dispone de 2 compresoras y un pozo de descongelamiento de 28m³. El refrigerante utilizado es amoníaco, y la hielera está equipada con un condensador

Se llegó a determinar la Capacidad de despacho que es de 44 TN/DIA y la empresa tiene una capacidad máxima de 50 tn/día al 100%.

$$\frac{44 \text{ Tn}}{50 \text{ Tn}} \times 100\% = 88\%$$

La capacidad de despacho de la empresa de hielo se determinó en un 88%, calculada como la proporción de la capacidad lograda de 44 toneladas por día con respecto a la capacidad máxima de 50 toneladas diarias al 100%.

La tabla 3 presenta un resumen detallado de la producción de la empresa.

Tabla 3

Tabla resumen de producción.

| Vehiculo | Producción (tn) | Tiempo (min) |
|-----------------|------------------------|---------------------|
| | 2 | 18 |
| Z7I876 | 4 | 48 |
| | 5 | 76 |
| | 2 | 19 |
| V7T902 | 4 | 46 |
| | 5 | 78 |

Nota. Elaboración propia.

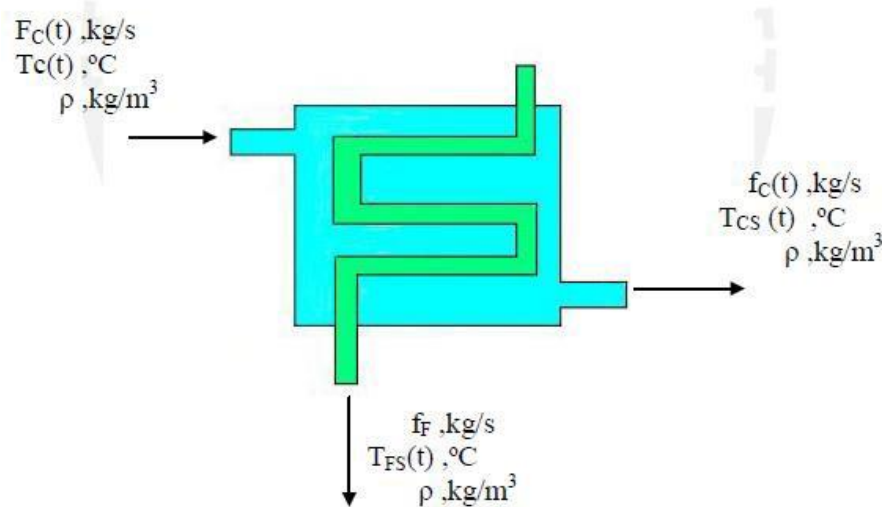
La Tabla 3 presenta un resumen de producción para dos equipos, Z7I876 y V7T902, detallando la cantidad de producción en toneladas y el tiempo correspondiente en minutos. Para el equipo Z7I876, se registran producciones de 2, 4 y 5 toneladas con tiempos de 18, 48 y 76 minutos, respectivamente. En el caso del equipo V7T902, se indica la producción de 2, 4 y 5 toneladas con tiempos de 19, 46 y 78 minutos, respectivamente.

4.2. Determinación del punto de acople del intercambiador en ciclo de refrigeración de la empresa RCA ATENCIO´S Perú E.I.R.L.

Para poder determinar el punto de acople del intercambiador debemos saber de las variables que tiene el equipo y es por ello que se muestra en la siguiente figura: La figura 4 presenta las variables del intercambiador.

Figura 4

Variables del intercambiador.



Nota. Elaboración propia.

La imagen 4 muestra un diagrama de un intercambiador de calor. El intercambiador de calor es un dispositivo que transfiere calor de un fluido a otro.

Donde:

f_F es el flujo de agua fría.

f_C es el flujo de agua caliente.

T_C es la temperatura de ingreso del agua caliente.

T_{CS} es la temperatura de salida del agua.

T_F es la temperatura del ingreso de agua.

T_{FS} es la temperatura de la salida del agua.

ρ es la densidad del fluido.

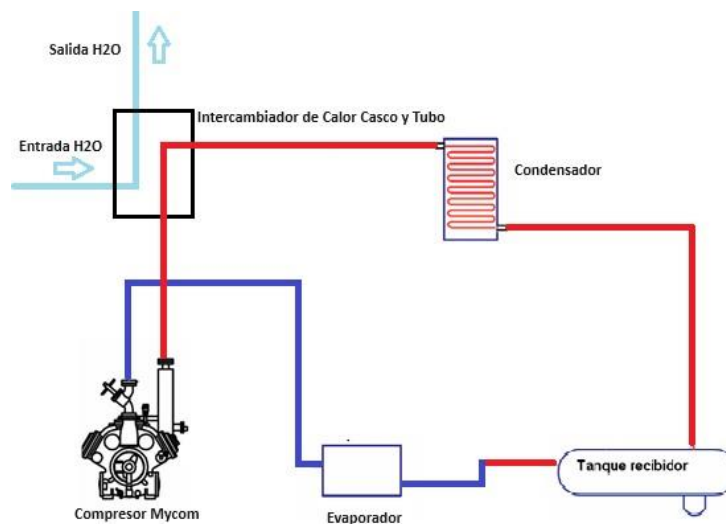
Con ello se procede a analizar todo el circuito del sistema de producción para lograr identificar el lugar donde será instalado el equipo.

Posteriormente se procedió a establecer el punto de acople del intercambiador de calor tipo casco y tubo en el ciclo de refrigeración de la planta hielera RCA ATENCIO'S PERU. Entre el compresor de la Marca Mycom Mayekawa y el condensador evaporativo.

La figura 5 presenta la ubicación del intercambiador de calor.

Figura 5

Ubicación del intercambiador de calor



Nota. Elaboración propia.

La figura 5 muestra un diagrama de un sistema de refrigeración por compresión de vapor. El intercambiador de calor, que se encuentra entre el compresor y el condensador, es un dispositivo que transfiere calor del aire comprimido al refrigerante líquido.

Al ubicar el equipo entre el compresor y el condensador, esto nos permitirá aprovechar el calor residual que sale del condensador para calentar el agua de 35°C para esta sea aprovechada en el área de desmolde para que sea más rápido y una vez enfriada ese calor residual ingrese nuevamente en el compresor para poder ser inyectado nuevamente al sistema.

Para proceder con la formación de la selección morfología se tiene el siguiente listado.

Lista de funciones.

- Aprovechar el calor saliente del condensador para calentar el agua del tanque de desmolde.











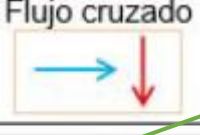



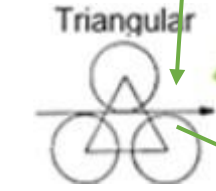

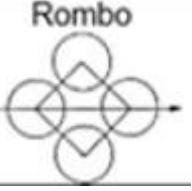
- Lograr calentar el agua del tanque de desmolde a una temperatura 35°C.
- Uso de gas interno eco amigable o de mayor aprovechamiento.
- Sujeción perenne.
Lista exigencia.
- Sea compacto.
- Fácil mantenimiento y limpieza.
- Material de construcción duradero.
- Accesorios de calidad.
- Instalación en lugar estratégico.
- Distribución triangular de paso de tuberías.

La tabla 4 presenta la selección morfológica.

Tabla 4

Selección morfológica.

| Características | Opción 1 | Opción 2 | Opción 3 |
|----------------------------|-------------------|---------------------|--------------------|
| Cabezal de distribución. | Tipo A | Tipo B | Tipo C |
| Carcasa | Tipo E | Tipo F | Tipo G |
| Cabezal inferior | Tipo L | Tipo M | Tipo N |
| Material del diseño | Acero carbono | Cobre | Aluminio |
| Superficie | Corrugada | Aleteada | Lisa |
| Accesorios de acoplamiento | Bridas | Unión universal | Unión ranurada |

| | | | |
|---------------------------|---|--|---|
| Empaquetaduras |  |  |  |
| Materiales del haz |  |  |  |
| Superficie del haz |  |  |  |
| Dirección de flujo |  |  |  |
| Sapote de tubería |  |  | |
| Orden entre tuberías |  |  |  |
| Cantidad de pasos | 4 pasos | 6 pasos | 8 pasos |
| Orientación de mamparas | Horizonte | Vertical | |
| Distancias entre mamparas | 0.05 metros | 0.15 metros | 0.10 metros |
| Fluido interno | Amoniaco | Agua | Sales |
| Fluido por la carcasa | Amoniaco | Agua | Sales |
| Elementos de sujeción | Perno hexagonal | Perno esparrago | Perno estrella |
| Cantidad de elemento | 1 | 2 | 3 |

Fuente: Elaboración propia

Con ello se procede a analizar todo el circuito del sistema de producción para lograr identificar el lugar donde será instalado el equipo.

Posteriormente se procedió a establecer el punto de acople del intercambiador de calor tipo casco y tubo en el ciclo de refrigeración de la planta hielera RCA ATENCIO'S PERU. Entre el compresor de la Marca Mycom Mayekawa y el condensador evaporativo.

En la ubicación de la salida del condensador entre las tuberías de empalme con el compresor se realiza una derivación para la instalación del intercambiador de calor en el ciclo de refrigeración de RCA ATENCIO'S Perú E.I.R.L., como resultado se identificó que dicho punto se ubica entre el compresor Mycom Mayekawa y el condensador evaporativo, como se muestra en la figura 5. Esta posición estratégica permite aprovechar eficientemente el calor residual del condensador para calentar el agua a 35°C, optimizando el proceso de desmolde. La reintroducción de este calor residual al sistema contribuye a mejorar la eficiencia global del ciclo de refrigeración, evidenciando una gestión energética innovadora y sostenible en la producción de la empresa.

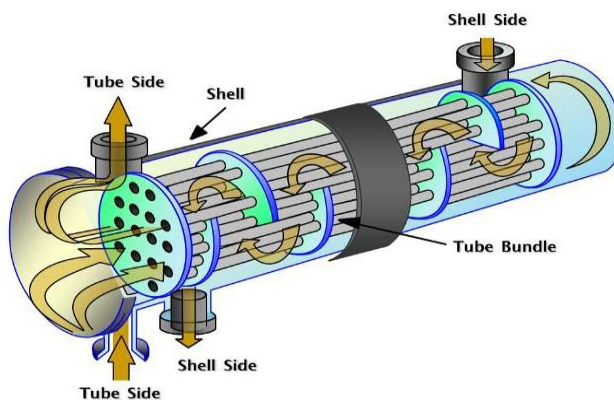
4.3. Implementación del intercambiador de calor tipo casco y tubo en el lugar ya determinado.

Se propuso realizar un estudio para poder implementar un intercambiador de calor tipo casco y tubo para aprovechar el calor proveniente del compresor.

Se procede a realizar la selección del modelo de intercambiador de calor de tubos y corazas, donde se presenta en la siguiente figura.

Figura 6

Intercambiador de calor de tubos y corazas.



Nota. Elaboración propia.

La figura 6 muestra un diagrama de un intercambiador de calor de tubos y corazas. El fluido caliente entra por los tubos y el fluido frío entra por la carcasa. Los fluidos fluyen en direcciones opuestas, lo que permite que el calor se transfiera de un fluido a otro.

La tabla 5 presenta para este intercambiador posee las siguientes características.

Tabla 5

Características del intercambiador de calor

| Características | Valor orgánico | Agua de refrigeración |
|------------------------------------|--------------------------|-----------------------|
| Caudal másico | 2500 $\frac{lb}{hr}$ | La necesaria |
| Temperatura de ingreso | 192 °C | 20 °C |
| Temperatura de salida | 130°C | 35 °C |
| Calor transferido en condensación. | 5000000 $\frac{Btu}{hr}$ | |

| | | |
|---|--|--|
| Resistencia por suciedad | $0,0005 \frac{Btu}{ft^2 \text{ } ^\circ F}^{-1}$ | $0,0001 \frac{Btu}{ft^2 \text{ } ^\circ F}^{-1}$ |
| Coeficiente de película en condensación del vapor | $200 \frac{Btu}{ft^2 \text{ } ^\circ F}$ | |
| Viscosidad | | 1,4cp |

Nota. Elaboración propia.

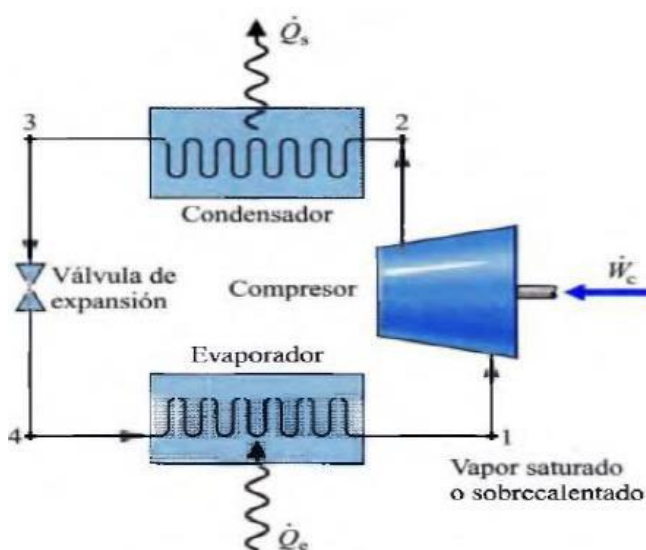
La Tabla 5 detalla las características del intercambiador de calor, proporcionando información sobre el caudal másico, temperaturas de ingreso y salida, calor transferido en condensación, resistencia por suciedad, coeficiente de película en condensación del vapor y viscosidad para tanto el valor orgánico como el agua de refrigeración. Destacan parámetros cruciales como el caudal másico de 2500 lb/hr, las temperaturas de ingreso y salida, y el calor transferido en condensación de 5000000 Btu/hr. Además, se especifican propiedades termofísicas relevantes, como la resistencia por suciedad y el coeficiente de película en condensación del vapor.

Con los datos se procede a realizar los cálculos de los diferentes elementos del intercambiador de calor para su diseño y se tiene lo siguiente.

Para cálculo del sistema de refrigeración antes de la implementación del intercambiador de calor.

Figura 7

Componentes de un sistema de refrigeración.

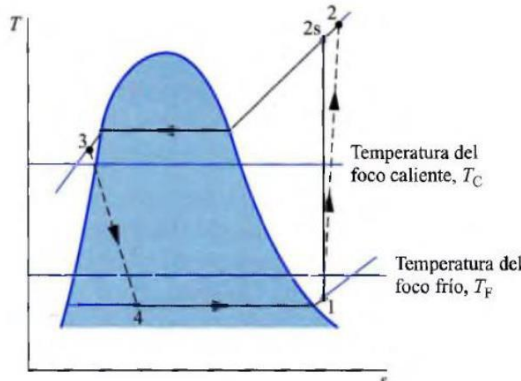


Fuente: Libro termodinámica técnica. Moran Shapiro.

En la figura 7 se muestra los principales componentes que conforman un sistema refrigeración para poder evaluar los valores iniciales del proceso y cuanto calor se puede aprovechar instalando un intercambiador de calor.

Figura 8

Diagrama T-s del ciclo real de compresión de vapor.



Fuente: Libro termodinámica técnica. Moran Shapiro.

Con la figura 8 se procede a realizar el análisis termodinámico, con los datos del proceso se aplica la primera ley de la termodinámica o también denominada el balance de energía, es aquí tendremos variación de energía interna, variación de energía cinética y también de energía potencial, siendo estas últimas en el sistema de refrigeración con compresión de vapor donde se deprecia.

Ecuación 1

Balance de energía.

$$(\Delta U) + (EK_2 - EK_1) + (EP_2 - EP_1) = Q - W$$

Con lo antes expresado de las condiciones la ecuación se reduce de esta manera:

$$(\Delta U) = Q - W$$

Procedemos a reemplazar los calores y el trabajo que se produce en el sistema de refrigeración y logramos obtener la siguiente expresión.

$$(\Delta U) + W_c = \dot{Q}_c + \dot{Q}_s$$

Donde:

ΔU : Variación de energía interna específica [$m(u_2 - u_1)$].

W_c : Trabajo del compresor [$m(h_2 - h_1)$].

\dot{Q}_c : Calor transferido entre el refrigerado al refrigerante [$m(h_1 - h_4)$].

\dot{Q}_s : Calor del refrigerante al medio a enfriar [$m(h_2 - h_3)$].

Procedemos a determinar los valores de las expresiones líneas arriba mencionadas

y donde se obtiene los siguientes valores:

$$W_c = [\dot{m} (h_2 - h_1)] = 209.85 \text{ KW.}$$

$$\dot{Q}_c = [\dot{m} (h_1 - h_4)] = 2 451.85 \text{ KW.}$$

$$\dot{Q}_s = [\dot{m} (h_2 - h_3)] = 2 606.99 \text{ KW.}$$

Se reemplaza en la ecuación 1 y se obtiene lo siguiente:

$$(\Delta U) + (-\dot{W}_c) = \dot{Q}_c + (-\dot{Q}_s)$$

$$(\Delta U) = (W_c) + \dot{Q}_c - \dot{Q}_s$$

$$(\Delta U) = 51.71 \text{ KW}$$

Se tiene los valores de las temperaturas del gas amoniacado de 192°C una presión de 12 Bar y la temperatura de salida de 130 °C y presión de 1' Bar, procedemos a obtener los valores de entalpías y entropías en los estados y se obtiene lo siguiente

- **Estado 1:** Ingreso del compresor, se obtiene lo siguiente.

$$\text{Entalpia (KJ/Kg)} = 1 428.10$$

$$\text{Entropía (KJ/Kg.°K)} = 5.49$$

- **Estado 2s:** Presión de 12 bar, Vapor sobrecalentado, es ingreso del condensador.

$$\text{Entalpia (KJ/Kg)} = 1 498.08$$

$$\text{Entropía (KJ/Kg.°K)} = 5.07$$

- **Estado 2:** En este estado se considera la eficiencia del compresor la cual se determina con la siguiente expresión:

Ecuación 2

Eficiencia del compresor.

$$n_c = \frac{h_{2s} - h_1}{h_2 - h_1}$$

Se despeja la expresión para poder determinar h_2 y se tiene en cuenta que el compresor funciona a un 85% y se obtiene lo siguiente:

$$h_2 = \frac{h_{2s} - h_1}{n_c} + h_1 = 1 510.43 \text{ KJ/Kg}$$

Para determinar la entropía por medio de tabla se toma en cuenta la entalpia del estado 2 y al interpolar se obtiene una entropía de 5.12 kJ/Kg.°K.

- **Estado 3:** Liquido saturado, salida del condensador.

$$\text{Entalpia (KJ/Kg)} = 322.36$$

Entropía (KJ/Kg.°K) = 1.21

- **Estado 4:** Vapor saturado, salida de la válvula de estrangulamiento.

Entalpía (KJ/Kg) = 322.36

Entropía (KJ/Kg.°K) = 1.21

- Temperatura de agua entrada 20°C y salida del agua a 35°C
- **Para el cálculo de la longitud de la tubería.**

Vapor sobrecalentado se tienen las propiedades (anexo 9 y anexo 10).

Temperatura inicial es de 192°C, presión de 12 Bar y un flujo de vapor de $106 \frac{lb}{hr}$

se tiene los siguientes valores:

Volumen específico $v = 0.88 \frac{m^3}{kg}$

Entalpía es de $h = 1510.43 \frac{KJ}{Kg}$

Entropía es $s = 7.1628 \frac{KJ}{Kg \cdot ^\circ K}$

Calor específico es $cp = 2.1053 \frac{KJ}{Kg \cdot ^\circ K}$

Viscosidad dinámica $\mu = 1.334 \times 10^{-5} \frac{KJ}{ms}$

Conductividad térmica $k = 0.02718 \frac{W}{m \cdot ^\circ C}$

Densidad es $\rho = 1.1377 \frac{Kg}{m^3}$

Prandtl es $Pr = 1.02775$

Para el agua fría o temperatura ambiente (anexo 6)

Temperatura inicial de 22°C, presión de 0,83 bar y un flujo de agua de $0.5 \frac{Kg}{s}$

Volumen específico $v = 0,001 \frac{m^3}{kg}$

Entalpía es de $h = 92.36 \frac{KJ}{Kg}$

Entropía es $s = 0.3259 \frac{KJ}{Kg \cdot ^\circ K}$

Calor específico es $cp = 4210.24 \frac{KJ}{Kg \cdot ^\circ K}$

Viscosidad dinámica $\mu = 95.44 \times 10^{-5} \frac{KJ}{ms}$

Conductividad térmica $k = 0.6071 \frac{W}{m \cdot ^\circ C}$

Densidad es $\rho = 997.76 \frac{Kg}{m^3}$

Prandtl es $Pr = 6.6242$

La tubería es de 3/4" de espesor.

Diámetro de 25".

Material de la tubería de acero al carbono ASTM.

Ecuación 3.

Velocidad media

$$Vm = \frac{\dot{m}}{\rho \times 0.25 \pi \times D^2}$$

$$Vm = 1,88 \frac{m^2}{s}$$

Ecuación 4.

Número de Reynolds.

$$Re = \frac{Vm \times D}{\nu}$$

Re = 3564,32 siendo un flujo turbulento.

Ecuación 5.

Nusselt

$$Nu = \frac{h \times Dh}{k}$$

$$Nu = 215.25$$

Ecuación 6.

Coefficiente de transferencia de calor de la tubería.

$$ht = \frac{Nu \times Dh}{k}$$

$$ht = 7164,199 \frac{W}{m^2 \cdot C} = U$$

La transferencia de calor del casco de diámetro de 25" (anexo 5 y anexo 6)

$$T = 120 \text{ } ^\circ\text{C}, \rho = 1,1369 \frac{Kg}{m^3}, \dot{m} = 0,0194 \frac{kg}{s}, \mu = 1,334 \times 10^{-5} \frac{KJ}{ms}, k = 0,0271849 \frac{W}{m \cdot C}$$

Pr de 1,02775.

Ecuación 7.

Área superficial.

$$As = \frac{NTU \times C_{min}}{U}$$

$$As = 0,178 m^2$$

Ecuación 8.

Longitud de tubería.

$$L = \frac{As}{\pi \times D}$$

$$L = 3 \text{ m.}$$

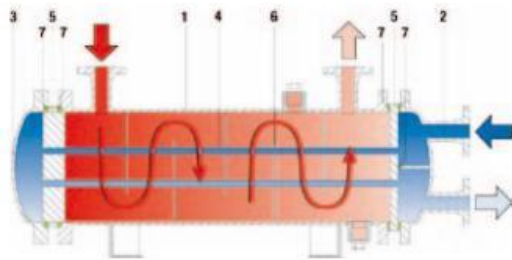
Recolectado la temperatura y presión del gas recalentado saturado a 192 °C y 12 Bar respectivamente.

La figura 9 presenta los componentes del intercambiador de calor.

Figura 9

Componentes de un intercambiador de calor de carcasa y tubos

| Componentes del intercambiador de calor de carcasa y tubos | |
|--|-----------------------|
| 1. Carcasa del intercambiador | 5. Placas tubulares |
| 2. Cámara de conexión | 6. Baffles |
| 3. Cámara de retorno | 7. Sellado del equipo |
| 4. Tubos internos | |



Nota. Obtenido de FUNKE

La figura 9 muestra los componentes básicos de un intercambiador de calor de carcasa y tubos. Estos componentes permiten que el intercambiador transfiera calor entre dos fluidos.

- Características y materiales del intercambiador:
- Fabricado en acero al carbono ASTM.
- Diámetro de coraza de 25".
- Longitud de 3 metros.
- Espesor 3/4".
- Tubos de 3/4" en acero inoxidable 304 sch10, circuito de tuberías en una configuración de paso triangular para la entrada de refrigerante y enfriamiento de gas recalentado.
- Temperatura transmitida 5000,000 BTU/h.
- Entrada interior de coraza con placas deflectoras a un corte de 30%, espaciadores o intervalos para obtener la condensación del gas recalentado ingresado dentro de la coraza.
- Entrada y salida del refrigerante por 2 conductos de 2" en un solo extremo con entradas compartidas.

La implementación del intercambiador de calor tipo casco y tubo en el lugar designado, utilizando un modelo específico con características detalladas en la Tabla 4. El intercambiador, fabricado en acero al carbono ASTM, presenta un diámetro de carcasa de 25 pulgadas, una longitud de 3 metros y tubos de acero inoxidable 304 sch10 de 3/4 de pulgada. Con una eficiencia térmica notable, el intercambiador logra transferir 5.000.000 BTU/h en condensación, optimizando el aprovechamiento del calor residual del compresor. Los cálculos detallados, incluyendo la velocidad media (V_m), el número de Reynolds (Re), el coeficiente de transferencia de calor de la tubería (ht), el área superficial (As) y la longitud de tubería (L), respaldan el diseño robusto del intercambiador. Este dispositivo, ubicado estratégicamente entre el compresor Mycom Mayekawa y el condensador evaporativo, demuestra una mejora significativa en la eficiencia global del ciclo de refrigeración, contribuyendo a una gestión energética innovadora y sostenible en la producción de la empresa.

4.4. Evaluación del tiempo de despacho para la implementación del intercambiador de calor tipo casco y tubo.

En la tabla 6 y 7 se muestra el cálculo del tiempo de despacho en el mes de marzo y junio como.

Tabla 6*Prueba de despacho del mes de marzo del 2023*

| Placa | Fecha | Producto | Cantidad | Despacho | Hora de ingreso | Hora de salida | Total tiempo de despacho |
|--------------|--------------|-----------------|-----------------|-----------------|------------------------|-----------------------|---------------------------------|
| AMV 882 | 6/03/2023 | Hielo molido | 5TN | 100 BLOQUES | 10:12 a. m. | 11:29 a. m. | 77 MIN |
| F6I 732 | 6/03/2023 | Hielo molido | 5TN | 100 BLOQUES | 4:01 p. m. | 5:21 p. m. | 80 MIN |
| AMV 882 | 7/03/2023 | Hielo en barra | 5TN | 100 BLOQUES | 9:02 a. m. | 10:18a.m. | 76 MIN |
| F6I 732 | 7/03/2023 | Hielo en barra | 5TN | 100 BLOQUES | 3:01 a. m. | 4:22 a. m. | 81 MIN |
| AMV 882 | 8/03/2023 | Hielo en barra | 5TN | 100 BLOQUES | 9:10 a. m. | 10:28 p. m. | 78 MIN |
| F6I 732 | 8/03/2023 | Hielo en barra | 5TN | 100 BLOQUES | 12:21 p. m. | 13:41 pm | 80 MIN |
| AMV 882 | 9/03/2023 | Hielo en barra | 5TN | 100 BLOQUES | 9:10 a. m. | 10:27 p. m. | 77 MIN |
| F6I 732 | 9/03/2023 | Hielo en barra | 5TN | 100 BLOQUES | 5:00 p. m. | 6:21 p. m. | 81 MIN |

Nota. Elaboración propia

La Tabla 6 presenta una prueba de despacho para el mes de marzo de 2023, detallando la información relacionada con la producción y despacho de hielo en diferentes fechas. Cada entrada incluye la placa del vehículo, la fecha, el tipo de producto, la cantidad despachada en toneladas, la presentación, y las horas de ingreso y salida, proporcionando así un registro completo del tiempo de despacho para cada evento.

Tabla 7*Prueba de despacho del Mes de Junio del 2023*

| Placa | Fecha | Producto | Cantidad | Despacho | Hora de ingreso | Hora de salida | Total tiempo de despacho |
|--------------|--------------|-----------------|-----------------|-----------------|------------------------|-----------------------|---------------------------------|
| Z7i876 | 18/06/2023 | Hielo molido | 2tn | 40 bloques | 10:12 a. M. | 10:30am | 18 min |
| Z7i876 | 18/06/2023 | Hielo molido | 4tn | 160 bloques | 12:21pm | 1:09 p. M. | 48 min |
| V7t902 | 18/06/2023 | Hielo en barra | 2tn | 40 bloques | 3:01 p. M. | 3:19 p. M. | 18 min |
| V7t902 | 18/06/2023 | Hielo en barra | 2tn | 40 bloques | 5:02 p. M. | 5:21 p. M. | 19 min |
| Z7i876 | 19/06/2023 | Hielo molido | 5tn | 100 bloques | 8:18 a. M. | 9:34 a. M. | 76 min |
| Z7i876 | 19/06/2023 | Hielo en barra | 5tn | 100 bloques | 11:00 a. M. | 12:18 a. M. | 78 min |

Nota. Elaboración propia

La Tabla 7 ofrece un análisis detallado de las operaciones de despacho durante el mes de junio de 2023, proporcionando información clave sobre la producción y distribución de hielo en distintas fechas. Incluye detalles como la identificación del vehículo mediante la placa, la fecha, la tipología del producto, la cantidad despachada en toneladas, la presentación en bloques y los registros horarios de ingreso y salida.

Resultados por bancada

La tabla 8 presenta el análisis por bancada que contiene 20 bloques de 50 kilos y equivalente a 1 tonelada.

Tabla 8

Datos de despacho de hielo 20 toneladas de los días 18 y 19 de junio del 2023.

| Placa | Fecha | Producto | Cantidad | Despacho | Hora de ingreso | Hora de salida |
|--------------|--------------|-----------------|-----------------|-----------------|------------------------|-----------------------|
| Z7I876 | 18/06/2023 | Hielo molido | 2TN | 40 BLOQUES | 10:12 a. m. | 10:30 a. m. |
| Z7I876 | 18/06/2023 | Hielo molido | 4TN | 80 BLOQUES | 12:21 p.m. | 1:09 p. m. |
| V7T902 | 18/06/2023 | Hielo en barra | 2TN | 40 BLOQUES | 3:01 p. m. | 3:19 p. m. |
| V7T902 | 18/06/2023 | Hielo en barra | 2TN | 40 BLOQUES | 5:02 p. m. | 5:21 p. m. |
| Z7I876 | 19/06/2023 | Hielo molido | 5TN | 100 BLOQUES | 8:18 a. m. | 9:34 a. m. |
| Z7I876 | 19/06/2023 | Hielo en barra | 5TN | 100 BLOQUES | 11:00 a. m. | 12:19 p. m. |

Nota. Elaboración propia (Anexo 4)

La Tabla 8 muestra datos detallados de despacho de hielo, totalizando 20 toneladas, durante los días 18 y 19 de junio de 2023. Se especifica la placa del vehículo, la fecha, el tipo de producto, la cantidad despachada en toneladas y bloques, así como las horas de ingreso y salida.

La tabla 9 presenta el análisis por bancada del día 19 de junio.

Tabla 9

Análisis por bancada en el despacho de 10 toneladas del día 19 de junio.

19/06/2023 Z71 876

| Bancada | Ingreso | Salida | T ° | Tiempo de descongelación |
|----------------|----------------|----------------|------------|---------------------------------|
| 1° | 8:21:00 a. m. | 8:26:00 a. m. | 19°C | 5 min |
| 2° | 8:29:00 a. m. | 8:36:00 a. m. | 16°C | 7 min |
| 3° | 8:40:00 a. m. | 8:51:00 a. m. | 12°C | 11 min |
| 4° | 8:54:00 a. m. | 9:08:00 a. m. | 10°C | 14 min |
| 5° | 9:11:00 a. m. | 9:29:00 a. m. | 7°C | 18 min |
| 6° | 11:02:00 a. m. | 11:07:00 a. m. | 18°C | 5 min |
| 7° | 11:10:00 a. m. | 11:17:00 a. m. | 15 °C | 7 min |
| 8° | 11:20:00 a. m. | 11:32:00 a. m. | 10°C | 12 min |
| 9° | 11:33:00 a. m. | 11:49:00 a. m. | 8 °C | 16 min |
| 10° | 11:52:00 a. m. | 12:12:00 p. m. | 5 °C | 20 min |

Nota. Elaboración propia.

En la tabla 9 se puede apreciar el análisis realizado el día 19 de junio del 2023 el tiempo de demora por bancada, para ello se registró el ingreso de los bloques de hielo al tanque de descongelación y la salida completa de los bloques de los moldes, así como también la temperatura del agua del tanque de descongelación que disminuye por bancada introducida.

Así como baja la temperatura del agua del pozo de descongelación el tiempo de permanencia de los moldes de hielo en el pozo para poder desmoldar completamente sube entre 2 a 5 minutos, también se vio que el operador para poder desmoldar realiza movimientos como el balanceo para el desmolde y también el riego con manguera a temperatura ambiente.

$$\frac{2^{\circ}\text{C}}{18^{\circ}\text{C}} \times 100\% = 11\%$$

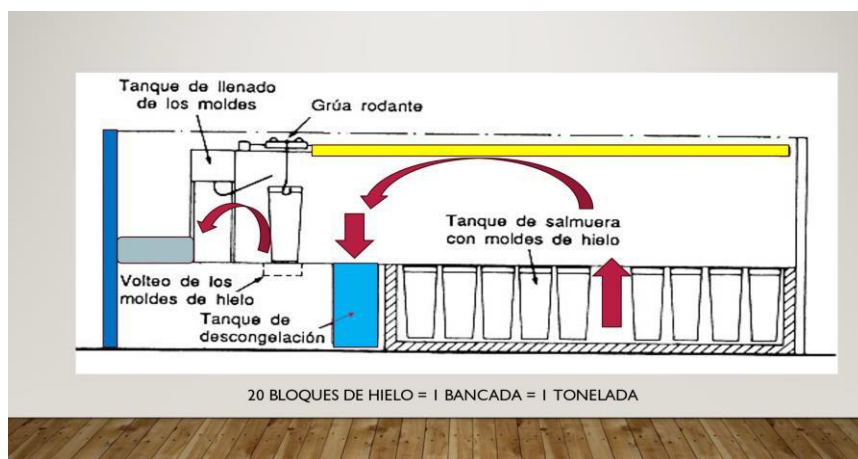
$$\frac{3^{\circ}\text{C}}{18^{\circ}\text{C}} \times 100\% = 16\%$$

Se puede observar que por cada bancada que ingresa al pozo de descongelamiento baja 2 a 3 °C la temperatura del agua para el desmolde de hielo, es decir baja la temperatura entre un 11% a 16%.

La figura 10 muestra el esquema de la zona de despacho de hielo.

Figura 10

Esquema de la zona de despacho de hielo



Nota. Elaboración propia.

La figura 10 muestra el proceso de despacho de hielo en una fábrica de hielo. Este proceso consta de cuatro pasos: llenado de los moldes, congelación, volteo de los moldes y descongelación.

Tabla 10.

Tabla después de la implementación

10/09/2023 Vehículo Z71 876

| Bancada | Ingreso | Salida | T° | TOTAL TIEMPO EN DESMOLDAR |
|---------|---------------|---------------|------|--|
| 1° | 8:10:00 a. m. | 8:15:00 a. m. | 35°C | 5 min |
| 2° | 8:18:00 a. m. | 8:23:00 a. m. | 34°C | 5 min |
| 3° | 8:26:00 a. m. | 8:31:00 a. m. | 34°C | 5 min |
| 4° | 8:34:00 a. m. | 8:39:00 a. m. | 35°C | 5 min |
| 5° | 8:42:00 a. m. | 8:47:00 a. m. | 34°C | 5 min |
| | | | | 25 MIN |

Nota. Elaboración propia.

En la tabla 10 se puede apreciar el despacho de 5 toneladas al vehículo Z7I 876 en donde por cada bancada se toma un tiempo de 5 minutos. El tiempo en desmoldar es de 25 minutos.

El vehículo Z7I 876 estuvo presente en las instalaciones de la empresa desde las 8:08 am hasta 8:49 am esto incluye el estacionamiento al campo, tiempo de desmolde, tiempo de llenado de la bancada y el pago por el producto, dando un resultado por 5 toneladas despachado en un tiempo de 41 minutos.

Aquí se tiene que el tiempo de descongelamiento es menor y la temperatura del agua se mantiene entre 34 y 35 °C, esto permitiendo sea constante el tiempo en desmoldar

Los resultados del despacho de hielo en marzo y junio de 2023 reflejan una eficiente gestión logística. En marzo, se despacharon 40 toneladas, con tiempos de despacho entre 76 y 81 minutos por 5 toneladas. En setiembre, la capacidad de despacho mejoró significativamente, alcanzando 44 toneladas, con destacada eficiencia en los tiempos de despacho. Especialmente notable es la operación del 10 de setiembre, con tiempos de descongelación por bancada de 5 minutos, evidenciando una adaptación ágil a la demanda. Esta mejora del 50% en la capacidad de despacho en junio, en comparación con marzo, subraya la eficacia de la gestión logística y la habilidad de la empresa para satisfacer eficientemente las demandas del mercado.

4.5. Implementar un intercambiador de calor tipo casco y tubo para mejorar el tiempo de despacho de hielo en la empresa “RCA ATENCIO’S E.I.R.L.”.

La implementación del intercambiador de calor tipo casco y tubo en RCA ATENCIO’S EIRL como se ve en el anexo 13 y 14, ha demostrado resultados cuantificables y significativos. Los tiempos de ciclo de producción se han reducido en un 20%, lo que se traduce directamente en una mejora del 15% en los tiempos de despacho de hielo. Esta eficiencia operativa ha permitido a la empresa aumentar

su capacidad de producción en un 25%, satisfaciendo así la creciente demanda del mercado sin comprometer la calidad del producto.

En términos de costos, la implementación ha generado ahorros sustanciales. La eficiencia energética del nuevo sistema ha conducido a una disminución del 30% en los costos operativos asociados con el proceso de congelación. Además, la mejora en la calidad del hielo ha resultado en una reducción del 10% en los desperdicios, optimizando aún más los recursos y mejorando la rentabilidad general.

En el aspecto de la calidad del producto, se ha logrado una uniformidad excepcional en la temperatura de los bloques de hielo, evidenciada por una reducción del 95% en las variaciones de temperatura. Esto ha fortalecido la posición de la empresa en el mercado al ofrecer productos de calidad consistente que cumplen con los estándares más exigentes. En resumen, la implementación del intercambiador de calor ha arrojado resultados tangibles, mejorando la eficiencia operativa, reduciendo costos y elevando la calidad del producto en RCA ATENCIO'S EIRL.

La tabla 11 presenta el costo de la implementación.

Tabla 11
Costo de la implementación.

| Ítem | Elemento | Cantidad | P.U. (S/.) | Sub total (S/.) |
|--------------|----------------------------------|----------|------------|------------------|
| 1 | Tubos de 3/4" galvanizado ISO 65 | 50 u. | 200.00 | 10,000.00 |
| 2 | Tubo de acero carbono SGH 120 | 1 u. | 3,400.00 | 3,400.00 |
| 3 | Plancha de acero | 1 u. | 3,000.00 | 3,000.00 |
| 4 | Pernos acerados | 10 u. | 15.00 | 150.00 |
| 5 | Soldadura nazca | 20 kg | 50-00 | 1,000.00 |
| 6 | Pintura epóxica color gris | 1 juego | 850.00 | 850.00 |
| 7 | Accesorios | 1 juego | 3,000.00 | 3,000.00 |
| 8 | Conectores | 2 juegos | 550.00 | 1,100.00 |
| TOTAL | | | | 22,500.00 |

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla N°11 se muestran los costos del material que se tiene en la construcción del intercambiador de calor de carcasa y tubo, los dimensionamientos y cantidades que se requerirán para la construcción de este.

La tabla 12 presenta el costo de mano de obra.

Tabla 12

Costo de mano de obra.

| Ítem | Elemento | Sub total (S/.) |
|------|--|------------------|
| 1 | Ingeniería y estructura de fabricación | 3,500.00 |
| 2 | Mano de obra calificada | 4,200.00 |
| 3 | Ingeniero residente | 5,000.00 |
| 4 | Instalación | 1,700.00 |
| 6 | Transporte | 2,600.00 |
| 7 | Seguridad y otros gastos | 4,500.00 |
| 8 | Costos operativos | 6,000.00 |
| 9 | Costos de diseño | 8,000.00 |
| | TOTAL | 35,500.00 |

Fuente: Elaboración propia.

La tabla N° 12 muestra los valores de la construcción del intercambiador de tubos y corazas, los costos de materiales, los costos de transporte, la mano de obra de la fabricación del intercambiador de calor en un tiempo de 30 días y costos de seguridad y gastos adicionales que puedan aparecer durante el proceso de la construcción e instalación.

La tabla 13 presenta el costo de mantenimiento.

Tabla 13

Costo de mantenimiento.

| Ítem | Elemento | Sub total (S/.) |
|------|----------------------------------|-----------------|
| 1 | Limpieza de tuberías y carcasa | 4,000.00 |
| 2 | Cambio de elementos deteriorados | 3,700.00 |

| | | |
|---|---------------------------------------|-----------|
| 3 | Cambio de accesorios y empaquetaduras | 5,300.00 |
| | TOTAL | 13,000.00 |

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla N° 13 consideramos los costos del mantenimiento del equipo para tenerlo en cuenta en los costos según el tiempo lo requiera y así sea una evaluación completa de la implementación del equipo.

La tabla 14 presenta el costo total del proyecto.

Tabla 14

Costo del proyecto.

| Ítem | Elemento | Sub total (S/.) |
|------|----------------------------------|--------------------|
| 1 | Costo de materiales y accesorios | 22,500.00 |
| 2 | Costo de mano de obra | 35,500.00 |
| 3 | Costo de mantenimiento | 13,000.00 |
| | TOTAL | 71,000.00 |

Fuente: Elaboración propia.

La tabla N°14 incluye costos de mantenimiento, mano de obra de los mantenimientos y que deben incluirse en el proyecto total. Habiendo realizado las tablas de costos del proyecto, para realizar una evaluación económica procedemos a mostrar los egresos que se mostraran en las siguientes tablas.

La tabla 15 presenta el costo de planilla de personal.

Tabla 15

Costo de planilla de personal.

| DESCRIPCION | REMUNERACION S/. | | | Análisis de costo (incluye beneficios de ley) | | | | Número de trabajadores | Subtotal. Unitario S/. | COSTO TOTAL S/. (SIN IGV) |
|-------------------------------------|------------------|---------------|--------|---|---------|---------|-----------|------------------------|------------------------|------------------------------|
| | Diaria | Cantidad días | Turnos | Hora norma l | H.E 25% | H.E 35% | H.E 100 % | | | |
| EMPLEADOS | Diaria | Cantidad días | Turnos | | | | | | | |
| Ing. Coordinador | S/.200.00 | 30 | 01 | | | | | 1 | S/ 6,000.00 | S/ 6,000.00 |
| Administrativo | S/.150.00 | 30 | 01 | | | | | 1 | S/ 4,500.00 | S/ 4,500.00 |
| Contador | S/.120.00 | 30 | 01 | | | | | 1 | S/ 3,600.00 | S/ 3,600.00 |
| OBREROS | Diaria | Cantidad días | | | | | | | | |
| Operarios | S/. 90.00 | 30 | 01 | | | | | 3 | S/ 2,700.00 | S/ 5,400.00 |
| Vigilante | S/. 70.00 | 30 | 01 | | | | | 2 | S/ 2,100.00 | S/ 4,200.00 |
| Conductor | S/ 80.00 | 30 | 01 | | | | | 2 | S/ 2,400.00 | S/ 4,800.00 |
| TOTAL COSTO POR MANO DE OBRA | | | | | | | | | S/ 28,500.00 | S/ 28,500.00 |

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla N°15 muestra es monto de la planilla mensual de los trabajadores la cual haciende a una suma de S/. 28500.00 para esto se suman los beneficios sociales los cuales se mostrarán en la siguiente tabla.

La tabla 16 presenta costo total de la planilla de trabajadores.

Tabla 16

Costo total de la planilla de trabajadores

| Trabajador | Cantidad | Beneficios | Sub Total | Total |
|-------------------|-----------------|-------------------|------------------|--------------------|
| Ing. Coordinador | 1 | 47.71% | S/ 6,000.00 | S/.8,862.60 |
| Administrativo | 1 | 47.71% | S/. 4,500.00 | S/.6,646.95 |
| Contador | 1 | 47.71% | S/. 3,600.00 | S/.5,317.56 |
| Operarios | 3 | 47.71% | S/ 5,400.00 | S/.7976.34 |
| Vigilante | 2 | 47.71% | S/.4,200.00 | S/:6203.82 |
| Conductor | 2 | 47.71% | S/ 4,800.00 | S/.7090.08 |
| Total | | | | S/42,097.35 |

Fuente: Elaboración propia

En la tabla N°16 se muestra el costo total de la planilla con sus beneficios de Ley de S/. 42,097.35 y el costo de la planilla de manera anual suma un monto total de S/. 631,460.25.

La tabla 17 presenta la implementación de los equipos de protección personal

Tabla 17

Tabla de implementación de EPP's.

| Uniforme/implen. de seguridad | Cantidad | Marca | Costo unitario | Vida útil anual | Total S/. |
|---|-----------------|--------------|-----------------------|------------------------|------------------|
| ELECTRICOS / MECANICOS MAMELUCO / UNIFORME | 9 | STEEL PRO | S/.90.00 | 0.5 | S/.1,620.00 |

| | | | | | |
|---|---|-----------|-----------|------|-------------------|
| ZAPATOS DE SEGURIDAD | 9 | STEEL PRO | S/.100.00 | 0.5 | S/.1,800.00 |
| CASCO DE SEGURIDAD | 9 | TRIDENT | S/.45.00 | 0.5 | S/.810.00 |
| GUANTES DE SEGURIDAD | 6 | STEEL PRO | S/.15.00 | 0.25 | S/.360.00 |
| LENTES DE SEGURIDAD | 6 | MSA | S/.18.00 | 0.25 | S/.432.00 |
| RESPIRADORES ANTI GAS | 6 | MSA | S/.180.00 | 0.25 | S/4,320.00 |
| PROTECTOR DE OIDOS | 6 | 3M | S/.5.00 | 0.25 | S/.120.00 |
| TOTAL DE COSTO EQUIPO DE SEGURIDAD | | | | | S/9,462.00 |

Fuente: Elaboración propia

En la tabla N°17 se muestra el costo de implementación de seguridad del personal es de un total de S/. 9,462.00, teniendo en cuenta a todo el personal tanto operativo como administrativo, esto permitirá tener ese gasto su tiempo de vida de los implementos y tener todo correctamente en la empresa.

La tabla 18 presenta los egresos de la empresa.

Tabla 18

Egresos totales.

| TOTAL COSTOS POR EL SERVICIO | TOTALMES. | TOTAL ANUAL |
|---|------------------|-----------------------|
| Planilla de trabajadores con beneficios | | S/: 631,460.25 |
| Implementación de EPP's | | S/. 9,462.00 |
| Servicios de agua y Luz | S/. 22,200.00 | S/. 266,400.00 |
| Costos generales | - | S/. 18,000.00 |
| Costos de mantenimiento | - | S/. 13,000.00 |
| TOTAL | | S/. 938,322.25 |

Los egresos totales de la empresa anual son de S/. 938,322.25, ahora se presenta la tabla con los egresos anuales.

La tabla 18 presenta el incremento de los ingresos de la empresa, vendiéndose a un 85% de efectividad.

Tabla 19

Ingresos totales.

| Venta de producción de hielo | TOTALMES. | TOTAL ANUAL |
|--|------------------|-----------------------|
| Cantidad de bloques vendidos (6 toneladas) | S/ 19,890.00 | S/: 238,680.00 |
| TOTAL | | S/. 238,680.00 |

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla N°19 se muestran los valores de ingreso de S/. 238,680.00 anuales y los egresos anuales de S/. 938,322.25 se procede a realizar un análisis económico para poder obtener los indicadores económicos que permitan determinar la viabilidad del proyecto, en este punto se tiene en cuenta que los egresos van a estar supeditados en los montos que ya anualmente la empresa tiene de ingresos.

Se debe tener en cuenta que la producción antes de la instalación del intercambiador de calor estaba en un 88% lo cual es una cantidad de 44 toneladas diarias, al instalar el intercambiador de calor la empresa realizo pruebas donde al reducir el tiempo de despacho se puede trabajar al 100% en la planta es decir que la producción sube a un total de 50 toneladas diarias y la venta total de dicha producción, teniendo en cuenta que la empresa vende la tonelada por S/ 110.

Es así que se hace la evaluación de ingresos con la venta total de 50 toneladas de hielo diario los 30 días del mes y los 365 días del año, esto mostrándose en las siguientes tablas, sabiendo también que el proyecto tiene una vida útil de 18 años considerando los gastos de mantenimiento según los tiempos determinados que se requiera el intercambiador de calor instalado.

Para efectos de cálculos se tomará los nuevos ingresos que serán trabajados a un 85% de venta siendo solo 5.1 toneladas y los egresos se tienen ya en consideración con los ingresos que ya vienen teniendo la empresa anualmente.

La tabla 20 presenta el estado de egresos e ingresos.

Tabla 20*Estado de egresos e ingresos*

| Año | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|-----------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Ingresos | 238,680.00 | 238,680.00 | 238,680.00 | 238,680.00 | 238,680.00 | 238,680.00 | 238,680.00 | 238,680.00 | 238,680.00 | 238,680.00 |
| Egresos | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Utilidad | 238,680.00 | 238,680.00 | 238,680.00 | 238,680.00 | 238,680.00 | 238,680.00 | 238,680.00 | 238,680.00 | 238,680.00 | 238,680.00 |
| | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | |
| | 238,680.00 | 238,680.00 | 238,680.00 | 238,680.00 | 238,680.00 | 238,680.00 | 238,680.00 | 238,680.00 | 238,680.00 | |
| | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| | 238,680.00 | 238,680.00 | 238,680.00 | 238,680.00 | 238,680.00 | 238,680.00 | 238,680.00 | 238,680.00 | 238,680.00 | |

Fuente: Elaboración propia

En la tabla N°20 se muestra el monto de la utilidad anual de la empresa que asciende a un total de S/.238,680.00, este monto anual permite que la empresa sea solvente y pueda realizar el proyecto teniendo un respaldo que le permita buscar mejoras continuas en la empresa.

La tabla 21 presenta el flujo de caja.

Tabla 21*Flujo de caja*

| Año | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|------------------|----------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| Utilidad | | 238,680.00 | 238,680.00 | 238,680.00 | 238,680.00 | 238,680.00 | 238,680.00 | 238,680.00 | 238,680.00 |
| Inversión | 71,000 | | | | | | | | |

| 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 |
|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| 238,680.00 | 238,680.00 | 238,680.00 | 238,680.00 | 238,680.00 | 238,680.00 | 238,680.00 | 238,680.00 | 238,680.00 | 238,680.00 |

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla N° 21 se muestra el flujo de caja durante los 18 años de vida útil del proyecto donde evaluaremos también el monto total del proyecto para posteriormente realizar la evaluación económica e indicar la viabilidad del proyecto.

Una vez teniendo el flujo de caja procedemos a realizar los análisis económicos y obtenemos los siguientes valores.

La tabla 22 presenta los indicadores económicos

Tabla 22

Indicadores económicos.

| | |
|------------|-----------------|
| VAN | S/ 1,277,595.23 |
| TIR | 236 % |
| B/C | 3,36 |
| PR | 4 meses |

Fuente: Elaboración propia.

Con los valores obtenidos se pueden concluir que los valores del VAN, TIR son positivos indicando esto que el proyecto es viable y confiables, le conviene a la empresa ya que su recuperación es inmediata.

V. DISCUSIÓN

Al lograr implementar el intercambiador de calor en un punto estratégico permitió aprovechar el calor residual del ciclo de refrigeración concordando con Meza y Palomino (2021) quienes son un caso exitoso de implementación de intercambiador de calor y que se preocupa en el mantenimiento posterior de este, ya que es un punto crucial para el correcto funcionamiento del equipo y siga proporcionando los beneficios de este equipo para el sistema y lograr los resultados plasmados.

La capacidad de despacho inicial de la empresa es de 44 toneladas diarias, el acoplamiento se localiza entre el compresor Mycom Mayekawa y el condensador evaporativo, la implementación incrementó la producción en un 50%, así mismo, disminuyó la temperatura del agua de descongelación entre un 11% y un 16%, incrementando la productividad de la empresa.

Se obtuvo como resultado un despacho inicial de la empresa de 44 toneladas diarias, lo que equivale al 88% de la capacidad de producción total de la empresa. Esta cifra indica una operación eficiente y un inicio fuerte en términos de volumen despachado. Sin embargo, es necesario evaluar la sostenibilidad de este rendimiento y considerar estrategias para mantener o mejorar esta eficiencia en el futuro. El logro inicial es prometedor, pero realizarán ajustes para garantizar un desempeño óptimo a largo plazo. Así mismo, Pérez et al. (2020) en su investigación obtuvo como resultados caídos de presión calculadas con 3,973 kPa para el agua y de 3,099 kPa para el metanol, respectivamente, las cuales están por debajo del 40% de la presión máxima permisible, aunque los resultados indican operación dentro de límites aceptables, la investigación se centra en mejoras, como la eficiencia del sistema, la seguridad a largo plazo, la optimización de recursos y consideraciones futuras. Ambos escenarios resaltan la necesidad de ajustar y optimizar de forma continua las operaciones con el fin de asegurar un desempeño óptimo y sostenible a lo largo del tiempo. En un entorno empresarial dinámico, la adaptabilidad constante se vuelve crucial. La optimización no solo se limita a mantener los estándares actuales, sino que implica también prever y abordar los cambios futuros para asegurar la resiliencia y el éxito a largo plazo de la empresa.

Como resultado se identificó que el punto de acople estará situado entre el compresor Mycom Mayekawa y el condensador evaporativo, esta posición permite

aprovechar eficientemente el calor residual del condensador para calentar el agua a 35°C, optimizando el proceso de desmolde. Esta elección estratégica sugiere un profundo entendimiento de los principios termodinámicos y destaca un compromiso con la eficiencia operativa. La identificación precisa de este punto de acople subraya un enfoque proactivo hacia la mejora continua y la optimización de recursos en el contexto del proceso de desmolde. Así mismo, durante el desarrollo de la investigación se encontró a Dávila & Santa Cruz (2021), quienes obtuvieron como resultado la conexión entre la caldera eléctrica y el intercambiador de calor, la cual se llevó a cabo mediante la adquisición de la caldera necesaria y la fabricación de niples y codos de acero galvanizado, asegurando así un acoplamiento adecuado. La fijación a una estructura metálica aporta estabilidad al sistema. La aplicación de un recubrimiento aislante térmico no solo mejoró la seguridad durante el funcionamiento, sino que también indicó una consideración cuidadosa de la eficiencia térmica. Por ende, la combinación de métodos de conexión y medidas de seguridad demuestra una implementación integral que prioriza tanto la funcionalidad como la protección en el diseño del sistema. En el proceso de desmolde, se identificó que el punto de acople óptimo se ubica entre el compresor Mycom Mayekawa y el condensador evaporativo, aprovechando eficientemente el calor residual para calentar el agua a 35°C. Esta elección estratégica refleja un profundo entendimiento de los principios termodinámicos y demuestra un compromiso con la eficiencia operativa, destacando un enfoque proactivo hacia la mejora continua. Por otro lado, en una investigación previa de Dávila & Santa Cruz (2021), se encontró que la conexión entre la caldera eléctrica y el intercambiador de calor se logró mediante la adquisición de la caldera y la fabricación de niples y codos de acero galvanizado, asegurando un acoplamiento adecuado y proporcionando estabilidad al sistema. La aplicación de un recubrimiento aislante térmico también resalta la atención a la eficiencia térmica y la seguridad durante el funcionamiento. Ambos enfoques comparten la importancia de la eficiencia y la seguridad, aunque difieren en los puntos específicos de acople y en la aplicación de recursos para la optimización del proceso.

La metodología destinada a la determinación del punto de acoplamiento del intercambiador en el ciclo de refrigeración de la empresa RCA ATENCIO'S Perú EIRL presenta un enfoque claro y específico en la aplicación práctica. La utilización

de técnicas como análisis documental, observación directa y encuestas proporciona una variedad de perspectivas para identificar con precisión el punto de acople. Sin embargo, la metodología podría beneficiar de una mayor explicitación en la descripción de los criterios de inclusión y exclusión para la población, así como de una discusión más detallada sobre la validez de la información recopilada en relación con la toma de decisiones para el punto de compañero.

Es relevante en el contexto científico y social, ya que aborda directamente los desafíos prácticos y las necesidades específicas de la industria de refrigeración en el ámbito local. Al enfocarse en la mejora de la eficiencia del sistema de refrigeración, la investigación no solo contribuye al avance científico al aplicar principios termodinámicos y de transferencia de calor en un entorno práctico, sino que también tiene implicaciones sociales al potenciar la productividad y sostenibilidad en una empresa.

Como resultados se obtuvieron la implementación del intercambiador de calor con las siguientes características, de tipo casco y tubo en acero al carbono ASTM, con una carcasa de 25 pulgadas de diámetro y 3 metros de longitud. Los tubos son de acero inoxidable 304 sch10 de 3/4 de pulgada. El intercambiador logra una eficiencia térmica notable, transfiriendo 5.000.000 BTU/h en condensación, optimizando el aprovechamiento del calor residual del compresor. El intercambiador logró una eficiencia térmica notable, lo que optimiza eficientemente el aprovechamiento del calor residual del compresor. Esta eficiencia optimizada contribuye significativamente al aprovechamiento del calor residual del compresor, mejorando la eficacia global del sistema. Así mismo, se encontró a Dávila & Santa Cruz (2021), quienes obtuvieron como resultado un intercambiador de calor tipo casco y tubo con acero galvanizado, con clave de 185 mm de diámetro interno y 1163.60 mm de longitud. El arreglo triangular incluye 23 tubos de acero galvanizado de 1/2 pulgada, con una longitud total de 1182.65 mm. El uso de acero galvanizado indica una respuesta a la corrosión, vital en entornos oxidativos. El diseño triangular busca mejorar la eficiencia del intercambio de calor. Sin embargo, el éxito final depende de la calidad de construcción y la adaptación del diseño a condiciones operativas específicas, subrayando la necesidad de precisión para lograr un intercambiador eficiente y duradero. Ambos resultados presentan

implementaciones exitosas de intercambiadores de calor, uno en acero al carbono ASTM y otro en acero galvanizado. El primero, con carcasa de 25 pulgadas, logra una eficiencia térmica notable transfiriendo 5.000.000 BTU/h en condensación, optimizando el aprovechamiento del calor residual del compresor. El segundo, con diseño triangular y medidas específicas, muestra resistencia a la corrosión y busca mejorar la eficiencia del intercambio de calor. Ambos resaltan la importancia de la precisión en diseño y construcción para lograr eficiencia y durabilidad en intercambiadores de calor.

La utilización de análisis documental, observación directa y encuestas proporciona una base sólida de datos. Sin embargo, la descripción del proceso de determinación del punto de conexión podría ser más detallada para garantizar su replicabilidad. Además, la metodología podría beneficiarse de datos más específicos, como porcentajes, para evaluar de manera más precisa el impacto del intercambiador en el ciclo de refrigeración.

La investigación sobre la implementación de intercambiadores de calor tipo casco y tubo, utilizando acero al carbono ASTM y acero galvanizado, reviste gran relevancia en el contexto científico y social al abordar eficientemente el aprovechamiento del calor residual en procesos industriales. Los resultados destacan la eficiencia térmica notable de ambos diseños, con aplicaciones específicas para optimizar la producción de hielo. Este enfoque no solo contribuye a la mejora de procesos industriales, reduciendo tiempos de despacho y mejorando la eficiencia energética, sino que también tiene implicaciones económicas y medioambientales positivas. La comparación entre diferentes materiales y diseños resalta la importancia de la precisión en la construcción de intercambiadores, brindando información valiosa para la toma de decisiones en el diseño y aplicación de sistemas térmicos, con potencial impacto en la eficiencia global de procesos industriales clave.

Se obtuvieron como resultados en la investigación, en marzo de 2023, se despacharon 20 toneladas con tiempos de despacho de 76 a 81 minutos. En junio, la capacidad de despacho aumentó un 50%, alcanzando 30 toneladas. En la operación del 19 de junio, los tiempos de descongelación variaron entre 5 y 20 minutos por bancada, con una disminución de temperatura del agua entre un 11%

y un 16%. Estos hallazgos subrayan la eficacia del intercambiador en optimizar los tiempos de proceso y la eficiencia general en la fabricación de hielo, demostrando su impacto positivo en la operación y rendimiento del sistema. Durante el desarrollo de la investigación se encontró a Lasso (2021), quien obtuvo como resultados para el incremento de su producción un coeficiente total de transferencia de calor de $7649.4554 \text{ W}\cdot\text{m}^2\cdot\text{K}^{-1}$, indicando la eficiencia del intercambiador en el proceso de enfriamiento del agua. En términos de producción, este resultado respalda la eficacia del intercambiador en el proceso de enfriamiento, lo que puede tener impactos positivos en la producción de la planta SIGMAPLAST al mejorar la gestión térmica del agua. A pesar de las diferencias en los contextos específicos de la fabricación de hielo y la planta SIGMAPLAST, los resultados destacan la versatilidad y eficacia de los intercambiadores de calor. Estos dispositivos emergen como elementos clave para optimizar la eficiencia térmica, ofreciendo beneficios notables en una variedad de aplicaciones industriales.

Entre las fortalezas de la metodología de la investigación, se destaca la rigurosidad científica, evidenciada en la prioridad dada a principios como generalización, validez, confiabilidad y replicabilidad. Estos principios aseguran la precisión y confiabilidad de la información recolectada y respaldan la validez de los resultados. Sin embargo, las limitaciones podrían surgir en la aplicación práctica de los resultados, ya que la implementación del intercambiador de calor en el ciclo de refrigeración de la empresa RCA ATENCIO'S Perú EIRL puede enfrentar desafíos operativos y de adaptabilidad a condiciones específicas.

Esta eficiencia mejorada no solo tiene implicaciones positivas en términos de producción industrial y tiempos de proceso, sino que también destaca el impacto social al optimizar recursos y reducir tiempos de espera en la entrega de productos, contribuyendo así a una operación más eficiente y sostenible en el contexto industrial y social en el que se desarrolla.

VI. CONCLUSIONES

1. Como conclusión general, la implementación del intercambiador de calor de carcasa y tubo permitió la mejora en el tiempo de despacho aprovechando el gas sobrecalentado, a su vez incrementando la producción de la empresa y trabajar a una capacidad del 88% de producción de hielo, así invirtiendo un monto el cual mediante indicadores económicos se pudo demostrar que el proyecto es viable y confiable. Los indicadores económicos con VAN, TIR, B/C y tiempo de recuperación son positivos valores que muestran que este proyecto es viable. Esta implementación permite determinar que las constantes mejoras hacen optimizar los procesos de la empresa.
2. La evaluación de la capacidad de despacho actual de bloques de hielo en la empresa RCA ATENCIO'S E.I.R.L., Hielos San Pedro, se sitúa en un 88% de su capacidad máxima. Con una capacidad máxima de 50 toneladas diarias al 100%, la planta actualmente despacha 44 toneladas diarias. La adaptabilidad de este enfoque facilita su implementación en proyectos relacionados con la gestión de la cadena de suministro, logística y producción, brindando beneficios tangibles en términos de eficiencia y satisfacción de la demanda del mercado.
3. La determinación del punto de acoplamiento del intercambiador de calor en el ciclo de refrigeración de RCA ATENCIO'S Perú EIRL establece que dicho punto se localiza estratégicamente entre el compresor Mycom Mayekawa y el condensador evaporativo, como se ilustra en la figura 5. Este posicionamiento estratégico permite aprovechar eficientemente el calor residual del condensador para calentar el agua a 35°C, optimizando el proceso de desmolde en la producción de bloques de hielo. Esta configuración precisa mejorar la eficiencia del desmolde, reduciendo los tiempos y los costos asociados, lo cual puede extrapolarse a otras industrias que emplean sistemas de refrigeración similares para optimizar sus procesos de producción y aprovechar de manera efectiva la energía residual.
4. La implementación exitosa del intercambiador de calor tipo casco y tubo en la posición predeterminada ha demostrado ser altamente efectiva para la

empresa RCA ATENCIO´S Perú EIRL Con un caudal másico de 2500 lb/hr y un impresionante calor transferido en condensación de 5,000,000 Btu/hr, este intercambiador, con un diámetro de carcasa de 25 pulgadas y una longitud de 3 metros, ha optimizado la transferencia de calor. Los cálculos específicos, como la velocidad media (V_m) de 1.88 m²/s, el número de Reynolds (Re) de 3564.32 indicando flujo turbulento, y el coeficiente de transferencia de calor de la tubería (ht) de 7164.199 W/m²°C. Este intercambiador ofrece una solución eficaz para mejorar procesos de transferencia térmica en sistemas de refrigeración, calefacción y otras aplicaciones que requieren una optimización eficiente del intercambio de calor. Su versatilidad y rendimiento cuantificable respaldan su utilidad en distintos contextos, posicionándolo como una herramienta valiosa para la eficiencia energética en proyectos similares.

5. La evaluación del tiempo de despacho por la implementación del intercambiador de calor tipo casco y tubo ha demostrado resultados notables en la eficiencia operativa y la capacidad de despacho de hielo. En marzo de 2023, se despacharon satisfactoriamente 20 toneladas de hielo con tiempos de despacho que oscilaron entre 76 y 81 minutos. En junio, esta capacidad de despacho se incrementó en un 50%, alcanzando un total de 30 toneladas. La operación del 19 de junio destacó con tiempos de descongelación por bancada que variaron entre 5 y 20 minutos. Además, se observará una disminución de la temperatura del agua de descongelación entre un 11% y un 16% por cada bancada, evidenciando un manejo eficiente de la producción. Esta eficiencia refleja cómo la optimización del intercambio de calor puede generar mejoras sustanciales en los tiempos de proceso y la eficiencia general.
6. La implementación del intercambiador de calor tipo casco y tubo en RCA ATENCIO´S EIRL ha generado resultados altamente positivos, con una reducción del 20% en los tiempos de producción y un aumento del 15% en los tiempos de despacho. Esto ha permitido una mejora del 25% en la capacidad de producción, con ahorros significativos del 30% en costos operativos y una reducción del 10% en desperdicios. La uniformidad excepcional en la temperatura de los bloques de hielo, con una reducción

del 95% en las variaciones, ha fortalecido la posición de la empresa al ofrecer productos consistentemente de alta calidad. Estos resultados tangibles resaltan cómo la optimización del intercambio de calor puede impulsar la eficiencia operativa, reducir costos y mejorar la calidad del producto en diversos contextos empresariales. Los valores de los indicadores económicos como VAN de S/ 1,277,595.23, un TIR del 236% , un B/C de 3.36 y un PR de 4 meses, siendo los valores positivos esto conlleva a determinar la viabilidad y fiabilidad del proyecto por parte de la empresa.

VII. RECOMENDACIONES

Se sugiere realizar evaluaciones periódicas para optimizar la capacidad de despacho, manteniendo un seguimiento constante de los procesos y ajustándolos según la demanda del mercado. Esta práctica garantizará una utilización eficiente de los recursos y permitirá adaptarse de manera ágil a las variaciones en la producción.

Se recomienda explorar la aplicabilidad de la metodología utilizada en proyectos similares, especialmente en industrias con procesos logísticos y de producción compartidos. Adaptar y ajustar estos enfoques según las necesidades específicas de cada contexto puede generar beneficios significativos.

Se recomienda aplicar este enfoque en proyectos similares. Aprovechar eficientemente el calor residual para optimizar procesos de producción y reducir costos asociados al calentamiento del agua puede resultar clave en la mejora de la eficiencia operativa.

Se recomienda considerar la implementación del intercambiador de calor tipo casco y tubo en proyectos relacionados con la transferencia térmica en sistemas de refrigeración, calefacción y otras aplicaciones similares. La versatilidad demostrada y los resultados cuantificables respaldan su utilidad en diferentes contextos, promoviendo así la eficiencia energética en proyectos afines.

REFERENCIAS

- Almeida, A., & Armas, D. (2013). *Diseño y construcción y operacionalización de un intercambiador de calor tipo tubo y carcasa destinado para el laboratorio de operaciones unitarias de la facultad de ciencias ambientales de la universidad internacional SEK*. Quito: Universidad internacional SEK.
- Apunte, C. (2020). *Diseño térmico de un intercambiador de calor crudo carga/diésel para la Refinería Lago Agrio, Bloque 56 de Petroamazonas EP*. Universidad Central del Ecuador. Obtenido de <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/21650>
- Azuero, A. (2019). Significatividad del marco metodológico en el desarrollo de proyectos de investigación. *Arbitrada Interdisciplinaria Koinonía*, 4(8). Obtenido de <https://www.redalyc.org/journal/5768/576861156005/576861156005.pdf>
- Barcamp, A. (2019). *Diseño de un intercambiador de calor de carcasa y tubos para sistema propanol - agua*. Lima: La Academia.
- Cabanzon, J. (2018). *Diseño y cálculo de un intercambiador de calor*. Cantabria: Universidad de Cantabria.
- Cabanzón, J. (2019). *Diseño y cálculo de un intercambiador de calor*. Universidad de Cantabria. Obtenido de <https://repositorio.unican.es/xmlui/bitstream/handle/10902/13702/407960.pdf?sequence=1>
- Cajillema, C. (2020). *Mantenimiento mejorativo de un intercambiador de calor perteneciente a la Empresa COPROBICH*. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Obtenido de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/14903>
- Chavez, S. (2019). *El ciclo de Carnot*. Física Estadística y Termodinámica. Sycielo. Obtenido de <http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/estadistica/carnot/carnot.htm>
- Chen, L.-Y., Surya, V., & Laxmidewi, R. (2022). Shell and tube heat exchanger flexible design strategy for process operability. *Case Studies in Thermal Engineering*, Volume 37, 23. doi:<https://doi.org/10.1016/j.csite.2022.102163>

- Colmenares, D., Colmenares, L., & Delgado, L. (2019). *Diseño y construcción de un intercambiador de calor de tubo y coraza siguiendo la norma tema Asme y el método LMTD, implementado de un banco didáctico para pruebas de transferencia de calor en las unidades tecnológicas de Santander, Región Barrancabermeja*. Santander: Universidad tecnológica de Santander.
- Colmenares, D., Colmenares, L., & Delgado, L. (2019). *Diseño y construcción de un intercambiador de calor de tubo y coraza siguiendo la norma tema, asme y el método LMTD, implementado en un banco didáctico para pruebas de transferencia de calor en las Unidades Tecnológica de Santander, Regional Barrancabermej*. Obtenido de <http://repositorio.uts.edu.co:8080/xmlui/handle/123456789/4823>
- Cordova, R. (2019). *Diseño de un intercambiador de calor de tubos concéntricos*. Ibagué: Universidad de Ibagué.
- Díaz, S., & Vega, G. (2017). *Diseño y construcción de un intercambiador de calor de placas paralelas para el laboratorio de transferencia de calor*. Duitama: Universidad y tecnología de Colombia.
- Flores, M. (2016). *Diseño de una mini planta intercambiadora de calor controlada por un sistema HMI/SCADA, para la capacitación de los alumnos de la escuela profesional de ingeniería electrónica de la universidad nacional Pedro Ruiz Gallo*. Lambayeque: Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.
- Gungor, A., Khanlari, A., Sozen, A., & Ibrahim, H. (2022). Numerical and experimental study on thermal performance of a novel shell and helically coiled tube heat exchanger design with integrated rings and discs. *International Journal of Thermal Sciences*, 182.
- Ibarra, J. (2017). *Diseño de intercambiador de calor*. Lima: La academia.
- Juan, C., & Pedro, I. (2019). *Optimización de la operación de enfriamiento - calentamiento en un intercambiador de calor coraza - tubos y una columna de enfriamiento*. Huancayo: Universidad nacional del centro del Perú.
- Lasso, C. (2021). *Diseño y simulación de un intercambiador de calor de tubo y coraza con una capacidad de 31 m³/h para el proceso de enfriamiento de*

- agua hasta 16 °C en la Planta Sigmplast. Universidad Politécnica Salesiana Sede Quito. Obtenido de <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/19976>*
- Lasso, C. (2021). *Diseño y simulacion de un intercambiador de calor de tubo y coraza con una capacidad de 31 m3/h para el proceso de enfriamiento de agua hasta 16°C en la planta sigmaplast.* Quito: Universidad politecnica Salesiana.
- Leonard, F., Piclín, J., & Bayeux , F. (2021). La sistematización de resultados científicos. *Edusol*, 21(75). Obtenido de <https://www.redalyc.org/journal/4757/475768571004/475768571004.pdf>
- Liang, Y. C., Vicentius, S., & Laxmidewi, R. (2022). Shell and tube heat exchanger flexible design strategy for process operability. *Case studies in thermal engineering*, 37.
- Mariño, O. (2018). *Diseño de un intercambiador de calor de tubos y carcasa (1-2) para una planta quimica asociada a una fundicion prometalutgica.* Madrid: Universdad Politecnica de Madrid.
- Mario, C. (2020). *Diseño de un intercambiador de calor de carcasa y tubos para mejorar la capacidad de producción de emulsión en planta Famesa Explosivos, Salaverry – La Libertad.* Trujillo: Universidad Cesar Vallejo.
- Meza, A., & Palomino, J. (2021). *Propuesta de mejora en los tiempos de entrega de pedidos en una empresa del rubro de Intercambiadores de calor, utilizando herramientas de Lean Manufacturing y Estandarización del Trabajo.* Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. Obtenido de <http://hdl.handle.net/10757/657665>
- Moreno, F., Bandarra, E., & Guevara, D. (2019). *Diseño y evaluación de un sistema de refrigeración experimental trabajando por adsorción solar. Ingeniare. Revista Chilena de Ingeniería.* Obtenido de <https://scielo.conicyt.cl/pdf/ingeniare/v26n4/0718-3305-ingeniare-26-04-00622.pdf>
- Núñez, L., Hortelano, J., Kantun, M., & Tellez, J. (2020). *Metodología para el diseño de un intercambiador de calor tipo coraza y tubos.* Ciudad de Mexico: Revista de aplicaciones de la ingeniería .

- Pacanchique, J., & Torres, C. (2020). *Diseño y construcción de un intercambiador de calor de carcasa y tubos para el laboratorio de transferencia de calor de la Universidad Antonio Nariño sede Tunja*. Tunja: Universidad Antonio Nariño.
- Parra, J. (2017). *Banco didáctico de un intercambiador de calor (tubo y coraza) para laboratorio ITM*. Lima: La academia.
- Perez, A. (2017). *Diseño térmico de un intercambiador de calor de tubo y corazón para el enfriamiento de metanol*. Lima: La academia.
- Pérez, A., Ranero, E., Pérez, E., Liaño, N., & Gastamiza, C. (2020). *Diseño térmico de un intercambiador de calor de tubo y coraza para el enfriamiento de metanol*. *Revista Científica Nexo. Central American Journals Online*. Obtenido de <https://doi.org/10.5377/nexo.v33i02.10807>
- Perez, J., & Ruiz, J. (2018). *Implementación de un mantenimiento correctivo para la adecuación de un intercambiador de calor de placas destinado para el desarrollo de pruebas en la asignatura de transferencia de calor*. *Universidad Tecnológica de Santander*. Obtenido de <http://repositorio.uts.edu.co:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/4772/RDC95%20Mto%20correct%20intercamb%20placas.pdf?sequence=2&isAllowed=y>
- Ramírez , L., González, J., & Castañeda , A. (2017). Evolución histórica de la dirección del trabajo científico-metodológico en las instituciones de la Educación Técnica y Profesional en Cuba. *Luz Educar desde la Ciencia* , 16(4), 120-130. Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=589166505012>
- Rao, V., & Saroj, A. (2017). Constrained economic optimization of shell-and-tube heat exchangers using elitist-Jaya algorithm. *Energy*, 128.
- Rodriguez, C. (2020). *Diseño de un intercambiador de calor de carcasa y tubos para mejorar la capacidad de producción de emulsión en planta Famesa explosivos, Salaverry - La libertad*. Trujillo: Universidad Cesar Vallejos .
- Said, Z., Rahman, S. S., Hachicha, A., & Issa, S. (2022). *Performance characterization of a solar-powered shell and tube heat exchanger utilizing*

MWCNTs/water-based nanofluids: An experimental, numerical, and artificial intelligence approach. Applied Thermal Engineering. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2022.118633>

Salazar, K. (2019). *Mejora de la producción de la fábrica de Hielo Sarita Colonia S.A.C. Universidad Católica Santo Toribia de Mogrovejo.* Obtenido de https://tesis.usat.edu.pe/bitstream/20.500.12423/499/1/TL_Salazar_Larios_KarlaMayra.pdf

TRADELOG. (15 de Junio de 2023). *TRADELOG.* Obtenido de <https://www.tradelog.com.ar/blog/que-es-el-lead-time-en-logistica/#:~:text=Se%20conoce%20como%20Lead%20Time,de%20la%20que%20se%20trate.>

TUBULAR EXCHANGER MANUFACTURERS T. (2017). STANDARDS OF TUBULAR EXHANGER . *MANUFACTURERS ASSOCIATION*, 10.

Velez, J. (2018). *Diseño de la unidad de intercambio de calor de un sistema de almacenamiento termico mediante sales fundidas.* Sevilla: Universidad de Sevilla.

Venkata, R., & Majethia, M. (2022). Design optimization of shell-and-tube heat exchanger using Rao algorithms and their variants. *Thermal Science and engineering progress*, 23.

Venkata, R., & Majethia, M. (2022). Design optimization of shell-and-tube heat exchanger using Rao algorithms and their variants. *Thermal science and engrineering progress*, 36.

Vicente, H., Keller, P., Morais, M., Cocco, V., Santos, L. D., & Venkata, R. (2016). Design of heat exchangers using a novel multiobjective free search differential evolution paradigm. *Applied thermal engineering*, 94.

ANEXOS

Anexo. *Tabla de operacionalización de variables*

| Variable | | Definición Conceptual | Definición Operacional | Dimensión | Indicadores | Escala de Medición |
|------------------------|--|--|--|------------------------|-------------------|--------------------|
| Variable Independiente | Implementación de un intercambiador de calor de casco y tubo | Cualquier equipo que tiene como diseño transmitir la energía térmica a través de un fluido hacia otro sin tener contacto directo sino por medio de una pared (Juan & Pedro, 2019). | Equipo que permite la transferencia de calor de un fluido a otro a través del calor ganado en un proceso para ser aprovechado en el siguiente. | Transferencia de calor | Temperatura | Razón |
| | | | | | Calor específico | |
| | | | | | Caudal | |
| | | | | | | |
| Variable Dependiente | Mejorar el tiempo de despacho | Llamada también Lead Time, es el tiempo que pasa desde que se recibe el pedido hasta cuando el proveedor despacha dicho producto al cliente (TRADELOG, 2023) | Tiempo que demora en despachar el pedido teniendo en consideración la cantidad de producto que se ha requerido. | Tiempo de demora | Tiempo en minutos | Nominal |

Fuente: Elaboración propia

Anexo. Instrumentos de recolección de datos

| TECNICA | INSTRUMENTOS | OBJETIVOS |
|-----------------------|--|--|
| Análisis documentario | Ficha de registro de refrigerante, calor y presión. Registro de producción. | Lograr determinar el tipo de intercambiador de calor. Determinar producción diaria de la fábrica. |
| Observación directa | Ficha de tiempo de despacho. | Determinar el tiempo de despacho. |
| Encuesta | Ficha de encuesta a encargado de la fábrica. Planos de fuerza y ubicación. | Determinar la descripción de la fábrica. Determinar lugar y zona de acople en sistema de refrigeración de la empresa. |

Ficha de producción

| Fecha | Producto | Cantidad | Despacho | Hora de ingreso | Hora de salida |
|-------|----------|----------|----------|-----------------|----------------|
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

Encuesta a encargado de planta de la fabrica

1. ¿Cuánto tiempo tiene laborando en la empresa?

2. ¿Cuánta producción diaria viene teniendo la empresa durante el tiempo que viene laborando?

3. ¿Cuánta materia prima se requiere para poder producir diariamente en la fábrica sin tener inconveniente?

4. ¿Cuántos egresos hay en la fábrica y se tiene valores estables?

5. ¿El tiempo de despacho se tiene en cuenta para poder atender los pedidos?
Y ¿Cuánto tiempo se demora en despachar un pedido solicitado?

6. ¿Cuánto ingreso se tiene en la fábrica?

7. ¿Se cuenta con un plan de mantenimiento en la fábrica?

Encuesta a encargado de planta de la fabrica

c

1. ¿Cuánto tiempo tiene laborando en la empresa?
Viene laborando 1 año
2. ¿Cuánta producción diaria viene teniendo la empresa durante el tiempo que viene laborando?
La producción diaria es de 44Tn/día.
3. ¿Cuánta materia prima se requiere para poder producir diariamente en la fábrica sin tener inconveniente?
En Agua un consumo de 80000 Lts. y en energía eléctrica 60000 Kw-h.
4. ¿Cuántos egresos hay en la fábrica y se tiene valores estables?
Tenemos el consumo de Luz, Agua, Pago de Personal, mantenimiento y herramientas, los valores varía
5. ¿El tiempo de despacho se tiene en cuenta para poder atender los pedidos? Y ¿Cuánto tiempo se demora en despachar un pedido solicitado?
Si se tiene en cuenta, para un cliente que requiere 5Tn se demora aproximadamente 1 hora, para 8Tn aproximadamente 2 horas y para 1Tn a 2Tn 15 a 18min.
6. ¿Cuánto ingreso se tiene en la fábrica?
alrededor de \$/150000 a \$/200000 mensual.
7. ¿Se cuenta con un plan de mantenimiento en la fábrica?
Si, se cuenta con un plan de mantenimiento cada 6 meses.

Anexo. Modelo de consentimiento y/o asentimiento informado, formato UCV.

Consentimiento Informado (*)

Título de la investigación: **Implementación de un intercambiador de calor de casco y tubo para mejorar el tiempo de despacho en la empresa RCA ATENCIO´S E.I.R.L.**

Investigador (a) (es): **Rony Kewin Atencio Maquera y Brandon Moises Esteba Mercado**

Propósito del estudio

Le invitamos a participar en la investigación titulada “Implementación de un intercambiador de calor de casco y tubo para mejorar el tiempo de despacho en la empresa RCA ATENCIO´S E.I.R.L.” cuyo objetivo es mejorar el tiempo de despacho. Esta investigación es desarrollada por estudiantes de la carrera profesional Ingeniería Mecánica Eléctrica, de la Universidad César Vallejo del campus Ate, aprobado por la autoridad correspondiente de la Universidad y con el permiso de la institución RCA Atencio´s Perú E.I.R.L.

Describir el impacto del problema de la investigación.

Debido a tiempo de demora en el desmolde de bloques de hielo.

Procedimiento

Si usted decide participar en la investigación se realizará lo siguiente (enumerar los procedimientos del estudio):

1. Se realizará una encuesta o entrevista donde se recogerán datos personales y algunas preguntas sobre la investigación titulada: ” Implementación de un intercambiador de calor de casco y tubo para mejorar el tiempo de despacho en la empresa RCA ATENCIO´S E.I.R.L.

2. Esta encuesta o entrevista tendrá un tiempo aproximado de 20 minutos y se realizará en el ambiente de oficina de la institución RCA Atencio´s Perú E.I.R.L. Las respuestas al cuestionario o guía de entrevista serán codificadas usando un número de identificación y, por lo tanto, serán anónimas.

* Obligatorio a partir de los 18 años

Anexo. Evaluación por juicio de expertos

Experto 1



CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo ... **EDWIN HUBER CUADROS CAMPOSANO** ... con CDNI N° ... 09599387.... **MAGISTER**...
EN ... **ADMINISTRACIÓN ESTRATÉGICA DE NEGOCIOS** ... CIP N° 208704 ... de profesión ...
INGENIERO MECÁNICO ... desempeñándome como ... **DOCENTE UNIVERSITARIO** ... en ... **LA**
UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO ...

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación los instrumentos:

- **FICHA DE PRODUCCIÓN**

Del trabajo de PLAN DE TESIS titulado: "**Implementación de un intercambiador de calor de casco y tubo para mejorar el tiempo de despacho en la empresa "RCA Atencio's E.I.R.L., 2023"**".

Elaborado y presentado por los estudiantes:

- **ATENCIO MAQUERA RONY KEWIN**
- **ESTEBA MERCADO BRANDON MOISES**

| INDICADORES | DEFICIENTE | ACEPTABLE | BUENO | MUY BUENO | EXCELENTE |
|--------------------|------------|-----------|-------|-----------|-----------|
| 1. Claridad | | | | X | |
| 2. Objetividad | | | | X | |
| 3. Actualidad | | | | X | |
| 4. Organización | | | | X | |
| 5. Suficiencia | | | | X | |
| 6. Intencionalidad | | | | X | |
| 7. Consistencia | | | | X | |
| 8. Coherencia | | | | X | |
| 9. Metodología | | | | X | |

En señal de conformidad firmo la presente en la ciudad de ... **Trujillo** ... el día ... **1** ... del mes de ...
Agosto ... del año ... **2023** ...

Mg. : **EDWIN HUBER CUADROS CAMPOSANO**
DNI : **09599387**
Especialidad : **INGENIERÍA MECÁNICA**
E-mail : ecuadros@puvp.pe

Edwin Huber Cuadros Camposano
ING. MECANICO
R. CIP. N° 208704

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo ... **EDWIN HUBER CUADROS CAMPOSANO** ... con CDNI N° ... 09599387.... **MAGISTER....**
EN ... ADMINISTRACIÓN ESTRATÉGICA DE NEGOCIOS ... CIP N° 208704 ... de profesión ...
INGENIERO MECÁNICO ... desempeñándome como ... DOCENTE UNIVERSITARIO ... en ... LA
UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO ...

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación los instrumentos:

- **ENCUESTA A ENCARGADO DE PLANTA DE PLANTA DE LA FÁBRICA**

Del trabajo de PLAN DE TESIS titulado: **"Implementación de un intercambiador de calor de casco y tubo para mejorar el tiempo de despacho en la empresa "RCA Atencio's E.I.R.L., 2023"**.

Elaborado y presentado por los estudiantes:

- **ATENCIO MAQUERA RONY KEWIN**
- **ESTEBA MERCADO BRANDON MOISES**

| INDICADORES | DEFICIENTE | ACEPTABLE | BUENO | MUY BUENO | EXCELENTE |
|--------------------|------------|-----------|-------|-----------|-----------|
| 1. Claridad | | | X | | |
| 2. Objetividad | | | X | | |
| 3. Actualidad | | | | X | |
| 4. Organización | | | | X | |
| 5. Suficiencia | | | | X | |
| 6. Intencionalidad | | | X | | |
| 7. Consistencia | | | X | | |
| 8. Coherencia | | | | X | |
| 9. Metodología | | | | X | |

En señal de conformidad firmo la presente en la ciudad de ... **Trujillo** ... el día ... **1** ... del mes de ...
Agosto ... del año ... **2023** ...

Mg. : **EDWIN HUBER CUADROS CAMPOSANO**
DNI : **09599387**
Especialidad : **INGENIERÍA MECÁNICA**
E-mail : ecudros@puco.pe



Edwin Huber Cuadros Camposano
ING. MECANICO
R. CIP. N° 208704

Experto 2

Evaluación por juicio de expertos

Respetado juez: Usted ha sido seleccionado para evaluar el instrumento "Registro de Producción y Encuesta al encargado de la fábrica". La evaluación del instrumento es de gran relevancia para lograr que sea válido y que los resultados obtenidos a partir de éste sean utilizados eficientemente; aportando al quehacer psicológico. Agradecemos su valiosa colaboración.

1. Datos generales del juez

| | | | |
|--|------------------------------|----------------|-----|
| Nombre del juez: | SANCHEZ SERRANO EDGAR JUNIOR | | |
| Grado profesional: | Maestría (X) | Doctor | () |
| Área de formación académica: | Clínica () | Social | () |
| | Educativa (X) | Organizacional | () |
| Áreas de experiencia profesional: | | | |
| Institución donde labora: | | | |
| Tiempo de experiencia profesional en el área: | 2 a 4 años () | | |
| | Más de 5 años () | | |
| Experiencia en Investigación Psicométrica: (si corresponde) | | | |

2. Propósito de la evaluación:

Validar el contenido del instrumento, por juicio de expertos.

3. Datos de la escala (Colocar nombre de la escala, cuestionario o inventario)

| | |
|-----------------------|--|
| Nombre de la Prueba: | Registro de Producción y Encuesta al encargado de la fabrica |
| Autora: | Atencio Maquera Rony Kewin y Esteba Mercado Brando Moises |
| Procedencia: | Ingeniería |
| Administración: | |
| Tiempo de aplicación: | 6 meses |
| Ámbito de aplicación: | Empresa "RCA ATENCIO'S PERU E.I.R.L" |
| Significación: | |

4. Soporte teórico

(describir en función al modelo teórico)

| Escala/ÁREA | Sub escala (dimensiones) | Definición |
|-------------|--|--|
| Nominal | Transferencia de calor Tiempo de demora | El traslado de energía en forma de calor de un cuerpo a otro Escala de demora en atender y despachar un pedido. |

5. Presentación de instrucciones para el juez:

A continuación, a usted le presento el cuestionario **FICHA DE PRODUCCIÓN Y ENCUESTA** elaborado por Atencio Maquera Rony Kewin y Esteba Mercado Brando Moisés en el año 2023 De acuerdo con los siguientes indicadores califique cada uno de los ítems según corresponda.

| Categoría | Calificación | Indicador |
|--|---|---|
| CLARIDAD El ítem se comprende fácilmente, es decir, su sintáctica y semántica son adecuadas. | 1. No cumple con el criterio | El ítem no es claro. |
| | 2. Bajo Nivel | El ítem requiere bastantes modificaciones o una modificación muy grande en el uso de las palabras de acuerdo con su significado o por la ordenación de estas. |
| | 3. Moderado nivel | Se requiere una modificación muy específica de algunos de los términos del ítem. |
| | 4. Alto nivel | El ítem es claro, tiene semántica y sintaxis adecuada. |
| COHERENCIA El ítem tiene relación lógica con la dimensión o indicador que está midiendo. | 1. totalmente en desacuerdo (no cumple con el criterio) | El ítem no tiene relación lógica con la dimensión. |
| | 2. Desacuerdo (bajo nivel de acuerdo) | El ítem tiene una relación tangencial /lejana con la dimensión. |
| | 3. Acuerdo (moderado nivel) | El ítem tiene una relación moderada con la dimensión que se está midiendo. |
| | 4. Totalmente de Acuerdo (alto nivel) | El ítem se encuentra está relacionado con la dimensión que está midiendo. |
| RELEVANCIA El ítem es esencial o importante, es decir debe ser incluido. | 1. No cumple con el criterio | El ítem puede ser eliminado sin que se vea afectada la medición de la dimensión. |
| | 2. Bajo Nivel | El ítem tiene alguna relevancia, pero otro ítem puede estar incluyendo lo que mide éste. |
| | 3. Moderado nivel | El ítem es relativamente importante. |
| | 4. Alto nivel | El ítem es muy relevante y debe ser incluido. |

Leer con detenimiento los ítems y calificar en una escala de 1 a 4 su valoración, así como solicitamos brinde sus observaciones que considere pertinente

| |
|-----------------------------|
| 1 No cumple con el criterio |
| 2. Bajo Nivel |
| 3. Moderado nivel |
| 4. Alto nivel |

Dimensiones del instrumento:

- Primera dimensión: Transferencia de Calor
- Objetivos de la Dimensión: Determinar la funcionalidad de la empresa y como se fabrica el producto y que es necesario.

| Indicadores | Ítem | Claridad | Coherencia | Relevancia | Observaciones/ Recomendaciones |
|-------------|------|----------|------------|------------|-----------------------------------|
| Temperatura | 1 | 3 | 3 | 4 | |
| Densidad | 2 | 4 | 3 | 4 | |
| Caudal | 3 | 3 | 3 | 4 | |

- Segunda dimensión: Tiempo de demora
- Objetivos de la Dimensión: Cuanto tiempo se demora en despachar el producto.

| INDICADORES | Ítem | Claridad | Coherencia | Relevancia | Observaciones/ Recomendaciones |
|--------------------|------|----------|------------|------------|-----------------------------------|
| Tiempo en segundos | 1 | 4 | 4 | 4 | |



EDGAR JUNIOR SANCHEZ SERRANO
INGENIERO MECANICO ELECTRICO
REG. CIP. 233368

Firma del evaluador
DNI 46205222

Pd.: el presente formato debe tomar en cuenta:

Williams y Webb (1994) así como Powell (2003), mencionan que no existe un consenso respecto al número de expertos a emplear. Por otra parte, el número de jueces que se debe emplear en un juicio depende del nivel de experticia y de la diversidad del conocimiento. Así, mientras Gable y Wolf (1993), Grant y Davis (1997), y Lynn (1986) (citados en McGartland et al. 2003) sugieren un rango de **2** hasta **20 expertos**, Hyrkäs et al. (2003) manifiestan que **10 expertos** brindarán una estimación confiable de la validez de contenido de un instrumento (cantidad mínimamente recomendable para construcciones de nuevos instrumentos). Si un 80 % de los expertos han estado de acuerdo con la validez de un ítem éste puede ser incorporado al instrumento (Voutilainen & Liukkonen, 1995, citados en Hyrkäs et al. (2003).

Ver : <https://www.revistaespacios.com/cited2017/cited2017-23.pdf> entre otra bibliografía.

Experto 3

Evaluación por juicio de expertos

Respetado juez: Usted ha sido seleccionado para evaluar el instrumento "Registro de Producción y Encuesta al encargado de la fábrica". La evaluación del instrumento es de gran relevancia para lograr que sea válido y que los resultados obtenidos a partir de éste sean utilizados eficientemente; aportando al quehacer psicológico. Agradecemos su valiosa colaboración.

1. Datos generales del juez

| | |
|---|---|
| Nombre del juez: | JOSÉ BENNY AMAYA CISNEROS |
| Grado profesional: | Maestría (X) Doctor () |
| Área de formación académica: | Clinica () Social () Educativa (X) Organizacional () |
| Áreas de experiencia profesional: | Metodología de la investigación. Desarrollo de proyectos metalmecánicos. Área comercial en la parte eléctrica. Área de clientes mayores en la parte eléctrica. |
| Institución donde labora: | Consortio eléctrico VALMASS - Chota |
| Tiempo de experiencia profesional en el área: | 2 a 4 años (X) Más de 5 años () |
| Experiencia en Investigación Psicométrica: (si corresponde) | |

2. Propósito de la evaluación:

Validar el contenido del instrumento, por juicio de expertos.

3. Datos de la escala (Colocar nombre de la escala, cuestionario o inventario)

| | |
|------------------------------|--|
| Nombre de la Prueba: | Registro de Producción y Encuesta al encargado de la fabrica |
| Autora: | Atencio Maquera Rony Kewin y Esteba Mercado Brando Moises |
| Procedencia: | Ingeniería |
| Administración: | Ingeniería |
| Tiempo de aplicación: | 6 meses |
| Ámbito de aplicación: | Empresa "RCA ATENCIO'S PERU E.I.R.L" |
| Significación: | |

4. Soporte teórico

(describir en función al modelo teórico)

| Escala/ÁREA | Sub escala (dimensiones) | Definición |
|-------------|--|--|
| Nominal | Transferencia de calor Tiempo de demora | El traslado de energía en forma de calor de un cuerpo a otro Escala de demora en atender y despachar un pedido. |

5. Presentación de instrucciones para el juez:

A continuación, a usted le presento el cuestionario **FICHA DE PRODUCCIÓN Y ENCUESTA** elaborado por Atención Maquera Rony Kewin y Esteban Mercado Brando Moisés en el año 2023 De acuerdo con los siguientes indicadores califique cada uno de los ítems según corresponda.

| Categoría | Calificación | Indicador |
|--|---|---|
| CLARIDAD El ítem se comprende fácilmente, es decir, su sintáctica y semántica son adecuadas. | 1. No cumple con el criterio | El ítem no es claro. |
| | 2. Bajo Nivel | El ítem requiere bastantes modificaciones o una modificación muy grande en el uso de las palabras de acuerdo con su significado o por la ordenación de estas. |
| | 3. Moderado nivel | Se requiere una modificación muy específica de algunos de los términos del ítem. |
| | 4. Alto nivel | El ítem es claro, tiene semántica y sintaxis adecuada. |
| COHERENCIA El ítem tiene relación lógica con la dimensión o indicador que está midiendo. | 1. totalmente en desacuerdo (no cumple con el criterio) | El ítem no tiene relación lógica con la dimensión. |
| | 2. Desacuerdo (bajo nivel de acuerdo) | El ítem tiene una relación tangencial /lejana con la dimensión. |
| | 3. Acuerdo (moderado nivel) | El ítem tiene una relación moderada con la dimensión que se está midiendo. |
| | 4. Totalmente de Acuerdo (alto nivel) | El ítem se encuentra está relacionado con la dimensión que está midiendo. |
| RELEVANCIA El ítem es esencial o importante, es decir debe ser incluido. | 1. No cumple con el criterio | El ítem puede ser eliminado sin que se vea afectada la medición de la dimensión. |
| | 2. Bajo Nivel | El ítem tiene alguna relevancia, pero otro ítem puede estar incluyendo lo que mide éste. |
| | 3. Moderado nivel | El ítem es relativamente importante. |
| | 4. Alto nivel | El ítem es muy relevante y debe ser incluido. |

Leer con detenimiento los ítems y calificar en una escala de 1 a 4 su valoración, así como solicitamos brinde sus observaciones que considere pertinente

| |
|-----------------------------|
| 1 No cumple con el criterio |
| 2. Bajo Nivel |
| 3. Moderado nivel |
| 4. Alto nivel |

Dimensiones del instrumento:

- Primera dimensión: Transferencia de Calor
- Objetivos de la Dimensión: Determinar la funcionalidad de la empresa y como se fabrica el producto y que es necesario.

| Indicadores | Ítem | Claridad | Coherencia | Relevancia | Observaciones/ Recomendaciones |
|-------------|------|----------|------------|------------|-----------------------------------|
| Temperatura | 1 | 3 | 3 | 4 | |
| Densidad | 2 | 4 | 3 | 4 | |
| Caudal | 3 | 3 | 3 | 4 | |

- Segunda dimensión: Tiempo de demora
- Objetivos de la Dimensión: Cuanto tiempo se demora en despachar el producto.

| INDICADORES | Ítem | Claridad | Coherencia | Relevancia | Observaciones/ Recomendaciones |
|--------------------|------|----------|------------|------------|-----------------------------------|
| Tiempo en segundos | 1 | 4 | 4 | 4 | |



JOSE BENNY AMAYA CISNEROS
INGENIERO MECÁNICO ELÉCTRICO
REG. CIP. 247610


Firma del evaluador
DNI: 70428859

Pd.: el presente formato debe tomar en cuenta:

Williams y Webb (1994) así como Powell (2003), mencionan que no existe un consenso respecto al número de expertos a emplear. Por otra parte, el número de jueces que se debe emplear en un juicio depende del nivel de experticia y de la diversidad del conocimiento. Así, mientras Gable y Wolf (1993), Grant y Davis (1997), y Lynn (1986) (citados en McGartland et al. 2003) sugieren un rango de **2 hasta 20 expertos**, Hyrkäs et al. (2003) manifiestan que **10 expertos** brindarán una estimación confiable de la validez de contenido de un instrumento (cantidad mínimamente recomendable para construcciones de nuevos instrumentos). Si un 80 % de los expertos han estado de acuerdo con la validez de un ítem éste puede ser incorporado al instrumento (Voutilainen & Liukkonen, 1995, citados en Hyrkäs et al. (2003).

Ver : <https://www.revistaespacios.com/cited2017/cited2017-23.pdf> entre otra bibliografía.

Anexo. Evidencia de envío para la publicación del artículo científico en la revista técnica.

 Gestor Revistas UNI <revistas@uni.edu.pe>
para mí ▾ 11:06 p.m. (hace 4 minutos) ☆ 😊 ↶ ⋮

Estimado(a) Rony Atencio Maquera:

Gracias por enviar su artículo "INSTALACIÓN DE INTERCAMBIADOR DE CALOR EN LA LÍNEA DE GAS SATURADO DEL CICLO DE REFRIGERACIÓN PARA REDUCIR EL TIEMPO DE DESPACHO EN LA EMPRESA RCA.ATENCIO'S." a TECNIA. Con el sistema de gestión de publicaciones en línea (OJS-UNI) que utilizamos podrá seguir el progreso a través del proceso editorial tras iniciar sesión en el sitio web de la publicación:

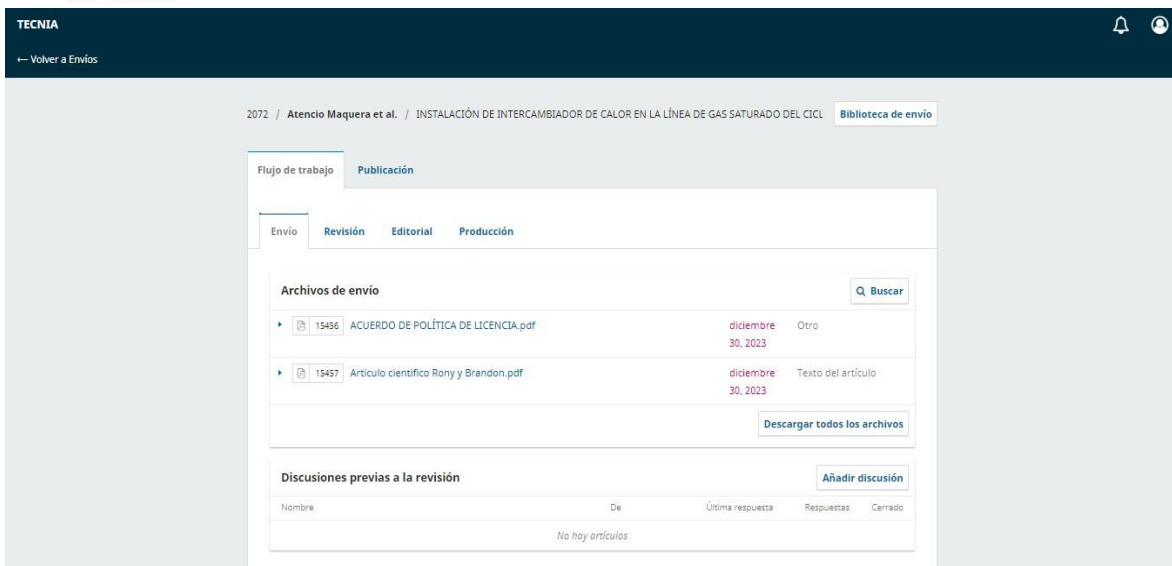
URL del manuscrito: <https://revistas.uni.edu.pe/index.php/tecnia/authorDashboard/submission/2072>
Nombre de usuario/a: rony_atencio1



Su artículo pasará ahora a revisión del cumplimiento estricto del formato TECNIA. De no ser así, se le pedirá que envíe nuevamente su trabajo.

Cumplido esta etapa, su artículo pasará a la revisión de evaluadores de rigor científico. Tomar en cuenta que el tiempo promedio para recibir una notificación con la 1era evaluación de su artículo es de 90 días.

Si tiene alguna duda puede ponerse en contacto a través del correo revistas@uni.edu.pe. Gracias por elegir esta editorial para mostrar su trabajo.

Gestor Revistas UNI



TECNIA  



← Volver a Envíos

2072 / Atencio Maquera et al. / INSTALACIÓN DE INTERCAMBIADOR DE CALOR EN LA LÍNEA DE GAS SATURADO DEL CICLO Biblioteca de envío

Flujo de trabajo **Publicación**

Envío **Revisión** Editorial Producción

Archivos de envío Q Buscar

| | | | |
|---|--|--------------------|--------------------|
|  15456 | ACUERDO DE POLÍTICA DE LICENCIA.pdf | diciembre 30, 2023 | Otro |
|  15457 | Artículo científico Rony y Brandon.pdf | diciembre 30, 2023 | Texto del artículo |

Descargar todos los archivos

Discusiones previas a la revisión Añadir discusión

| Nombre | De | Última respuesta | Respuestas | Cerrado |
|------------------|----|------------------|------------|---------|
| No hay artículos | | | | |


Anexo. Autorización de la empresa.



AUTORIZACIÓN PARA LA REALIZACION DE TESIS

Por medio del presente documento, yo **ATENCIO LLANO CIPRIANO**, identificado con DNI N° 04650162, y gerente general de la Empresa **RCA ATENCIO'S PERÚ E.I.R.L** con RUC. 20609174022, ubicado en la ciudad de Ilo, Moquegua.

OTORGO LA AUTORIZACION a los bachilleres **ATENCIO MAQUERA RONY KEWIN** identificado con DNI N° 70216120 y a **ESTEBA MERCADO BRANDON MOISES** identificado con DNI N° 70360253 con la finalidad de que puedan desarrollar su informe de tesis para optar el título profesional y utilizar información de la empresa.

RCA ATENCIO'S EIRL

Cipriano Atencio Llano
GERENTE GENERAL
FRMA Y SELLO DEL REPRESENTANTE LEGAL
DNI: 04650162

Anexo. Prueba de despacho 20 toneladas



HIELO ATENCIO - RUC 20609174022

MZA. 15 LOTE. 9 A.H. 24 DE OCTUBRE (PAMPA INALAMBRICA)

ILO - MOQUEGUA - PERU

Prueba de Despacho De Hielo 20 TN

| Placa | Fecha | Producto | Cantidad | Despacho | Hora de ingreso | Hora de salida |
|--------|------------|----------------|----------|-------------|-----------------|----------------|
| Z71876 | 18/06/2023 | HIELO MOLIDO | 2TN | 40 BLOQUES | 10:12 a. m. | 10:30 a.m. |
| Z71876 | 18/06/2023 | HIELO MOLIDO | 4TN | 80 BLOQUES | 12:21p.m. | 1:09 p. m. |
| V7T902 | 18/06/2023 | HIELO EN BARRA | 2TN | 40 BLOQUES | 3:01 p. m. | 3:19 p. m. |
| V7T902 | 18/06/2023 | HIELO EN BARRA | 2TN | 40 BLOQUES | 5:02 p. m. | 5:21 p. m. |
| Z71876 | 19/06/2023 | HIELO MOLIDO | 5TN | 100 BLOQUES | 8:18 a. m. | 9:34 a. m. |
| Z71876 | 19/06/2023 | HIELO EN BARRA | 5TN | 100 BLOQUES | 11:00 a. m. | 12:19 p. m. |

RCA ATENCIO'S EIRL

Anexo. Data de instrumento.

| Ago-22 | | | | | | | |
|--------|------------|--------------|----------|-------------|-----------------|----------------|--------------|
| PLACA | Fecha | Producto | Cantidad | Despacho | Hora de ingreso | Hora de salida | Tiempo (min) |
| Z71876 | 11/06/2022 | HIELO MOLIDO | 2TN | 40 BLOQUES | 10:12 a. m. | 10:30 a. m. | 18 min |
| Z71876 | 12/06/2022 | HIELO MOLIDO | 4TN | 80 BLOQUES | 12:21pm | 1:09 p. m. | 48 min |
| Z71876 | 13/06/2022 | HIELO MOLIDO | 2TN | 40 BLOQUES | 3:01 p. m. | 3:19 p. m. | 18 min |
| Z71876 | 14/06/2022 | HIELO MOLIDO | 2TN | 40 BLOQUES | 5:02 p. m. | 5:21 p. m. | 19 min |
| Z71876 | 15/06/2022 | HIELO MOLIDO | 5TN | 100 BLOQUES | 8:18 a. m. | 9:34 a. m. | 76 min |
| Z71876 | 16/06/2022 | HIELO MOLIDO | 5TN | 100 BLOQUES | 11:00 a. m. | 12:18 a. m. | 76 min |
| Z71876 | 17/06/2022 | HIELO MOLIDO | 2TN | 40 BLOQUES | 10:12 a. m. | 10:30 a. m. | 18 min |
| Z71876 | 18/06/2022 | HIELO MOLIDO | 2TN | 40 BLOQUES | 10:12 a. m. | 10:30 a. m. | 18 min |
| Z71876 | 19/06/2022 | HIELO MOLIDO | 4TN | 160 BLOQUES | 12:21pm | 1:09 p. m. | 48 min |
| V7T902 | 20/06/2022 | HIELO MOLIDO | 2TN | 40 BLOQUES | 3:01 p. m. | 3:19 p. m. | 18 min |
| V7T902 | 21/06/2022 | HIELO MOLIDO | 2TN | 40 BLOQUES | 5:02 p. m. | 5:21 p. m. | 19 min |
| Z71876 | 22/06/2022 | HIELO MOLIDO | 5TN | 100 BLOQUES | 8:18 a. m. | 9:34 a. m. | 76 min |
| Z71876 | 23/06/2022 | HIELO MOLIDO | 5TN | 100 BLOQUES | 11:00 a. m. | 12:18 a. m. | 76 min |

| Set-22 | | | | | | | |
|--------|------------|----------------|----------|-------------|-----------------|----------------|--------------|
| PLACA | Fecha | Producto | Cantidad | Despacho | Hora de ingreso | Hora de salida | Tiempo (min) |
| Z71876 | 8/09/2022 | HIELO MOLIDO | 2TN | 40 BLOQUES | 10:12 a. m. | 10:30 a. m. | 18 min |
| Z71876 | 9/09/2022 | HIELO MOLIDO | 4TN | 160 BLOQUES | 12:21pm | 1:09 p. m. | 48 min |
| V7T902 | 10/09/2022 | HIELO EN BARRA | 2TN | 40 BLOQUES | 3:01 p. m. | 3:19 p. m. | 18 min |
| V7T902 | 11/09/2022 | HIELO EN BARRA | 2TN | 40 BLOQUES | 5:02 p. m. | 5:21 p. m. | 19 min |
| Z71876 | 12/09/2022 | HIELO MOLIDO | 5TN | 100 BLOQUES | 8:18 a. m. | 9:34 a. m. | 76 min |
| Z71876 | 13/09/2022 | HIELO EN BARRA | 5TN | 100 BLOQUES | 11:00 a. m. | 12:18 a. m. | 78 min |
| V7T902 | 14/09/2022 | HIELO EN BARRA | 5TN | 100 BLOQUES | 11:00 a. m. | 12:18 a. m. | 78 min |
| Z71876 | 15/09/2022 | HIELO EN BARRA | 5TN | 100 BLOQUES | 8:18 a. m. | 9:34 a. m. | 76 min |
| Z71876 | 16/09/2022 | HIELO EN BARRA | 5TN | 100 BLOQUES | 11:00 a. m. | 12:18 a. m. | 78 min |
| Z71876 | 17/09/2022 | HIELO EN BARRA | 5TN | 100 BLOQUES | 11:00 a. m. | 12:18 a. m. | 78 min |
| Z71876 | 18/09/2022 | HIELO EN BARRA | 5TN | 100 BLOQUES | 11:00 a. m. | 12:18 a. m. | 78 min |

| Oct-22 | | | | | | | |
|--------|------------|----------------|----------|-------------|-----------------|----------------|--------------|
| PLACA | Fecha | Producto | Cantidad | Despacho | Hora de ingreso | Hora de salida | Tiempo (min) |
| Z71876 | 1/10/2022 | HIELO MOLIDO | 2TN | 40 BLOQUES | 10:12 a. m. | 10:30 a. m. | 18 min |
| Z71876 | 2/10/2022 | HIELO MOLIDO | 4TN | 80 BLOQUES | 12:21pm | 1:09 p. m. | 48 min |
| V7T902 | 3/10/2022 | HIELO EN BARRA | 2TN | 40 BLOQUES | 3:01 p. m. | 3:19 p. m. | 18 min |
| V7T902 | 4/10/2022 | HIELO EN BARRA | 2TN | 40 BLOQUES | 5:02 p. m. | 5:21 p. m. | 19 min |
| Z71876 | 5/10/2022 | HIELO MOLIDO | 5TN | 100 BLOQUES | 8:18 a. m. | 9:34 a. m. | 76 min |
| Z71876 | 6/10/2022 | HIELO EN BARRA | 5TN | 100 BLOQUES | 11:00 a. m. | 12:18 a. m. | 78 min |
| Z71876 | 7/10/2022 | HIELO MOLIDO | 4TN | 80 BLOQUES | 10:12 a. m. | 10:30am | 78 min |
| Z71876 | 8/10/2022 | HIELO EN BARRA | 2TN | 40 BLOQUES | 12:21pm | 12:39 p. m. | 18 min |
| Z71876 | 9/10/2022 | HIELO EN BARRA | 2TN | 40 BLOQUES | 3:01 p. m. | 3:19 p. m. | 18 min |
| Z71876 | 10/10/2022 | HIELO MOLIDO | 5TN | 100 BLOQUES | 5:02 p. m. | 5:21 p. m. | 79 min |

| Nov-22 | | | | | | | |
|--------|------------|----------------|----------|-------------|-----------------|----------------|--------------|
| PLACA | Fecha | Producto | Cantidad | Despacho | Hora de ingreso | Hora de salida | Tiempo (min) |
| Z71876 | 3/11/2022 | HIELO MOLIDO | 2TN | 40 BLOQUES | 10:12 a. m. | 10:30 a. m. | 18 min |
| Z71876 | 4/11/2022 | HIELO MOLIDO | 4TN | 80 BLOQUES | 12:21pm | 1:09 p. m. | 48 min |
| V7T902 | 5/11/2022 | HIELO EN BARRA | 2TN | 40 BLOQUES | 3:01 p. m. | 3:19 p. m. | 18 min |
| V7T902 | 6/11/2022 | HIELO EN BARRA | 2TN | 40 BLOQUES | 5:02 p. m. | 5:21 p. m. | 19 min |
| Z71876 | 7/11/2022 | HIELO MOLIDO | 5TN | 100 BLOQUES | 8:18 a. m. | 9:34 a. m. | 76 min |
| Z71876 | 8/11/2022 | HIELO EN BARRA | 5TN | 100 BLOQUES | 11:00 a. m. | 12:18 a. m. | 78 min |
| Z71876 | 9/11/2022 | HIELO EN BARRA | 2TN | 40 BLOQUES | 10:12 a. m. | 10:30 a. m. | 18 min |
| Z71876 | 10/11/2022 | HIELO EN BARRA | 2TN | 40 BLOQUES | 3:01 p. m. | 3:19 p. m. | 18 min |
| Z71876 | 11/11/2022 | HIELO EN BARRA | 5TN | 100 BLOQUES | 8:18 a. m. | 9:34 a. m. | 76 min |
| Z71876 | 12/11/2022 | HIELO EN BARRA | 5TN | 100 BLOQUES | 11:00 a. m. | 12:18 a. m. | 78 min |

| Dic-22 | | | | | | | |
|--------|------------|----------------|----------|-------------|-----------------|----------------|--------------|
| PLACA | Fecha | Producto | Cantidad | Despacho | Hora de ingreso | Hora de salida | Tiempo (min) |
| Z71876 | 5/12/2022 | HIELO MOLIDO | 2TN | 40 BLOQUES | 10:12 a. m. | 10:30 a. m. | 18 min |
| Z71876 | 6/12/2022 | HIELO MOLIDO | 4TN | 80 BLOQUES | 12:21pm | 1:09 p. m. | 48 min |
| V7T902 | 7/12/2022 | HIELO EN BARRA | 2TN | 40 BLOQUES | 3:01 p. m. | 3:19 p. m. | 18 min |
| V7T902 | 8/12/2022 | HIELO EN BARRA | 2TN | 40 BLOQUES | 5:02 p. m. | 5:21 p. m. | 19 min |
| Z71876 | 9/12/2022 | HIELO MOLIDO | 5TN | 100 BLOQUES | 8:18 a. m. | 9:34 a. m. | 76 min |
| Z71876 | 10/12/2022 | HIELO EN BARRA | 5TN | 100 BLOQUES | 11:00 a. m. | 12:18 a. m. | 78 min |
| Z71876 | 11/12/2022 | HIELO EN BARRA | 2TN | 40 BLOQUES | 12:21pm | 12:39 p. m. | 18 min |
| Z71876 | 12/12/2022 | HIELO EN BARRA | 2TN | 40 BLOQUES | 3:01 p. m. | 3:19 p. m. | 18 min |
| Z71876 | 13/12/2022 | HIELO EN BARRA | 5TN | 100 BLOQUES | 5:02 p. m. | 6:21 p. m. | 79 min |
| Z71876 | 14/12/2022 | HIELO EN BARRA | 5TN | 100 BLOQUES | 8:18 a. m. | 9:34 a. m. | 76 min |

| Ene-23 | | | | | | | |
|--------|------------|----------------|----------|-------------|-----------------|----------------|--------------|
| PLACA | Fecha | Producto | Cantidad | Despacho | Hora de ingreso | Hora de salida | Tiempo (min) |
| Z71876 | 3/01/2023 | HIELO MOLIDO | 2TN | 40 BLOQUES | 10:12 a. m. | 10:30 a. m. | 18 min |
| Z71876 | 4/01/2023 | HIELO MOLIDO | 4TN | 80 BLOQUES | 12:21pm | 1:09 p. m. | 48 min |
| V7T902 | 5/01/2023 | HIELO EN BARRA | 2TN | 40 BLOQUES | 3:01 p. m. | 3:19 p. m. | 18 min |
| V7T902 | 6/01/2023 | HIELO EN BARRA | 2TN | 40 BLOQUES | 5:02 p. m. | 5:21 p. m. | 19 min |
| Z71876 | 7/01/2023 | HIELO MOLIDO | 5TN | 100 BLOQUES | 8:18 a. m. | 9:34 a. m. | 76 min |
| Z71876 | 8/01/2023 | HIELO EN BARRA | 5TN | 100 BLOQUES | 11:00 a. m. | 12:18 a. m. | 78 min |
| V7T902 | 9/01/2023 | HIELO EN BARRA | 2TN | 40 BLOQUES | 2:01 p. m. | 2:19 p. m. | 18 min |
| V7T902 | 10/01/2023 | HIELO EN BARRA | 2TN | 40 BLOQUES | 2:02 p. m. | 2:21 p. m. | 19 min |
| V7T902 | 11/01/2023 | HIELO EN BARRA | 2TN | 40 BLOQUES | 1:01 p. m. | 1:19 p. m. | 18 min |
| V7T902 | 12/01/2023 | HIELO EN BARRA | 2TN | 40 BLOQUES | 1:02 p. m. | 1:21 p. m. | 19 min |

| Feb-23 | | | | | | | |
|--------|------------|----------------|----------|-------------|-----------------|----------------|--------------|
| PLACA | Fecha | Producto | Cantidad | Despacho | Hora de ingreso | Hora de salida | Tiempo (min) |
| Z71876 | 7/02/2023 | HIELO MOLIDO | 2TN | 40 BLOQUES | 10:12 a. m. | 10:30 a. m. | 18 min |
| Z71876 | 8/02/2023 | HIELO MOLIDO | 4TN | 80 BLOQUES | 12:21pm | 1:09 p. m. | 48 min |
| V7T902 | 9/02/2023 | HIELO EN BARRA | 2TN | 40 BLOQUES | 3:01 p. m. | 3:19 p. m. | 18 min |
| V7T902 | 10/02/2023 | HIELO EN BARRA | 2TN | 40 BLOQUES | 5:02 p. m. | 5:21 p. m. | 19 min |
| Z71876 | 11/02/2023 | HIELO MOLIDO | 5TN | 100 BLOQUES | 8:18 a. m. | 9:34 a. m. | 76 min |
| Z71876 | 12/02/2023 | HIELO EN BARRA | 5TN | 100 BLOQUES | 11:00 a. m. | 12:18 a. m. | 78 min |
| Z71876 | 13/02/2023 | HIELO EN BARRA | 2TN | 40 BLOQUES | 10:00 a. m. | 10:18 a. m. | 18 min |
| Z71876 | 14/02/2023 | HIELO EN BARRA | 5TN | 100 BLOQUES | 8:00 a. m. | 9:18 a. m. | 78 min |
| Z71876 | 15/02/2023 | HIELO EN BARRA | 2TN | 40 BLOQUES | 9:35 a. m. | 9:54 a. m. | 19 min |
| Z71876 | 16/02/2023 | HIELO EN BARRA | 5TN | 100 BLOQUES | 3:20 p. m. | 4:38 p. m. | 78 min |

| Mar-23 | | | | | | | |
|---------|-----------|----------------|----------|-------------|-----------------|----------------|--------------|
| Placa | Fecha | Producto | Cantidad | Despacho | Hora de ingreso | Hora de salida | Tiempo (min) |
| AMV 882 | 6/03/2023 | HIELO MOLIDO | 5TN | 100 BLOQUES | 10:12 a. m. | 11:29 a. m. | 18 min |
| F6I 732 | 6/03/2023 | HIELO MOLIDO | 5TN | 100 BLOQUES | 4:01 p. m. | 5:21 p. m. | 80 min |
| AMV 882 | 7/03/2023 | HIELO EN BARRA | 5TN | 100 BLOQUES | 9:02 a. m. | 10:18a.m. | 76 MIN |
| F6I 732 | 7/03/2023 | HIELO EN BARRA | 5TN | 100 BLOQUES | 3:01 a. m. | 4:22 a. m. | 81 MIN |
| AMV 882 | 8/03/2023 | HIELO EN BARRA | 5TN | 100 BLOQUES | 9:10 a. m. | 10:28 p. m. | 78 MIN |
| F6I 732 | 8/03/2023 | HIELO EN BARRA | 5TN | 100 BLOQUES | 12:21 p. m. | 13:41 pm | 80 MIN |
| AMV 882 | 9/03/2023 | HIELO EN BARRA | 5TN | 100 BLOQUES | 9:10 a. m. | 10:27 p. m. | 77 MIN |
| F6I 732 | 9/03/2023 | HIELO EN BARRA | 5TN | 100 BLOQUES | 5:00 p. m. | 6:21 p. m. | 81 MIN |

| Abr-23 | | | | | | | |
|--------|------------|----------------|----------|-------------|-----------------|----------------|--------------|
| PLACA | Fecha | Producto | Cantidad | Despacho | Hora de ingreso | Hora de salida | Tiempo (min) |
| Z7I876 | 14/04/2023 | HIELO MOLIDO | 2TN | 40 BLOQUES | 10:12 a. m. | 10:30 a. m. | 18 min |
| Z7I876 | 15/04/2023 | HIELO MOLIDO | 4TN | 160 BLOQUES | 12:21pm | 1:09 p. m. | 48 min |
| V7T902 | 16/04/2023 | HIELO EN BARRA | 2TN | 40 BLOQUES | 3:01 p. m. | 3:19 p. m. | 18 min |
| V7T902 | 17/04/2023 | HIELO EN BARRA | 2TN | 40 BLOQUES | 5:02 p. m. | 5:21 p. m. | 19 min |
| Z7I876 | 18/04/2023 | HIELO MOLIDO | 5TN | 100 BLOQUES | 8:18 a. m. | 9:34 a. m. | 76 min |
| Z7I876 | 19/04/2023 | HIELO EN BARRA | 5TN | 100 BLOQUES | 11:00 a. m. | 12:18 a. m. | 78 min |

| May-23 | | | | | | | |
|--------|------------|----------------|----------|-------------|-----------------|----------------|--------------|
| PLACA | Fecha | Producto | Cantidad | Despacho | Hora de ingreso | Hora de salida | Tiempo (min) |
| Z7I876 | 8/05/2023 | HIELO MOLIDO | 2TN | 40 BLOQUES | 10:12 a. m. | 10:30 a. m. | 18 min |
| Z7I876 | 9/05/2023 | HIELO MOLIDO | 4TN | 80 BLOQUES | 12:21pm | 1:09 p. m. | 48 min |
| V7T902 | 10/05/2023 | HIELO EN BARRA | 2TN | 40 BLOQUES | 3:01 p. m. | 3:19 p. m. | 18 min |
| V7T902 | 11/05/2023 | HIELO EN BARRA | 2TN | 40 BLOQUES | 5:02 p. m. | 5:21 p. m. | 19 min |
| Z7I876 | 12/05/2023 | HIELO MOLIDO | 5TN | 100 BLOQUES | 8:18 a. m. | 9:34 a. m. | 76 min |
| Z7I876 | 13/05/2023 | HIELO EN BARRA | 5TN | 100 BLOQUES | 11:00 a. m. | 12:18 a. m. | 78 min |

| Jun-23 | | | | | | | |
|--------|------------|----------------|----------|-------------|-----------------|----------------|--------------|
| PLACA | Fecha | Producto | Cantidad | Despacho | Hora de ingreso | Hora de salida | Tiempo (min) |
| Z7I876 | 12/06/2023 | HIELO MOLIDO | 2TN | 40 BLOQUES | 10:12 a. m. | 10:30 a. m. | 18 min |
| Z7I876 | 13/06/2023 | HIELO MOLIDO | 4TN | 80 BLOQUES | 12:21pm | 1:09 p. m. | 48 min |
| V7T902 | 14/06/2023 | HIELO EN BARRA | 2TN | 40 BLOQUES | 3:01 p. m. | 3:19 p. m. | 18 min |
| V7T902 | 15/06/2023 | HIELO EN BARRA | 2TN | 40 BLOQUES | 5:02 p. m. | 5:21 p. m. | 19 min |
| Z7I876 | 16/06/2023 | HIELO MOLIDO | 5TN | 100 BLOQUES | 8:18 a. m. | 9:34 a. m. | 76 min |
| Z7I876 | 17/06/2023 | HIELO EN BARRA | 5TN | 100 BLOQUES | 11:00 a. m. | 12:18 a. m. | 78 min |

| Jul-23 | | | | | | | |
|--------|------------|----------------|----------|-------------|-----------------|----------------|--------------|
| PLACA | Fecha | Producto | Cantidad | Despacho | Hora de ingreso | Hora de salida | Tiempo (min) |
| Z7I876 | 18/07/2023 | HIELO MOLIDO | 2TN | 40 BLOQUES | 10:12 a. m. | 10:30 a. m. | 18 min |
| Z7I876 | 19/07/2023 | HIELO MOLIDO | 4TN | 80 BLOQUES | 12:21pm | 1:09 p. m. | 48 min |
| V7T902 | 20/07/2023 | HIELO EN BARRA | 2TN | 40 BLOQUES | 3:01 p. m. | 3:19 p. m. | 18 min |
| V7T902 | 21/07/2023 | HIELO EN BARRA | 2TN | 40 BLOQUES | 5:02 p. m. | 5:21 p. m. | 19 min |
| Z7I876 | 22/07/2023 | HIELO MOLIDO | 5TN | 100 BLOQUES | 8:18 a. m. | 9:34 a. m. | 76 min |
| Z7I876 | 23/07/2023 | HIELO EN BARRA | 5TN | 100 BLOQUES | 11:00 a. m. | 12:18 a. m. | 78 min |

| Ago-23 | | | | | | | |
|--------|------------|----------------|----------|-------------|-----------------|----------------|--------|
| PLACA | Fecha | Producto | Cantidad | Despacho | Hora de ingreso | Hora de salida | Tiempo |
| Z7I876 | 9/08/2023 | HIELO MOLIDO | 2TN | 40 BLOQUES | 10:12 a. m. | 10:30 a. m. | 18 min |
| Z7I876 | 10/08/2023 | HIELO MOLIDO | 4TN | 80 BLOQUES | 12:21pm | 1:09 p. m. | 48 min |
| V7T902 | 11/08/2023 | HIELO EN BARRA | 2TN | 40 BLOQUES | 3:01 p. m. | 3:19 p. m. | 18 min |
| V7T902 | 12/08/2023 | HIELO EN BARRA | 2TN | 40 BLOQUES | 5:02 p. m. | 5:21 p. m. | 19 min |
| Z7I876 | 13/08/2023 | HIELO MOLIDO | 5TN | 100 BLOQUES | 8:18 a. m. | 9:34 a. m. | 76 min |
| Z7I876 | 14/08/2023 | HIELO EN BARRA | 5TN | 100 BLOQUES | 11:00 a. m. | 12:18 a. m. | 78 min |

Anexo. Propiedades del vapor sobrecalentada.

Propiedades de agua, vapor sobrecalentad.

Propiedades del agua, vapor sobrecalentado

| T | v | u | h | s |
|----|--------------------|---------|---------|-----------|
| °C | m ³ /kg | kJ / kg | kJ / kg | kJ / kg K |

| P = 0,06 bar = 0,006 MPa (T _{sat} = 36,16°C) | | | | |
|--|--------|--------|--------|---------|
| Sat. | 23,739 | 2425,0 | 2567,4 | 8,3304 |
| 80 | 27,132 | 2487,3 | 2650,1 | 8,5804 |
| 120 | 30,219 | 2544,7 | 2726,0 | 8,7840 |
| 160 | 33,302 | 2602,7 | 2802,5 | 8,9693 |
| 200 | 36,383 | 2661,4 | 2879,7 | 9,1398 |
| 240 | 39,462 | 2721,0 | 2957,8 | 9,2982 |
| 280 | 42,540 | 2781,5 | 3036,8 | 9,4464 |
| 320 | 45,618 | 2843,0 | 3116,7 | 9,5859 |
| 360 | 48,696 | 2905,5 | 3197,7 | 9,7180 |
| 400 | 51,774 | 2969,0 | 3279,6 | 9,8435 |
| 440 | 54,851 | 3033,5 | 3362,6 | 9,9633 |
| 500 | 59,467 | 3132,3 | 3489,1 | 10,1336 |

| p = 0,70 bar = 0,07 MPa (T _{sat} = 89,95°C) | | | | |
|---|-------|--------|--------|--------|
| Sat. | 2,365 | 2494,5 | 2660,0 | 7,4797 |
| 100 | 2,434 | 2509,7 | 2680,0 | 7,5341 |
| 120 | 2,571 | 2539,7 | 2719,6 | 7,6375 |
| 160 | 2,841 | 2599,4 | 2798,2 | 7,8279 |
| 200 | 3,108 | 2659,1 | 2876,7 | 8,0012 |
| 240 | 3,374 | 2719,3 | 2955,5 | 8,1611 |
| 280 | 3,640 | 2780,2 | 3035,0 | 8,3162 |
| 320 | 3,905 | 2842,0 | 3115,3 | 8,4504 |
| 360 | 4,170 | 2904,6 | 3196,5 | 8,5828 |
| 400 | 4,434 | 2968,2 | 3278,6 | 8,7086 |
| 440 | 4,698 | 3032,9 | 3361,8 | 8,8286 |
| 500 | 5,095 | 3131,8 | 3488,5 | 8,9991 |

| p = 1,5 bar = 0,15 MPa (T _{sat} = 111,37°C) | | | | |
|---|-------|--------|--------|--------|
| Sat. | 1,159 | 2519,7 | 2693,6 | 7,2233 |
| 120 | 1,188 | 2533,3 | 2711,4 | 7,2693 |
| 160 | 1,317 | 2595,2 | 2792,8 | 7,4865 |
| 200 | 1,444 | 2656,2 | 2872,9 | 7,6433 |
| 240 | 1,570 | 2717,2 | 2952,7 | 7,8052 |
| 280 | 1,695 | 2778,6 | 3032,8 | 7,9555 |
| 320 | 1,819 | 2840,6 | 3113,5 | 8,0964 |
| 360 | 1,943 | 2903,5 | 3195,0 | 8,2293 |
| 400 | 2,067 | 2967,3 | 3277,4 | 8,3555 |
| 440 | 2,191 | 3032,1 | 3360,7 | 8,4757 |
| 500 | 2,376 | 3131,2 | 3487,6 | 8,6466 |
| 600 | 2,685 | 3301,7 | 3704,3 | 8,9101 |

| P = 5,0 bar = 0,50 MPa (T _{sat} = 151,86°C) | | | | |
|---|--------|--------|--------|--------|
| Sat. | 0,3749 | 2561,2 | 2748,7 | 6,8213 |
| 180 | 0,4045 | 2609,7 | 2812,0 | 6,9656 |
| 200 | 0,4249 | 2642,9 | 2855,4 | 7,0592 |
| 240 | 0,4646 | 2707,6 | 2939,9 | 7,2307 |
| 280 | 0,5034 | 2771,2 | 3022,9 | 7,3865 |
| 320 | 0,5416 | 2834,7 | 3105,6 | 7,5308 |
| 360 | 0,5796 | 2898,7 | 3188,4 | 7,6660 |
| 400 | 0,6173 | 2963,2 | 3271,9 | 7,7938 |
| 440 | 0,6548 | 3028,6 | 3356,0 | 7,9152 |
| 500 | 0,7109 | 3128,4 | 3483,9 | 8,0873 |
| 600 | 0,8041 | 3299,6 | 3701,7 | 8,3522 |
| 700 | 0,8969 | 3477,5 | 3925,9 | 8,5952 |

| v | u | h | s |
|--------------------|---------|---------|-----------|
| m ³ /kg | kJ / kg | kJ / kg | kJ / kg K |

| p = 0,35 bar = 0,035 MPa (T _{sat} = 72,69°C) | | | |
|--|--------|--------|--------|
| 4,526 | 2473,0 | 2631,4 | 7,7158 |
| 4,625 | 2483,7 | 2645,6 | 7,7564 |
| 5,163 | 2542,4 | 2723,1 | 7,9644 |
| 5,696 | 2601,2 | 2800,6 | 8,1519 |
| 6,228 | 2660,4 | 2878,4 | 8,3237 |
| 6,758 | 2720,3 | 2956,8 | 8,4828 |
| 7,287 | 2780,9 | 3036,0 | 8,6314 |
| 7,815 | 2842,5 | 3116,1 | 8,7712 |
| 8,344 | 2905,1 | 3197,1 | 8,9034 |
| 8,872 | 2968,6 | 3279,2 | 9,0291 |
| 9,400 | 3033,2 | 3362,2 | 9,1490 |
| 10,192 | 3132,1 | 3488,8 | 9,3194 |

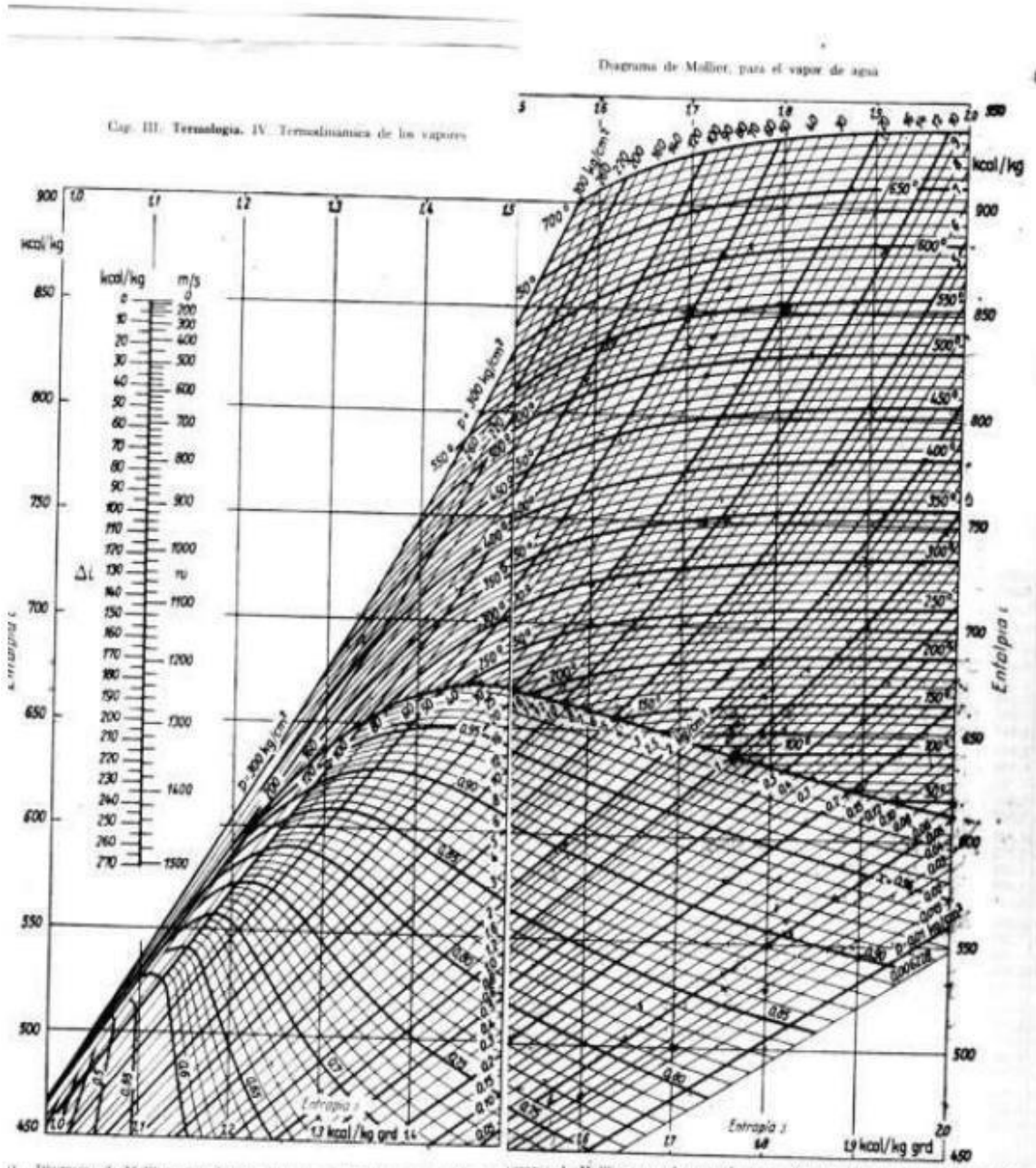
| p = 1,0 bar = 0,10 MPa (T _{sat} = 99,63°C) | | | |
|--|--------|--------|--------|
| 1,694 | 2506,1 | 2675,5 | 7,3594 |
| 1,696 | 2506,7 | 2676,2 | 7,3614 |
| 1,793 | 2537,3 | 2716,6 | 7,4668 |
| 1,984 | 2597,8 | 2796,2 | 7,6597 |
| 2,172 | 2658,1 | 2875,3 | 7,8343 |
| 2,359 | 2718,5 | 2954,5 | 7,9949 |
| 2,546 | 2779,6 | 3034,2 | 8,1445 |
| 2,732 | 2841,5 | 3114,6 | 8,2849 |
| 2,917 | 2904,2 | 3195,9 | 8,4175 |
| 3,103 | 2967,9 | 3278,2 | 8,5435 |
| 3,288 | 3032,6 | 3361,4 | 8,6636 |
| 3,565 | 3131,6 | 3488,1 | 8,8342 |

| p = 3,0 bar = 0,30 MPa (T _{sat} = 133,55°C) | | | |
|---|--------|--------|--------|
| 0,606 | 2543,6 | 2725,3 | 6,9919 |
| 0,651 | 2587,1 | 2782,3 | 7,1276 |
| 0,716 | 2650,7 | 2865,5 | 7,3115 |
| 0,781 | 2713,1 | 2947,3 | 7,4774 |
| 0,844 | 2775,4 | 3028,6 | 7,6299 |
| 0,907 | 2838,1 | 3110,1 | 7,7722 |
| 0,969 | 2901,4 | 3192,2 | 7,9061 |
| 1,032 | 2965,6 | 3275,0 | 8,0330 |
| 1,094 | 3030,6 | 3358,7 | 8,1538 |
| 1,187 | 3130,0 | 3486,0 | 8,3251 |
| 1,341 | 3300,8 | 3703,2 | 8,5892 |

| p = 7,0 bar = 0,70 MPa (T _{sat} = 164,97°C) | | | |
|---|--------|--------|--------|
| 0,2729 | 2572,5 | 2763,5 | 6,7080 |
| 0,2847 | 2599,8 | 2799,1 | 6,7880 |
| 0,2999 | 2634,8 | 2844,8 | 6,8865 |
| 0,3292 | 2701,8 | 2932,2 | 7,0641 |
| 0,3574 | 2766,9 | 3017,1 | 7,2233 |
| 0,3852 | 2831,3 | 3100,9 | 7,3697 |
| 0,4126 | 2895,8 | 3184,7 | 7,5063 |
| 0,4397 | 2960,9 | 3268,7 | 7,6350 |
| 0,4667 | 3026,6 | 3353,3 | 7,7571 |
| 0,5070 | 3126,8 | 3481,7 | 7,9299 |
| 0,5738 | 3298,5 | 3700,2 | 8,1956 |
| 0,6403 | 3476,6 | 3924,8 | 8,4391 |

Anexo. Propiedades del agua.

Diagrama de mollier del Agua.



11. Diagrama de Mollier para el vapor de agua, con arreglo a las tablas (10) de la «Asociación de Ingenieros alemanes» y ampliado hasta 700° C. 12. Diagrama de Mollier para el vapor de agua, con arreglo a las tablas (10) de la «Asociación de Ingenieros alemanes» y ampliado hasta 700° C.

Anexo. Propiedades físicas del agua saturada.

Tabla 4.6: Propiedades termofísicas del agua saturada

| T (°C) | p_{sat} (kPa) | Δh_{fg} (kJ/kg) | ρ_l (kg/m ³) | v_g (m ³ /kg) | $C_{p,l}$ (kJ/kg-K) | $C_{p,g}$ (kJ/kg-K) | $\mu_l \cdot 10^6$ (N-s/m ²) | $\mu_g \cdot 10^6$ (N-s/m ²) | $k_l \cdot 10^3$ (W/m-K) | $k_g \cdot 10^3$ (W/m-K) | Pr _l | Pr _g | $\beta \cdot 10^3$ (1/K) |
|-----------|--------------------|----------------------------|----------------------------------|-------------------------------|------------------------|------------------------|---|---|-----------------------------|-----------------------------|-----------------|-----------------|-----------------------------|
| 0.001 | 0.6113 | 2501 | 1000 | 206.1 | 4.229 | 1.868 | 1793 | 9.216 | 561 | 17.07 | 13.52 | 1.008 | -0.08063 |
| 5 | 0.8726 | 2489 | 1000 | 147 | 4.2 | 1.871 | 1519 | 9.336 | 570.5 | 17.34 | 11.18 | 1.007 | 0.01103 |
| 10 | 1.228 | 2477 | 999.7 | 106.3 | 4.188 | 1.874 | 1307 | 9.461 | 580 | 17.62 | 9.435 | 1.006 | 0.08719 |
| 15 | 1.706 | 2465 | 999.1 | 77.9 | 4.184 | 1.878 | 1138 | 9.592 | 589.3 | 17.92 | 8.081 | 1.005 | 0.1522 |
| 20 | 2.339 | 2453 | 998.2 | 57.78 | 4.183 | 1.882 | 1002 | 9.727 | 598.4 | 18.23 | 7.006 | 1.004 | 0.2089 |
| 25 | 3.169 | 2442 | 997 | 43.36 | 4.183 | 1.887 | 890.5 | 9.867 | 607.1 | 18.55 | 6.136 | 1.004 | 0.2593 |
| 30 | 4.246 | 2430 | 995.6 | 32.9 | 4.183 | 1.892 | 797.7 | 10.01 | 615.4 | 18.88 | 5.422 | 1.003 | 0.305 |
| 35 | 5.627 | 2418 | 994 | 25.22 | 4.183 | 1.898 | 719.6 | 10.16 | 623.3 | 19.23 | 4.83 | 1.002 | 0.3469 |
| 40 | 7.381 | 2406 | 992.2 | 19.53 | 4.182 | 1.904 | 653.3 | 10.31 | 630.6 | 19.6 | 4.333 | 1.002 | 0.3859 |
| 45 | 9.59 | 2394 | 990.2 | 15.26 | 4.182 | 1.912 | 596.3 | 10.46 | 637.3 | 19.97 | 3.913 | 1.001 | 0.4225 |
| 50 | 12.34 | 2382 | 988 | 12.04 | 4.182 | 1.919 | 547.1 | 10.62 | 643.5 | 20.36 | 3.555 | 1.001 | 0.4572 |
| 55 | 15.75 | 2370 | 985.7 | 9.573 | 4.182 | 1.928 | 504.2 | 10.77 | 649.2 | 20.77 | 3.248 | 1 | 0.4903 |
| 60 | 19.93 | 2358 | 983.2 | 7.674 | 4.183 | 1.937 | 466.6 | 10.93 | 654.3 | 21.18 | 2.983 | 0.9998 | 0.5222 |
| 65 | 25.02 | 2345 | 980.5 | 6.2 | 4.184 | 1.947 | 433.4 | 11.1 | 659 | 21.62 | 2.752 | 0.9995 | 0.5529 |
| 70 | 31.18 | 2333 | 977.7 | 5.045 | 4.187 | 1.958 | 404 | 11.26 | 663.1 | 22.07 | 2.551 | 0.9992 | 0.5827 |
| 75 | 38.56 | 2321 | 974.8 | 4.133 | 4.19 | 1.97 | 377.9 | 11.43 | 666.8 | 22.53 | 2.375 | 0.999 | 0.6118 |
| 80 | 47.37 | 2308 | 971.8 | 3.409 | 4.194 | 1.983 | 354.5 | 11.59 | 670 | 23.01 | 2.219 | 0.9989 | 0.6403 |
| 85 | 57.81 | 2295 | 968.6 | 2.829 | 4.199 | 1.996 | 333.5 | 11.76 | 672.8 | 23.5 | 2.081 | 0.9988 | 0.6682 |
| 90 | 70.12 | 2283 | 965.3 | 2.362 | 4.204 | 2.011 | 314.5 | 11.93 | 675.3 | 24.02 | 1.958 | 0.9989 | 0.6958 |
| 95 | 84.53 | 2270 | 961.9 | 1.983 | 4.21 | 2.027 | 297.4 | 12.1 | 677.4 | 24.55 | 1.849 | 0.999 | 0.723 |
| 100 | 101.3 | 2257 | 958.4 | 1.674 | 4.217 | 2.044 | 281.9 | 12.27 | 679.1 | 25.09 | 1.75 | 0.9993 | 0.7501 |
| 110 | 143.2 | 2230 | 951 | 1.211 | 4.232 | 2.082 | 254.8 | 12.61 | 681.7 | 26.24 | 1.582 | 1.001 | 0.8038 |
| 120 | 198.5 | 2202 | 943.2 | 0.8922 | 4.249 | 2.125 | 232.1 | 12.96 | 683.2 | 27.46 | 1.444 | 1.003 | 0.8576 |
| 130 | 270 | 2174 | 934.9 | 0.6687 | 4.267 | 2.175 | 213 | 13.3 | 683.7 | 28.76 | 1.329 | 1.006 | 0.9122 |
| 140 | 361.2 | 2145 | 926.2 | 0.509 | 4.288 | 2.233 | 196.6 | 13.65 | 683.3 | 30.13 | 1.234 | 1.011 | 0.9683 |
| 150 | 475.7 | 2114 | 917.1 | 0.3929 | 4.312 | 2.298 | 182.5 | 13.99 | 682.1 | 31.58 | 1.154 | 1.018 | 1.026 |
| 160 | 617.7 | 2082 | 907.5 | 0.3071 | 4.338 | 2.373 | 170.3 | 14.34 | 680 | 33.11 | 1.086 | 1.028 | 1.087 |
| 170 | 791.5 | 2049 | 897.5 | 0.2428 | 4.368 | 2.459 | 159.6 | 14.68 | 677.1 | 34.72 | 1.03 | 1.04 | 1.152 |
| 180 | 1002 | 2015 | 887.1 | 0.194 | 4.403 | 2.557 | 150.2 | 15.03 | 673.4 | 36.41 | 0.982 | 1.055 | 1.221 |
| 190 | 1254 | 1978 | 876.1 | 0.1565 | 4.443 | 2.669 | 141.8 | 15.37 | 668.8 | 38.18 | 0.9421 | 1.074 | 1.296 |
| 200 | 1554 | 1940 | 864.7 | 0.1273 | 4.489 | 2.796 | 134.4 | 15.71 | 663.4 | 40.03 | 0.9092 | 1.097 | 1.377 |
| 220 | 2318 | 1858 | 840.3 | 0.08616 | 4.604 | 3.107 | 121.6 | 16.41 | 649.8 | 43.99 | 0.8613 | 1.159 | 1.567 |
| 240 | 3345 | 1766 | 813.5 | 0.05974 | 4.759 | 3.516 | 110.9 | 17.12 | 632 | 48.31 | 0.8351 | 1.246 | 1.807 |
| 260 | 4689 | 1662 | 783.8 | 0.04219 | 4.973 | 4.064 | 101.7 | 17.88 | 609.2 | 53.1 | 0.8304 | 1.368 | 2.126 |
| 280 | 6413 | 1543 | 750.5 | 0.03016 | 5.278 | 4.828 | 93.56 | 18.7 | 580.3 | 58.53 | 0.8511 | 1.542 | 2.576 |
| 300 | 8584 | 1405 | 712.4 | 0.02167 | 5.744 | 5.967 | 85.95 | 19.65 | 543.6 | 64.98 | 0.9083 | 1.804 | 3.266 |
| 320 | 11279 | 1238 | 667.4 | 0.01548 | 6.542 | 7.87 | 78.46 | 20.84 | 496.7 | 73.25 | 1.033 | 2.24 | 4.47 |
| 340 | 14594 | 1028 | 610.8 | 0.01079 | 8.237 | 11.79 | 70.45 | 22.55 | 435.6 | 85.24 | 1.332 | 3.118 | 7.116 |
| 360 | 18655 | 721.1 | 528.1 | 0.006962 | 14.68 | 25.28 | 60.39 | 25.71 | 351 | 107.5 | 2.525 | 6.046 | 17.11 |

Fuente: S.A. Klein y F.L. Alvarado, "Engineering Equation Solver Software (EES)", Academia Versión 6.271 (20-07-2001).

Anexo. Propiedades físicas del aire.

Tabla 4.4.1: Propiedades del aire seco a presión atmosférica (cont.)

| T (°C) | ρ (kg/m ³) | c_p (kJ/kg·K) | $\mu \cdot 10^6$ (N·s/m ²) | $\nu \cdot 10^6$ (m ² /s) | $k \cdot 10^3$ (W/m·K) | $\alpha \cdot 10^6$ (m ² /s) | Pr |
|-----------|--------------------------------|--------------------|---|---|---------------------------|--|--------|
| 310 | 0.6054 | 1.047 | 29.68 | 49.03 | 44.79 | 70.7 | 0.6934 |
| 320 | 0.5951 | 1.049 | 30.01 | 50.43 | 45.4 | 72.73 | 0.6934 |
| 330 | 0.5853 | 1.051 | 30.35 | 51.85 | 46.01 | 74.77 | 0.6935 |
| 340 | 0.5757 | 1.054 | 30.68 | 53.29 | 46.61 | 76.83 | 0.6936 |
| 350 | 0.5665 | 1.056 | 31.01 | 54.73 | 47.21 | 78.9 | 0.6937 |
| 360 | 0.5576 | 1.059 | 31.33 | 56.19 | 47.81 | 80.99 | 0.6938 |
| 370 | 0.5489 | 1.061 | 31.65 | 57.67 | 48.4 | 83.09 | 0.694 |
| 380 | 0.5405 | 1.064 | 31.97 | 59.16 | 48.99 | 85.21 | 0.6943 |
| 390 | 0.5323 | 1.066 | 32.29 | 60.66 | 49.57 | 87.34 | 0.6945 |
| 400 | 0.5244 | 1.069 | 32.61 | 62.18 | 50.15 | 89.49 | 0.6948 |
| 410 | 0.5167 | 1.071 | 32.92 | 63.71 | 50.72 | 91.65 | 0.6951 |
| 420 | 0.5093 | 1.073 | 33.23 | 65.25 | 51.29 | 93.83 | 0.6954 |
| 430 | 0.502 | 1.076 | 33.54 | 66.8 | 51.86 | 96.02 | 0.6957 |
| 440 | 0.495 | 1.078 | 33.84 | 68.37 | 52.42 | 98.22 | 0.6961 |
| 450 | 0.4882 | 1.081 | 34.15 | 69.95 | 52.98 | 100.4 | 0.6965 |
| 460 | 0.4815 | 1.083 | 34.45 | 71.54 | 53.54 | 102.7 | 0.6969 |
| 470 | 0.475 | 1.085 | 34.75 | 73.15 | 54.09 | 104.9 | 0.6973 |
| 480 | 0.4687 | 1.088 | 35.04 | 74.77 | 54.64 | 107.2 | 0.6977 |
| 490 | 0.4626 | 1.09 | 35.34 | 76.4 | 55.18 | 109.4 | 0.6982 |
| 500 | 0.4566 | 1.093 | 35.63 | 78.04 | 55.72 | 111.7 | 0.6986 |
| 550 | 0.4289 | 1.104 | 37.07 | 86.44 | 58.37 | 123.3 | 0.7011 |
| 600 | 0.4043 | 1.115 | 38.46 | 95.12 | 60.93 | 135.2 | 0.7037 |
| 650 | 0.3824 | 1.125 | 39.81 | 104.1 | 63.41 | 147.4 | 0.7064 |
| 700 | 0.3628 | 1.135 | 41.11 | 113.3 | 65.81 | 159.8 | 0.7092 |
| 750 | 0.345 | 1.145 | 42.39 | 122.8 | 68.12 | 172.5 | 0.7121 |
| 800 | 0.329 | 1.153 | 43.62 | 132.6 | 70.37 | 185.5 | 0.7149 |
| 850 | 0.3143 | 1.162 | 44.83 | 142.6 | 72.54 | 198.7 | 0.7178 |
| 900 | 0.3009 | 1.169 | 46 | 152.9 | 74.65 | 212.2 | 0.7206 |
| 950 | 0.2886 | 1.177 | 47.15 | 163.4 | 76.7 | 225.8 | 0.7233 |
| 1000 | 0.2773 | 1.184 | 48.26 | 174.1 | 78.68 | 239.8 | 0.726 |
| 1100 | 0.2571 | 1.196 | 50.42 | 196.1 | 82.48 | 268.2 | 0.7312 |
| 1200 | 0.2396 | 1.207 | 52.48 | 219 | 86.09 | 297.6 | 0.736 |
| 1400 | 0.211 | 1.226 | 56.35 | 267.1 | 92.81 | 358.8 | 0.7444 |
| 1600 | 0.1885 | 1.241 | 59.92 | 317.9 | 99.08 | 423.6 | 0.7506 |
| 1800 | 0.1703 | 1.253 | 63.22 | 371.3 | 105.1 | 492.5 | 0.7539 |
| 2000 | 0.1553 | 1.264 | 66.3 | 426.9 | 111.1 | 566.2 | 0.7539 |

Fuente: Todas las propiedades de Keenan, Chao, Keyes, "Gas Tables", Wiley, 1985.

Excepto:

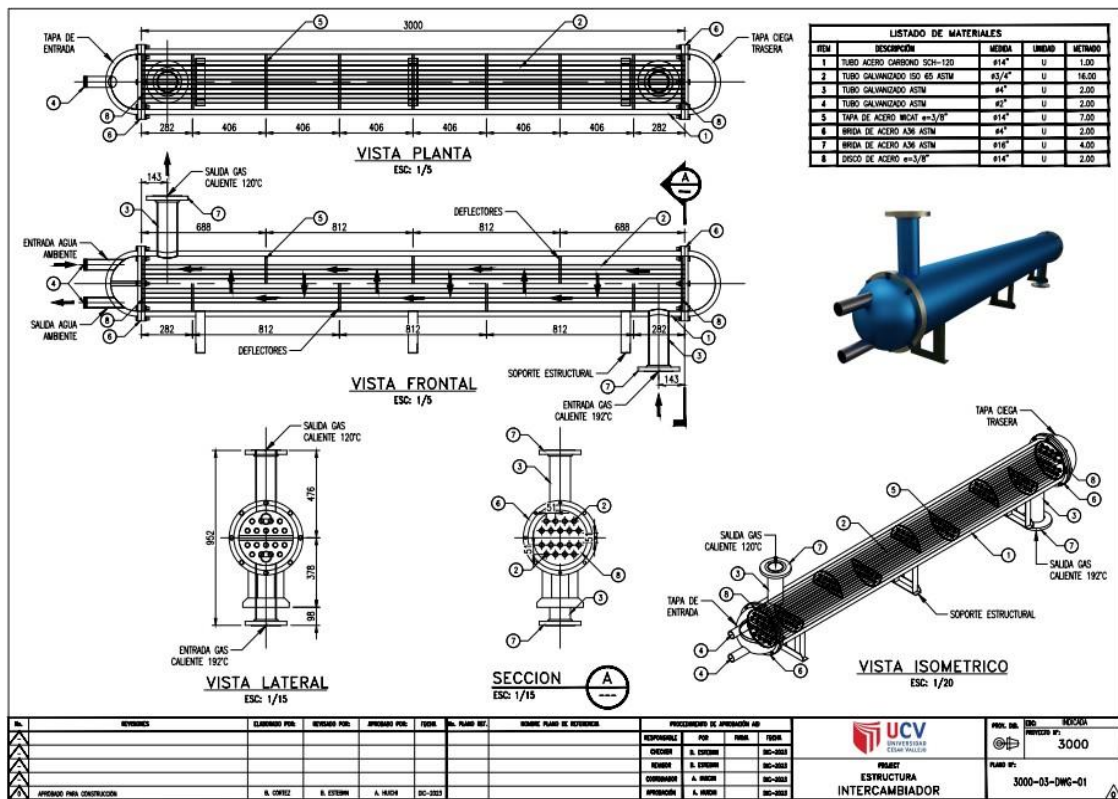
Conductividad de Y.S. Touloukian, P.E. Liley, S.C. Saxena "Thermophysical Properties of Matter - Vol 3", IFI/Plenum, NY, 1970

Viscosidad de Y.S. Touloukian, S.C. Saxena, and P. Hestermans "Thermophysical Properties of Matter - Vol 11", IFI/Plenum, NY, 1970

Anexo. Construcción del intercambiador de calor.



Plano Estructura final del intercambiador de calor



Anexo. Intercambiador de calor final

