



## **MEMORIA TÉCNICA DEL PROYECTO TITULADO:**

### **“Rediseño de Calefón Solar”**

*que presentan:*

**Ignacio Javier Alcarás Sobarzo**

**Sharon Bravo Reséndiz**

**Aitor Eguía Torresbaca**

**Perla Carolina Herrera Rico**

**David Moncisvais Macias**

**Estudiantes de 3er semestre de la carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad Mondragón México, como parte del proceso de Evaluación del Proyecto Fin de Semestre.**

El Marqués, Querétaro, Noviembre de 2019

## ÍNDICE DEL CONTENIDO

Resumen	4.
Introducción	5.
Propuesta de trabajo	7.
Diagnóstico y justificación	8.
Ideación y desarrollo	11.
Memoria descriptiva	15.
Plan de fabricación	16.
Materiales y herramienta	18.
Planos	20.
Cálculos técnicos	22.
Presupuesto	39.
Pruebas	30.
Problemas encontrados y solución adoptada	32.
Resultados y conclusiones	33.
Valoración del proyecto	34.
Anexos	40.

## ABSTRACT

The main task of this memory is focused on bringing up the process that took up the design, build up and later completion of the “solar boiler”. The analysis, ideation process and the implementation of upgrades to the original project “Ducha de sol” (credit given to Ana Gimenez Pozzoli). The main goal intended for this project surrounds the replication of itself in more communities. Using chemical, thermal and mechanic properties the best suited materials were chosen in relation with the socio-economic instability of the community.

This document includes an extended research with qualitative and quantitative data, proving that the project is capable of solving the main problematic. Including the ideation process and the different material that were chosen due to their capabilities in relation with the needs that were specified. In this document there is an extended description of the project, there are also included the problematics that the team faced during the construction of the project.

At last, calculations are shown in order to prove the viability of the product. Including an extended analysis of the project’s final cost, the testing results and the main conclusions in relation with the Solar Boiler.

## 0. RESUMEN

El objetivo principal de esta memoria técnica es de dar el proceso que se llevó a cabo para el rediseño del calefón solar; desde su ideación, hasta su desarrollo.

Se expondrá el análisis, proceso de ideación y desarrollo del rediseño hecho al calefón solar, hecho originalmente por el grupo “Ducha de Sol” e ideado por Ana Giménez Pozzoli. El propósito de este rediseño es lograr que se pueda replicar numerosas veces en distintas comunidades que lo requieran. Todo esto gracias a el cambio hecho por materiales reciclables en casi un 80%.

Además, se explica el por qué se tomaron las decisiones que se tomaron, en cuanto a diseño, materiales etc. Basándonos en las propiedades químicas, térmicas y mecánicas, se tomaron las mejores decisiones posibles teniendo en cuenta la relación costo-efectividad, pero dándole extrema prioridad al costo, ya que el propósito principal es que sea accesible para todos.

Este documento incluye la investigación con datos cualitativos y cuantitativos que sustentan la problemática a la que nos enfrentamos, además se especifican las restricciones a las que el prototipo se enfrenta y sus indicadores de éxito. Añadiendo el proceso de cómo se ideó este proyecto y las diferentes herramientas que se aprendieron durante el curso hasta llegar a la idea final. Se describe de forma detallada el funcionamiento del proyecto en el que se incluye los problemas encontrados y las soluciones aplicadas. También se explica de forma ordenada el proceso de ensamble del mismo el que hace relación con los materiales utilizados con sus respectivos planos.

Finalmente se muestran los cálculos que se efectuaron para sustentar la viabilidad de nuestro producto. Incluyendo un análisis del costo del prototipo, nuestros resultados y las conclusiones de nuestro Proyecto Fin de Semestre.

## 1. INTRODUCCIÓN

Se va a desarrollar un calefón, cuyo propósito es calentar el agua únicamente con la radiación solar. Todo esto logrado con materiales accesibles, con el fin de que se puedan replicar numerosas veces a fin de generar un impacto social importante. Además, por su naturaleza, algunos de los materiales perderán sus propiedades al estar en contacto con la radiación solar, mismos que podrán ser intercambiados fácilmente.

Su objetivo principal es proveer agua caliente para todo tipo de hogares, aprovechando la energía limpia y sustentable del sol. Según nuestros indicadores y resultados de aprendizaje el proyecto es capaz de ahorrar hasta un 70% al año del combustible que se utiliza en un boiler común. Su rendimiento va desde los 45 hasta los 55°C. Además, este rinde para familias de hasta 7 personas.

Tratándose de un proyecto para apoyar a una comunidad de escasos recursos, el tener un calentador de agua con gas es imposible, rondando en precios desde 2,000 hasta los 6,000 pesos mexicanos, en cuanto el diseño original es de 500 pesos mexicanos. En cambio, el rediseño propuesto está en 320 pesos mexicanos.

Se ha propuesto un calentador de agua que funciona con el calor proporcionado por los rayos del sol. El agua estará resguardada en botellas pegadas a un tanque, ésta se calentará en un periodo de aproximadamente 4 horas. Su funcionamiento se basa en un cambio de densidades, el agua que se vaya calentando con los rayos solares, se irá encima del agua fría por tener menor densidad a la fría.

Como Ingenieros Industriales se busca no solo resolver su necesidad, sino mejorar la efectividad en el proceso que realizan por ende tener mejores resultados, con esto no quiere decir que su efectividad será mejor que la de un boiler común, sin embargo; cubrirá la necesidad de los habitantes de la comunidad y será amigable con el ambiente añadiendo que ellos mismos serán capaces de aprender acerca de su funcionamiento y construcción.

A continuación, en el documento se encuentra la propuesta del equipo para realizar el proyecto, seguida del diagnóstico y la justificación en la que se describe el problema con los datos cualitativos y cuantios que explican la solución explicada y demostrada cuantitativamente. Posteriormente se describe el proceso de ideación y fabricación del prototipo junto con la descripción general del proyecto. Después el plan de fabricación acompañado de los planos en el que se muestran las piezas y el modelo final de prototipo junto con las piezas, materiales y herramientas que se usaron. Continúan los cálculos de cada materia elaborados según los temas vistos en cada materia con el enfoque correspondiente y el presupuesto final del proyecto. Finalmente,

las pruebas que se realizaron al concluir la fabricación del modelo y los problemas encontrados con su respectiva solución.

## 2. PROPUESTA DE TRABAJO.

El calefón o boiler de materiales reciclados consiste principalmente en un rediseño de proyectos con impacto social llevados a cabo en zonas marginadas de Argentina, el propósito de estos es proporcionar agua caliente a hogares que no cuentan con servicios de gas, que no tengan calentadores de agua de algún tipo en su casa, que usen leña para calentar su agua; el proporcionar el agua caliente es un logro en sí mismo, pero el hecho de que se pueda replicar, implicaría un mayor impacto ambiental.

Para dar mayor eficiencia y eficacia al proyecto rediseñado se debe disminuir el tiempo en que el agua se calienta y aumentar el tiempo que el agua permanece caliente (respecto al proyecto original). El rediseño consiste principalmente en cambiar algunos de los materiales y usar colores que permitan absorber energía solar con mayor rapidez y/o colores que repelan la energía solar para concentrarla en áreas importantes del dispositivo. De los cinco puntos señalados en la estructura general del PFS se han tomado en cuenta cuatro, el primero “Diagnosticar el funcionamiento del sistema de consumo energético...” se omite, pues el dispositivo no funciona con electricidad.

El segundo “Determinar los factores para diseñar una propuesta de recuperación o aprovechamiento de energía térmica...” y el cuarto “Determinar las características (materiales, dimensiones, potencia, etc.) requeridas para el (re)diseño eficiente y construcción factible de la solución propuesta de la solución propuesta, en base a los principios termodinámicos de transferencia de energía” son similares, como mencione en un párrafo anterior las bases del éxito del proyecto son estos dos puntos, que los materiales y dimensiones del dispositivo sirvan para resolver la necesidad de agua caliente de una forma más rápida y que el agua se mantenga caliente durante periodos de tiempo más largos.

El tercer punto “Comprender, analizar y dimensionar los principios termodinámicos subyacentes en los procesos de producción, disipación, manejo o intercambio de calor” rigen el proyecto, por estos principios que comprendemos el funcionamiento de nuestro dispositivo y por los que se sabe que este funciona, los principios de termodinámica usados en el proyecto, dan una base sólida de argumentos de porque si funciona, en capítulos posteriores se encuentran las respuestas de forma específica a las preguntas relacionadas con el funcionamiento.

Por último, el quinto punto “Dimensionar y modelar el uso y producción de energía y valor agregado del nuevo sistema (re)diseñado” los cálculos se encontrarán más adelante, en cuanto al valor agregado, debido a que todos los materiales son o reciclados o de muy bajo costo el dispositivo se hace accesible a las comunidades con pocos recursos económicos, lo que se debe considerar como un valor agregado.

### 3. DIAGNÓSTICO Y JUSTIFICACIÓN.

La investigación comienza por la problemática encontrada en la comunidad “El Castillo” ubicada en la entrada de Guanajuato con aproximadamente 2,600 habitantes. Los cuales consiguen agua de un pozo, sin embargo, no hay formas para calentarla, solo algunos de esos habitantes cuentan con boiler, pero de igual manera no todos funcionan correctamente. Muchos de ellos cuentan con un sistema para calentar agua, sin embargo; estos métodos son tardados y no son duraderos. Por lo que tiene que esperar o simplemente usarla a temperatura a la que se encuentra. Está comunidad busca cambiar esto de tal manera que ellos puedan tener una solución eficiente, económica y sencilla por lo que decidimos enfocar nuestro proyecto en este punto.

El consumo de agua para uso doméstico ha venido creciendo rápidamente. En los últimos 50 años, la extracción de agua de los ríos y lagos ha aumentado en cuatro veces, teniendo en cuenta que solo el 0.01% del agua existente en la tierra es posible de usar directamente para las actividades humanas, ya que el resto se encuentra en los océanos (97%), y en forma de nieve o de hielo (Giordan y Souchon, 1995). Por lo que se estiman que alrededor del 50% de las comunidades rurales en el país no cuentan con un sistema fijo para calentar agua. En Querétaro se ha solucionado estos problemas a ciertas comunidades sin embargo desde 2016 las comunidades no han recibido apoyo o continuidad al problema al que se enfrentan.

En términos generales, se considera que desde 1990, cuando terminó la Década del Agua y el Saneamiento, la cobertura de abastecimiento de agua no se ha incrementado en América Latina e incluso la cobertura de saneamiento ha disminuido un 6%, mientras que las pocas mejoras se han presentado en las zonas rurales, más que en las urbanas.

Como ya se mencionó la comunidad consta de 2,600 habitantes de los cuales sólo el 2% cuenta con un boiler y algunos de ellos presentan fallas. Nosotros nos enfocamos en 3 familias en esta primera etapa, los cuales utilizan la estufa de otros vecinos para calentar el agua más rápido muchos de ellos utilizan hornos de fogata para calentar no solo agua sino sus propios alimentos por lo que les cuesta más trabajo realizar estas tareas. La comunidad utiliza aproximadamente 15 litros de agua diariamente, mismos que al ser calentados en la estufa tardan 4hrs. Esto se debe a que lo calientan en cubetas con una capacidad de 5L y realizan este proceso 3 veces al día para distribuir su uso. Al analizar estos datos se estima que utilizan alrededor de 105L a la semana. Por esta misma razón se tomó en cuenta utilizar el tambo de 100L lo suficiente para cubrir el uso de una semana.

El rediseño del calefón hecho de material reciclado, tiene como objetivo proveer agua caliente para uso doméstico, el calefón original y el rediseñado funcionarán de

maneras similares, es decir calentará agua por convección gracias al efecto invernadero llevado a cabo en las botellas de la parte de abajo del dispositivo, los cambios principales que se harán y que están aún en investigación, son de los materiales. Entre los puntos importantes al escoger los materiales están algunas limitaciones que vienen implícitas en el proyecto y otras varias que tienen que ver con cada material.

Se esperaba antes de comenzar la construcción del modelo que los 100 L se calentaran en 7 horas aproximadamente. Sin embargo, en la sección de pruebas se explica que al hacer pruebas calentando 80 L se reflejó que se calentó en 6hrs. Por lo que refleja un contraste de mejora comparado con el sistema actual. Al ser una comunidad de escasos recursos y durante el proceso de investigación se definió que está necesidad por agua caliente existe debido a que la mayor parte de los habitantes de la comunidad carecen de un trabajo definido por lo que no tienen una estabilidad económica. Además, muchos de ellos son agricultores o trabajan en el campo y otros trabajan en la industria en la que al tener trabajo como obreros son expuestos a sustancias tóxicas por lo que al no disponer de agua caliente no pueden bañarse. Añadiendo que las comunidades desde finales del 2018 no han recibido apoyo por parte del gobierno para resolver esta situación.

Como resultado desde entonces se abastecen de agua de un pozo hasta Julio del presenta año en el que tuvieron que sustituirlo por pipas. Como consecuencia no toman baños sino duchas para hacer rendir el agua caliente. Añadiendo a esto la comunidad sobre todo durante esta época llegan a temperaturas entre los 7 y 13 °C por lo que tomar duchas y salir a su jornada laboral de inmediato les causa enfermedades. Al investigar con la comunidad concluyeron que tenían también la necesidad del agua caliente para lavar ropa, esto porque el 70% de las personas de esta comunidad lavan la ropa a mano y tomando en cuenta los trabajos de muchos de ellos los cuales fueron mencionados anteriormente requieren del agua para tener ropa limpia y desafortunadamente con agua fría no pueden quitar manchas de las sustancias que manejan o de la suciedad a la que se exponen en sus trabajos. Para esto se requiere el agua en una temperatura que este entre los 30 y 45°C para eliminar un 6.5% de la suciedad.

Finalmente, estos parámetros fueron considerados para el diseño del prototipo por lo que uno de los objetivos es que el agua llegue a más de los 45°C y que el uso sea para duchas enfocado a su necesidad y a nuestra propuesta además que el diseño está enfocado a las duchas tomando en cuenta que una ducha consume 4 veces menos agua y energía que un baño.

En cuanto a las **restricciones y limitaciones**

consideramos los siguientes:

- Calentar el agua al nivel de eficiencia de un calentador industrial
- Usar el agua para consumo
- La capacidad de agua caliente generada sea para un consumo excesivo
- Tiempo de vida del prototipo mayor a 1 año y medio.
- Resistente a fuertes impactos
- Llegar hasta los 55° C en invierno

Aún con todos los cambios que se hagan al calefón original, tenemos que dejar muy claro como limitación que de ninguna manera la forma de calentar el agua será tan eficiente como con un calefón o boiler a gas. Como se ha mencionado en el párrafo anterior el tiempo que toma el calefón para calentar el agua es de 4 horas, consideraremos como un éxito el rediseño si podemos reducir ese tiempo media hora, es decir a 3 horas y 30 minutos.

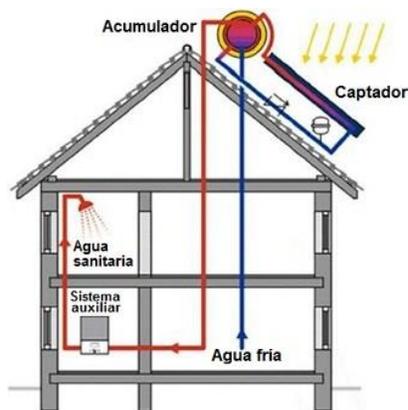
Otra limitación es el ciclo de vida del dispositivo, lo que representará más bien un mantenimiento seguramente un cambio de las botellas en algún punto, el tiempo es impreciso se sabe que después de cierto tiempo las botellas de PET comienzan a perder sus propiedades, y que liberan ciertas partículas, de las cuales no se tiene información contundente sobre el daño que puedan causar a la salud.

#### 4. IDEACIÓN Y DESARROLLO CONCEPTUAL.

El rediseño del calefón solar es un sistema de calentamiento de agua (no potable) El proyecto funciona gracias a la implementación de 2 (próximamente 3) sistema de calentamiento de agua. Siendo estos:

1. Calentamiento del agua por convección forzada.
2. Uso de la capacidad para captar radiación solar de los colores, más específicamente el negro.

La estructura consta de un tambo de plástico (100 litros) que a 10cm (midiendo desde la base hacia arriba) contará con una serie de orificios, en estos se instalarán botellas plásticas de 3 litros cada una. La función de las botellas será actuar como receptores de radiación solar, es en esta parte de la estructura donde entra en acción el uso de pintura negra mate, esta aumentará la captación de radiación térmica (la imagen 2.0 muestra un uso cotidiano del calentamiento de agua con el color negro). Al calentarse el agua dentro de las botellas esta agua subirá al tope del tambo y esto creará un flujo que llevará al agua fría a las botellas. El resultado de la constante repetición de este proceso debe ser el aumento en la temperatura del agua almacenada dentro del boiler.



1.0



2.0

El calefón de material reciclado está orientado hacia el sector de la población de escasos recursos que no tiene acceso al agua caliente de uso doméstico, con uso doméstico nos referimos a agua caliente para bañarse o para lavar platos o ropa. Elegimos este sector ya que son comunidades quienes se enfrentan a estas dificultades de calentar el agua para necesidades básicas. La comunidad que elegimos específicamente se enfrenta a este problema por lo que ellos deben de calentar el agua a través del fuego por lo que muchas veces por el tiempo que disponen no llega a estar lo suficiente caliente o demora mucho tiempo.

El calefón de material reciclado fue concebido por dos necesidades, número 1 gracias al reto propuesto por la universidad de realizar un proyecto que cause impacto social. Con lo anterior en mente buscamos una necesidad o carencia en común en varias comunidades marginadas, por lo que encontramos que en general tienen bastantes necesidades, nosotros al darnos cuenta de esto decidimos enfocarnos en la solución más concreta y eficiente que podíamos crear para ellos. Para esto decidimos que era una buena idea el poder hacer una solución que pudiera brindarles agua caliente tomando en cuenta nuestra materia líder la cual es Termodinámica y emplear los conocimientos que hemos adquirido con respecto a la transferencia de calor. No fue tan difícil darse cuenta de que no muchos hogares de estas comunidades no tienen acceso al agua caliente.

Número 2 el proyecto es un re-diseño, el proyecto original llevado a cabo en Sudamérica fue exitoso en proveer estos servicios a las personas de escasos recursos, ahora nosotros basados en esta alternativa de bajo costo, tomamos la decisión de hacer más eficiente el dispositivo, sabemos que al ser un proyecto de bajo costo el impacto social a causar puede ser aún más grande que con un proyecto caro.

El equipo realizó un análisis de viabilidad para saber si las propuestas y soluciones pensadas eran las más convenientes, al realizar una investigación acerca de los materiales hicimos tablas comparativas de cada material pensado a usar y otras opciones para saber cuál era más conveniente. Con un enfoque de la materia de Química nos enfocamos en sus propiedades físicas, químicas y mecánicas de los materiales para poder saber que materiales eran más óptimos. Por esta misma razón los cálculos exactos aún no los obtenemos sin embargo al tener esta relación de materiales y características podemos proseguir a esta fase. Posteriormente realizamos una lista de cuáles serían los indicadores de éxito y las restricciones las cuales se mencionan a continuación:

Para ser explícito en cuanto a los **indicadores de éxito**

- El costo es el 8.25% respecto al precio de un boiler común.
- El agua calentada rinde para 7-9 personas.
- 80 L se calientan en 6 horas.
- Los materiales son reciclables casi en su totalidad.
- El diseño ahorra un 70% de combustible que se usa al año.
- En invierno llega a la temperatura establecida entre 45 y 50°C

Han pasado ya varias ideas por las mentes del equipo para lograr una mayor eficiencia para el calefón, algunas son ideas de basadas en principios importantes de la absorción de calor, y algunas otras son literalmente mecanismos que pueden calentar

directamente el agua. *A continuación, una lista de esas ideas*, y en negritas las que han sido tomadas más en cuenta para el desarrollo de un calefón más eficiente.

- **Por medio de los diferentes colores captar y reflejar los rayos solares, para lograr un mejor rendimiento.**
- Integrar un segundo proyecto de calentador solar reciclado que caliente agua en paralelo.
- Usar un dinamo que por medio de movimiento de aspas eólicas alimente directamente una resistencia dentro del calefón.
- Cambiar los materiales y proporciones del calefón; de manera que las temperaturas altas se conserven con eficacia.
- **Usar recubrimientos térmicos en el calefón para usarlo a su vez como un termo.**

En cuanto a las **restricciones** consideramos los siguientes:

- Calentar el agua al nivel de eficiencia de un calentador industrial
- Usar el agua para consumo
- La capacidad de agua caliente generada sea para un consumo excesivo
- Tiempo de vida del prototipo mayor a 1 año y medio.
- Resistente a fuertes impactos
- Llegar hasta los 55° C en invierno

### **Lluvia de Ideas (Brainstorming)**

- Los siguientes aspectos fueron los problemas que presentados y discutidos por el equipo en el cual se presentaron los posibles problemas o detalles a mejorar que tiene el modelo actual del calefón el cual queremos mejorar. Se planteó a través de una lluvia de ideas y diferentes tipos de herramientas para analizar las opciones viables para solucionar o hacer más eficiente el prototipo que queremos realizar para este rediseño.

### **Conexiones**

- Utilizar tubos de cobre para las uniones
- Utilizar PVC
- Utilizar CPVC
- Dejar únicamente las botellas de PET
- Tubos de aluminio

### **Transferencia de calor efectiva**

- Pintura negra
- Pintura de látex para exteriores

- Esmalte sintético color negro
- Pintura de aceite negra
- Pintar toda la botella de un solo color
- Utilizar dos tipos de pintura para las botellas para que el calor no se pierda fácilmente

#### **Tapón efectivo**

- Silicón industrial
- Pegamento industrial

#### **Base para el calefón**

- Tambo de metal
- Tambo de acero
- Tambo de plástico
- Tambo de acero inoxidable
- Contenedor tote

En cuanto al funcionamiento del prototipo y a sus especificaciones se mencionan a continuación:

## 5. MEMORIA DESCRIPTIVA.

El calefón calentador es un dispositivo hecho a base de materiales reciclables tan sencillos como tambos, botellas y bolsas de basura. Se usa para brindar la posibilidad a comunidades de bajos recursos de disponer de agua caliente para sus tareas domésticas como la limpieza de la casa y de artículos de cocina.

Su funcionamiento es muy simple, el tambo se llena con el agua que se desee calentar, se deja al aire libre, preferentemente bajo los rayos del sol. El agua se irá calentando por convección poco a poco, y en alrededor de 4 horas se terminará de calentar por completo. Físicamente, esto es posible por la diferencia de densidades del agua caliente y el agua fría; conforme el agua se va calentando, esta va a viajar hacia la parte superior del tambo, permitiendo que el agua fría se almacene en las botellas de plástico.

Los componentes se resumen en botellas (2) de diferentes tamaños pintadas, un tambo de plástico (1) y una entrada y una salida para el agua.

Se decidió hacer el cambio de una cubeta plástica por un tambo de plástico de mayor capacidad (100 L). También optamos por usar la ciencia de los colores, pintando el tambo con pintura negra por fuera, para que haya una mejor absorción de los rayos de luz. Además de que irá cubierto el tambo con bolsas de plástico o para mantener el principal objetivo de que sean materiales reutilizables usar bolsas de papas comerciales para cubrir el tambo y potencializar el efecto que se busca alcanzar.

Como adición, se puso un tipo cuenco de aluminio, para redirigir los rayos solares directo a las botellas.

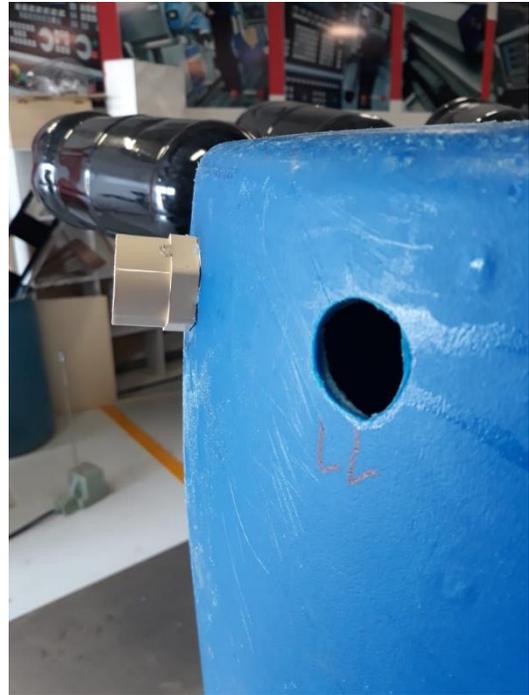
## 6. PLAN DE FABRICACIÓN.

Primero se empezó por abrir el tambo con el objetivo de limpiarlo y de adecuar una tapa al mismo ya que este estaba sellado herméticamente. Para esto se cortó a una distancia de 3 cm desde la tapa sellada hacia abajo. Después se dejó a nivel proporcional la tapa adecuada y el resto del tambo para el cual se utilizó la caladora como herramienta para este fin. Seguido de esto se hicieron 12 orificios alrededor de la cubeta, con una distancia de 7cm entre cada uno, hechos con brocas de sierras corta círculos. En uno de los orificios se conecta una entrada para manguera. En los otros 12, se conectaron las botellas de 3L pintadas de negro; se insertaron en los orificios y se les puso silicón industrial para el sellado fijo de las mismas, además se adecuó en las tapas un sello con hule industrial para evitar que exista un fallo en el paso de agua.

El tambo metálico se pintó con la pintura negra en todo su interior y exterior y se cubrió con polietileno (bolsas de basura). Y además se recubrió con un protector solar con un lado cubierto por plástico metálico. Finalmente se adecuó un sistema para el cerrado de la tapa y se comenzaron a realizar las pruebas.

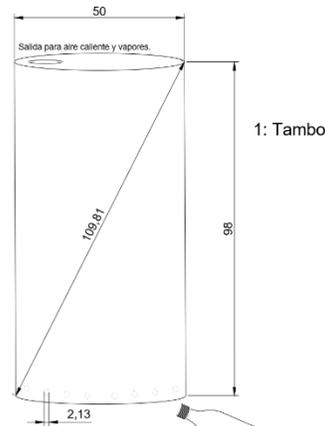
A continuación, se muestra como fue el proceso de fabricación:



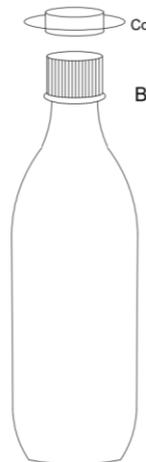


## 7. LISTA DE PIEZAS, MATERIALES Y HERRAMIENTAS.

- 1) **Tambo:** hecho de policloruro de vinilo (PVC), es la base de todo el calefón. Almacenará el agua caliente y a su vez reabastecerá las botellas de agua fría para ser calentadas.



- 2) **Botellas:** Son 12 botellas de PET recicladas con una capacidad de 3 L. Se colocan alrededor de la circunferencia del tambo. Servirán como fuente de atracción de los rayos solares. Además, que para poder aumentar la efectividad se pintan de negro por fuera.

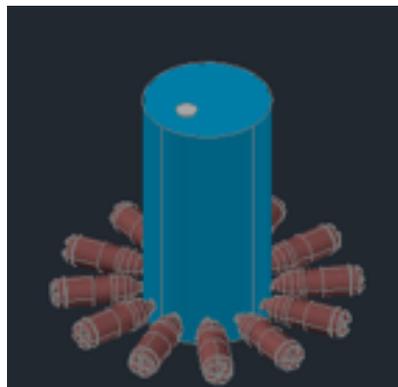
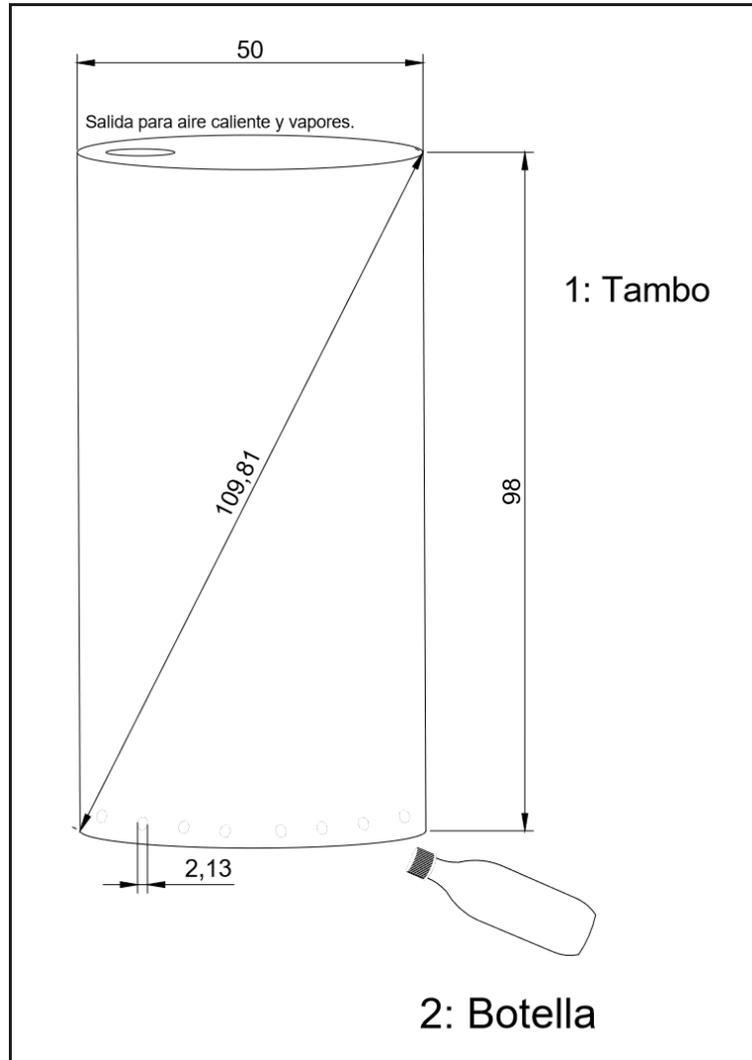


- 3) **Pintura matte en aerosol:** Será la encargada de potenciar la intensidad con la que se absorben los rayos solares. Estará cubriendo tanto las botellas como el tambo de plástico.
- 4) **Bolsas de basura:** Van a cubrir el tambo en su totalidad, para poder preservar de mejor manera la temperatura en el agua.

## ***HERRAMIENTAS UTILIZADAS***

- **Taladro con broca tipo manita:** Es la herramienta con la que se hicieron los hoyos para introducir las botellas. De tamaño de ½ pulgada.
- **Taladro con broca devastadora:** Su uso es para “lijar” los hoyos y adaptarlos al tamaño real.
- **Caladora:** Herramienta tipo sierra que es usada para poder abrir una tapa al boiler.
- **Pegamento sellador de PVC:** Usado para sellar por completo las entradas de las botellas.

**8. PLANOS.**





## 9. CÁLCULOS TÉCNICOS.

### QUÍMICA: Propiedades Físicas, Químicas y Mecánicas

#### Tabla comparativa PCVC / PVC

Punto de Ebullición	-13.9 °C	66° C-
Punto de fusión:	110°C	212 °C
Densidad:	1.4 g/cm <sup>3</sup>	1.56 g/cm <sup>3</sup>
Temperatura de uso continuo en el aire:	-15 a 60° C	70 °C
Calor específico:	1000 a 1500 °C	0.9 KJ
Temperatura de fusión:	80 °C o 150 °C	203° C
Conductividad térmica:	0.15 W	0.16 W
Coefficiente de Dilatación lineal a 23°C:	8X10 <sup>-15</sup>	8X10 <sup>-15</sup>
Forma estable hasta:	60° C	-
Resistencia superficial:	>10 <sup>13</sup> Ohms	>10 <sup>13</sup> Ohms
Resistencia volumétrica	>10 <sup>15</sup> Ohms	>10 <sup>15</sup> Ohms
Temperatura de transición vítrea	87°C	106 °C
Toxicidad	Si	Si
Comportamiento a la combustión	Arde con dificultad	Arde con dificultad
Corrosividad	Resistente	Alta resistencia
Al quemarlo	Se ablanda	Se ablanda (Auto extingüible)
Color de la llama	Ámbar con verde	-
Temperatura de trabajo	15 a 60° C	82° C
Temperatura para derretir	100 a 260° C	110 °C
Deflexión por calor	92°C	100° C

#### Tabla comparativa Polipropileno / Acero Inoxidable

Tabla comparativa (Polipropileno- Acero inoxidable 316)

	Polipropileno	Acero inoxidable 316
Densidad	0.93g/cm <sup>3</sup>	8.0 g/cm <sup>3</sup>
Rigidez	Carga de 25.5kg/cm <sup>2</sup> – 24h	73.1kg/cm <sup>2</sup> - 24h
Resistencia transversal	1,016 <sup>o</sup> cm	//
Rigidez dieléctrica	Alta	//
Absorción de líquidos	Poca/Nula	Nula
Resistencia a detergentes	Alta	Alta
Resistencia a los rayos UV	Poca	Alta
Punto de ebullición	160°C	2740°C
Punto de fusión	Superior a 160°C	1398°C
Resistencia a la abrasión	Mínima	Alta
Estabilidad de oxidación	Mínima	Mínima
Coefficiente de expansión	//	17.5um/m°C <sup>o</sup> (20-100°C)
Módulo de elasticidad	1,300N/mm <sup>2</sup>	187.5N/mm <sup>2</sup>
Dilatación	150x10(-6) m/m k	16.0x10(6) <sup>o</sup> C-1
Calor específico	0/1900 J/kg k	500J/kg k
Conductividad térmica	0.22W/m k	15/16 W/m k
Elongación	//	45%
Resiliencia	//	160J/cm <sup>2</sup>
Fluencia	//	68N/mm <sup>2</sup>

*Tabla comparativa PET / Aluminio*

	PET		Aluminio
Punto de Fusión	255°C	Punto de Fusión	660°C
Conductividad Térmica	0.29 W/(m*K)	Conductividad Térmica	209.3 W/(m*K)
Coefficiente de Dilatación Térmica	20-80(x10 <sup>-6</sup> ) K-1	Coefficiente de Dilatación Térmica	23(x10 <sup>-6</sup> ) K-1
Alta resistencia al desgaste.		Alta resistencia a la corrosión.	
Compatible con materiales que mejoran su calidad barrera.		Protección contra la luz.	
Cristalinidad.		Necesita estar anodizado para poder entrar en contacto con agua.	
<u>Esterilizable.</u>		Al contacto con aire, se forma una capa de óxido de aluminio.	
Aprobado para su uso en productos que deben estar en alimentos.		Protección contra oxígeno y contaminación.	
Resistencia a bacterias y hongos.		Fácilmente reciclable.	
Fácilmente reciclable.		-	
<u>Kg de Pet: 4.50\$</u>		<u>Kg de Al: 22\$</u>	
Mayor accesibilidad.		Forjarlo es complejo.	
Efecto invernadero con rayos solares.		El Aluminio se calentará con los rayos del sol, pero de la misma forma que se va a transferir el calor al agua, pasará al revés.	
Almacenaje de productos alimenticios para humanos.		Elemento tóxico para el consumo humano.	

*Tabla comparativa Pintura Temple / Epoxi*

	Pintura al Temple	Pintura al Epoxi
Propiedades Físicas	Baja resistencia a temperatura.	Resistencia a altas temperaturas.
Propiedades Químicas	Propensa a la formación de moho.	Resistente a la corrosión
		Dureza y resistencia a la alcalinidad.
Propiedades mecánicas	Porosa y Permeable	Resistencia Química
		Resistencia al calor.
		<u>Resistencia al Impacto.</u>
		Impermeables.
		Resistencia al desgaste.

*Tabla de Propiedades de PET*

Densidad	1.34 g/cm <sup>3</sup>
Resistencia a la tensión	59 Mpa
Resistencia a la compresión	76 Mpa
Resistencia al impacto	0.01 J/mm
Dureza	Rockwell M94-M101
Dilatación Térmica	15.2 E-4/°C
Resistencia a calor	80-120 °C
Resistencia dieléctrica	13780-15750 V/mm
Absorción de agua	0.02%
Velocidad de combustión	Consumo Lento
Temperatura de fusión	244-254 °C
Calidad de mecanizado	Excelente
Calidad óptica	Transparente a opaco
No se oxida, los <u>polimeros se degradan difícilmente</u> .	
Alta resistencia al desgaste y la corrosión.	
Muy buen coeficiente de deslizamiento.	
Maleable.	
Aprobado para su uso en productos de consumo humano.	

*Módulo de Young de los materiales aplicados*

Tambo de polietileno			
y	modulo de young/elasticidad	N/m <sup>2</sup>	800000000
f	fuerza	Newtons	980
l	longitud	Metros	0,005
A	area transversal	Metros <sup>2</sup>	0,229022104
DELTA l	estiramiento	Metros	2,67441E-08

radio 0,2'

Botellas de PET			
y	modulo de young/elasticidad	N/m <sup>2</sup>	280000
f	fuerza	Newtons	1009,4
l	longitud	Metros	0,0005
A	area transversal	Metros <sup>2</sup>	0,041547563
DELTA l	estiramiento	Metros	4,3384E-05

radio 0,11'

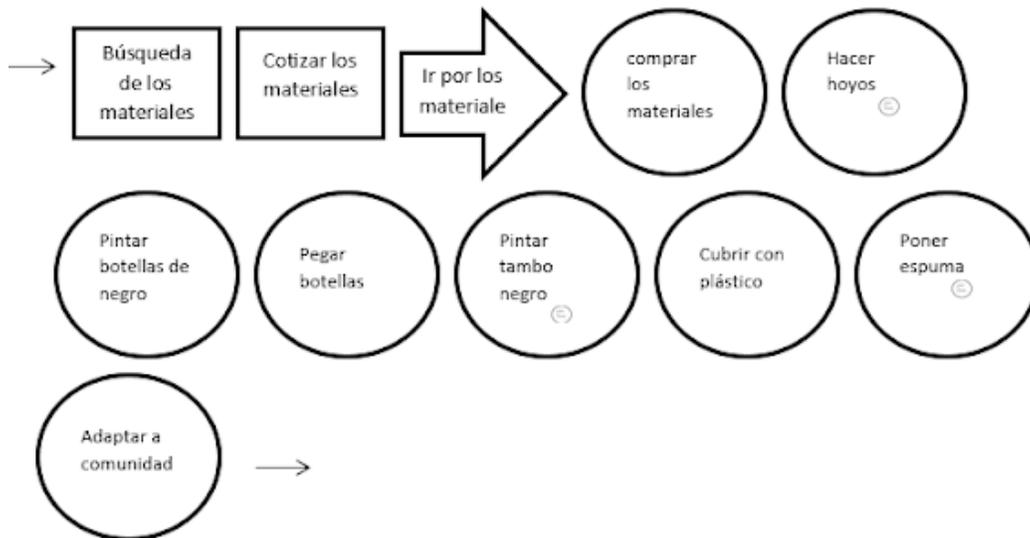
## Ingeniería en fabricación: Análisis de Procesos

Primero realizamos un Análisis de procesos en el cual enlistamos las operaciones, proceso, movimientos etc. Basados en lo aprendido en clase de Ingeniería de fabricación.

Posteriormente se hizo un análisis de procesos y evaluación de despilfarros, en el cual pudimos clasificar las operaciones en diferentes parámetros, y lo más importante, las operaciones en 2; operaciones con valor agregado y operaciones sin valor agregado. Si bien no hubo muchas operaciones sin valor, se lograron quitar algunas. Dependiendo de qué punto de vista lo veamos, hay operaciones que para algunos si pueden tener un valor, pero igual depende de en qué punto de la línea del tiempo te encuentres.

# Operación	Operación	Inspección	Espera	Almacenaje	Transporte	Descripción de la actividad Proceso de elaboración del calefón solar
1	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	búsqueda de los materiales necesarios
2	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	cotizar materiales en diversos lugares
3	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	ir por los materiales
4	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	comprar los materiales
5	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	hacer hoyos en el tambo
6	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	pintar botellas de negro
7	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	pegar las botellas con silicón
8	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	pintar el tambo de negro
9	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	cubrir el tambo con plástico por fuera
10	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	poner espuma alrededor del tambo
11	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	adaptarlo a la comunidad

Proceso:								
Actividad con valor agregado	Actividad sin valor agregado	Movimientos	Espera	Stock	Control de calidad			
Rediseño de Calefón Solar						Tiempo de proceso (min)	Distancia recorrida (metros)	
						Búsqueda de los materiales necesarios	50	
						Cotizar materiales	50	
						Ir por los materiales	120	27000
						Comprar los materiales	30	
						Hacer hoyos en el tambo	30	
						Pintar botellas de negro	50	
						Pegar las botellas con silicón	70	
						Pintar el tambo de negro	20	
						Cubrir el tambo con plástico	20	
						Sellar la tapa al bote	30	
						Dejar que se seque la pintura	60	
						Hacer pruebas		
						Instalación en casa	120	
						Total	650	27000



## Termodinámica

*El sistema se calculará con una capacidad para una casa de seis personas ubicada en el “El Castillo” Gto. Una persona gasta 50 litros de agua en una ducha, pero solo el 65% es agua caliente.*

$$\text{Capacidad} = * (\text{No. de personas}) * (65\%)$$

$$\text{Capacidad} = (50) * (4 \text{ personas}) * (0.65) = 130 \text{ lts}$$

### Calcular calor demandado en invierno

$$m = 130 \text{ Kg de agua}$$

$$C_p = 4.186 \text{ Kj/ Kgk}$$

*Pasando de °C a Kelvin*

$$\Delta T = T_{req} - T_{inv}$$

$$(318.15 \text{ K}) - (287.85 \text{ K}) = 30.3 \text{ K}$$

El calefón funcionara gracias a los principios de transferencia de calor de radiación y convección.

La absorción de la radiación solar se efectúa gracias a las botellas en la parte de debajo del calefón, al pintar las botellas de color negro se aumenta su coeficiente de emisividad de un 0.67 (sin pintar) a 0.97 donde hay una potencia de 269.23 w si se irradia la mitad de la superficie de las botellas y a 538.47 w si se irradia el área completa.

### Transferencia de calor por radiación

Ley de Stefan-Boltzmann:

$$\frac{P}{A} = e\sigma T^4$$

Área promedio de botella de 3 L= .105m<sup>2</sup>

$$.105\text{m}^2 \times 12(\text{botellas}) = 1.26\text{m}^2$$

e=.97 pintura negra

$$A_1 = 0.63\text{m}^2$$

$$A_2 = 1.26\text{m}^2$$

$$t_{\text{promedio}}=296.9^{\circ}\text{K}=23.75^{\circ}\text{C}$$

***Emisividad con sol cenital:***

**Botellas pintadas de negro**

**Irradiando la mitad de la superficie:**

$$P=(0.97)(5.67\times 10^{-8})(296.9^4)(.63)= \mathbf{269.2378 \text{ W}}$$

**Irradiando superficie completa:**

$$P=(0.97)(5.67\times 10^{-8})(296.9^4)(1.26)= \mathbf{538.4757 \text{ W}}$$

**Botellas sin pintar**

**Irradiando la mitad de la superficie:**

$$P=(0.67)(5.67\times 10^{-8})(296.9^4)(.63)= \mathbf{185.6842 \text{ W}}$$

**Irradiando superficie completa:**

$$P=(0.67)(5.67\times 10^{-8})(296.9^4)(1.26)= \mathbf{371.9368 \text{ W}}$$

**Transferencia de calor por convección:**

Para efectos de esta memoria técnica hemos de mencionar que no existe una fórmula para el cálculo de la transferencia de calor por convección, o expresado de otra forma las formulas existentes son demasiado complicadas, tanto que no son enseñadas en muchos cursos universitarios en muchas instituciones. Sin embargo, hemos de explicar de qué manera actúa teóricamente la convección en el calefón.

En principio sabemos que las moléculas que se calientan más tienen mayor energía cinética, por lo que chocan entre sí con mayor fuerza, disparándose unas a otras a mayores distancias mientras mayor sea la energía cinética, por lo que el volumen donde interactúan las moléculas aumenta, en otras palabras, la densidad del aire disminuye. Cuando el aire se calienta se hace más ligero que el aire a temperatura ambiente, este va a flotar sobre el aire más denso. Al moverse hacia arriba el aire menos denso / más caliente queda espacio vacío donde este estaba, el aire frío de arriba del sistema o de alrededor puede ocupar ese espacio, por lo que podemos entender que el aire de mayor.

## 10. PRESUPUESTO.

Estimación del costo de todos los materiales y componentes empleados para realizar el prototipo, y aproximación del precio comercial del producto/servicio.

Al ser un proyecto Eco friendly los materiales que se utilizaron para el prototipo del Calefón fueron menos de los que se tenían previstos. Por ende, se cumple uno de nuestros indicadores de éxito al buscar que el prototipo fuera económico para los usuarios de la comunidad.

A continuación, se enlistan los materiales utilizados y posteriormente las herramientas que se usaron para la fabricación del mismo.

- Todos los costos están en pesos mexicanos.

<b>Materiales utilizados</b>	<b>Costo (mxn)</b>
Tambo de plástico de 100L	150.00
12 botellas de plástico de 3 L	Recicladas
Pintura negra	70.00
Llave de PVC	22.00
Pegamento de CPVC	49.00
Silicón Industrial	39.00
Bolsas de basura	Recicladas
<b>Total</b>	<b>\$330</b>

<b>Herramientas y componentes utilizados para la fabricación:</b>
Taladro
Broca
Lijadora
Caladora

## 11. PRUEBAS.

Antes de la fabricación planeada para el prototipo se tuvieron que efectuar algunos ajustes al diseño del prototipo con respecto a la base del mismo. Fue necesario cambiar el tambo de metal por uno de plástico ya que al ser un proyecto ambientalista y con productos reutilizables se consiguió un tambo reutilizado sin embargo desconocíamos que el material que anteriormente estaba dentro del tambo era una sustancia la cual no era lo más oportuno que se utilizara para el fin del proyecto ya que había riesgo de que el agua se contamine, aun cuando el tambo se lavara. Esta fue una de nuestras primeras pruebas realizadas ya que a pesar de lavar el tambo varias ocasiones, aún conservaba un aspecto de aceite en el mismo. Posteriormente se investigó y se confirmó que existía la posibilidad que conservara algunos restos que podían afectar el propósito del proyecto. Posteriormente se cambió el volumen del tambo por uno de 100L ya que para lograr que el proyecto fuera más eficiente al calentar el agua con mayor rapidez teníamos que reducir la capacidad de este para lograrlo.

Al concluir la fabricación y ensamble del prototipo se procedió a la fase de pruebas en las que comenzamos a comprobar que el objetivo propuesto de que el tambo de menor capacidad y material diferente nos diera mejores resultados que el que se tenía previsto y que el diseño original. Se comenzó realizando pruebas a distintas horas del día con las botellas solas, se tomaban cada 10 min para ver la variación de temperaturas que iban resultando. Durante la tercera prueba la temperatura comenzó a elevarse aún con mayor rapidez, además con esto nos dimos cuenta de en qué horario la temperatura aumentaba proporcionalmente a la radiación del sol.

Posteriormente realizamos pruebas con el diseño final el cual al calentar el agua 80 L tomando esto de referencia ya que la familia beneficiada suele utilizar máximo esta cantidad de agua en un día. Para esto los 80 L tardaron 6 horas en llegar a los 45° C lo cual fue más de lo que se tenía previsto, sin embargo, ya que estas pruebas fueron realizadas durante invierno. Además, con los cálculos teóricos se tenía previsto que los mismos 80 L de agua se calentaran en 6 horas 40 minutos.

Tomando esto en cuenta se realizaron pruebas con las botellas, nuestros indicadores de éxito actuales se basan en los resultados obtenidos por medio la experimentación con botellas pintadas de color negro mate, obtuvimos resultados favorables, gracias a la mayor emisión de radiación del color negro mate con un coeficiente de 0.97, uno de los más cercanos a 1 que es el equivalente a la mayor emisión, comprobamos que dentro de un sistema, se tiene un aumento de 4 grados cada 10 minutos, y concluimos con el siguiente comportamiento:

Tiempo(min)	Temperatura(°C)
0	22
10	26
20	30

30	34
40	38
50	42
60	46

En una prueba que se hizo individualmente con una botella, pero agregando una bolsa con un acabado de aluminio redirigiendo los rayos hacia la botella, conseguimos resultados un poco mejores, aumentando la temperatura aproximadamente 10 grados en solamente 10 minutos. Si esto se le hiciera a las 2 botellas que integramos, conseguimos subir la temperatura total de toda el agua dentro del tambo.

## 12. PROBLEMAS ENCONTRADOS Y SOLUCIÓN ADOPTADA.

Como ya se mencionó en el párrafo anterior uno de los problemas que se encontró fue el tambo de metal, debido a la sustancia que contenía se tuvo que cambiar a uno de plástico. Otro de los aspectos que se decidió cambiar fue la capacidad del tambo ya que era mayor el tiempo que se requería para calentar los 200 L y esto era opuesto a lo planteado en el objetivo por lo cual se convirtió en una restricción y se cambió a uno de 100 L.

Los otros problemas que se encontraron fueron de menor impacto y su solución fue más fácil de encontrar. Los mismos que se enlistan a continuación.

<b>Problema encontrado durante el proceso</b>	<b>Solución encontrado</b>
Calentar 200 L de agua sería menos práctico para una familia pequeña.	Se hizo un cambio por un tambo de 100 L
El aluminio (209.3) tiene mayor conductividad térmica que el plástico (0.5).	También se cambió el bote a uno de plástico.
Se puede aumentar la superficie de irradiación de las botellas.	Se cambiaron a botellas de 3 L
Tambo (original) con tapa sellada herméticamente	Adaptación de una tapa y un nuevo sistema para cerrarla.
Sellado deficiente de las tapas debido a su estructura	Adaptación de un aro de silicón para el sellado de las tapas.

### **13. RESULTADOS Y CONCLUSIONES.**

Al finalizar la construcción del rediseño de nuestro Calefón Solar los resultados reflejados por el funcionamiento de este fueron satisfactorios comenzando por el proceso de fabricación ya que al tener un modelo previo del diseño original nos facilitó este proceso ya que sabíamos a detalle de cómo se iba a construir. Al mismo tiempo esto nos permitió saber que errores evitar durante la fabricación además de reducir tiempo para construir el prototipo. Esto nos permitió aprovechar mejor el tiempo para realizar pruebas y comprobar su funcionamiento.

En cuanto al sistema los resultados de igual forma fueron comparativamente más eficientes en ciertos aspectos, sobre todo en la recepción y su habilidad para mantener el calor ya que al mejorar el sistema al aumentar el área y complementar el sistema con aluminio para mejorar la eficacia de mantener el agua caliente en el prototipo. Cambios como estos y el aumentar la capacidad del tanque al igual que el material del mismo nos permitieron tener resultados satisfactorios además que cubren con las necesidades de nuestro beneficiario.

Al comparar el sistema que anteriormente estaban utilizando en la comunidad con respecto a la metodología es completamente diferente y por ende da mejores resultados. Esto a la vez nos refleja que los indicadores de éxito que se plantearon con respecto a la materia de ingeniería de fabricación de mejora de procesos se cumplió al reducir operaciones realizadas por el consumidor y por consiguiente mejorar los tiempos del proceso anterior.

En resumen, el sistema final trabaja de forma correcta desde el paso del agua de la red al tanque, el proceso de convección del agua y la distribución de la misma.

## 14. VALORACIÓN DEL PROYECTO.

¿Qué ha sido lo que más ha gustado y lo que menos?

Al concluir con este proyecto los resultados que fueron reflejados fueron mejores de los que se tenían en mente. Además, este proyecto nos llenó de satisfacción en general ya que el equipo desde antes tenía en mente un proyecto con un impacto social y el hecho de que se presentara la oportunidad nos facilitó y amplió la visión del equipo. El hecho de que se tuviera que buscar brindarle una solución a una comunidad nos permitió ampliar las ideas de lo que teníamos en mente realizar y cómo podríamos adecuar nuestros conocimientos adquiridos de cada materia para el proyecto. La evolución de el mismo fue emocionante con la diversidad de ideas y que había en el equipo, pero al comenzar a buscar una comunidad la cual fue uno de los aspectos que más nos costó trabajo y que no se esperaba que fuese tan complicado, nos abrió los ojos para percatarnos que realmente es una necesidad para ellos y nos permitió darnos cuenta de que es una realidad de la cual muchos de nosotros no estamos al tanto y que tristemente no hacemos nada para cambiarlo.

En general esto nos motivó a tomarlo completamente en serio y esforzarnos para buscar y descartar constantemente ideas con tal de brindarles o encontrar la mejor solución para la comunidad. El proceso de ideación y aplicación de las materias según nuestra carrera fue de lo que más nos gustó ya que es una experiencia real y como Ingenieros Industriales tuvimos que buscar y encontrar la solución ante varios problemas y situaciones que se presentaban, esto nos dio cierta madurez profesional. Algunos aspectos como el tiempo para realizar el proyecto fue uno de los aspectos que no nos gustó mucho ya que esperábamos que fuera más y poder mejorar aún más el proyecto, sin embargo; sabemos que podremos continuar con la fabricación de este mismo en el próximo semestre lo cual nos alegra.

Finalmente podemos concluir con que esta experiencia de combinar el proyecto y a la vez liberar nuestro servicio social fue grata y satisfactoria, nos llevamos bastante aprendizaje y conocimiento no solo de nuestra carrera sino del impacto ambiental y los beneficios que genera nuestro proyecto, además de la satisfacción de poder haber ayudado a varias familias de cierta comunidad y la espera de poder ayudar a esta y otras comunidades en un futuro.

### **Reflexiones individuales**

*Sharon Bravo Reséndiz*

Este semestre fue completamente diferente la experiencia a comparación del semestre pasado. En lo personal me dejó una sensación diferente ya que fue de satisfacción al saber que este proyecto no sólo tendría el impacto o función de una mejora sino de apoyar a una comunidad que su necesidad es completamente diferente a la de una

empresa. En esta ocasión era con un impacto social, el buscar hacer más por lo demás lo cual fue una perspectiva que me motivo a buscar dar lo mejor de mí para encontrar la mejor solución ante la necesidad que presentaba la comunidad, específicamente la familia a la que nos enfocamos por lo que el hecho de ir y conocer a las personas a las que íbamos a apoyar, el convivir con ellos y escuchar por lo que pasan o el proceso que viven ante la falta de agua caliente no sólo me motivó para trabajar mejor sino que me permitió valorar lo que tengo y sobre todo lo que muchas veces damos por garantizado en la vida. Me hizo valorar el hecho de tener agua caliente en casa y de saber que en cualquier momento puedo disponer de ella. No pensé que el hecho de hacer un proyecto con una acción social iba a tener tanto impacto en mi persona. Al comenzar a trabajar con ellos e intentar ver qué necesidad cubrir ya que no es la única a la que se enfrentan la experiencia de comenzar a investigar, buscar, cambiar, analizar y determinar qué solución aplicar también me enseñó la seriedad de un trabajo aún más real ya que igual requiere de compromiso y responsabilidad personal y como equipo, con eso en mente comenzamos a trabajar mano a mano con ellos y así poder adecuarlo a exactamente a lo que ellos requerían. Al proponer la solución ellos no esperaban a que esto pudiera pasar algo que como ingenieros al menos tienes el conocimiento del funcionamiento y de cómo trabaja la idea que propones, pero el hecho de que ellos se sentían completamente diferente por no saber cómo podían encontrar una solución en algo aparentemente sencillo.

También el reto lo sentí en algo que quizá se piensa que es fácil el hecho de hacer un rediseño de algo, pero en mi perspectiva fue un poco complicado el descubrir cómo o que cambiar para hacer el modelo original más eficiente y sin afectar aquello que ya funciona y funciona bien. Por eso siento que esta vez fue más complicado o sentía más responsabilidad en no afectar al sistema original. Como adulto me abrió el panorama de lo que es la responsabilidad social como profesionista ya que al graduarse muchos nos enfocamos únicamente en lo lucrativo dejando aparte el hecho de que podemos ayudar con nuestro conocimiento a otras personas, en realidad creo que eso debería ser nuestra principal misión. El buscar ayudar a crecer a otros que fue una experiencia que también viví al enseñarle a las personas con las que trabajamos como crear desde cero este Boiler, eso es compartir conocimiento el mismo que puede resolver una necesidad de alguien quien quizá desconocía de eso.

Me ayudo a comprender el realizar una verdadera acción social sabiendo que realmente ayudaste a otros y que hay muchos más que puedes ayudar.

### *David Moncisvais Macias*

Los conocimientos que nos dejó este semestre va más allá de experiencia para nuestro futuro como colaboradores en una empresa. Va más allá de conseguir experiencia para nuestro correcto desarrollo en el futuro. Desde el principio que se nos propuso la temática del proyecto, a todos nos agarró desprevenidos; todo lo que llevábamos ya casi 2 años sería cambiado repentinamente por algo que no solamente buscaría ayudar a una empresa a ganar más dinero. Más bien todo lo contrario, este semestre nuestro enfoque fue en poderle ahorrar una buena cantidad de dinero a gente que no tiene las mismas posibilidades que muchos de nosotros.

Cuando encontramos el diseño original del calefón solar, vimos muchas posibilidades de hacerlo mejor e incluso un poco más eficiente, pero el problema sería a qué tipo de comunidad nos podríamos acercar para poder introducir el calefón solar. Y entonces después de buscar, dimos con Martita, empleada doméstica que habita en la comunidad El Castillo. Pudimos visitar su comunidad y darnos cuenta de que solo una pequeña parte de ellos tendría acceso a lo que es un completo privilegio, el agua caliente.

Hablamos con algunos habitantes de ahí, y se ilusionaron mucho con la posibilidad de tener acceso a agua caliente por un precio muy accesible. Fueron muy amables durante todo el proceso, y era lo que nos impulsaba a echarle ganas al proyecto, porque sabíamos lo mucho que ellos iban a apreciar el tener acceso a este privilegio.

Con cada avance que hacíamos en la investigación, siempre buscábamos hacer todo con un solo fin en mente, mismo que era el de mantener las cosas lo más accesible que se pudiera conforme a su presupuesto y además buscábamos lograr que el proyecto lo pudiera hacer cada quien en su casa, sin tener que usar una ducha comunal.

Finalmente, si bien en este periodo no pudimos lograr implementarlo, todo es con el propósito de que lo podamos mejorar todavía más que el del diseño original de Ana Pozzoli. Se piensa trabajar con este proyecto a futuro para poder buscar otras formas alternativas, pero igual a base de energías renovables para poder calentar su agua.

### *Perla Herrera Rico*

Este semestre hemos decidido realizar un calefón solar en la comunidad “El Castillo” ubicada en la salida de Guanajuato. Este proyecto está basado en uno ya existente que fue realizado en Argentina hace un par de años. Nuestro objetivo es hacer el producto aún más eficaz y más accesible para las personas de esta comunidad.

El proceso de elaboración de este producto no es costoso y tampoco tardío, ya que en cuestión de horas puede ser realizado. También es importante destacar que nuestro producto es elaborado a base de materiales reciclados, lo cual es un punto muy importante hoy en día.

En lo particular, me gustó mucho este proyecto, ya que soy la que esta como mediador entre el equipo y el beneficiario, y día con día puedo ver la emoción de este al preguntarme los avances que llevamos. Al igual que el día que fuimos por primera vez a la comunidad, hace valorar más las oportunidades que tenemos y lo afortunados que somos al tan solo poder tener acceso a agua caliente.

Lo importante de este proyecto es que va dirigido a un sector muy grande de la población, por lo que el impacto que generará es demasiado. El producto está diseñado para ser realizado por cualquier persona sin dificultad alguna y en poco tiempo.

Este proyecto está pensado a largo plazo, ya que este semestre nos decidimos enfocar en la captación de energía solar por medio de las botellas pintadas de negro. Y se piensa que el próximo será enfocado en la obtención de energía eólica por medio de un dinamo y aspas para que las comunidades que hagan uso de nuestro calefón cuenten con agua caliente también en invierno.

En conclusión, a pesar de que este semestre no aplicamos en sí tecnología, es importante destacar que estamos realizando un servicio social, por lo que no podemos hacer uso de materiales poco accesibles para personas de bajos recursos. Entonces, es un hecho que fue un éxito nuestro proyecto, ya que estamos logrando un impacto en muchos aspectos y de una manera muy innovadora.

*Aitor Eguía Torresbaca*

Tras un semestre de trabajo se puede decir que el trabajo está terminado, que las metas se alcanzaron y que terminamos. ¿Pero trascenderá el proyecto o se convertirá en un número? A final de cuentas... no sabes, pero debemos esforzarnos en hacer que esta simple idea se convierta en un motor de ayuda. Es un proyecto que, sin importar su índole estudiantil, nos llevó a reconocer las ventajas que tenemos sobre muchas más personas y aunque eso no significa que debemos ser nosotros quien les arreglen la vida... si significa que somos más capaces de empezar ese cambio, que somos más capaces de llevar un mejor mañana a las personas del mundo y eso debe ser más que suficiente para dejar de lado los prejuicios y los estigmas que dividen a estas clases sociales.

Este proyecto me enseñó que, aunque para mí el agua es común y que puedo usarla en todo momento del día... a la temperatura que quiera, para muchas personas

es un preciado bien que escasea. ¿Será que yo estoy olvidando el verdadero significado de tan preciado recurso? ¿Será que estoy perdiendo las nociones básicas del valor que tienen las cosas del día a día?

Es una pregunta que todas las personas que vivimos cómodas deberíamos hacernos. Porque a final de cuentas, una persona es una persona... aquí y en China. Con esa idea fresca en la mente y más entendida, nos daremos cuenta que no estamos obligados a ayudar, que nadie nos apunta con un arma y nos dice que debemos ser caritativos. Esta caridad... debe nacer de nosotros, salir de nuestros corazones y mentes y llevarnos a entender que esa persona sucia y harapienta en la esquina de la calle, vale exactamente lo mismo que nosotros. Es momento de que las personas entiendan que por encima de la riqueza personal y por encima de la gloria está la solidaridad, está el amor por la humanidad y por ver crecer a nuestra especie.

Solo podemos ver al futuro y a las estrellas si ya somos capaces de anteponer las necesidades de la especie a los deseos egoístas y vanagloriosos. No busquemos el poder y el liderazgo para solo ser más que el otro, busquemos estas posiciones para hacer más al otro. Que las ganas de ganar nos lleven a ganar con los demás y no a los demás.

Desde que recuerdo, jamás me faltó nada, pero aun así... siempre quise más. Ahora ese "más" es la ayuda, que ver la alegría en las personas y su confianza en mí... me llena más de felicidad que todo el dinero que pueda tener o todas las cosas que pueda comprar.

Termino esta reflexión con un agradecimiento, un agradecimiento por darme esta oportunidad que no veía. Ahora sé cómo debo seguir y doblé mis esfuerzos en conseguirlo.

*Ignacio Javier Alcarás Sobarzo*

La experiencia con este proyecto ha sido bastante diferente a los de los dos semestres pasados, personalmente me he preocupado, sí, por las necesidades del beneficiario, pero me he enfocado mucho en la parte académica y como hacerlos viables de una manera técnica, con esto no quiero decir que dejé de pensar en las partes técnicas del proyecto.

En las primeras semanas mientras buscábamos un proyecto que pudiéramos implementar y que causara un impacto social, nos topamos con el proyecto de Gimena Pozzoli, "ducha de sol" que fue un éxito en zonas marginadas de Argentina, propusimos varias mejoras, entre ellas la capacidad de la ducha, así como aumentar el área de

radiación solar al usar botellas más grandes y crear un reflejo con papel aluminio que irradie las botellas por la parte de abajo.

Para mí el hecho de rediseñar el calefón en vez de hacer algo completamente nuevo y adaptarnos a los problemas que implican comenzar con un proyecto por así decirlo completamente original, fue un alivio, especialmente teniendo en mente que el proyecto tiene que impactar a la comunidad, fue un alivio porque si ya se ha impactado en zonas marginadas antes, ahora podría hacerlo y con mejoras.

Algo que considero trascendente compartir, es que durante el semestre leí el libro “pensamientos” que es una compilación de frases y enseñanzas que en algún tiempo predicó el Padre José María Arizmendiarieta, durante el proyecto pensé en varias de esas frases, algunas que solo puedo parafrasear, en una de ellas se enseña que en esta época se han extinguido los genios que producen cambios por si solos como Isaac Newton, Galileo, Edison, Tesla, y que hemos pasado a una era de trabajo cooperativo en que los grandes avances de todos los tipos, desde los tecnológicos a los sociales, se llevan a cabo en equipo; el señor Arizmendiarieta dijo “*no solitarios sino solidarios*”, el proyecto con impacto social fue una parte del ecosistema que me ayudo a darme cuenta y arraigar profundamente en mí el entendimiento que para cambiar vidas se puede hacer uno a uno, pero para impactar a una sociedad es más fácil hacerlo en equipo.

Saber que trabajamos para mejorar las condiciones de vida de alguien aumenta la responsabilidad por los resultados finales, así como también aumenta el deseo de seguir adelante con la tarea emprendida. La gratitud de la señora Martita hace que este proyecto deje de ser un asunto escolar y se convierta en algo más personal.

Para terminar, como miembro de la comunidad Mondragón me siento orgulloso de saber que puede ser denominada como una empresa socialmente responsable, sé que hay áreas de oportunidad importantes, que estoy seguro que el paso del tiempo y la reflexión objetiva de profesores, directivos y deseo que principalmente nosotros los alumnos podamos mejorar. Como institución se está haciendo mucho, pero al ver por la mira de la solidaridad encontraremos los siguientes peldaños en la construcción de una comunidad preparada para hacer aportes significativos a la sociedad a la que pertenecemos.

## 15. ANEXOS

### *Referencias*

- Ana Giménez. (2016). Ducha de sol. 2 septiembre 2019, de Ducha de Sol. Sitio web: <https://ecoinventos.com/ducha-de-sol-calefon-solar-casero>
- Daniel Pantoja. (2019). Calefon Solar. 5 Septiembre 2019, de Eco Inventos. Sitio web: <https://ecoinventos.com/ducha-de-sol-calefon-solar-casero/>.
- Portillo G.. (N.D.). Convección. Noviembre 18 de 2019, de Meteorología en red Sitio web: <https://www.meteorologiaenred.com/conveccion.html>.
- Pelaez J.. (2013). PVC. Noviembre 19 2019, de - Sitio web: <https://es.slideshare.net/olivapelaez/pvc-25574816>
- N.A.. (n.d.). Propiedades del agua líquida a diferentes temperaturas. Noviembre 18 del 2019, de VAXA Sitio web: Pelaez J.. (2013). PVC. Noviembre 19 2019, de - Sitio web: <https://es.slideshare.net/olivapelaez/pvc-25574816>.
- N.A.. (2019). Temperature Affects Density. Noviembre 19 2019, de ACS Sitio web: <https://www.middleschoolchemistry.com/lessonplans/chapter3/lesson6>.
- Shapley, P.. (2011). Temperature Effects on Density. November 19, 2019, de Universidad de Illinois Sitio web: <http://butane.chem.uiuc.edu/pshapley/GenChem1/L21/2.html>