



PERFIL DE PROYECTO DE TITULACIÓN

Quito – Ecuador 2018

INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR
“CENTRAL TÉCNICO”



CARRERA DE MECÁNICA INDUSTRIAL

TEMA:

Diseño e implementación de un banco de pruebas de intercambio de calor, por medio de tubos concéntricos tipo coraza, para flujos de capacidad 0,5 a 5 lts/min.

PERFIL DE PROYECTO DE GRADO

Elaborado por:

Jefferson Aguirre

Asesor:

Alejandro Maldonado

QUITO, Febrero/2018

Índice

1.- TEMA DE INVESTIGACIÓN.....	4
2.- Problema de investigación.....	4
2.1.- Planteamiento del problema	4
2.2.- Formulación del problema científico	4
2.3.- Preguntas de investigación.....	5
3.- Objetivos de la investigación	5
3.1.- Objetivos generales	5
3.2.- Objetivos específicos.....	5
4.- Justificación	5
5.- Marco teórico.....	6
5.1.-Fundamentación teórica y descripción del proyecto a realizar.	6
5.2.- Temario tentativo.....	11
6.- Diseño de la investigación	11
6.1.- Tipo de investigación	11
6.2.- Población.....	12
6.3.- Fuentes.....	12
6.4.- Métodos de investigación.	12
6.5.- Técnicas de recolección de la información.	12
6.6.- Instrumentos de recolección de información.	13
6.7.- Análisis e interpretación de resultados procedimiento.....	13
7.- Marco administrativo	13
7.1.- Cronograma.....	14
7.2.- Recursos.	1
7.3.- Fuentes de información.....	2

1.- Tema de investigación

Diseño e implementación de un sistema de intercambio de calor, por medio de tubos concéntricos, con tubería de aluminio y cobre, y de circulación de agua automática, para flujos de capacidad 0,5 a 5 Lts/min.

2.- Problema de investigación.

2.1.- Planteamiento del problema.

Debido a que, en el medio, existe una gran variedad de equipos, que utilizan sistemas de transferencia de calor, los cuales les permiten mantener su temperatura estable de trabajo en las distintas máquinas donde se encuentre instalados y que en el instituto no se tiene una formación viable sobre la transferencia de calor. Razón por la cual se considera importante y además muchos estudiantes de tecnología del instituto, suelen tener poca información o casi nada sobre este tema que es muy importante, sobre todo en la industrias grandes, donde el requerimiento de tecnólogos preparados en estos ámbitos del calor y sus fenómenos, es alta y para poder ser más competitivos, se ha optado por la ejecución un proyecto en donde se construya una maqueta de intercambio de calor de tubos concéntricos, para la realización de pruebas y prácticas, por parte de los estudiantes de tal forma, que puedan adquirir el conocimiento básico que engloba el ámbito del calor, así como también se pueda apreciar de forma física el fenómeno y además se adquiera la forma práctica de calcular las eficiencias que tiene los materiales como el aluminio y el cobre que son altamente conductores, razón por la cual, son muy utilizados para la construcción de equipos de refrigeración.

2.2.- Formulación del problema científico.

Mediante el desarrollo de este proyecto se pretende solucionar en algo el problema que existe por la falta de equipos para el desarrollo de prácticas en el laboratorio de mecánica, ya que no se abordan en temas importantes como la trasferencia de calor, en tecnología, especialmente la carrera de mecánica, Donde se debería tener un alto conocimiento en equipos que son utilizados para dispersar calor o de refrigeración. Así como también, bríndales la oportunidad a los alumnos de niveles inferiores a que puedan

tener algo de experticia en el manejo de equipos de laboratorio, para que pueden desenvolverse en el mundo de la industria.

2.3.- Preguntas de investigación.

¿Es posible desarrollar la implementación del sistema de trasferencia de calor, mediante tubos concéntricos, en el laboratorio de mecánica, tomando en consideración la infraestructura con la que se cuenta en el instituto?

¿Se logrará realizar la construcción de equipo, tal y como se lo ha planteado en este tema de titulación?

¿Mediante la implantación de este equipo de prácticas, se podrá llenar el vacío que existe con respecto a la trasferencia de calor en los alumnos de tecnología de instituto?

¿Se podrá realizar investigación en este equipo, si se cambia los fluidos de trabajo?

3.- Objetivos de la investigación

3.1.- Objetivos generales

Diseñar y construir un intercambiador de calor de tubos concéntricos, con materiales de aluminio y cobre, que permita variar los caudales de entrada de 0,5 a 5 (lts/min) y las direcciones de flujo, además que tenga lectores de temperatura y caudal para la ejecución de prácticas en el laboratorio.

3.2.- Objetivos específicos

- Investigar, la mayor cantidad de fuentes bibliográficas, relacionadas con la trasferencia de calor y los intercambiadores concéntricos.
- Diseñar el sistema de intercambio de calor, por medio de la aplicación de fórmulas, requeridas para ello.
- Construir el equipo, e instalarlo en el laboratorio de mecánica.
- Implementar los lectores, para los distintos parámetros de temperatura y flujo volumétricos.
- Desarrollar una práctica, para verificar su funcionamiento, así como también para elaborar un guía para el desarrollo de las prácticas.

4.- Justificación

En la actualidad existen muchos equipos mecánicos que generan gran cantidad de energía calórica, los mismos deben tener un sistema adecuado de refrigeración para que

no exista falla por el excesivo calor que se producen en sus elementos mecánicos. La idea es de realizar una maqueta que permita ver el comportamiento de un determinado fluido cuando está en contacto con otro, a diferente temperatura y sin llegar a mezclarse. Con la finalidad de establecer los principios físicos de refrigeración que utilizan determinados elementos mecánicos o sistemas completos, los cuales, utilizan la recirculación y el enfriamiento por medio de fluidos, como es el caso, de los vehículos los cuales utilizan un intercambiador de calor denominado radiador.

La construcción del sistema didáctico será instalada en el instituto tecnológico superior Central Técnico, el mismo, beneficiará a los estudiantes de niveles inferiores que se forman en el área de la mecánica, tanto industrial como automotriz, ya que podrán adquirir el conocimiento necesario para su correcta participación en las distintas industrias.

Las principales limitantes que presenta este proyecto, es en la construcción de los tubos concéntricos, ya que el aluminio presenta ciertas dificultades para soldarse, pero como en la actualidad se ha desarrollado una serie de formas que faciliten estos procesos la ejecución será llevada a cabo.

5.- Marco teórico

5.1.-Fundamentación teórica y descripción del proyecto a realizar.

Para tener una noción clara, de los objetivos plateados y poder entender con claridad el proyecto, hay que conocer el término básico que se manejará durante toda la ejecución del trabajo, que es, el calor, el mismo que, muchas veces es mal interpretado, pues se define como la energía que transita de un sitio a otro o en un determinado cuerpo y que se manifiesta por las variaciones de temperatura que presenta, a la cual también se la denomina transferencia de calor(Incropera & DeWitt, 1999).

Existen formas de cómo se puede transferir el calor y son:

Por conducción. A este fenómeno se lo conoce como la transferencia de energía, de las partículas de mayor energía y las de menor de una sustancia debida a las interacciones entre la misma. Este tipo de transferencia de calor se puede determinar por

medio de la siguiente ecuación(Holman, de Assas Martínez de Morentín, de J. Leo Mena, & de Marañón, 1998).

$$q_{\text{cond}} = k * \frac{T_{s1} - T_{s2}}{L}$$

Dónde:

q_{cond} : Flujo de calor por conducción (w).

T_{s1} : Temperatura interior (K).

T_{s2} : Temperatura exterior (K).

k : Conductividad térmica del material (W/m*K).

L : longitud del material.

Por convección: Este tipo de transferencia de calor se tiene sobre fluidos como pueden ser un gas o un líquido, pues se caracteriza por el movimiento global o macroscópico de las moléculas que adquieren energía y que se desplazan de forma desordenada, haciendo que la temperatura del fluido cambie. Puede ser determinada por la siguiente ecuación(Kreith, Manglik, & Bohn, 2012).

$$q_{\text{conv}} = h_c \cdot A \cdot (T_{s1} - T_{\infty})$$

Donde:

q_{conv} : Flujo de calor por convección (w).

h_c : Coeficiente de transferencia de calor por convección [w/m²k].

A : Área de contacto del fluido.

T_{∞} : Temperatura del fluido.

T_{s1} : Temperatura superficial del material.

Por radiación: Este tipo de transferencia de calor se la conoce como la energía emitida por la materia que se encuentra a una temperatura finita y que es transportada por ondas electromagnéticas. Por medio de la siguiente ecuación se la puede encontrar.

$$q_{\text{rad}} = h_r \cdot A \cdot (T_{s1} - T_{alr})$$

Donde:

q_{rad} : Flujo de calor por radiación (w).

h_r : Coeficiente de transferencia de calor por radiación (w/m²k).

A : Área.

T_{alr} : Temperatura de los alrededores(k).

T_{s1}: Temperatura superficial del material (k).

Con los términos básicos que engloban la transferencia de calor se puede mencionar que es un intercambiador de calor y cuáles son los tipos que existen.

Intercambiador de calor

Es un equipo que cuenta con los materiales adecuados y configuraciones ideales, de tal forma que se pueda transferir calor de un lugar a otro o de un fluido a otro(Jaramillo, 2007). Estos dispositivos presentan aplicaciones específicas y se pueden ser encontrados en la calefacción de locales, acondicionamientos de aire, producciones de potencia, recuperación de calor de desechos químicos como de los gases de escape de un vehículo, sistemas de refrigeración en refinerías, cementeras, y en vehículos(Incropora & DeWitt, 1999).

Estos equipos se clasifican de acuerdo con el arreglo con el arreglo del fluido y el tipo de construcción. Y pueden ser:

- **Intercambiadores de calor de tubos concéntricos.**

Este tipo de intercambiador de calor se caracteriza por tener dos tuberías, una que va en el interior de la otra tal como se puede apreciar en la siguiente figura.

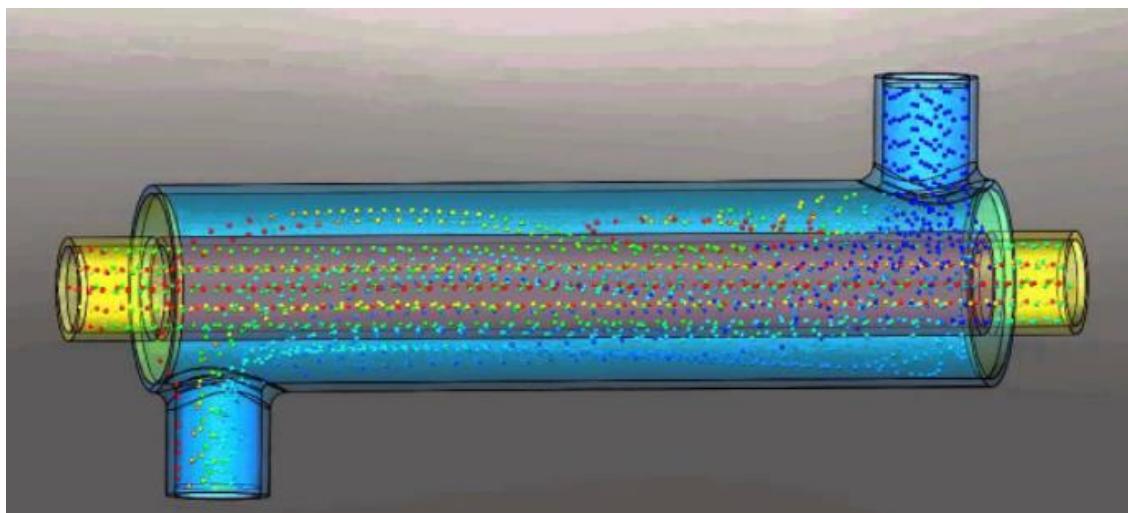


Figura 1: Intercambiador de calor de tubos concéntricos

Fuente:(FenTransfUNT, 2013)

Una esquematización, del equipo que se va a desarrollar en este proyecto, con este tipo de configuración, se puede apreciar en las figuras 2 y 3, que corresponden al intercambiador de calor operando en flujo paralelo y contraflujo respectivamente.

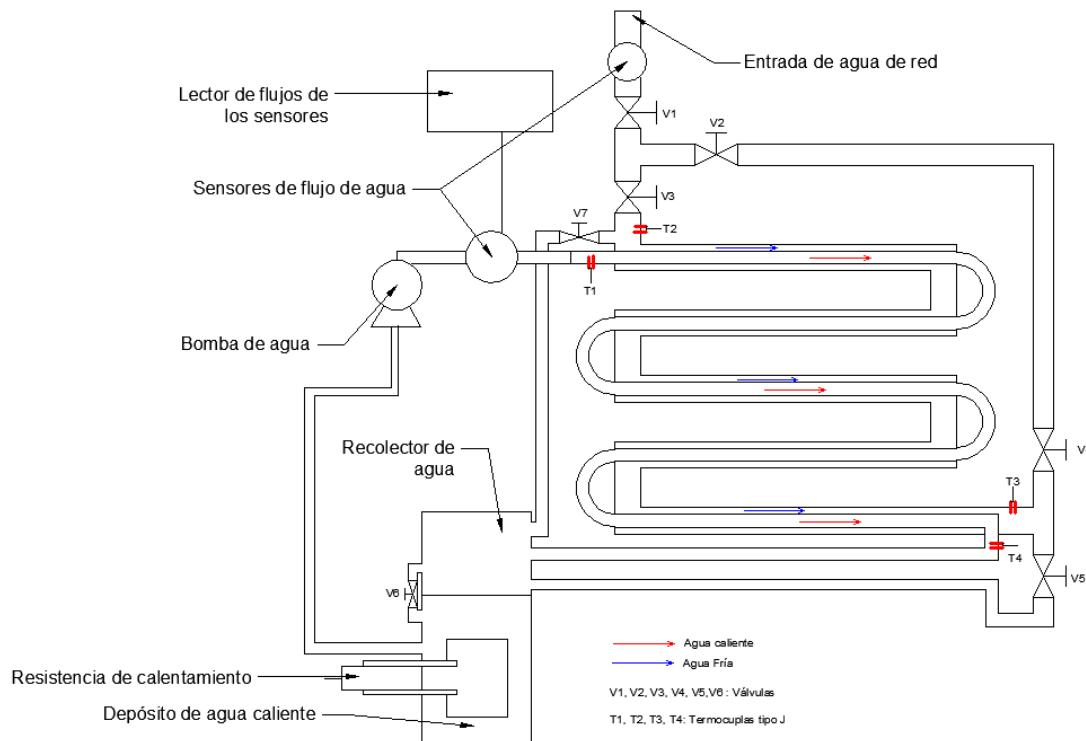


Figura 2: Sistema Intercambio de calor de tubos concéntricos (flujo paralelo)

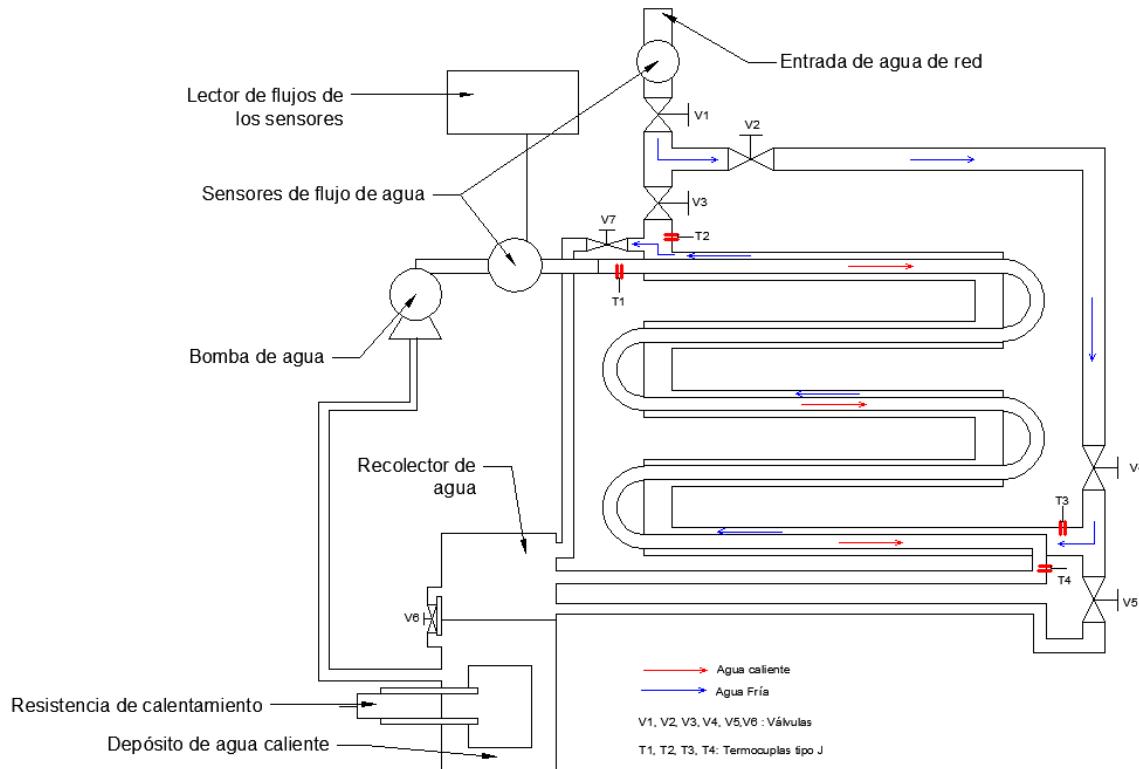


Figura 3: Sistema Intercambio de calor de tubos concéntricos (contraflujo)

De los esquemas anteriores, el proceso de funcionamiento seria el siguiente.

Flujo paralelo: Las válvulas V1, V3y V5, permanecen abiertas, las V2, V4 y V7 cerradas, la retroalimentación es directamente a un tanque que estaría sobre el tanque de calentamiento, que luego por medio de la apertura de la válvula V6 se alimente al tanque de calentamiento.

Contraflujo: para que opere mediante esta configuración se debería mantener las siguientes válvulas cerradas V3, V5, mientras que V1, V2, V4 y V7 deberían estar abiertas, cabe mencionar que las termocuplas que se utilizarían para la estación son las de tipo J, pues éstas son ideales para medición de temperaturas bajas.

- **Intercambiadores de calor de flujo cruzado:** Como su nombre lo dice estos tipos de intercambiadores se caracterizan por que los flujos que interactúan son cruzados, y son mucho comunes en calefactores o aires acondicionado.

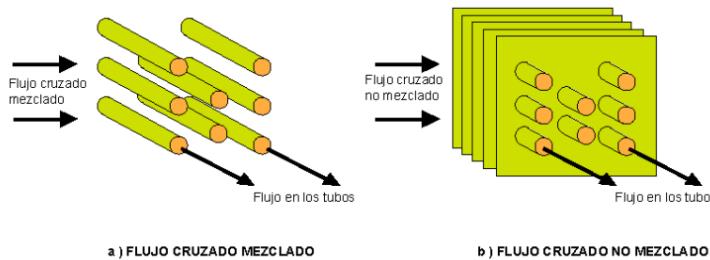


Figura 4: Intercambiador de flujo cruzado

Fuente: (BRAVO, 2016)

- **Intercambiadores de calor de tubos y coraza:** tal como se puede apreciar en la siguiente figura, está configurado de una carcasa que contiene gran cantidad de tubos pequeños en su interior, suele ser uno de los intercambiadores más eficientes.

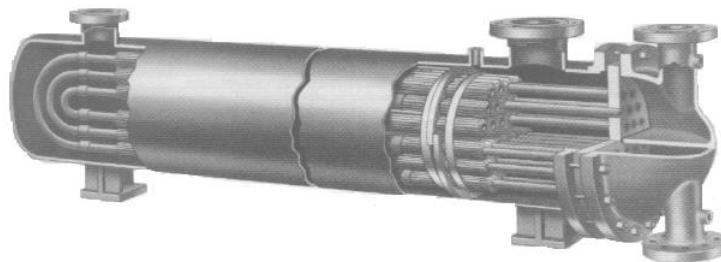


Figura 5: Intercambiador de calor de tubo y coraza.

Fuente:(Pysmennyy, 2007)

Existen varios tipos de intercambiadores de calor, aparte de los mencionados anteriormente, pues suelen clasificarse por la aplicabilidad que tiene.

5.2.- Temario tentativo

- **Capítulo I**
 - 1 Marco teórico
 - 1.1.- Transferencia de calor.
 - 1.2.-intercambiadores de calor.
 - 1.3.- Aplicaciones de los intercambiadores de calor.
- **Capítulo II**
 - 2 Diseño.
 - 2.1.- Características del diseño de los intercambiadores de calor.
 - 2.2.- Estudio del y desarrollo del diseño.
 - 2.3.- Estudio de la construcción.
- **Capítulo III**
 - 3 Construcción.
 - 3.1.- Procedo de construcción.
 - 3.2.- Instalación de equipos de control.
 - 3.3.- Costo.
 - 3.4.- Evaluación económica.
 - 3.5.- Validación de la propuesta.

6.- Diseño de la investigación

6.1.- Tipo de investigación

Los tipos de investigación que se utilizarán son:

- **Investigación bibliográfica:** Este tipo de investigación se desarrollará mediante la búsqueda y lectura de algunas fuentes bibliográficas como: libros, revistas, páginas web, normas, informes, catálogos y videos, a través de los que se realizará el seleccionamiento de algunas variables indispensables para el diseño del intercambiador de calor.
- **Investigación tecnológica:** Por medio de la utilización de equipos de ensayo e instrumentos de medición: como, por ejemplo: termocuplas, sensores de caudal de agua, lectores de temperatura, etc. Además, para todo el estudio se utilizará programas de diseño mecánico.
- **Investigación Exploratoria:** Mediante este tipo de investigación se logró tener un acercamiento claro acerca del tema que se estaba abordando, se lo realizó por medio de la utilización de bibliografía útil, sobre todo con información relacionada con el diseño térmicos para intercambiadores de calor.

6.2.- Población

Estará muy enfocado al campo energético y de diseño, ya que se va a utilizar transferencia de calor e hidráulica, para el diseño del equipo, pues es indispensable tener un amplio conocimiento de las distintas formas de transferir el calor, sobre todo en lo que corresponde a la conducción y convección. Además, con respecto a la hidráulica hay que saber cuál es el comportamiento del fluido cuando viaja por el interior de ductos. Entonces las variables o población de investigación son: Independientes como temperatura ambiental, tiempo, Humedad relativa, emisividad. Y las dependientes las que son: flujos de calor, flujos de caudal, espesores de aislante, coeficientes de transferencia de calor.

6.3.- Fuentes.

- Primarias: Los docentes del instituto
- Especialista: Profesional con experiencia en la estación de estos equipos.
- Secundarias: Libros, informes, páginas web, Tesis, Indexados, papel, etc. todos relacionados a la transferencia de calor y construcción de equipos.

6.4.- Métodos de investigación.

A través de la metodología aplicada la cual está centrada en encontrar mecanismos o estrategias que permitan lograr un objetivo concreto, en este caso la construcción del sistema de intercambio de calor por medio de tubos concéntricos.

En este sentido, se utilizará el método que aplica la recolección de datos para probar hipótesis, con base en la medición numérica, es así, que en este proyecto se combinará una metodología cuantitativa y cualitativa, para la aplicación de esta metodología combinada, se utilizará procedimientos de estudio basados en el método Deductivo e Inductivo como principales procedimientos.

- **Método deductivo:** Establece un estudio de los aspectos generales para enfocarlos de manera particular. De esta forma, se analizarán los resultados de la construcción intercambiador de calor, entendiendo los beneficios que provocarán al instituto.

6.5.- Técnicas de recolección de la información.

Las técnicas que se utilizarán para la elaboración y desarrollo de este proyecto, son: Investigación bibliográfica, observaciones, elaboración de prácticas en laboratorios,

comparación de resultados obtenidos por simulación, como por medio de cálculos, aproximaciones y experimentación.

6.6.- Instrumentos de recolección de información.

Los instrumentos que se utilizará son: Programas de diseño, revistas, libros, normas ISO, equipos de construcción mecánica, herramientas de medición longitudinal, computadoras y equipos de laboratorio como sensores, cables y máquinas.

6.7.- Análisis e interpretación de resultados procedimiento.

Una vez, que se haya logrado construir el equipo, se hará una prueba de funcionamiento, tanto de los equipos de medición, como de los elementos mecánicos. Los datos que se recolecto de los medidores tanto de flujo y caudal serán sometidos a la aplicación de fórmulas para determinar la eficiencia, cabe mencionar que la recolección de información será de forma manual. Y la interpretación a través de aplicación de ecuaciones y comparaciones con estudios anteriores.

7.- Marco administrativo

7.1.- **Cronograma**

7.2.- Recursos.

7.2.1.-Talento humano

- **Estudiante:** Será el encargado de buscar todos los medios necesarios para la ejecución de proyecto.
- **Asesores:** Su papel se fundamenta en el compromiso de guiar al estudiante a llevar a cabo el proyecto, en donde serán los encargados de verificar si las metodologías que el estudiante ha optado para el cumplimiento adecuado de los distintos objetivos.
- **Autoridades:** Brindarle las facilidades al estudiante para hacer uso de los equipos del instituto para que se pueda llevar acabo las construcciones del intercambiador de calor.
- **Docentes:** Despejar cualquier tipo de duda que surja por parte del estudiante.

7.2.2.-Económicos.

- **Autofinanciamiento:** El costo de construcción del intercambiador de calor se considera que asciende aproximadamente a los 1000 Dólares, valor que cubierto por JEFERSON AGUIRRE, además el intercambiador de calor que se construya para este proyecto será donado INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR CENTRAL TÉCNICO, por parte del autor.

7.2.3.- Materiales.

En la tabla 1, se muestran los materiales a utilizar, así como también un costo aproximado de los mismos.

Tabla 1: Gastos aproximados para la construcción del intercambiador de calor.

GASTOS DIRECTOS				
ORDEN	DETALLE	CANTIDAD	C. UNITARIO (\$)	C.TOTAL (\$)
1	Tubería de cobre			50,00
1	Tuberías de aluminio			100,00
1	Procesos constructivos			200,00
1	Lana de vidrio		80,00	80,00
1	Bomba	1	100,00	100,00
1	Válvulas	6	5,00	30,00
1	Termocuplas	2	30,00	60,00
1	Sensores de flujo	2	15,00	30,00

1	Termómetro digital	1	100,00	100,00
1	Lectores de caudales	1	150,00	150,00
GASTOS INDIRECTOS				
Internet			10,00	
Impresiones			10,00	
Movilización y transporte			30,00	
Alimentación			50,00	
Total (\$)				1000,00

7.3.- Fuentes de información

BRAVO, Y. (2016). intercambiadores de calor de flujo cruzado. Recuperado a partir de

<http://intercambiadoresdecalorcorte3.blogspot.com/2016/09/intercambiador-de-calor-es-un.html>

FenTransfUNT. (2013). Intercambiador de calor de Tubos concentricos. Recuperado a partir de https://www.youtube.com/watch?v=Rw_j55PDnO8

Holman, J. P., de Assas Martínez de Morentín, P., de J. Leo Mena, T., & de Marañón, P. P. N. M. (1998). *Transferencia de calor*. McGraw-Hill. Recuperado a partir de https://books.google.com.ec/books?id=tf_MSgAACAAJ

Incropera, F. P., & DeWitt, D. P. (1999). *Fundamentos de transferencia de calor*. Pearson Educación. Recuperado a partir de <https://books.google.com.ec/books?id=QqfJw4tpljcC>

Jaramillo, O. A. (2007). Intercambidores de Calor. *Agricultural Water Management*, 22(1-2), xix-xx. [https://doi.org/10.1016/0378-3774\(92\)90060-A](https://doi.org/10.1016/0378-3774(92)90060-A)

Kreith, F., Manglik, R. M., & Bohn, M. S. (2012). *Principios de transferencia de calor*. Cengage Learning. Recuperado a partir de <https://books.google.com.ec/books?id=xr4uAzjOquoC>

CARRERA: MECÁNICA INDUSTRIAL

FECHA DE PRESENTACIÓN:		19 ENERO 2018
APELLIDOS Y NOMBRES DEL EGRESADO:		
AGUIRRE PINEDA JEFFERSON RICARDO		
	APELLIDOS	NOMBRES
TITULO DEL PROYECTO: ---	<i>"Diseño e implementación de un banco de pruebas de intercambio de calor, por medio de tubos concéntricos tipo coraza, para flujos</i>	
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA:	de capacidad CUMPLE 0,5 a 5 lit/min <i>de agua"</i>	NO CUMPLE
• OBSERVACIÓN Y DESCRIPCIÓN	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• ANÁLISIS	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• DELIMITACIÓN.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• FORMULACIÓN DEL PROBLEMA CIENTÍFICO	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• FORMULACIÓN PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
PLANTEAMIENTO DE OBJETIVOS:		
GENERALES:		
REFLEJA LOS CAMBIOS QUE SE ESPERA LOGRAR CON LA INTERVENCIÓN DEL PROYECTO		
<input checked="" type="checkbox"/> SI		NO <input type="checkbox"/>
ESPECÍFICOS:		
GUARDA RELACIÓN CON EL OBJETIVO GENERAL PLANTEADO		
<input checked="" type="checkbox"/> SI		NO <input type="checkbox"/>

REGISTRO

ESTUDIO DE PERFIL DE TITULACIÓN

JUSTIFICACIÓN:		CUMPLE	NO CUMPLE
IMPORTANCIA Y ACTUALIDAD		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
BENEFICIARIOS		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
FACTIBILIDAD		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
MARCO TEÓRICO: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DESCRIBE EL PROYECTO A REALIZAR		SI <input checked="" type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>
TEMARIO TENTATIVO:		CUMPLE	NO CUMPLE
ANTECEDENTES, FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ANÁLISIS Y SOLUCIONES PARA EL PROYECTO		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
APLICACIÓN DE SOLUCIONES		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
EVALUACIÓN DE LAS SOLUCIONES		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
TIPO DE INVESTIGACIÓN PLANTEADA			
OBSERVACIONES: <i>s/n</i>			
.....			
.....			
MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN UTILIZADOS:			
OBSERVACIONES: <i>s/n</i>			
.....			
.....			
.....			
CRONOGRAMA:			
OBSERVACIONES : <i>s/n</i>			
.....			
.....			
FUENTES DE INFORMACIÓN: <i>s/n</i>			
.....			
.....			

ESTUDIO DE PERFIL DE TITULACIÓN

RECURSOS:	CUMPLE	NO CUMPLE
HUMANOS	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ECONÓMICOS	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
MATERIALES	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

PERFIL DE PROYECTO DE GRADO

Aceptado Negado

el diseño de investigación por las siguientes razones:

- a) o Es viable
- b) o Se ajusta a las necesidades de la carrera
- c) o Se ajusta al plan de desarrollo

ESTUDIO REALIZADO POR EL ASESOR:

ALEJANDRO MALDONADO: _____

26 ENERO 2018
FECHA DE ENTREGA DE INFORME