


UNIVERSIDAD DISTRITAL "FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS" - FACULTAD TECNOLÓGICA
PROYECTO CURRICULAR DE TECNOLOGÍA E INGENIERÍA MECÁNICA
FORMATO DE PROYECTOS DE GRADO

Nº DE RADICACIÓN: _____

INFORMACIÓN EJECUTORES

Ejecutor 1

Nombre (s):	Dayan Slendy	
Apellido (s):	Buitrago Reyes	
Código:	20162375062	
E-mail:	dasbuitragor@correo.udistrital.edu.co	
Teléfono fijo:	6455864	
Celular:	3112720878	

Ejecutor 2

Nombre (s):	
Apellido (s):	
Código:	
E-mail:	
Teléfono fijo:	
Celular:	

INFORMACIÓN DEL PROYECTO

Título del Proyecto:	ESTANDARIZACIÓN DE LAS PRUEBAS A REALIZAR EN EL BANCO DE MEDICIÓN DE CAPTADORES SOLARES TÉRMICOS PLANOS DE LA UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS	
Duración (estimada):	5 meses	
Tipo de Proyecto: (Marqué con una "x")	Innovación y Desarrollo Tecnológico	<input checked="" type="checkbox"/>
	Prestación y Servicios Tecnológicos	<input type="checkbox"/>
	Otro	<input type="checkbox"/>
Modalidad del Trabajo de Grado:	Anteproyecto de grado	
Línea de Investigación de la Facultad*:	Desarrollo tecnológico local e institucional	
Línea de Investigación del Proyecto Curricular**:	Conversión de energía y mecánica de fluidos	
Grupo de Investigación:	Energías alternativas GIEAUD	
Proyecto de Investigación:		
Áreas del conocimiento que involucra:	Transferencia de calor, Termodinámica y Diseño	

INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

Director: (Vo. Bo.)	
Proyecto de Pasantía: (Tutor): (Vo. Bo.)	
Formulación Proyecto de Grado: (Profesor): (Vo. Bo.)	

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
RESUMEN	1
0. INTRODUCCIÓN	1
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
1.1 ESTADO DEL ARTE	3
1.2 JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA	5
2. OBJETIVOS	6
2.1 OBJETIVO GENERAL	6
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	6
3. MARCO TEÓRICO	7
4. METODOLOGÍA	10
5. CRONOGRAMA	10
6. PRESUPUESTO	11
7. BIBLIOGRAFÍA	12

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Fig. 1: Esquema de los componentes de un captador solar plano	10
Fig. 2: Banco de Pruebas Circuito Cerrado	12

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1: Diagrama de Gantt	12
Tabla 2: Tabla de Costos Aproximados	13

RESUMEN

En este documento se presenta las pautas y los procedimientos que se llevaran a cabo para lograr estandarizar el procedimiento de cómo realizar una práctica medición de captadores solares planos en el banco que está ubicado en la terraza de la cafetería de funcionarios de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas Facultad Tecnológica. Describiendo los procedimientos paso a paso en un archivo digital según las normas ASHRAE 93-77 y UNE-NE 12975-2.

0. INTRODUCCIÓN

Este documento es una propuesta para lograr estandarizar la forma de realizar el análisis para captadores solares planos en el banco de medición que se encuentra al aire libre en la universidad Distrital Francisco José de Caldas Facultad Tecnológica, para lograr estandarizar los procesos de medición se usaran las normas ASHRAE 93-77 y NORMA UNE-NE 12975-2, ya que con estas normas se construyó dicho banco. Existen diferentes pruebas y análisis para los captadores solares, todo depende principalmente del tipo de banco que se usara y de lo que se quiere analizar o calificar del captador. Aun así hay tres tipos de pruebas que requieren que sean desarrolladas en todos los captadores y estas son la prueba de la constante de tiempo, la prueba de la eficiencia térmica y la prueba del ángulo de incidencia del captador.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Actualmente para tener una comodidad y una calidad de vida se requiere de energía para casi todas las funciones que realizamos y cada día el consumo de energía aumenta de forma exponencial, haciéndonos cada vez más dependientes de ella. Aunque existen diferentes fuentes de energía una de las más usadas es la que se obtiene a partir de los combustibles fósiles ya que la usamos para desplazarnos e inclusive en los procesos de producción de materia prima. Los combustibles fósiles son una fuente agotable para generar energía, ya que este recurso se está agotando ha generado tensiones en la economía y un gran impacto ambiental que cada vez contribuye al calentamiento global

En Colombia no toda la población tiene acceso a la electricidad debido a que existen zonas de difícil acceso, pero en los últimos años las instalaciones de energía solar han aumentado en estos lugares, ya que es una alternativa ecológica mejorando la calidad de vida de estas personas. Los paneles y captadores solares implementados para estos proyectos llegan de distintos países, ya que el desarrollo de construcción y análisis de paneles y captadores solares estandarizados no existe en nuestro país restringiéndonos a competir en el área de energía solar.

Para tratar de suplir esta necesidad la universidad Distrital Francisco José de Caldas-Facultad Tecnológica ha estado desarrollando proyectos para motivar el uso de la energía solar en el semillero de investigación GIEAUD uno de los puntos a tratar es la creación de captadores para calentamiento de agua caliente en donde se han desarrollado diferentes modelos. Para dar una herramienta de apoyo en la creación de captadores se creó en la universidad un banco de medición para captadores solares planos para calentamiento de agua al aire libre basado en las normas ASHRAE 93-77 y NORMA UNE-NE 12975-2.

Debido a lo anteriormente descrito es necesario establecer la forma estandarizada de realizar el análisis del comportamiento térmico a los captadores para calentamiento de agua en el banco de medición, para esto se tomó la decisión que usando la misma norma con la este se construyó el banco, se tecnificara la práctica de análisis de los captadores para este mecanismo de medición y de esta manera lograr prestar el servicio en la universidad.

1.1. ESTADO DEL ARTE

Con el tiempo se ha generado un auge en el desarrollo de metodologías para aprovechar la radiación solar, cada vez más países se involucran en avances y en la investigación de mecanismos que aproveche la energía solar, por ejemplo un método de aprovechamiento de la radiación solar es el uso de captadores solares para calentamiento de agua, este tipo de instalaciones ya se encuentran en el mercado pero la mayoría de captadores son importados y tienen un alto costo, esto es debido a que la producción de ellos en América Latina aun esta en desarrollo.

Para lograr tecnificar captadores se requieren bancos de medición de captadores y estos se han ido desarrollado el rededor del mundo como lo es el laboratorio Solar Rating and Certificación Corporation (SRCC) ubicado en Washington D.C., en Europa también existen laboratorios en España, Austria, Italia, Portugal, Alemania, Suiza, Grecia entre otros, estos laboratorios especializados certifican los captadores.

En Fraunhofer ISE y PSE AG, ambos localizados en la ciudad alemana de Friburgo, se han unido para desarrollar un banco de pruebas en una cámara climática. Los resultados permitirán mejorar la calidad de los colectores solares térmicos, al tiempo que se puede seguir reduciendo los costos de fabricación y los elementos de montaje sobre cubiertas y fachadas. El banco de pruebas puede manejar colectores de hasta nueve metros cuadrados. Y cargar hasta siete toneladas de peso sobre las que hay que ejercer distintas presiones. En la cámara se pueden reproducir temperaturas extremas que van desde los -40°C hasta los $+60^{\circ}\text{C}$. “Y por primera vez se pueden simular cargas cíclicas y asimétricas, creando efectos realistas que emulan la acumulación de nieve y hielo”.

En Latinoamérica se han desarrollado bancos de medición como proyectos de investigación para obtener titulación por ejemplo en Perú se desarrolló “*UN BANCO DE PRUEBAS IMPLEMENTADO EN LA REGIÓN DE AREQUIPA PARA CARACTERIZAR LA EFICIENCIA INSTANTÁNEA DE COLECTORES SOLARES USANDO LA NORMA ASHRAE-93-77*”, este trabajo fue realizado en el 2003. También en Venezuela en el 2003 se desarrolló un banco de pruebas para un captador solar usado en un desalinizador solar usando la norma ANSI/ASHRAE

93-2003 este banco solo mide la eficiencia del captador. En Chile en el 2008 se creó un banco de medición modular para captadores solares con una base móvil para ubicar el captador de acuerdo a la ubicación del sol en el banco se usaron las normas ISO 9806:2014. En Ecuador en este año se desarrolló un banco de medición para captadores solares usando la norma UNE-EN ISO 9806.

NIVEL NACIONAL

En el caso particular de Colombia, se ha proferido la Ley 697 de 2001 o comúnmente llamada Ley URE (Uso Racional de Energía) y el Decreto 3683 de 2003. La primera busca dar el régimen general y los principios esenciales que rigen este tema y el segundo reglamentario de la ley, crea una estructura institucional contemplando otras figuras que lo complementan. Esta Ley y este Decreto, si bien son necesarios, no han resultado suficientes para la promoción de estas fuentes como lo demuestra la realidad de los resultados desde su promulgación.

El interés por las FENR (Fuentes de Energía Nuevas y Renovables) y en particular en la solar, tanto a nivel de planificación estatal como en el sector de I&D, ha estado al vaivén de la crisis de energía, mientras que aproximadamente un millón de familias en Colombia carecen de un servicio confiable de energía eléctrica.

Actualmente, los grupos universitarios de I&D (Innovación y Desarrollo) en energía en el país ascienden a 101, clasificados por Colciencias en 4 categorías por su nivel de desempeño. De estos grupos, 4 tienen actividades en Energía Renovables y de éstos, 3 en energía solar, pero ninguno relacionado con bancos de medición.

En el año 2014 en la Universidad Distrital Francisco José de Caldas Facultad tecnológica se construyó un BANCO DE MEDICION DE CAPTADORES SOLARES TERMICOS PLANOS PARA AGUA CALIENTE según las normas ASHRAE 93-77 y UNE-NE 12975-2 con el fin de evaluar los captadores que se desarrollaran en la universidad.

1.2. JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

Desde el año 2014 existe el montaje de un banco de medición para captadores solares planos para calentamiento de agua para flujo cerrado según las normasASHRAE 93-77 y NORMA UNE-NE 12975-2, con el fin de que sea usado por los estudiantes interesados en el campo de energías alternativas y que este sea una herramienta para la creación de captadores solares térmicos en la universidad Distrital Francisco José de Caldas Facultad Tecnológica. En la actualidad este montaje no se ha usado debidamente porque después de un tiempo la falta de una guía de trabajo para realizar las pruebas ha hecho que el banco no sea usado,por esta razón se quiere motivar el uso de este banco ofreciendo la estandarización de las pruebas que se deben realizar en el según las normasASHRAE 93-77 y NORMA UNE-NE 12975-2 ya que con estas fue creado el banco.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GENERAL

Realizar caracterización de paneles solares térmicos planos mediante la estandarización de procedimientos de operación en el banco de pruebas de captadores solares planos en la universidad Distrital Francisco José de Caldas-Facultad Tecnológica basado en las normasASHRAE 93-77 y NORMA UNE-NE 12975-2 con el fin de poder caracterizar cada captador y lograr evaluar su comportamiento térmico.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar los factores energéticos característicos en captadores solares planos mediante el modelo matemático de comportamiento.
- Definir las necesidades para el procedimiento de la guía en función del estado actual del montaje de pruebas de la universidad.
- Especificar los procedimientos de evaluación mediante la construcción de las guías de pruebas.
- Evaluar el potencial del montaje mediante la realización de pruebas de funcionamiento.

3. MARCO TEÓRICO

3.1. NORMA ASHRAE 93-77 (*AMERICAN SOCIETY OF HEATING REFRIGERATING AND AIR CONDITIONING ENGINEERS INC*) Fue creada por los miembros principales del ASHRAE para la medición y evaluación de captadores solares térmicos, esta norma habla de los diferentes tipos bancos que se pueden emplear para cada tipo de captador define las pruebas para definir la durabilidad y su rendimiento térmico.

3.2. NORMA UNE-NE 12975-2 Es una norma europea que permite evaluar captadores térmicos para calentamiento de agua en donde especifica los métodos de ensayo para la validación de los requisitos de durabilidad, fiabilidad y seguridad de los captadores también incluye dos métodos de ensayo para la caracterización del rendimiento térmico en estado estacionario o cuasi estacionario.

Ya teniendo conocimiento previo de las normas sobre las cuales se va a trabajar, se debe empezar a conocer un captador solar térmico ya que es el artefacto a analizar.

3.3. EL CAPTADOR SOLAR TÉRMICO: Es el encargado de tomar energía solar que incide en su superficie y transformarla en energía térmica útil para calentar agua o aire.

Los captadores se clasifican de varias formas:

- Captadores de placa plana con cubierta.
- Captadores concentradores parabólicos.
- Captadores de placa plana sin cubierta.
- Captadores de tubos de vacío.

En este caso el banco que se encuentra en la universidad es para captadores solares planos para calentamiento de agua.

3.4. CAPTADORES SOLARES TÉRMICOS DE PLACA PLANA CON O SIN CUBIERTA: Están conformados por una base cuadrada plana que lleva una serie de tuberías conectadas en forma de serpentín de cobre en su interior, el sistema está completamente aislado para evitar pérdidas de calor, en la base tiene placas absorbentes de calor para evitar que la irradiación que llega se escape estando y tiene una cubierta que permite que entre la radiación pero termina de

aislar el captador. Por las tuberías circula el agua o aire a ser calentada por la radiación solar.

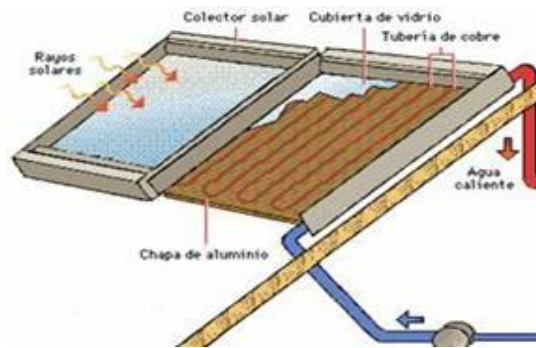


Fig. 1. Esquema de los componentes de un captador solar plano (<http://energiasolar.911mb.com>)

La superficie que absorbe la radiación solar es igual a la superficie que capta, usan radiación directa o difusa, se componen de un marco completamente aislado, superficie absorbente y con o sin cubierta de vidrio.

3.5. RADIACIÓN SOLAR: Es el traspaso de energía que viene del sol hacia la tierra se transfiere por un conjunto de radiaciones electromagnéticas que llegan en forma de energía, estas radiaciones son ondas electromagnéticas de diferente longitud.

3.6. CONDUCCIÓN: Es la transferencia de calor de un cuerpo a otro por medio del contacto entre ellos la transferencia ocurre del cuerpo con más alta temperatura hacia el cuerpo con menos temperatura.

3.7. BANCO DE MEDICIÓN DE CAPTADORES SOLARES TÉRMICOS: es un montaje que permite instalar un captador dentro de su sistema para hacer una simulación de su funcionamiento y a su vez hacer toma de datos del captador como presión, temperatura, radiación y caudal y así poder caracterizarlo.

El banco de medición que se encuentra en la Universidad Distrital Francisco José de Caldas- Facultad Tecnológica es un banco de flujo cerrado para captadores solares térmicos planos para realizar pruebas al aire libre.

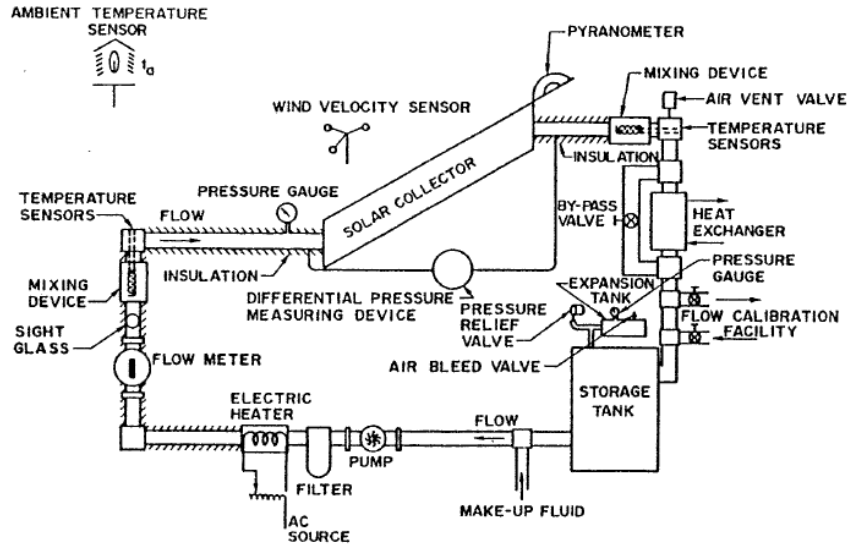


Fig. 2. Banco de Pruebas Circuito Cerrado tomado de ASHRAE 93-77 figure 1 pág. 9

3.8. EFICIENCIA DE UN CAPTADOR SOLAR

La eficiencia es un coeficiente de energía térmica útil extraído de la energía solar total.

$$\eta = \frac{\dot{m} \times c_p \times (T_f - T_i)}{I_g \times A_{cap}}$$

\dot{m} : Masa del agua (kg)

c_p : Calor específico a presión cte $\left(\frac{kJ}{kg \cdot K}\right)$

T_f : Temperatura final del agua ($^{\circ}C$)

T_i : Temperatura inicial del agua ($^{\circ}C$)

I_g : Radiación global en el plano $\left(\frac{W}{m^2}\right)$

A_{cap} : Area del captador (m^2)

4. METODOLOGÍA

En principio se debe realizar un estudio y comprensión de la norma ASHRAE 93-77(NORMA UNE-NE 12975-2) para poder definir que pruebas se realizaran de todas las que se exponen en la norma, una vez definidas los tipo de pruebas se realizara un paso a paso de cada una de ellas teniendo en cuenta la clase de montaje que se tiene ya establecido y el grado de importancia de cada prueba, se hará la práctica de las pruebas para un captador solar plano para poder tener la seguridad de que no estamos obviando ningún proceso y para analizar que el montaje actual del banco sea el recomendado por la norma.

5. CRONOGRAMA

	Semanas																				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Actividad A	■	■	■	■																	
Actividad B					■	■	■	■													
Actividad C									■	■	■	■									
Actividad D														■	■	■	■				

Tabla 1: Diagrama de Gantt. Fuente. Autor

El diagrama de Gantt se realiza con respecto a las siguientes actividades:

- Actividad A: Lectura y análisis de la norma.
- Actividad B: definición de pruebas y desarrollo paso a paso.
- Actividad C: desarrollo de pruebas en el banco.
- Actividad D: creación de manual digital.

6. PRESUPUESTO

Este presupuesto está basado en el deterioro que puede tener el banco de medición debido a que su instalación se encuentra en la intemperie y a los requerimientos que la norma exija para realizar las pruebas para el análisis del captador solar térmico.

Cant	Descripcion	Valor
1	Bomba para agua	130000
2	termocuplas tipo j	150000
2	tubo pvc	20000
1	soldadura pvc	5000
1	limpiador	5000
1	caudalimetro	150000
	total	460000

Tabla 2: Tabla de Costos Aproximados. Fuente. Autor

Es el presupuesto no se tiene en cuenta los demás instrumentos de medida ya que la universidad los presta.

7. BIBLIOGRAFÍA

- [1]<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=121015051011>
- [2]http://www.larepublica.co/menos-de-3-de-la-energ%C3%ADa-que-colombia-consume-es-solar_215976
- [3]file:///E:/documentos%20para%20proyec/Censo_sistemas_solares_termicos.pdf
- [4]file:///E:/documentos%20para%20proyec/Didier_Chinchilla_preserntacion_si_ca_2016.pdf
- [5]<http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/17050/T42.09%20S42m.pdf?sequence=1>
- [6]<http://gter.es/banco-de-ensayos-de-equipos-solares-dom%C3%A9sticos-y-de-captadores-solares-t%C3%A9rmicos-de-baja-temperatura.html>
- [7]https://www.fing.edu.uy/if/solar/proyectos/Monograf%C3%ADa%20Banco%20Ensayos_Colector_Solar_2010.pdf
- [8]<file:///C:/Users/DAYAN/Downloads/Dialnet-DisenodeUnBancoDePruebaParaDeterminarLosServiciosG-4868970.pdf>
- [9]http://www.tesis.uchile.cl/tesis/uchile/2008/araneda_s/sources/araneda_s.pdf
- [10]Opazo Mario, “Las energías alternativas”, revista Javeriana Marzo de 2004 núm. 702 tomo 140 pp. 62-71.
- [11]Humberto Rodríguez Murcia, desarrollo de la energía solar en Colombia y sus perspectivas, revista de ingeniería diciembre de 2008 núm. 28.
- [12]The Solar server – Forum for Solar Energy.