

1. DATOS GENERALES DEL PROYECTO

<b>Código:</b>	CIDII-030413
<b>Centro de Investigación:</b>	CENTRO DE INVESTIGACIÓN, DESARROLLO E INNOVACIÓN EN INGENIERÍA
<b>Programa:</b>	Energías Renovables
<b>Título del Proyecto:</b>	DISEÑO, IMPLEMENTACIÓN Y MONITOREO DE CALENTADORES HÍBRIDOS CON ENERGÍA SOLAR-GLP Y ENERGÍA SOLAR-CALENTADORES ELÉCTRICOS PARA LA OBTENCIÓN DE AGUA CALIENTE SANITARIA.
<b>Grupo de Investigación:</b>	Grupo de Investigación en Energía
<b>Area de Conocimiento:</b>	Ciencia y Tecnología
<b>Línea de Investigación:</b>	Optimización de energías y energías
<b>Tipo de Investigación:</b>	Aplicada Desarrollo
<b>Campo :</b>	Tecnologías
<b>Investigador Principal :</b>	JOHN IGNACIO CALLE SIGUENCIA
<b>Proyectos Vinculados :</b>	1. CARACTERIZACIÓN DE CAPATDORES SOLARES DE TUBOS DE VACIO PARA AGUA CALIENTE SANITARIA (ejecutado). 2. INFORME DESCRIPTIVO DE LA SITUACIÓN ENERGÉTICA ACTUAL DEL
<b>Duración del Proyecto :</b>	10 Meses
<b>Localización del Proyecto :</b>	El proyecto se realizara en la ciudad de Cuenca, en dos viviendas específicas con un promedio de 5 personas que habitan la vivienda
<b>Fecha de ingreso :</b>	02/10/2013 11:58

## 2. ANTECEDENTES

### 3. ANTECEDENTES

El uso de agua caliente para la higiene personal es muy común en los hogares de las familias cuencanas, siendo el uso de calentadores eléctricos y calefones que utilizan GLP las dos únicas formas de calentamiento de agua, los cuales consumen grandes cantidades de energía y producen altos niveles de contaminación. Es de gran importancia social y ambiental establecer un sistema de calentamiento de agua sanitaria híbrido, el cual garantice las condiciones de confort en todo momento y disminuya de manera considerable los niveles de contaminación producidos que es lo que busca determinar el presente proyecto.

## 3. JUSTIFICACIÓN

La necesidad de un desarrollo energético sostenible, es imprescindible para el crecimiento competitivo de la economía, el reto de garantizar un abastecimiento equilibrado, con fuentes diversificadas y estabilizadas en el medio plazo y la progresiva preocupación medioambiental que se viene percibiendo en la sociedad, refuerzan la oportunidad y el interés que tiene el estudio de los sistemas híbridos de calentamiento.

La principal estrategia en la actualidad para hacer un uso racional de la energía consiste en cubrir la demanda con un cambio energético en el cual las energías renovables tienen un importante peso. El uso racional de la energía es el uso consciente para utilizar lo estrictamente necesario. Esto lleva a maximizar el aprovechamiento de los recursos naturales los mismos que en la actualidad comienzan a escasear en todo el mundo.

Existe en la actualidad un desarrollo científico y tecnológico de gran nivel sobre las fuentes renovables de energía especialmente en lo que respecta al uso de la energía solar y además los conocimientos de ingeniería sobre sistemas eléctricos y a base de GLP nos permitirán desarrollar la propuesta con alternativas funcionales y que identifiquen con claridad los impactos que se pueden obtener de estos sistemas y la posibilidad de implementarlos a gran escala.

Los conocimientos adquiridos durante los estudios de Ingeniería Mecánica, nos permitirán realizar este proyecto puesto que tenemos las herramientas necesarias en el componente científico y tecnológico que solventarán las condiciones de diseño y control de los sistemas en estudio; materias como la Termodinámica, la Transferencia de calor que nos van a permitir calcular la eficiencia de dicho sistema, y además las temáticas referentes a los materiales y sus procesos nos permitirán tomar soluciones adecuadas en lo que respecta a la construcción e implementación del mismo.

## 4. OBJETIVOS

### 4.1 Objetivo General

Diseñar, implementar y monitorear calentadores híbridos para agua caliente sanitaria, utilizando energía solar - glp y energía solar-calentadores eléctricos de tal manera de establecer indicadores de eficiencia que nos permitan garantizar su implementación.

### 4.2 Objetivos Específicos

- 1 ¿ Diagnosticar la realidad actual de consumo de energía eléctrica y GLP para el calentamiento de agua sanitaria para una familia promedio en la ciudad de Cuenca.
- 2 ¿ Estudiar el estado del arte en lo referente a sistemas híbridos con energía solar utilizados para agua caliente sanitaria (ACS).
- 3 ¿ Diseñar e implementar los sistemas híbridos de calentamiento de agua sanitaria para una familia promedio en la ciudad de Cuenca.
- 4 ¿ Monitorear y evaluar los sistemas de calentamiento híbridos implementados.
- 5 ¿ Realizar el análisis técnico financiero.

## 5. ESTADO DEL ARTE

Actualmente la tecnología se ha desarrollado de una manera extraordinaria, sin ser la excepción cuando nos referimos a calentadores solares, la que tiene referencia a la energía termal, la misma que puede ser aprovechada para el calentamiento de agua para uso sanitario ya que dentro de una vivienda nominal, ocupa el segundo lugar de energía más consumida, es por ello que encontramos variedades de tipos de calentadores solares, o también llamados colectores solares, los mismos que consisten en un sistema que calienta agua sólo con la energía proveniente del sol y sin consumir gas o electricidad.

Sabiendo que un buen calentador solar de agua puede durar funcionando hasta 15 ó 20 años, es decir, varios años más que un sistema a gas.

Los beneficios del uso de los calentadores solares de agua los podemos clasificar en dos: económicos y

ambientales.

Económicos.- Con la instalación de un sistema adecuado a nuestras necesidades, podemos satisfacer la mayor parte de los requerimientos de agua caliente de nuestra casa, sin tener que pagar combustible, pues utilizar así el sol no nos cuesta. Aunque el costo inicial de un calentador solar de agua es mayor en comparación de otros sistemas como lo es el de gas, con los ahorros que se obtienen por dejar de consumir gas, podemos recuperar nuestra inversión en un plazo razonable.

Ambientales.- El uso de los calentadores solares permite mejorar en forma importante nuestro entorno ambiental. ¿Cómo? Los problemas de la contaminación en las zonas urbanas no sólo son provocados por los combustibles utilizados en el transporte y en la industria, sino también por el uso de gas LP en millones de hogares, lo cual contribuye en conjunto al deterioro de la calidad del aire y la emisión de gases de efecto invernadero.

Dentro de estos tenemos los siguientes tipos de colectores:

¿ Colectores de placa plana.

¿ Colectores de tubo de vacío.

Energía Solar

La energía solar es la energía producida por el sol y que es convertida a energía útil por el ser humano, ya sea para calentar algo o producir electricidad (como sus principales aplicaciones).

Cada año el sol arroja 4 mil veces más energía que la que consumimos, por lo que su potencial es prácticamente ilimitado.

La intensidad de energía disponible en un punto determinado de la tierra depende, del día del año, de la hora y de la latitud. Además, la cantidad de energía que puede recogerse depende de la orientación del dispositivo receptor.

Actualmente es una de las energías renovables más desarrolladas y usadas en todo el mundo.

Esta energía renovable se usa principalmente para dos cosas, aunque no son las únicas, primero para calentar cosas como comida o agua, conocida como energía solar térmica, y la segunda para generar electricidad, conocida como energía solar fotovoltaica.

Los principales aparatos que se usan en la energía solar térmica son los calentadores de agua y las estufas solares.

Calentadores solares de tubos de vacío.-

Un calentador solar de tubos de vacío es un tipo de colector solar formado por colectores lineales alojados en tubos de vidrio al vacío. El panel tiene estructura de peine, con un mástil que conduce el fluido caloportador, y una serie de tubos a modo de púas donde se produce la captación de la radiación solar

¿ Características de los calentadores de tubos al vacío

Es un colector fabricado con alta calidad y dada la baja emisividad del tubo (0,08), su alta absorptividad (0,93) y su aislamiento por vacío, se consiguen rendimientos superiores a otros tipos de colectores solares.

¿ El aprovechamiento de la luz difusa permite lograr temperaturas por encima de 40 °C en días totalmente nublados

¿ En días de radiación normal adquiere temperaturas superiores a los 75 °C con un consumo promedio calculado de agua caliente.

¿ El comportamiento térmico es superior a otros colectores solares que se comercializan, y puede trabajar a temperaturas superiores a los 80 °C con una eficiencia superior a 50%.

¿ La curvatura del tubo de vidrio (de 30 a 40 mm de diámetro) ofrece una mayor resistencia a los impactos que los colectores planos. Se reporta que ha superado pruebas equivalentes a un granizo de 15 mm.

¿ Su montaje es muy sencillo si se tiene experiencia.

¿ El transporte es muy cómodo y ocupa poco espacio, al ser totalmente desarmable.

¿ El mantenimiento es muy sencillo y solamente requiere de limpieza una vez al año.

Sistema Híbrido de Calentador Solar / Calentador de GLP

El sistema está diseñado para que el calentador de gas funcione en conjunto con un sistema solar. Los equipos se conectan en serie y el calentador de gas verifica la temperatura del agua entrante y solo que esta se encuentre fría activa el encendido electrónico del quemador de gas electrónico del quemador de gas.

Calentadores de paso

También llamados calentadores instantáneos o calentadores de flujo son también de reducido tamaño en los modelos eléctricos y algo más grandes en los modelos de gas natural o GLP. Son unidades que están apagadas, sin consumir energía, un sensor de flujo se activa cuando detectan circulación de agua e inician su procedimiento de calentamiento. Los modelos eléctricos van desde los 8.000 W (1,91 kcal/s) hasta los 22.000 W (5,26 kcal/s). Los modelos de gas pueden alcanzar las 8 kcal/s como es el caso de un calentador de 18 L/min. Los modelos eléctricos están equipados con resistencias calentadoras de inmersión y los de gas encienden una llama que calienta un intercambiador de calor por donde circula el agua.

Los modelos más avanzados están equipados con controles electrónicos de temperatura y caudalímetros. De

esta manera el usuario puede seleccionar la temperatura que desea en grados. El controlador electrónico mide el flujo de agua que está circulando, la temperatura de entrada, y gradúa la potencia que aplicarán las resistencias de calentamiento en el caso de los modelos eléctricos o el tamaño de la llama en los modelos a gas.

Calentador de paso a gas.

Los modelos eléctricos pueden aplicar el 99% de la energía consumida al agua, mientras que los modelos a gas alcanzan entre un 80% y un 90% de eficiencia. En el caso de los calentadores a gas la energía no utilizada se libera en forma de aire caliente.

Los modelos eléctricos pueden instalarse en lugares cerrados pues no requieren ventilación, en cambio los de gas deben instalarse en lugares ventilados o, si se instalan en lugares cerrados, deben dirigir los gases que expelen a través de un ducto de ventilación al exterior.

Los calentadores eléctricos tienen ventajas de ahorro de espacio, ahorro de energía y agua caliente ilimitada pero sólo son prácticos en países de clima templado o caliente dada su baja capacidad de calentamiento a grandes flujos de agua, o si la temperatura inicial del agua es muy baja.

Para seleccionar la potencia de un calentador de paso se debe conocer la cantidad de agua que se necesita calentar y a qué temperatura se desea elevar.

## 6. METODOLOGÍA

1) Diagnóstico de la realidad actual de consumo de energía eléctrica y GLP para el calentamiento de agua sanitaria para una familia promedio en la ciudad de Cuenca.

En base a datos obtenidos de fuentes primarias como el INEC, la dirección de hidrocarburos, la empresa eléctrica y por información recopilada mediante una muestra de la población se va a realizar un diagnóstico del gasto energético para el calentamiento de agua sanitaria en una vivienda unifamiliar de la ciudad de Cuenca.

2) Estudio del estado del arte en lo referente a sistemas híbridos con energía solar utilizados para agua caliente sanitaria ACS

En el presente capítulo se realizara los estudios respectivos a los sistemas híbridos de calentamiento de agua sanitaria solar-GLP, solar-eléctrico, existentes en el Ecuador, ya que estos son realizados de manera artesanal y carecen de un sustento científico, en comparación de América Latina existen desde el 2002 presentándose grandes avances en cuanto a niveles de eficiencia llegando hasta un 87%, la tecnología de un sistema de calentamiento híbrido consta de un calentador solar de tubos de vacío y un calentador auxiliar de GLP o eléctrico.

3) Diseño e implementación de un sistema híbrido de calentamiento de agua sanitaria para una familia promedio en la ciudad de Cuenca.

Los colectores de tubo de vacío se encuentran entre los tipos de colectores solares más eficientes, estos colectores se aprovechan al máximo en aplicaciones que requieren temperaturas moderadas, entre 50 °C y 95 °C, y/o en climas muy fríos.

Para garantizar el suministro de ACS es necesario un sistema auxiliar, GLP o eléctrico, formando de esta manera un sistema híbrido de calentamiento, el emplazamiento se lo hará en dos viviendas de la ciudad de Cuenca.

4) Monitorear y evaluar los sistemas de calentamiento híbridos implementados.

El monitoreo se realizara de manera directa en los lugares en los cuales sean instalados los sistemas híbridos de calentamiento, los valores a medir serán temperatura del agua, caudal, presión, consumo de GLP, eléctrico, posteriormente se procederá a realizar una evaluación que nos permitirá dar un diagnóstico del funcionamiento de dicho sistema de calentamiento.

5) Realizar el análisis técnico financiero

Como parte final del proyecto se procederá a realizar un estudio para medir la fiabilidad técnica económica de dicho proyecto, el costo final del emplazamiento, también se analizará las reducciones en cuanto al consumo de energía eléctrica y de GLP, por consiguiente el ahorro económico

## 7. BIBLIOGRAFÍA

Libros.-

- ¿ CENGEL, Yunus A, ¿ Transferencia de Calor ¿, Editorial Mc Graw Hill segunda edición, México 2004.
- ¿ CENGEL, Yunus A, ¿ Termodinámica ¿, Editorial Mc Graw Hill cuarta edición, México 2003.
- ¿ CUEVAS VILLEGAS, Carlos Fernando, ¿ Contabilidad de costos: enfoque general y de gestión ¿, Editorial Pearson Educación, Decima segunda edición, México 2007.
- ¿ Crane. ¿ Flujo de fluidos en válvulas, accesorios y tuberías ¿. División de Ingeniería de  
¿ McGraw-Hill. 1993.
- ¿ Fernando Santos Sabrás, Ma. Belén Mongelos Oquiñena y Fco. Javier Coca ¿ Estudio de la fiabilidad de determinadas fórmulas empíricas para el cálculo de pérdidas de carga en tuberías trabajando con agua ¿, 1986.
- ¿ Frank M. White. ¿ Mecánica de Fluidos ¿, Ed. McGraw-Hill. 1979.
- ¿ González, J., Argüelles, K.M., Ballesteros, R., Barrio, R., Fernández, J.M., ¿ PRINCIPIOS DE MECÁNICA DE FLUIDOS ¿.
- ¿ Hans Rau, Energía solar, ¿ Aplicaciones prácticas, Marcombo- Boixerau ¿ Editores, Barcelona España 1984
- ¿ JANSEN, Ted J, ¿ Solar Engineering Technology ¿, Editorial/ production supervision: Albert Boddy and Barbara Palambo.
- ¿ Mott, Robert L, ¿ Resistencia de materiales ¿, Editorial: Prentice Hall.
- ¿ Mott, Robert L, ¿ Diseño de máquinas ¿, editorial: Prentice Hall
- ¿ WALPOLE, Ronald y MYERS, Raymond, ¿ Probabilidad y Estática para Ingeniería y Ciencias ¿, Editorial Pearson Educación, Octava edición, México 2007.
- ¿ CORDOBA PADILLA, MARCIAL; Formulación y Evaluación de Proyectos, Ecoediciones; 2009.
- ¿ SAPAG CHAIN, NASSIR; Proyectos de Inversión, Formulación y Evaluación; Pearson; 2007
- ¿ BACA URBINA, GABRIEL; Fundamentos de Ingeniería Económica; McGrawHill; 2007
- Páginas de internet.-
- ¿ <http://energiasolar.galeon.com/>
- ¿ <http://www.solarpaces.org/inicio.php>
- ¿ <http://www.textoscientificos.com/energia/calentador-solar/construccion-colectores>
- ¿ <http://www.sitiosolar.com/>
- ¿ <http://www.ciencias.holguin.cu/2009/Noviembre/articulos/ARTI4.htm>
- ¿ <http://www.cricyt.edu.ar/lahv/asades/modulos/averma/trabajos/2008/2008-t003-a014.pdf>
- ¿ <http://jorge-bada-cabeza.suite101.net/energia-solar-termica-captadores-solares-y-otros-componentes-a43600>

## 8. RESULTADOS ESPERADOS

En primer lugar se obtendrá información actual sobre el uso de sistemas para obtener ACS en la ciudad de Cuenca

En segundo lugar se obtendrá la caracterización sistemas híbridos de calentamiento de agua sanitaria para lograr bajos consumos de energías no renovables como lo son el GLP, y energía eléctrica, mediante colectores solares de tubos de vacío, logrando niveles de eficiencia del 75% aproximadamente.

Se obtendrán del proyecto un review sobre la obtención de ACS con sistemas híbridos, y un científico paper con los resultados de la investigación

## 9. TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA Y/O SOCIALIZACIÓN DE RESULTADOS DE INVESTIGACIÓN

El presente proyecto sería de suma importancia para el Gobierno Nacional del Ecuador así como también para el Ministerio de Medio Ambiente permitiendo obtener disminución en los consumos de combustibles ya que estos son subsidiados, así como también la disminución de las emisiones de CO<sub>2</sub> hacia el medio ambiente. Para conseguir este fin se plantea presentar el proyecto ante el MEER Ministerio de Electrificación y Energías Renovables del Ecuador y además trabajar con el INER Instituto Nacional de Energías Renovables sobre el tema de eficiencia energética con el uso de energías renovables.

## 10. IMPACTOS DEL PROYECTO



- El proyecto permitirá el desarrollo de la tesis de Ingeniería Mecánica de los dos estudiantes vinculados al proyecto
- Los datos obtenidos apoyarán el desarrollo de la tesis doctoral del Director del proyecto.
- Se pretende obtener un sistema económico y eficiente para el la obtención de agua caliente sanitaria
- Se fomentara la sustitución de los sistemas de calentamiento de agua por sistemas híbridos y así disminuir el impacto ambiental en la zona de intervención.

## 11. INFORMACIÓN DE COFINANCIADORES (en caso de que existieran)

