



Operación y mantenimiento de equipos con intercambio de energía, extrusión de bloques con material reciclado PP y fabricación de pellets en el laboratorio de térmicas de las UTS.

Modalidad: Práctica Empresarial

Jose David Vanegas Caballero  
1005190483

**UNIDADES TECNOLÓGICAS DE SANTANDER**  
Facultad de ciencias Naturales e ingeniería  
Tecnología en operación y mantenimiento electromecánico  
Bucaramanga, junio de 2024



Título del informe práctica.

Modalidad: Práctica Empresarial

Jose David Vanegas Caballero  
1005190483

**Informe de práctica para optar al título de**  
Tecnología en operación y mantenimiento electromecánico

**DIRECTOR**

Arly Darío Rincón Quintero

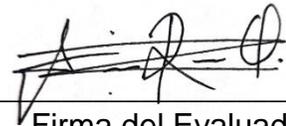
Javier Gonzalo Ascanio Villabona  
Cargo del delegado: Coordinador programa de Electromecánica

Grupo de investigación – DIMAT

**UNIDADES TECNOLÓGICAS DE SANTANDER**  
Facultad de ciencias Naturales e ingeniería  
Tecnología en operación y mantenimiento electromecánico  
Bucaramanga junio de 2024

Nota de Aceptación

Aprobado en cumplimiento de los requisitos exigidos por las  
Unidades Tecnológicas de Santander para optar al título de  
Tecnólogo en Operación y Mantenimiento Electromecánico,  
según acta del comité de trabajo de grado número 18 del 24  
de junio de 2024 Evaluador: Arly Darío Rincón Quintero



Firma del Evaluador



Firma del Director

## DEDICATORIA

Profesores, Familiares y amigos gracias por ser parte de este gran trayecto académico que está a punto de finalizar.

A mis queridos padres, tíos y primos, por su gran apoyo incondicional, apoyo constante y por creer siempre en mí. Gracias por enseñarme el valor del esfuerzo, la perseverancia y la dedicación. Esta meta alcanzada no sería posible sin ustedes.

Mi gran amigo, Santiago Herrera, ya que siempre fue un apoyo incondicional me han impulsado a perseguir mis sueños y alcanzar mis metas. Agradezco profundamente su guía, paciencia y comprensión en cada paso de este camino.

A mis queridos profesores quienes, con su conocimiento, han hecho de esta experiencia académica un enriquecimiento personal y profesional. Agradezco profundamente las enseñanzas compartidas.

A mí mismo, por la perseverancia, disciplina y dedicación con la que he afrontado este desafío, siempre creyendo en mi potencial y por no rendirme nunca ante los obstáculos.

## AGRADECIMIENTOS

En la recta final de este proyecto como auxiliar en el laboratorio de térmicas deseo expresar mis agradecimientos a todos los docentes y familiares que hicieron posible esta trayectoria.

Quiero agradecer mi más profundo agradecimiento al docente y magister Arly Darío Rincón Quintero por compartir su gran experiencia conmigo. Su dedicación y experiencia en sistemas de transferencia de energía, Mantenimientos en equipos han aportado gran aprendizaje en lo que será el día a día en mi proyecto de vida personal.

A mis padres Roberto Vanegas, Lucia caballero y mis tíos en especial a Rosibel Caballero quienes siempre fueron mi motor y pilar fundamental en este proceso día a día con su constante apoyo moral.

A mis amigos que siempre son un apoyo fundamental por tener ese gran grupo de estudio ya que sin este grupo este proceso no hubiera sido posible.

Este proyecto es la muestra de mi gran esfuerzo día a día de cada uno de estos 6 semestres, estoy enormemente agradecido por quedarme con las mejores lecciones de cada una de las personas que me rodean.

## TABLA DE CONTENIDO

<b><u>INTRODUCCIÓN.....</u></b>	<b><u>10</u></b>
<b><u>1. IDENTIFICACIÓN DE LA EMPRESA O COMUNIDAD .....</u></b>	<b><u>11</u></b>
<b><u>2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....</u></b>	<b><u>12</u></b>
2.1. DESCRIPCIÓN DE LA PROBLEMÁTICA .....	12
2.2. JUSTIFICACIÓN DE LA PRÁCTICA.....	13
2.3. OBJETIVOS.....	13
2.3.1 OBJETIVO GENERAL .....	13
2.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	13
2.4 ANTECEDENTES DE LA EMPRESA.....	14
<b><u>3 MARCO REFERENCIAL .....</u></b>	<b><u>15</u></b>
3.1. MARCO CONCEPTUAL .....	15
3.2. MARCO TEÓRICO.....	18
<b><u>4 DESARROLLO DE LA PRÁCTICA .....</u></b>	<b><u>19</u></b>
4.1.1. ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO.....	19
4.1.2. MOTOBOMBA ¾ HP .....	19
4.1.3. CORRECCIÓN DE UNA FALLA ELÉCTRICA .....	20
4.1.4. LIMPIEZA Y MANTENIMIENTO DE UNA EXTRUSORA .....	21
4.2. PRACTICAS DEL LABORATORIO .....	23
4.2.1. FABRICACIÓN DE LADRILLOS EN MATERIAL PP .....	23
4.2.2. FABRICACIÓN DE PLANCHAS EN POLIPROPILENO DE ALTA DENSIDAD HDPE .....	26
4.2.3. PROCESO DE TRANSFORMACIÓN DEL CACAO EN CHOCOLATE Y COBERTURA: .....	31
<b><u>4.2.4. PRÁCTICA DE CAUDAL EN EL EQUIPO DE INTERCAMBIADOR DE CALOR..</u></b>	<b><u>37</u></b>
4.2.5. PRÁCTICA BANCO DE CONDUCTIVIDAD TÉRMICA.....	38
4.2.6. PRÁCTICA DE CONVECCIÓN POR EL MÉTODO WILSON .....	41
4.2.7. PRÁCTICA CICLO DE REFRIGERACIÓN.....	43
4.2.8. PRACTICA CALDERA TÉRMICA .....	45
<b><u>5 RESULTADOS .....</u></b>	<b><u>47</u></b>
<b><u>6 CONSIDERACIONES ÉTICAS .....</u></b>	<b><u>¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.</u></b>

F-DC-128

INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO  
EN MODALIDAD DE PRÁCTICA

VERSIÓN: 2.0

<b><u>7</u></b>	<b><u>CONCLUSIONES .....</u></b>	<b><u>51</u></b>
<b><u>8</u></b>	<b><u>RECOMENDACIONES .....</u></b>	<b><u>52</u></b>
<b><u>9</u></b>	<b><u>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</u></b>	<b><u>53</u></b>
<b><u>10</u></b>	<b><u>APENDICES .....</u></b>	<b><u>¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.</u></b>
<b><u>11</u></b>	<b><u>ANEXOS .....</u></b>	<b><u>¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.</u></b>

## LISTA DE FIGURAS

Ilustración 1 Motobomba.....	19
Ilustración 2 Punto Caliente .....	20
Ilustración 3 Boquilla extrusora .....	21
Ilustración 4 Motorreductor .....	22
Ilustración 5 Diagrama extrusora .....	23
Ilustración 6 Proceso de enfriamiento .....	24
Ilustración 7 Proceso desmolde .....	25
Ilustración 8 Resultado final bloques material PP .....	26
Ilustración 9 Máquina plancha .....	27
Ilustración 10 Material HDPE .....	28
Ilustración 11 Silicona en aerosol.....	29
Ilustración 12 Tablero de control plancha.....	30
Ilustración 13 Resultado final planchas en material HDPE.....	31
Ilustración 14 Proceso selección del cacao.....	32
Ilustración 15 Máquina tostadora .....	33
Ilustración 16 Máquina descascarilladora .....	34
Ilustración 17 Nibs y molienda del cacao .....	35
Ilustración 18 Proceso de refinación del cacao .....	36
Ilustración 19 Práctica caudal .....	37
Ilustración 20 Banco prácticas de conductividad térmica .....	38
Ilustración 21 Generador de vapor.....	39
Ilustración 22 Clase de conductividad térmica .....	40
Ilustración 23 Tablero de control banco de transferencia de calor.....	41
Ilustración 24 Cofre método Wilson .....	42
Ilustración 25 Banco didáctico práctica de refrigerantes .....	44
Ilustración 26 Calderín de vapor .....	45
Ilustración 27 Carpeta fichas de seguridad .....	49
Ilustración 28 Presentación del proceso del cacao .....	50

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1	Tabla de tiempos ladrillos grises .....	47
Tabla 2	Tabla de tiempos ladrillos verdes .....	48
Tabla 3	Tabla de tiempos ladrillos rojos .....	48
Tabla 4	Tabla de tiempos ladrillos blancos .....	49

## INTRODUCCIÓN

El presente proyecto se desarrolla en el Laboratorio de Térmicas, un espacio académico en el cual está dedicado a las practicas académicas de las materias como son: Termodinámica y Transferencia de calor, ya que abarca el estudio de la energía térmica y su transferencia.

En el siguiente informe se detallan los procesos y aspectos que conllevan con la operación y el mantenimiento electromecánicos en el área de los sistemas térmicos, tales como los procesos de transformación de material pp en ladrillos y planchas. En procesos de transformación del cacao en chocolate y cobertura colocando a prueba novedosos sistemas de secado.

En este proyecto también se encarga de apoyar al docente a cargo de las clases las cuales se realizan de manera practica con cada uno de los bancos del laboratorio.

Se realizan mantenimientos preventivos para que cada una de las maquinas tanto como las del proceso del cacao y las del banco global de prácticas para así poder tener un rendimiento optimo del laboratorio a la hora de su uso.

## 1. IDENTIFICACIÓN DE LA EMPRESA O COMUNIDAD

Las Unidades Tecnológicas de Santander (UTS) fueron establecidas el 23 de diciembre de 1963 en Bucaramanga, Colombia, como una institución educativa enfocada en formar profesionales con competencias sólidas en diversas áreas tecnológicas y empresariales. La oferta académica de las UTS incluye programas en ciencias socioeconómicas y empresariales, así como en ciencias naturales e ingenierías, que abarcan tanto niveles tecnológicos como universitarios. Destacándose entre sus programas, se encuentra el de Tecnología en Operación y Mantenimiento Electromecánico, reconocido por su influencia en la industria debido a su enfoque integral en la formación de talento humano especializado. Las UTS se han distinguido por su compromiso con la innovación y el progreso tecnológico, contribuyendo al desarrollo educativo y profesional tanto a nivel regional como nacional. Su excelencia académica y su reputación como líderes en educación tecnológica las posicionan como una institución de gran importancia en Colombia.

## 2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

### 2.1. Descripción de la Problemática

Actualmente el plástico representa un problema ambiental complejo, por un lado, la fabricación de plásticos requiere la extracción de recursos no renovables, como el petróleo, lo que contribuye a la degradación de ecosistemas naturales y a la emisión de gases de efecto invernadero. La gestión inadecuada de los residuos plásticos requiere una eficiente utilización de ellos por consiguiente en esta investigación se cuenta con unos equipos capaces de aprovechar material reciclado (PP) el polipropileno tiene muchas propiedades deseables, también tiene limitaciones. Por ejemplo, es susceptible a la degradación por la luz ultravioleta y puede volverse frágil a temperaturas extremadamente bajas. Sin embargo, en general, el polipropileno es un material versátil y ampliamente utilizado en diversas industrias debido a sus propiedades únicas y su costo relativamente bajo. Un proceso muy práctico consiste en calentar el material y por medio de una extrusora inyectarlo en un molde, según las necesidades que se tengan, adicionalmente, también se aprovecha el calor y por medio de resistencias se obtienen planchas o configuraciones geométricas que se requieran.

Por otra parte, se aprovecha el poder calorífico de biomásas residuales en los procesos de cosecha del fruto del cacao y café, con esto, se pueden fabricar pellets que se puedan combustionar y obtener calor para procesos de secado que requieran esta energía u otros procesos.

También, se tiene equipos destinados a la investigación con intercambio de energía, entre estos los diferentes intercambiadores de calor, equipos para determinar conductividad térmica entre otros.

¿Qué protocolos de seguridad en el trabajo se deben aplicar en la operación y mantenimiento de equipos con intercambio de energía, extrusión de bloques con material reciclado PP y fabricación de pellets?

## 2.2. Justificación de la Práctica

La práctica surge por la necesidad de un auxiliar para llevar a cabo procesos industriales y prácticas técnicas en el laboratorio de térmicas, como la producción de pellets y fabricación de bloques de polipropileno mediante la maquina extrusora, así como la realización de actividades relacionadas con equipos como intercambiadores de calor y torres de enfriamiento. El auxiliar también se encargaría del mantenimiento de los equipos, además de proporcionar un valioso respaldo al docente durante el desarrollo de las practicas.

## 2.3. Objetivos

### 2.3.1 *Objetivo General*

Crear un ambiente de laboratorio de térmicas que simule condiciones reales de trabajo para implementar un plan de mantenimiento en los equipos mecánicos de las Unidades Tecnológicas de Santander en 2024 implica diseñar y ejecutar actividades prácticas que reflejen las operaciones habituales y los desafíos asociados con el mantenimiento de equipos en dicho entorno.

### 2.3.2 *Objetivos Específicos*

- Ejecutar el mantenimiento de los equipos de intercambio de calor siguiendo un procedimiento específico diseñado para actividades prácticas en el laboratorio académico.

- Producir pellets densificados utilizando residuos de biomasa del cultivo de cacao y café, con el fin de determinar experimentalmente su poder calorífico inferior.
- Operar los equipos como la extrusora y las planchas que por medio de resistencias generan calor derritiendo el material y obtener un producto final.

## 2.4 Antecedentes de la Empresa

Las Unidades Tecnológicas de Santander se apoya en cinco pilares fundamentales que son el pilar de conocimiento, innovación, internacionalización de la educación, UTS humana y por último sostenible.

Centrándonos en los antecedentes del laboratorio de térmicas, se han continuado los procesos en la fabricación de pellets, una práctica que ha demostrado ser efectiva en la utilización de biomasa residual para la generación de energía. Además, se ha incorporado una nueva propuesta que busca aprovechar el material PP (polipropileno) al integrar esta nueva propuesta en el laboratorio de térmicas, se busca no solo ampliar el alcance de las actividades del laboratorio, sino también fomentar la innovación y la sostenibilidad en los procesos industriales. Esta iniciativa refleja el compromiso de la institución con la búsqueda de soluciones creativas y eficientes para los desafíos ambientales y tecnológicos actuales.

### 3 MARCO REFERENCIAL

#### 3.1. Marco Conceptual

**Intercambio de calor:** con respecto a los intercambiadores de calor todos rigen mediante el mismo funcionamiento (Yunus Cengel, 2016) lo define de la siguiente forma:

El intercambio de energía térmica puede ocurrir dentro de un sistema cerrado en forma de calor o trabajo. La diferencia de temperatura entre el sistema y su entorno impulsa este proceso, siendo el calor fácilmente identificable. La energía de interacción generada por esta diferencia de temperatura se manifiesta como trabajo. Existen tres mecanismos principales para la transferencia de calor: conducción, convección y radiación. La conducción implica la transferencia de energía desde partículas más energéticas a otras menos energéticas dentro de una sustancia, como resultado de las interacciones entre las partículas. La convección, por otro lado, implica la transferencia de energía entre una superficie sólida y un fluido en movimiento cercano, siendo resultado de la combinación de la conducción y el movimiento del fluido. La radiación, el tercer mecanismo, se refiere a la transferencia de energía mediante la emisión de ondas electromagnéticas o fotones. (p. 62).

La transferencia o intercambio de calor es la forma en la que la energía se transfiere entre el sistema y el exterior produciendo una diferencia de temperatura, la transferencia de calor que accede a un sistema es conocida también por el nombre de calor por adición por otro lado cuando la transferencia es hacia afuera es llamado calor por rechazo.

**Temperatura:** es energía térmica y su magnitud es dada por la agitación de las partículas,(Yunus Cengel, 2016) menciono lo siguiente:

Dado que la temperatura se considera una indicación de niveles de "calor" y "frío", resulta desafiante proporcionar una definición precisa de este término. Desde una perspectiva fisiológica, la percepción de la temperatura se describe cualitativamente mediante términos como helado, frío, tibio, caliente y abrasador. Sin embargo, asignar valores numéricos a las temperaturas basándose únicamente en sensaciones resulta impracticable. Las propiedades de los materiales exhiben cambios repetibles y predecibles con la temperatura, lo que sirve como fundamento para una medición precisa de la temperatura. Por ejemplo, un termómetro de mercurio común se basa en la expansión del mercurio en respuesta a cambios de temperatura. (p. 17)

En el sistema internacional, existen escalas de temperatura que indican los puntos de ebullición y congelación del agua. Una de estas es la escala Celsius ( $^{\circ}\text{C}$ ), que antes se conocía como escala centígrada. Otra es la escala Kelvin, cuya temperatura más baja es el cero absoluto, representada por la unidad (K). En el sistema inglés, la escala Fahrenheit divide la diferencia entre los puntos de fusión y ebullición del agua en 180 partes iguales, con el punto de fusión del agua a  $32^{\circ}\text{F}$  y el punto de ebullición a  $212^{\circ}\text{F}$ ).(Yunus Cengel, 2016)

**Refrigerantes:** Un refrigerante es cualquier cuerpo o sustancia que actúe como agente de enfriamiento, absorbiendo calor de otro cuerpo o sustancia. Desde el punto de vista de la refrigeración por compresión mecánica, se puede definir el refrigerante como el medio para transportar calor desde donde lo absorbe al evaporarse, a baja temperatura y presión, hasta donde lo desprende al condensarse a temperatura y presión altas. Los refrigerantes son los fluidos vitales en cualquier sistema de refrigeración mecánica. Cualquier sustancia que cambie de líquido a vapor y viceversa, puede funcionar como refrigerante, en función del rango de presiones y temperaturas a que haga estos cambios, tendrá una aplicación útil comercialmente. Existe un número muy grande de fluidos refrigerantes fácilmente licuables, sin embargo, sólo unos cuantos son utilizados en la actualidad. Algunos

se utilizaron mucho en el pasado, pero se eliminaron al desarrollar otros con ciertas ventajas y características que los hacen más apropiados. A partir del año 2000, se decidió discontinuar algunos de esos refrigerantes, tales como el R-11, R-12, R-113, R-115, etc., debido al deterioro que causan en la capa de ozono en la estratósfera. En su lugar, se utilizaron otros refrigerantes como el R-123, el R-134a y algunas mezclas ternarias.(Plazas, 2012)

**Polipropileno (PP):** Es ampliamente utilizado para la producción de plásticos moldeados debido a la excelente combinación de propiedades que presenta como peso ligero y resistencia al impacto. Hoy en día, este material presenta una demanda global de alrededor de 55 millones de toneladas al año. Con lo anterior, los polímeros han logrado desplazar a los materiales metálicos y cerámicos. Asimismo, se ha logrado convertir en un fenómeno para la producción de múltiples aplicaciones mediante el uso de técnicas convencionales como es el caso de la Extrusión, Inyección y Termo conformado para el desarrollo de recipientes rígidos de embalaje, electrodomésticos, herramientas de mano, películas elásticas, fibras y telas, piezas para vehículos, materiales del sector médico y farmacéutico, entre otros.

En general, un material polimérico puede transformarse por acción de la temperatura y cada ciclo que atraviesa se encuentra representado en un historial térmico. Es imperativo realizar una adecuada caracterización fisicoquímica a cada generación del material, que permita correlacionar las propiedades que están íntimamente ligadas a la estructura molecular o microestructura del polímero. Algunos trabajos relacionados con materiales poliméricos reciclados justifican la disminución en el peso molecular del polímero o escisiones de la cadena a causa de los múltiples procesos termo mecánicos.(Caicedo-Cano et al., 2017)

**Conductividad térmica:** el principio de conductividad térmica se basa en transmitir calor a través de un material como lo afirma “La conductividad térmica de un material es una medida de su capacidad de transferir energía térmica (calor), al imponerle un gradiente de temperatura” la conductividad térmica de un material se representa como ( $\lambda$ ) y sus unidades son  $\frac{W}{m \cdot K}$ .

### 3.2. Marco Teórico

**Ley Fourier:** Es la que señala la temperatura en la misma orientación que el calor, ya sea en aumento o disminución. En esta situación, la medición de la temperatura también puede ser negativa, por lo cual en la ecuación se incluye el signo negativo. Aquí, K representa una constante que varía según el material en el que se lleve a cabo la conductividad térmica.

$$Q_{cond} = K_t A \frac{\Delta T}{\Delta x}$$

$Q_{cond}$ : calor por conducción

$K$ : constante de conductividad térmica

$A$ : área

$\Delta T$ : delta de temperaturas

$\Delta x$ : espesor del material

## 4 DESARROLLO DE LA PRÁCTICA

### 4.1.1. Actividades de mantenimiento

Al comenzar la práctica, se realiza una breve inspección del laboratorio de térmicas, y se identifica que estas máquinas requieren mantenimiento preventivo para garantizar su uso correcto y sin fallos.

### 4.1.2. Motobomba $\frac{3}{4}$ HP

Al encender la motobomba para una breve inspección se presenta un problema a la hora de succión del líquido, se proceden a revisar los sellos para descartar una posible succión de aire en la cámara de la motobomba.

Una vez se descarta de que la motobomba no tiene infiltraciones por aire se procede a destapar la tapa superior del motor en donde se encuentran ubicadas las aspas del motor.

### Ilustración 1 Motobomba



Fuente: Autor

Se evidencia que por falta de lubricación en su eje se encuentra bloqueado, se procede a lubricar el eje con DW-40 y se procede a realizar el arranque de esta misma.

Una vez se inicia el arranque se deja el equipo trabajar por 3 minutos para cerciorar que el mantenimiento se hizo de manera exitosa.

#### **4.1.3. Corrección de una falla eléctrica**

Al inspeccionar una de las maquinas del proceso de cacao (tostadora) se evidencia que dicha maquina presenta un “Punto caliente” que en electricidad lo llamamos a las conexiones que presentan un mal ajuste.

Se procede a desconectar la maquina e intervenir el punto buscando como solución, usar un tornillo y tuerca de mayor diámetro al que tenía anterior.

Por último se ajusta de manera adecuada separando cada una de las líneas para que no se presente un corto.

#### **Ilustración 2 Punto Caliente**



Fuente: Autor

#### 4.1.4. Limpieza y mantenimiento de una extrusora

Una extrusora es una máquina que inyecta plástico por medio de un tornillo sin fin y unas resistencias, luego de una jornada de uso la maquinas procede a quedar con residuos del PP, pero de forma sólida y es aquí donde la maquina debe ser limpiada de forma correcta.

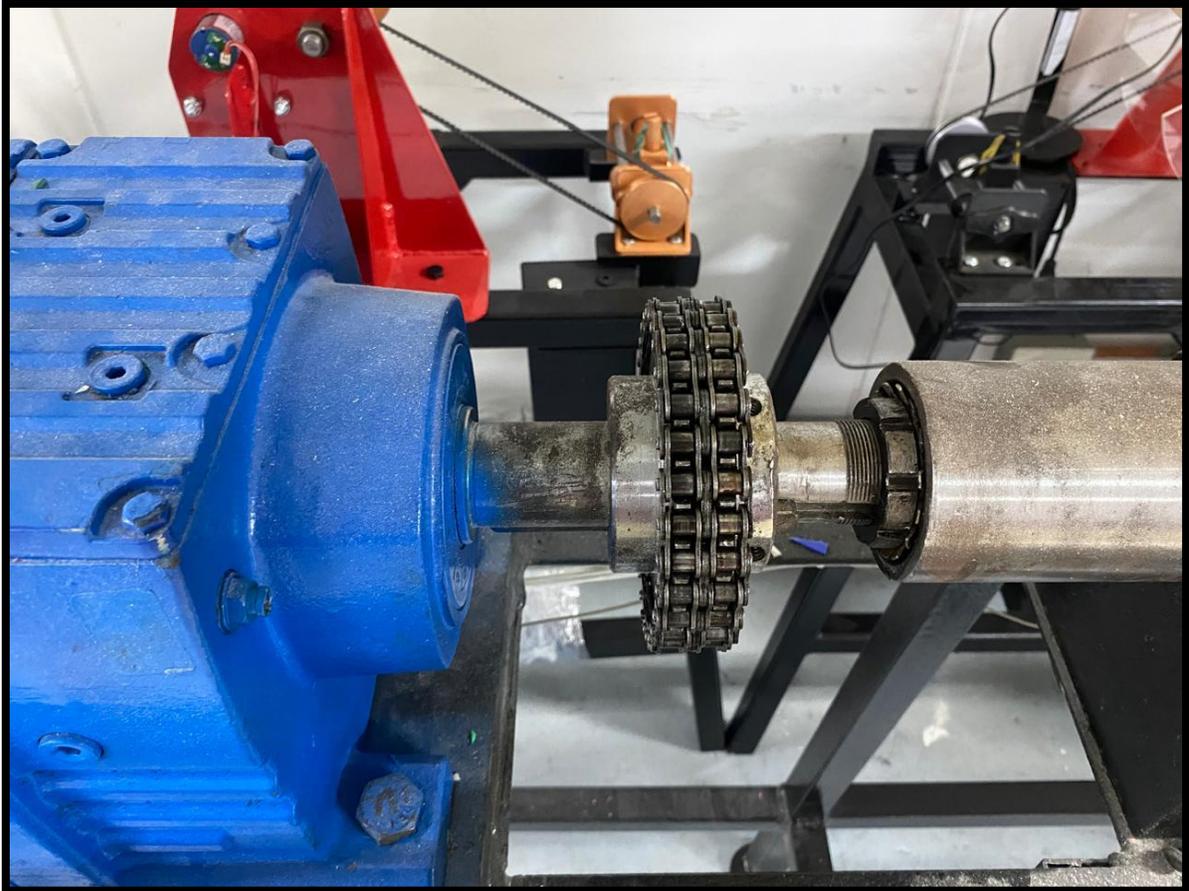
#### Ilustración 3 Boquilla extrusora



Fuente: Autor

Luego de la limpieza de la boquilla se procede a realizar un mantenimiento en la parte del motorreductor ya que luego de cada jornada de uso debe ser lubricado de manera correcta.

### Ilustración 4 Motorreductor



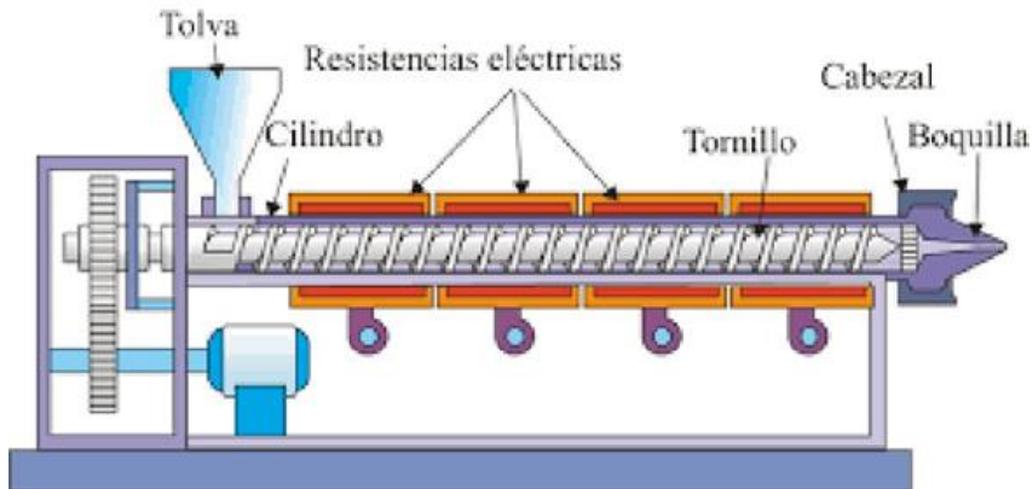
Fuente: Autor

## 4.2. Practicas del laboratorio

### 4.2.1. Fabricación de ladrillos en material PP

La máquina extrusora está diseñada para derretir e inyectar simultáneamente el material PP en un molde.

**Ilustración 5 Diagrama extrusora**



Fuente: <https://www.interempresas.net/Plastico/Articulos/260036-Extrusora-para-grancear-plastico-Que-es-y-como-funciona.html>

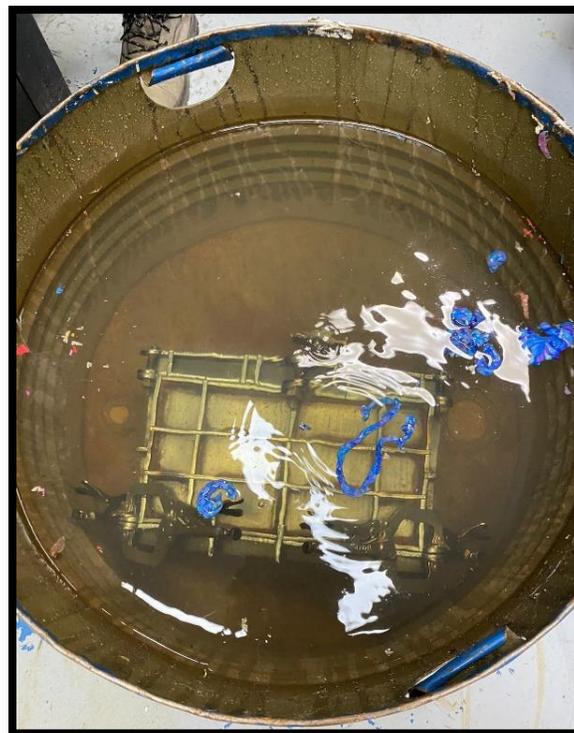
. El plástico o material se vierte sobre una tolva; este debe estar triturado o granulado para permitir el funcionamiento de la máquina. Posteriormente, el material es conducido a una zona conocida como tornamesa, donde un cilindro, calentado eléctricamente por tres resistencias (R1, R2 y R3), contiene un tornillo sin fin en rotación. Una vez que el material se funde y alcanza una consistencia homogénea, se expulsa a través de una boquilla, acoplada al molde del ladrillo. Para este proceso, la máquina se configura con ciertas condiciones de temperatura, donde las resistencias R1, R2 y R3 deben alcanzar los 220°C, 250°C y 280°C

respectivamente. Se requiere un tiempo específico para que el molde se llene por completo.

**Proceso de Enfriamiento:**

El proceso de enfriamiento se realiza mediante un tanque lleno de agua fría, en el cual se coloca el molde después de su proceso de extrusión. Durante 3 minutos, el molde permanece en este recipiente para evitar que se pegue internamente. En este procedimiento, el agua debe ser cambiada cada 6 ladrillos, ya que tiende a aumentar su temperatura y, como resultado, no enfría adecuadamente el ladrillo.

**Ilustración 6 Proceso de enfriamiento**



Fuente: Autor

### **Desmolde:**

Continuando con el proceso viene una etapa fundamental que es la de sacar el ladrillo de su molde, en la cual se aplica fuerza a través de un martillo en la parte en la cual la extrusora inyecta el material.

### **Ilustración 7 Proceso desmolde**



Fuente: Autor

Para concluir el proceso, una vez que el ladrillo ha sido extraído del molde, debe ser colocado en otro molde de madera. Esto se hace para evitar que el ladrillo tienda a cerrarse o deformarse a medida que la temperatura disminuye.

### Ilustración 8 Resultado final bloques material PP



Fuente: Autor

#### 4.2.2. Fabricación de planchas en polipileno de alta densidad HDPE

El polipileno de alta densidad es un polímero termoplástico que está presente en la vida cotidiana del ser humano. Debido a su densidad y alta resistencia, este material se utiliza comúnmente en la fabricación de envases.

Ante la problemática global relacionada con estos plásticos, surge una iniciativa que consiste en reemplazar el tejado de las viviendas mediante la transformación de este material, ofreciendo así una alternativa al reciclaje.

Para abordar esta solución, en el laboratorio de térmicas de las Unidades Tecnológicas de Santander se ha creado una máquina capaz de fundir este material en forma de planchas.

### Ilustración 9 Máquina plancha



Fuente: Autor

La plancha es una máquina que se basa en el funcionamiento de una sandwichera. Constata de 12 resistencias en su parte inferior y otras 12 en su parte superior, siendo capaz de calentar hasta 280° en menos de 50 minutos. También incluye un gato hidráulico que ejerce presión desde la placa inferior hacia la superior.

### Ilustración 10 Material HDPE



Fuente: Autor

Una vez que el material ha sido triturado, lavado y secado, se procede a pesar 9,5 kilogramos de HDPE y esparcirlo en su molde para su fundición.

### Ilustración 11 Silicona en aerosol



Fuente: Autor

Se usa silicona en las láminas del molde para que su proceso a la hora del desmolde sea más rápido.

### Ilustración 12 Tablero de control plancha

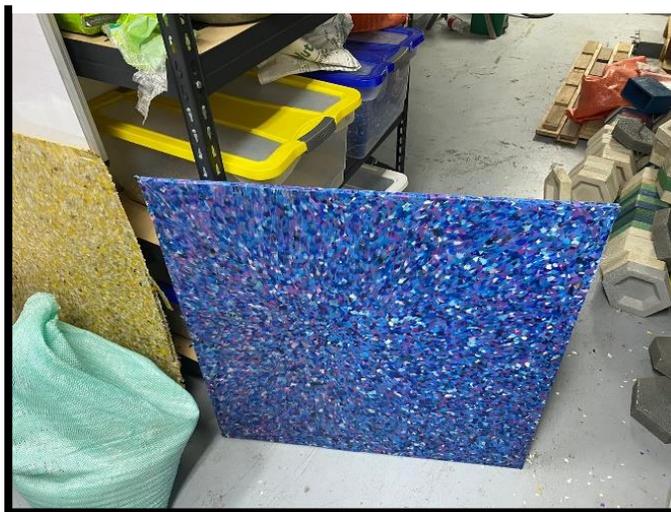


Fuente: Autor

En el proceso de fundición, la máquina debe estar precalentada a una temperatura de 230°C, que es la temperatura óptima para este proceso. Se monta el molde sobre la máquina y, después de 1 hora, la placa estará fundida, resultando en una plancha maciza y resistente a altas temperaturas, lista para su uso previsto.



**Ilustración 13 Resultado final planchas en material HDPE**



Fuente: Autor

#### **4.2.3. Proceso de transformación del cacao en chocolate y cobertura:**

En el laboratorio de térmicas de las Unidades Tecnológicas de Santander, se recibe el cacao de los campesinos del sector de El Playón, Santander. El cacao llega tras haber completado dos etapas de su proceso: fermentado y secado. Posteriormente, se ingresa al laboratorio para su proceso de transformación.

Se realizan rigurosas pruebas de selección en los granos para garantizar una excelente calidad en la chocolatina o cobertura. Después de esta selección, se llevan a cabo cuatro importantes procesos en el laboratorio, cumpliendo con los más altos estándares de calidad establecidos.

### Ilustración 14 Proceso selección del cacao



Fuente: Autor

Se realiza la selección del cacao en este paso se seleccionan cien granos al azar del bulto, se cortan de manera longitudinal hasta partir el grano a la mitad. Se observan que los granos tienen en su interior una forma de arriñonado y color café, esto nos indica que el cacao en su etapa de secado y fermentación se cumplió de manera correcta.

### Ilustración 15 Máquina tostadora



Fuente: Autor

Una vez seleccionados los granos de la más alta calidad, se procede a la etapa de tosti3n. Esta se realiza con una tostadora dise1ada por los estudiantes de las Unidades Tecnol3gicas de Santander, que funciona mediante la conducci3n de aire caliente hacia su interior.

En este proceso, se insertan 5 kilogramos de cacao en la tostadora, con un tiempo de tosti3n que varía entre 60 y 90 minutos, dependiendo de la calidad y humedad del cacao.

### Ilustración 16 Máquina descascarilladora



Fuente: Autor

Luego del proceso de tostión, los granos de cacao se pasan a la máquina descascarilladora, que utiliza un molino y una turbina para separar la cáscara de los nibs de cacao.

### Ilustración 17 Nibs y molienda del cacao



Fuente: Autor

Luego de la obtención de los nibs de cacao, se procede a la molienda, en la cual se trituran los nibs hasta convertirlos en polvo para luego llevarlos a la refinadora.

### **Ilustración 18 Proceso de refinación del cacao**



Fuente: Autor

Esta máquina refinadora cuenta con martillos de granito que giran 360° sobre su eje, generando fricción con el cacao y reduciendo su tamaño a partículas micrométricas. Al finalizar este proceso, se realiza la mezcla del cacao con ingredientes como lecitina y azúcar para obtener una excelente chocolatina.

#### 4.2.4. Práctica de caudal en el equipo de intercambiador de calor

##### Ilustración 19 Práctica caudal



Fuente: Autor

Para la práctica de caudal se realizó mediante el uso de una motobomba de  $\frac{3}{4}$  de HP, empleando un valde de 12 litros y una balanza. En esta práctica se les explica a los estudiantes sobre que es caudal y su respectiva formula

$$V = \frac{v}{t} \text{ Formula Caudal} \quad M = \frac{m}{t} \text{ Flujo Masico}$$

La práctica consiste en la medición de la cantidad de flujo de un líquido, en este caso agua, a través de un conjunto de tubos o un punto específico.

Luego de tener lo conceptos claros se les explica a los estudiantes la práctica y lo factores a tener en cuenta como el tiempo, peso del valde y el uso del tablero de control para poder

encender la motobomba. Con los datos obtenidos de las mediciones se realiza los cálculos para determinar el caudal volumétrico y el caudal másico del líquido.

#### 4.2.5. Práctica Banco de conductividad térmica

La conductividad térmica es una propiedad física de los materiales, que se expresa como la cantidad de calor que pasa a través de un material en un determinado tiempo y se representa con la letra K. La práctica se realiza en el laboratorio de térmicas, ubicado en el sótano del edificio A en las Unidades Tecnológicas de Santander.

#### Ilustración 20 Banco prácticas de conductividad térmica



Fuente: Autor

En esta práctica, se necesita hielo dentro de un vaso de ensayo, un calibrador pie de rey para medir el radio del hielo y el espesor del material, y un cronómetro para tener una lectura precisa de la cantidad de agua derretida. Se emplea la ley de Fourier, la cual se representa con la siguiente fórmula:

$$Q_k = AS \frac{(T_1 - T_2)}{AX}$$

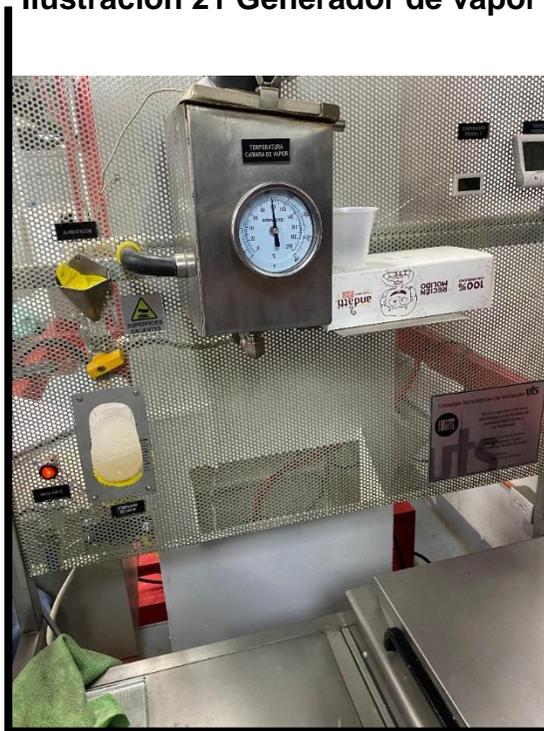
AS: área del hielo

T1: Temperatura en la cámara de vapor

T2: Temperatura del hielo

Se inicia la practica energizando el banco de conductividad térmica, posteriormente se energiza el breaker el cual nos energiza el generador de vapor el cual después de 1 minuto inicia su proceso de generación, como primer paso se debe pesar el recipiente en el cual caerá el líquido derretido, se procede a abrir la válvula para así llenar la cámara de vapor hasta alcanzar una temperatura T1 a unos 100°C la cual esta sellada por la parte de arriba con el material a realizarle la prueba. Una vez alcanzada esta temperatura se procede a colocar el hielo sobre el material con una termocupla la cual nos va a arrojar la T2 del hielo, en estas prácticas se dejó el hielo por un tiempo de 5 min sobre el material.

**Ilustración 21 Generador de vapor**



Fuente: Autor

**ELABORADO POR:**  
Docencia

**REVISADO POR:**  
Sistema Integrado de Gestión

**APROBADO POR:** Líder proceso Sistema Integrado de Gestión  
**FECHA APROBACIÓN:** Octubre de 2023

Por último, se pesa el recipiente ya con el líquido derretido, con el cual se calcula el flujo másico del H<sub>2</sub>O. Con estos datos obtenidos, se aplican en la ley de Fourier para determinar la conductividad térmica de diferentes materiales (hormigón, vidrio, madera).

### Ilustración 22 Clase de conductividad térmica



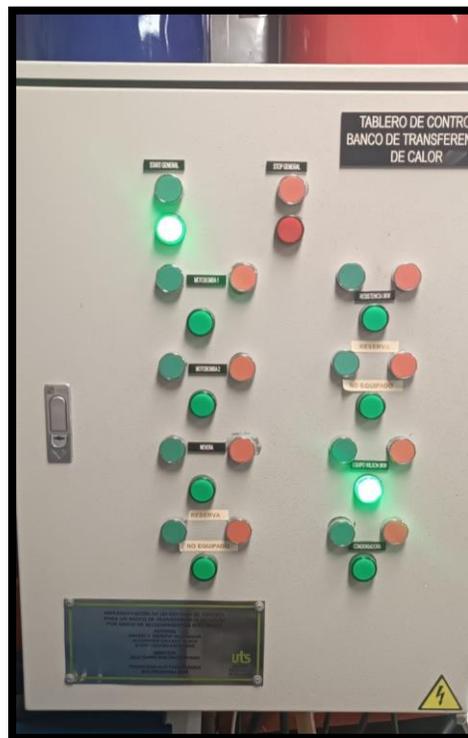
Fuente: Autor

#### 4.2.6. Práctica de convección por el método Wilson

En la práctica de transferencia de calor su objetivo es la convección forzada por el método Wilson, Inicialmente se deben obtener unos datos del equipo antes de llegar al laboratorio por ende se proceden a tomar los siguientes datos: Longitud de la tubería de cobre y diámetro de la tubería de cobre.

Antes de iniciar la practica el laboratorista debe precalentar la maquina con una temperatura de vapor de 100°C, una vez la maquina tenga la temperatura ideal se procede a manipular el tablero de control de general el cual está ubicado en el banco global del laboratorio de térmicas.

**Ilustración 23** Tablero de control banco de transferencia de calor



Fuente: Autor

Luego de esto se procede a medir el caudal con un balde en un tiempo determinado y posteriormente pesado para así calcular el flujo masico, luego de este proceso se procede a encender la motobomba numero dos para iniciar el ciclo en el cual el fluido ingresará por el serpentín y saldrá por el otro extremo.

Se proceden a calcular los datos de las temperaturas (entrada, salida y superficial) las cuales por medio de termocuplas están ubicadas en sus extremos del serpentín exceptuando la termocupla de la temperatura superficial que va sobre la tubería de cobre al interior del cofre.

### Ilustración 24 Cofre método Wilson



Fuente: Autor

#### **4.2.7. Práctica ciclo de refrigeración**

El ciclo de refrigeración está presente en la vida cotidiana a través de los electrodomésticos del hogar. Es esencial aprender a identificar cómo funciona un ciclo de compresión, así como sus componentes y los tipos de refrigerantes utilizados. Por esta razón, surge la necesidad de esta práctica.

Al iniciar la práctica se les explica a los estudiantes una breve introducción sobre un ciclo de refrigeración por compresión y cada uno del componente que lo conforman:

- Compresor
- Condensador
- Tubo capilar
- Evaporador

En el laboratorio de térmicas se cuenta con un módulo de práctica en el cual se puede observar todo el ciclo ya de forma real en donde los estudiantes pueden identificar cada uno de sus componentes de manera visual.

La práctica se inicia con los dos compresores apagados de ambos ciclos uno con refrigerante R134A y el otro con R600A, se proceden a identificar en los manómetros las presiones de alta y baja presión.

Una vez identificadas ambas presiones en los dos ciclos se proceden a encender ambos compresores dejándolos estabilizar por un tiempo de cinco minutos.

Luego de tener ambos ciclos ya estabilizados se proceden a tomar las presiones de baja y alta identificando que el R134A maneja unas presiones muy superiores a la de su sucesor R600A. También se identifican las temperaturas en las entradas y salidas del evaporador y condensador.

Se identifica en la práctica que el R600A maneja unas temperaturas más bajas que las del R134A y es aquí donde los estudiantes logran identificar porque un refrigerante es más eficiente que otro.

### Ilustración 25 Banco didáctico práctica de refrigerantes



Fuente: Autor

#### 4.2.8. Practica caldera térmica

Las calderas térmicas son dispositivos utilizados para generar vapor a través de un fluido y por ende generar energía eléctrica, es un proceso que se ve cotidianamente en las industrias y en el laboratorio de térmicas de las unidades tecnológicas se diseñó una con el fin educativo para explicar el funcionamiento a escala.

#### Ilustración 26 Calderín de vapor



Fuente: Autor

La práctica se inicia llenando el calderín con cinco litros de agua y posteriormente se cierran todas sus llaves de paso para que el vapor se mantengan, se prosigue conectando el calderín a 220v.

Se procede a dejar el equipo encendido hasta que alcance una presión de un Bar y posteriormente abrir la llave de paso de color rojo para realizar una descarga de vapor.

Se les explica a los estudiantes los efectos térmicos producidos en su interior y para que se aprovechan las calderas en los procesos industriales.

Este prototipo está equipado con:

- Una resistencia de 5kw tubular a 220v
- Dos llaves de paso una para la descarga del vapor y otra para la descompresión del equipo
- Un manómetro de glicerina 6 bares de presión

## 5 RESULTADOS

Como resultado de la práctica de extrusión de material PP y la transformación de bloques, se obtienen datos precisos para la fabricación de diversos tipos de ladrillos en la máquina extrusora. Estos ladrillos se clasifican según su tamaño y el color del material PP.

Estos datos se obtienen debido a que la máquina extrusora no mantiene una temperatura estable durante la producción de los primeros tres ladrillos. Por esta razón, se procede a realizar estos cálculos exactos para evitar imperfecciones en los ladrillos durante el proceso de fundición.

**Tabla 1 Tabla de tiempos ladrillos grises**

TEMPERATURA			LADRILLO GRIS
R1	R2	R3	TIEMPO MINUTOS
220°	250°	280°	5:30 MIN
193°	226°	275°	6:50 MIN
190°	224°	268°	7:25MIN
187°	219°	267°	7:30MIN
187°	219°	267°	7:30MIN
187°	219°	267°	7:30MIN
187°	219°	267°	7:30MIN
187°	219°	267°	7:30MIN
187°	219°	267°	7:30MIN

Fuente: Autor

**Tabla 2 Tabla de tiempos ladrillos verdes**

TEMPERATURA			LADRILLO VERDE
R1	R2	R3	TIEMPO MINUTOS
220°	250°	280°	5:30 MIN
185°	221°	271°	6:40MIN
183°	216°	272°	6:50MIN
186°	207°	263°	7:40MIN
186°	207°	263°	7:40MIN
186°	207°	263°	7:40MIN
186°	207°	263°	7:40MIN
186°	207°	263°	7:40MIN
186°	207°	263°	7:40MIN

Fuente: Autor

**Tabla 3 Tabla de tiempos ladrillos rojos**

TEMPERATURA			LADRILLO ROJO
R1	R2	R3	TIEMPO MINUTOS
220°	250°	280°	5:30 MIN
190°	216°	264°	7:40MIN
187°	207°	260°	7:50MIN
187°	207°	260°	7:50MIN
187°	207°	260°	7:50MIN
187°	207°	260°	7:50MIN
187°	207°	260°	7:50MIN
187°	207°	260°	7:50MIN
187°	207°	260°	7:50MIN

Fuente: Autor

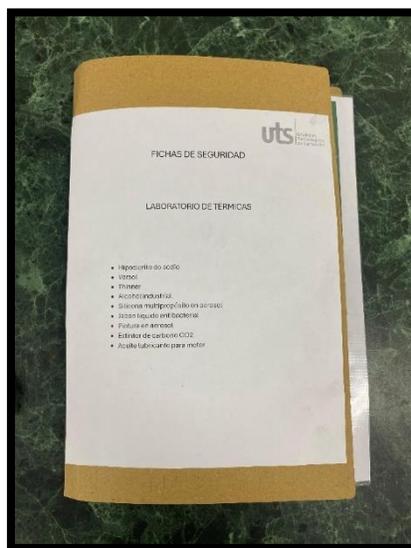
**Tabla 4 Tabla de tiempos ladrillos blancos**

TEMPERATURA			LADRILLO BLANCO
R1	R2	R3	TIEMPO MINUTOS
220°	250°	280°	5:30 MIN
184°	219°	271°	6:40MIN
177°	219°	266°	7:00MIN
189°	218°	260°	7:20MIN
189°	218°	260°	7:20MIN
189°	218°	260°	7:20MIN
189°	218°	260°	7:20MIN
189°	218°	260°	7:20MIN
189°	218°	260°	7:20MIN

Fuente: Autor

Como resultado en el manejo de equipos del laboratorio de térmicas y químicos que se encuentran en este mismo para la elaboración de los bloques y planchas de material pp se realiza una carpeta en la cual se encuentran sus fichas de seguridad de cada una de estas sustancias químicas.

**Ilustración 27 Carpeta fichas de seguridad**



Fuente: Autor

Como resultado de la práctica del proceso de transformación del cacao en cobertura y chocolatina, se realizan diferentes aportes a la institución, proporcionando visibilidad en su página de TikTok, donde se muestra el proceso paso a paso realizado en el laboratorio de térmicas.

### Ilustración 28 Presentación del proceso del cacao



Fuente: TikTok ElectromecanicaUTS

## 6 CONCLUSIONES

Gracias al aprendizaje como practicante en el laboratorio de térmicas permite aplicar de manera asertiva los conocimientos teóricos de la termodinámica. Acompañado de la practica se consolido la comprensión de los principios termodinámicos y los procesos de transferencia de calor demostrando una gran importancia en la integración de la parte teórica y práctica para una formación mas completa.

En el manejo de equipos especializados en el laboratorio de térmicas se contribuyen habilidades de competencias que adquieren los estudiantes para poder aplicarlo en un proceso industrial para más adelante aplicarlos en su vida laboral. Así mismo aprenden a interpretar y analizar los datos teóricos con los experimentales.

Se destaca a los estudiantes que las maquinas requieren durante ciertos periodos de mantenimientos preventivos para su correcto funcionamiento.

## 7 RECOMENDACIONES

- Se recomienda utilizar bata al entrar al laboratorio.
- Inspeccionar los niveles de los tanques a la hora de realizar una practica de intercambiadores de calor.
- Al usar la extrusora es obligatorio usar mascara respiradora con filtro como a su vez botas de seguridad y camisa de jean.
- Se recomienda en la fabricación de bloques cambiar el agua del proceso de enfriamiento cada cinco bloques.
- En las practicas del proceso de transformación de cacao en chocolatina se recomienda usar bata y cofia.
- Se recomienda en todas las practicas usar guantes de carnaza u otro tipo que soporten altas temperaturas.
- Se recomienda manejar los niveles del agua adecuados en el banco de conductividad térmica.

## 8 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Caicedo-Cano, C., Crespo-Delgado, L. M., de la Cruz-Rodriguez, H., & Álvarez-Jaramillo, N. Á. (2017).

Propiedades termo-mecánicas del Polipropileno: Efectos durante el reprocesamiento. *Ingeniería, investigación y tecnología*, 18(3), 345–352.  
<https://doi.org/10.22201/fi.25940732e.2017.18n3.022>

Plazas, J. P. (2012). Universidad Politécnica de Catalunya Facultad de Náutica de Barcelona Proyecto Final de Carrera LOS REFRIGERANTES Y EL MEDIO AMBIENTE Autor : Juan Pablo Plazas Monroy Tutor : Ignacio Echevarrieta Sazatornil.

Yunus Cengel. (2016). *Termodinamica\_cengel\_7ma*. 01, 1–23.

Tinoco, H. A., & Ospina, D. Y. (2010). Análisis del proceso de deshidratación de cacao para la disminución del tiempo de secado. *Revista EIA*, (13), 53-63.

Bahamondes, P. A. (2006). Descripción de calderas y generadores de vapor. Asociación Chilena de Seguridad, Santiago.

Cruz Palechor, P. A., Fajardo Grajales, J., & Portillo Burbano, L. (2022). Estudio de viabilidad para la conformación de la empresa Proceplas SAS, procesadora de material recuperado PP y creación de materia prima, para la fabricación de productos plásticos en el municipio de Yumbo-Valle del Cauca.

Gutiérrez, J. A., & González, A. D. (2012). Determinación experimental de conductividad térmica de materiales aislantes naturales y de reciclado. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente-AVERMA*, 16, 41-48.

Jaramillo, O. A. (2007). Intercambiadores de calor. Centro de Investigación en Energía., Mexico DF.

Incropera, F. P., & DeWitt, D. P. (1999). Fundamentos de transferencia de calor. Pearson Educación.

Villegas Marbán, G. E. (2023). Estimación de los coeficientes de transferencia de calor en un evaporador helicoidal utilizando el método de Wilson Plot.