Licenciatura: Ingeniería Mecánica.

Nombre del proyecto:  Rediseño de una hielera Coleman de 45 litros, utilizando geles refrigerantes.

Modalidad: Proyecto de Investigación.

Versión: Segunda.

Trimestre Lectivo: 21-P


Datos del Alumno:

Nombre: David Esaú Carbajal López.

Matricula: 2173000730

Correo: esaucarba99@gmail.com

Firma: _____


Asesor: Dr. Raymundo López Callejas.

Departamento de adscripción: Energía.

Categoría: Titular.

Tel. 53189060

Correo Electrónico: rlc@azc.uam.mx


Firma del asesor: _____

04-octubre-2021

**Declaratoria**

En caso de que el Comité de Estudio de la Licenciatura en Ingeniería Mecánica apruebe la realización de la presente propuesta, otorgamos nuestra autorización para su publicación en la página de la División de Ciencias Básicas e Ingeniería

_____

David Esaú Carbajal López

_____

Dr. Raymundo López Callejas

## 1.- Introducción

El transporte de alimentos ha sido sustancial para el ser humano. Se han creado varias maneras de transportarlo, unas de ellas es el invento de la hielera (Figura 1). Esta fue patentada en 1951 por Richard C.  [1]. Además de transportar alimentos, los puede mantener a una temperatura baja, logrando su conservación.

Figura 1: Hielera [2]

Para mantener el interior de la hielera a una temperatura baja se usan hielos, lo que ocasiona que se tenga menos espacio para el producto que se quiere refrigerar.

Al usar hielos aumenta su peso, dificultando su transporte, cuando el hielo se derrite puede llegar a humedecer y contaminar los alimentos.

Se han propuesto alternativas para enfriar el interior de la hielera, como el uso de hielo seco o $CO_2$ en estado sólido, esto puede ser peligroso si no se maneja con cuidado, ya que alcanza temperaturas de hasta -40 °C, su uso se concentra en el área de salud y farmacéutica.

En esta propuesta se propone diseñar las paredes internas de la hielera, para que funcionen como un almacén térmico, esto se hará usando gel refrigerante, el cual tiene un alto índice de calor latente, haciendo que su cambio de fase sea lento, manteniendo una temperatura baja por un tiempo prolongado.

## 2.- Antecedentes

Actualmente en el mercado existen hieleras eléctricas, pero debido a su alto costo de operación y que están diseñadas para el uso rudo, no son una opción viable para cierto sector de la población. A continuación, se muestra una hielera eléctrica.

Coleman Powerchill-Modelo 5644-710

Figura 2: Hielera eléctrica [3]

El uso de refrigerante en forma de gel ha sido utilizado ampliamente en la cadena de frio, ya sea en el área farmacéutica, salud y alimenticia. En el año 2016 se hizo una investigación sobre el transporte de vacunas de animales, donde utilizaron el gel refrigerante como medio de enfriamiento, mencionaron que con este gel se puede llegar a tener alrededor de 48 a 72 horas de enfriamiento en un rango de 2 a 8°C [4].

S. P. Singh et al., (2008) [5] hicieron una comparación sobre los diferentes geles refrigerantes, llegaron a la conclusión de que sus propiedades no tienen mucha variación dependiendo de la marca, de este artículo se tomarán las propiedades como el calor latente y el tiempo en que tardan en cambiar de fase sólida a líquida.

## 3-Justificación

El doctor Raymundo López Callejas realizó una experimentación dónde comprobó que para mantener la temperatura baja en el interior de una hielera COLEMAN de 45 litros, durante aproximadamente 8 horas se necesitan alrededor de 15 litros de hielo, esto disminuye el espacio en el interior de la hielera y aumenta su peso. Se busca evitar el uso del hielo, aumentando el tiempo de enfriamiento en el interior y así disminuir su peso. En este proyecto se propone el rediseño de las paredes internas de la hielera, para que sean desmontables y se les pueda colocar refrigerante en forma de gel, además el refrigerante puede ser reutilizado innumerables veces.

## 4- Objetivos

### Objetivo general

Rediseñar termodinámicamente una hielera Coleman de 45 litros de capacidad, utilizando una pared interna formada con geles refrigerantes.

### Objetivos particulares

Diseñar una caja interna que sea la pared térmica formada con geles refrigerantes para disminuir las pérdidas de calor hacia el exterior, mejorando así la eficiencia termodinámica de la hielera.

Investigar cuál de los geles refrigerantes que se comercializan en México, proporciona la mayor eficiencia posible sin aumentar considerablemente el precio.

Modelar numéricamente el comportamiento térmico del nuevo diseño y evaluar su eficiencia termodinámica.

Analizar con la primera y segunda ley de la termodinámica el diseño final y obtener su eficacia exergética.

## 5.- Metodología

Para la elaboración del proyecto se tendrán que llevar a cabo las siguientes actividades:

a) Rediseñar las paredes internas de la hielera en software CAD.
b) Modelar la geometría de la hielera con COMSOL.
c) Realizar la simulación en COMSOL.
d) Analizar y comparar los resultados con y sin gel refrigerante.

## 6- Normatividad

NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-251-SSA1-2009: Estable las características y especificaciones para asignar y confirmar lo periodos de caducidad, tiempos de permanencia de alimentos o productos alimenticios intermedios almacenados

durante el proceso y estable las condiciones necesarias de almacenamiento y transporte

NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-022-ENER/SCFI-2008: Establece el consumo de energía eléctrica por litro de volumen de refrigerante útil y el método de prueba para verificar su cumplimiento, los requisitos de seguridad al usuario y los métodos de prueba para determinar su cumplimiento. Para todos los aparatos de refrigeración comercial autocontenidos.

NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-230-SSA1-2002: Establece los requisitos sanitarios que deben cumplir los sistemas de abastecimiento públicos y privados durante el manejo del agua, para preservar la calidad del agua para uso y consumo humano, así como los procedimientos sanitarios para su muestreo.

NOM-Z-3-1986 (vistas)

NOM-Z-4-1986 (líneas)

NOM-Z-5-1986 (rayados)

NOM-Z-6-1986 (cortes y secciones)

NOM-Z-23-1986 (clasificación de los dibujos según su presentación)

NOM-Z-25-1986 (acotaciones)

NOM-Z-65-1986 (escalas)

NOM-Z-68-1986 (dimensiones y formatos de las láminas de dibujo)

NOM-Z-74-1986 (cuadro de referencias)

Dichas normas serán utilizadas en el momento de presentar el rediseño de la hielera.

## 7- Cronograma de actividades

| | Actividades en el Trimestre 21-O | Semana | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 1 | Generar el modelo en 3D de la hielera en software Inventor. | | | | | | | | | | | | |
| 2 | Diseñar las paredes internas en 3D en software Inventor. | | | | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 3 | Investigar las propiedades del gel refrigerante. | | | | | | | | | | | | |
| 4 | Dibujar la geometría completa en COMSOL. | | | | | | | | | | | | |
| 5 | Establecer las condiciones de frontera para la simulación | | | | | | | | | | | | |
| 6 | Realizar la simulación numérica de la hielera utilizando el software COMSOL con y sin la pared diseñada. | | | | | | | | | | | | |
| 7 | Comparar los resultados obtenidos para justificar la posible mejora obtenida. | | | | | | | | | | | | |
| 8 | Elaborar y entregar el reporte final. | | | | | | | | | | | | |

## 8- Entregables

Planos del rediseño en CAD.

Archivos de COMSOL.

Reporte de la evaluación numérica del desempeño termodinámico de la hielera.

Reporte final.

## 9.- Referencias bibliográficas


[1] Ollie. Cooler. Wikipedia, La enciclopedia libre, última revisión [20 de agosto de 2021]. Disponible en Cooler - Wikipedia, la enciclopedia principal

[2] Mercado libre, empresa dedicada al comercio electrónico.

Hielera 48 Cuartos 45 Litros Roja 3000000154 Marca Coleman | Mercado Libre

[3] Cabelás, especializados en productos de recreación al aire libre.

Enfriador termoeléctrico Coleman Powerchill - Modelo 5644-710 | Cabela's (cabelas.com)

[4] Muños Cortés. Lorenzana Castro. Manejo de biológicos: Cadena Frío. Virbac al día. No 18. 2016.

[5] S.P. Singh, Gary Burgess, Jay Singh. Performance Comparison of Thermal Insulated Packaging Boxes, Bags and Refrigeranst foe Single-parcel Shipments. No 21. pp 25-35. 2008.

## 10.- Terminología

No aplica.

## 11- Infraestructura

No aplica.

## 12.- Asesoría complementaria

No aplica.

## 13- Publicación o difusión de los resultados

No aplica.

Rediseño de una hielera Coleman de 45 litros, utilizando geles refrigerantes.

| COMENTARIO DEL CEIM | | ACCIÓN REALIZADA EN LA PPI | |
|---|---|---|---|
| Pág. | Copiar íntegro el comentario del CEIM | Pág. | Breve descripción del cambio realizado o justificación del cambio realizado |
| 1 | Se propone un ajuste | 1 | Se modificó el título. |
| 3 | No se describe cómo se abordará la solución del problema. ¿Cuál es tu propuesta? | 3 | Se reescribió la introducción para que la propuesta sea más. |
| 3 | Mantener con la imagen. | 4 | Se ajustó el título de la imagen con la imagen. |
| 4 | ¿se tiene una referencia para esta afirmación? | 4 | Se agregó de donde se obtuvieron esos datos |
| 4 | ¿y el uso de los geles? | 5 | Se ajustó el objetivo general. |
| 5 | ¿No están ya determinadas por el fabricante? | 5 | La metodología se modificó. |
| 6 | Revisar la redacción de las actividades para incluir los artículos faltantes y el tiempo de conjugación de los verbos. | 6,7 | Se modificó la redacción de las actividades, así como sus tiempos verbales. |
| 6 | Mantener con el siguiente texto | 7 | El encabezado del punto 8 se ajustó para que estuviera en la misma página. del texto. |
| 7 | Usar sangría francesa. | 7 | Se agregó sangría francesa en el apartado de referencias. |