

GENERACIÓN DE ENERGÍA TÉRMICA POR MEDIO DE ENERGÍA SOLAR
PARA CLIMATIZAR PISCINAS

LUIS JAVIER ZAPATA GONZALEZ

INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO
FACULTAD DE INGENIERIA
TECNOLOGÍA ELÉCTRICA
MEDELLÍN
2012

GENERACIÓN DE ENERGÍA TÉRMICA POR MEDIO DE ENERGÍA SOLAR
PARA CLIMATIZAR PISCINA

LUIS JAVIER ZAPATA GONZALEZ

Trabajo de grado para optar el título de
Tecnólogo en Eléctrica

ADOLFO LEON MONTOYA

Ingeniero Electricista

Asesor

INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO

FACULTAD DE INGENIERÍA

TECNOLOGÍA ELÉCTRICA

MEDELLÍN

2012

Nota de Aceptación

Presidente del jurado

Jurado

Jurado

Medellín, 06 de Febrero del 2012

A nuestro amados padres quienes con su gran esfuerzo y
su gran conocimiento nos mostraron el
camino para que lográramos alcanzar nuestras metas.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco de todo corazón a Dios por ser el dueño de nuestra existencia a mis queridos padres, profesores, compañeros, amigos, esposa e hijos. Quienes con su apoyo, ánimo y comprensión me brindaron los cimientos fundamentales para lograr la obtención de este proyecto. En especial:

- A mis padres por su apoyo y consejos
- A Adolfo León Montoya asesor de este proyecto, por su apoyo, confianza y sugerencias, por mostrarnos el sendero de la investigación e inculcarnos grandes valores para el mejoramiento de nuestras vidas.

CONTENIDO

	Pág.
RESUMEN	
ABSTRACT	
INTRODUCCIÓN	14
1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	16
2. JUSTIFICACIÓN	17
3. OBJETIVOS	18
3.1 OBJETIVO GENERAL	18
3.2 OBJETIVO ESPECÍFICO	18
4. REFERENTES TEÓRICOS	19
4.1 GENERALIDAD	19
4.1.1 ENERGÍA	19
4.1.1.1 Radiación solar	19
4.1.1.2 Fuentes de Energía	21
4.1.1.3 Transductores	23
4.2. EQUIPOS DE CONVERSIÓN SOLAR	34
4.2.1 LENTES CONVERGENTES	34
4.2.2 ESPEJOS CONCAVOS	35
4.3 SISTEMAS FOTOVOLTAICOS	37
4.3.1 CONVERSIONES FOTOVOLTAICOS	37
4.3.1.1 Sistema de conversión a corriente continua	37
4.3.1.2 Sistema de conversión a corriente alterna	37
4.3.1.3 Sistema de conversión a corriente continua y corriente alterna	38
4.3.1.4 Combinación de un sistema fotovoltaico y generador	39
4.3.1.5 Enlazar un sistema fotovoltaico con la red pública	40

4.3.1.6	Interconexión con la red pública	40
4.4.	ENERGIA SOLAR	42
4.4.1.	TECNOLOGÍA TÉRMICA	42
4.4.2.	ARQUITECTURA SOLAR PASIVA	43
4.4.3.	ENERGÍA FOTOVOLTAICA	43
4.5.	ENERGIA SOLAR TERMICA	45
4.6.	IMPACTO SOCIAL Y AMBIENTAL DEL PROYECTO	50
4.6.1	IMPACTO MEDIOAMBIENTAL	50
4.6.2	IMPACTO AMBIENTAL	50
4.6.3	IMPACTO SOCIAL	50
5.	METODOLOGÍA	52
5.1.	CLIMATIZACION DE UNA PISCINA CONVIRTIENDO ENERGIA SOLAR EN TERMICA	52
5.1.1	REQUISITOS PARA LA INSTALACION	53
5.1.1.1	Condiciones para la instalación	54
5.1.1.2	Materiales para la instalación	54
5.1.2.	COLECTORES SOLARES	55
5.1.3.	METODOS DE CALEFACION	58
5.1.3.1	Bombas de calor	58
5.1.3.2	Calentadores eléctricos	58
5.1.3.3	Colectores de Energía Solar	59
5.1.4	SISTEMAS SOLARES	60
5.1.4.1	Colector solar	60
5.1.4.2	Colectores de Polipropileno	62
5.1.4.3	Sistema forzado con serpentín interno	62
5.1.4.4	Tubos de vacio	64
6.	DESCRIPCIÓN TÉCNICA DEL PROYECTO	66
6.1	DESCRIPCION DEL SISTEMA	66
6.1.1	PRODUCTO UTILIZADO	66

6.1.1.1	Descripción del producto	66
6.1.1.2	Rendimiento del sistema	67
6.1.2	INSTALACION FINAL DEL PROYECTO	71
6.1.2.1	Armado de los colectores	71
6.1.2.2	Conexión hidráulica	73
6.1.2.3	Conexiones eléctricas	77
6.2.	ESTUDIO TECNICO	79
6.2.1	TAMAÑO DEL PROYECTO	79
6.2.1.1	Factores condicionantes	79
6.2.1.2	Capacidad diseñada y capacidad utilizada	79
6.2.2.	MATERIALES UTILIZADOS	80
6.2.2.1	Colectores solares	80
6.2.2.2	Regulador de voltaje	80
6.2.2.3	Cables	82
6.2.3	RENDIMIENTO	84
6.2.3.1	Radiación extraterrestre	84
6.2.3.2	Radiación global	86
6.2.3.3	Radiación en el colector solar	86
6.3.	ESTUDIO DEL MERCADO	87
6.3.1.	CONSOLIDAR EL PRODUCTO EN EL MERCADO	87
6.3.1.1	Panel fotovoltaico	87
6.3.1.2	El colector solar	87
6.3.1.3	Módulo solar	88
6.3.2	COLECTORES DE PLACA PLANA	89
6.3.2.1	Colectores planos no protegidos	90
6.3.2.2	Tubos de vacío	90
6.3.3.	ÁREA DE MERCADO	92
6.3.3.1.	Poblacion	92
6.3.3.2	Segmentación del mercado	92
6.3.4.	ESTUDIO FINANCIERO	95

6.3.4.1	Calentador solar	96
6.3.4.2	Motobomba	96
6.3.4.3	Sistema Mixto	97
6.3.5.	COMPARACION COSTOS DE OPERACIÓN ENTRE BOMBA DE CALOR vs CALDERÍN A GAS Y RESISTENCIAS ELECTRICAS	100
6.3.6.	ANALISIS DEL MERCADO	102
6.3.7.	ESTRATEGIA COMERCIAL	103
7	CONCLUSIONES	105
8	RECOMENDACIONES	107
9	PROTOTIPO	108
	INTRODUCCION	108
9.1	OBJECTIVO	109
9.2	JUSTIFICACIÓN	110
9.3	REFERENTES TEÓRICOS	112
9.4	METODOLOGÍA	116
9.5	CONCLUSIONES	123
9.6	RECOMENDACIONES	124
	BIBLIOGRAFIA	125
	CIBERGRAFIA	127
	ANEXOS	

LISTADO DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Materiales utilizados	54
Tabla 2. Características de los colectores.	80
Tabla 3. Características del regulador de voltaje	81
Tabla 4. Características de las baterías	81
Tabla 5. Calibres de cable con caída de voltaje de hasta el 10%	83
Tabla 6. Datos de la instalación	95
Tabla 7. Calentador solar	96
Tabla 8. Bomba de calor	97
Tabla 9. Sistema mixto	98
Tabla 10. Accesorios de la instalación	99
Tabla 11. Costos de la bomba de calor	100
Tabla 12. Costos del Calderin a gas	101
Tabla 13. Costos del Calentador eléctrico	102

LISTADO DE FIGURAS

		Pág.
Figura 1.	Radiación directa	20
Figura 2.	Radiación difusa	21
Figura 3.	Conversión fotovoltaica	23
Figura 4.	Interior de un tubo de vacío	24
Figura 5.	Calentador Solar	25
Figura 6.	Colector Solar sin concentración	26
Figura 7.	Colector Solar de Placa Plana	26
Figura 8.	Colector Solar plano protegido	27
Figura 9.	Colector Solar plano no protegido	27
Figura 10.	Colector de aire	28
Figura 11.	Colector de vacío	28
Figura 12.	Colector de tubos al vacío	29
Figura 13.	Colector solar de concentración	29
Figura 14.	Desalinizador solar	30
Figura 15.	Secador de granos	30
Figura 16.	Grafica de la constante solar	32
Figura 17.	Sistema de corriente continua	37
Figura 18.	Sistema de conversión a corriente alterna	38
Figura 19.	Sistema de conversión de corriente continua y alterna	38

Figura 20.	Sistema fotovoltaico combinado con un generador	39
Figura 21.	Unión a la red pública	40
Figura 22.	Interconexión con la red pública	41
Figura 23.	Conexión de un colector solar	44
Figura 24.	Diagrama del sistema solar.	52
Figura 25.	Componentes del sistema.	53
Figura 26.	Colector solar	55
Figura 27.	Colector para piscina	56
Figura 28.	Bomba de calor	58
Figura 29.	Calentadores eléctricos	59
Figura 30.	Partes de un colector solar	59
Figura 31.	Colectores con tubos de vacío	65
Figura 32.	Motobomba	75
Figura 33.	Sensor solar	76
Figura 34.	El termostato	77
Figura 35.	Conexiones eléctricas.	79

LISTADO DE GRÁFICAS

	Pág.
Gráfica 1. Esquema del Controlador de temperatura	62
Gráfica 2. Esquema del Sistema forzado.	63
Gráfica 3. Esquema de cómo implementar un calentador solar de agua	65
Gráfica 4. Esquema de la conexión del producto	69
Gráfica 5. Esquema de la Conexión hidráulica del colector	74
Gráfica 6. Esquema conexión eléctrica	78

INTRODUCCION

El sol es la fuente de energía limpia más abundante que tenemos en el planeta y la de menos valor ya que el único costo que representa es el montaje que se aplique para su recolección y aprovechamiento.

Una de las aplicaciones con la cual se puede utilizar la energía solar es la tecnología termoeléctrica la cual se plantea como una alternativa con gran potencial para contribuir a la estabilidad del actual sistema eléctrico.

El desmesurado incremento de los precios en el valor de los servicios públicos en particular el del servicio energético y el peligro que pueden generar otra forma de servicio eléctrico como es el gas demostró que el recurso que ofrece mayores servicios y beneficios es la energía solar, el cual presenta entre sus ventajas que su inversión de transformación es fácilmente recuperable y no se produce contaminación en su obtención.

El continuo aumento de los servicios públicos y el alto costo de la canasta familiar han llevado a la suspensión de los servicios públicos energéticos en hogares e industrias en algunos casos llevando al cierre de estas, también la no utilización de sistemas de calefacción, sistemas de climatización de piscinas entre otros.

La finalidad de este trabajo investigativo es la obtención de Energía Térmica por medio de la energía solar para el buen funcionamiento de los sistemas de climatización de piscinas sin generar costos energéticos en el funcionamiento del sistema por medio de transductores que transforman la energía de la luz solar directamente en energía térmica mediante un efecto llamado fototérmico, la luz solar cae sobre dos placas semiconductoras que como su nombre indica, ni son materiales conductores ni aislantes.

Los dos elementos semiconductores más importantes son el germanio (Ge), y el silicio (Si). Ambos, los cuales a temperatura ambiente tienen muy pocos electrones libres que son los responsables de su pequeña conductividad porque producen una diferencia de potencial entre las capas, este voltaje tiene la capacidad de manejar una corriente a través de un circuito externo, la unión de celdas solares forman los colectores Solares.

En las siguientes páginas mostraremos y compararemos los sistemas convencionales para climatizar piscinas, cómo los calentadores a gas, la bomba de calor en relación a los sistemas que aprovechan la radiación del sol, los equipos de los sistemas solares están apoyados en avances tecnológicos en cuanto a materiales semiconductores para la creación de colectores solares, lo que facilita una mejor transformación de la energía solar en energía térmica con un mejor rendimiento.

1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

En la actualidad el hombre depende en gran parte del petróleo y del agua para la obtención de la energía eléctrica lo que ha ocasionado en varios casos la devastación y deterioro de los recursos naturales. Por los altos costos que presenta la generación, el transporte y la distribución de la energía eléctrica, ocasiona que el precio del kilovatio/hora energético que consumen los usuarios de este servicio aumente continuamente.

El aumento de los precios en los servicios públicos ha llevado al cierre total o parcial de empresas, suspensión de los servicios domiciliarios, no utilizar sistemas de agua caliente, sistemas de calefacción y en particular los equipos que generan el funcionamiento de los sistemas encargados de climatizar piscinas basados en la energía eléctrica.

La institución educativa Tecnológico Pascual Bravo institución universitaria a través de su tecnología e ingeniería eléctrica ha estado a la vanguardia de los adelantos y avances tecnológicos ocurridos en el campo de las energías alternativas (energía solar, energía eólica, energía nuclear, entre otras) lo que conlleva a estimular a los estudiantes a innovar, crear e implantar nuevas formas de obtención de la energía eléctrica.

La utilización de energía solar permite que las piscinas puedan funcionar climatizadas las 24 horas del día sin generar ningún costo en su funcionamiento permitiéndoles a los usuarios de estas un mejor aprovechamiento

2. JUSTIFICACIÓN

El motivo principal del proyecto es mostrar que se puede lograr una reducción significativa en cuanto al costo energético que implica la utilización de mecanismos diseñados para climatizar piscinas.

La reducción se logra implantando nuevos avances tecnológicos que ayuden en la transformación y aprovechamiento de la energía solar en energía térmica, mostrando que todos los procesos donde se utilice este tipo de energía no presentara ninguna alteración en su normal funcionamiento.

Se obliga a los estudiantes de áreas afines a la parte eléctrica ha adquirir dichos conocimientos, mantenerse al tanto de los avances tecnológicos a proponer e innovar otros desarrollos acordes al sector.

La industria moderna requiere de las tecnologías suficientes para encarar y manejar los procesos productivos modernos y los métodos de control en dichos procesos buscando que la reducción en el precio de los costos energéticos no interfieran con su normal funcionamiento en el proyecto se presenta una descripción para el montaje y asesoría de colectores solares en la climatización de piscinas, trataremos de determinar si la inversión puede llegar a realizarse desde los puntos de vista financiero, ambiental y social.

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

Realizar el montaje de un sistema energético que permita convertír la energía solar en energía térmica con el propósito de climatizar piscinas sin que esto genere costos de funcionamiento.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Consultar, recaudar e investigar toda la información pertinente en cuanto a los distintos métodos de energías renovables.
- Escoger e instalar los equipos necesarios para la realización del proyecto mediante los parámetros de calidad, eficiencia y normas técnicas.
- Implementar el proyecto mediante un estudio de factibilidad en lo referente a costos y beneficios que genere la realización del proyecto.
- Implementar el montaje y realizarle chequeos periódicos que permitan mirar la factibilidad del proyecto en cuanto a su rendimiento, eficiencia y calidad.

4. REFERENTES TEÓRICOS

4.1. GENERALIDAD

La estrella que, por el efecto gravitación de su masa, domina el sistema planetario que incluye a la Tierra, recibe el nombre de estrella solar o mas conocido como el sol. Mediante la radiación de su energía electromagnética, aporta directa o indirectamente toda la energía que mantiene la vida en la Tierra, porque todo el alimento y el combustible que utilizamos proceden en última instancia de las plantas que utilizan la energía de la luz del Sol.

Los países ubicados cerca a la región del Ecuador, como Colombia, cuentan con un gran recurso energético gracias a su situación geográfica, debido a que los rayos solares caen con gran perpendicularidad.

4.1.1 ENERGÍA

4.1.1.1 Radiación solar. Es La energía radiante producida en el Sol como resultado de reacciones nucleares de fusión que ocurren dentro de la estrella los rayos llegan a la Tierra a través del espacio en forma de haz de energía llamados fotones estos interactúan con la atmósfera y la superficie terrestre. La intensidad de la radiación solar en el borde exterior de la atmósfera si se considera que la Tierra está a una distancia promedio del Sol, se llama constante solar y su valor medio es $(1,37 \times 10^6 \text{ erg/s/cm}^2$ o unas 2 cal/min/cm^2) sin embargo esta cantidad no es constante ya que varía en un 2% en un periodo de 30 años.

La energía solar real disponible en la superficie terrestre es menor que la constante solar debido a la absorción y a la dispersión de la radiación que origina la interacción de los fotones con la atmósfera. El espectro solar se puede dividir en varias situaciones por debajo de la radiación visible, son conocidos como rayos ultravioleta y rayos X y por encima de la radiación visible son conocidas como microondas y ondas de potencia.

La radiación solar sobre la superficie terrestre se presenta de dos formas:

- Radiación Directa. No tiene cambios en su dirección desde el sol hasta la superficie terrestre.

Figura 1. Radiación directa

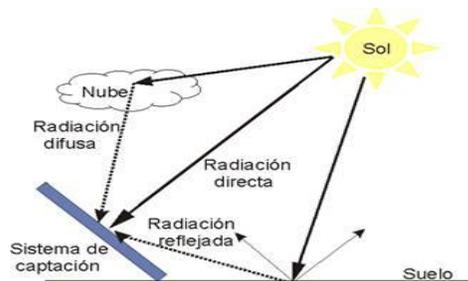


- Radiación Difusa. Los rayos solares al encontrarse con las nubes se dispersan y cambian de dirección, cada lugar del planeta recibe una cantidad de radiación diferente dependiendo de la atmosfera, los gases, las partículas de polvo, los agentes externos (contaminación, aerosoles....) el clima y la ubicación geográfica del punto escogido.

Para conocer la cantidad de energía que se puede obtener del sol es necesario medir la cantidad de radiación solar (directa más difusa) que se recibe realmente en su localidad. La medición de la radiación solar se hace con dos instrumentos especiales y de gran precisión

- El Piranometro. se encarga de medir la radiación global (directa más difusa) proporciona una señal eléctrica que esta calibrada para dar una respuesta en (kilovatios/m²).
- El Heliógrafo de CAMPBELL-STOKES. registra la radiación solar la cual está ligada íntimamente al brillo solar (cantidad de horas diarias que brilla el sol).

Figura 2. Radiación difusa



4.1.1.2 Fuentes de Energía. La recogida natural de Energía Solar se produce en la atmósfera, los océanos y las plantas de la Tierra. La interacción de la energía del Sol con los océanos y la atmósfera produce una cantidad de vientos que han sido utilizados durante varios siglos para hacer girar los molinos lo que se conoce como Energía Eólica.

Los sistemas modernos de energía eólica utilizan hélices fuertes, ligeras y muy resistentes a la intemperie las cuales vienen con grandes diseños aerodinámicos unidos a generadores diseñados para producir electricidad.

Casi el 30% de la Energía Solar que alcanza el borde exterior de la atmósfera se consume en el ciclo del agua que produce la lluvia y la energía potencial de las corrientes de montaña y de los ríos. La energía que generan estas aguas en movimiento al pasar por las turbinas modernas se llama Energía Hidroeléctrica, gracias al proceso de fotosíntesis la energía solar contribuye al crecimiento de la

vida vegetal (biomasa) está junto con la madera y los combustibles fósiles los cuales desde el punto de vista geológico derivan de plantas antiguas hace que puedan ser utilizadas como combustible. Otros combustibles como el alcohol y el metano pueden extraerse de la biomasa.

Los océanos representan un tipo natural de recogida de energía solar debido al resultado de la absorción realizada por los océanos las corrientes oceánicas producen variantes en la temperatura las variaciones verticales alcanzan 20 °C en distancias de algunos cientos de metros cuando hay grandes masas a distintas temperatura los principios termodinámicos predicen que se puede crear un ciclo generador de energía que extrae energía de la masa con mayor temperatura y transferir una cantidad a la masa con temperatura menor la diferencia entre estas energías se manifiesta como Energía Mecánica.

Los sistemas también llamados sistemas de conversión de Energía Térmica Oceánica requieren enormes intercambiadores de energía y otros aparatos instalados en plataformas en medio del océano encargadas de producir potencias del orden de los megavatios.

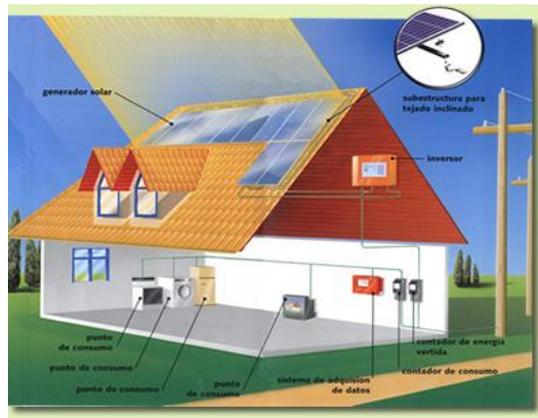
La recogida directa de energía solar requiere de dos dispositivos artificiales conocidos como: paneles y colectores solares ellos se diseñaron para recoger la energía solar y ser utilizada en procesos térmicos, fotoeléctricos o fotovoltaicos.

En los procesos térmicos la energía solar se utiliza para calentar un gas o un líquido que luego se almacena o se distribuye en cambio en los procesos fotovoltaicos la energía solar se convierte en energía eléctrica sin ningún dispositivo mecánico intermedio. Los colectores solares pueden ser de dos tipos de placa plana y de concentración.

4.1.1.3 Transductores. Son mecanismo que se utilizan para convertir un tipo de energía en otra, se eligen de acuerdo a las necesidades de energía que se desea producir, energía eléctrica o la de producir calor o energía térmica. Para poder utilizar de manera útil la energía solar existen dos formas artificiales para tal fin.

- Conversión fotovoltaica. Es la producción de energía eléctrica mediante la interacción de la radiación del sol con un material diseñado para producir corriente eléctrica. Entre los materiales más utilizados encontramos el silicio, el selenio, el sulfuro de cadmio.

Figura 3. Conversión fotovoltaica



- Fotogeneración. Cuando el núcleo recibe una cantidad suficiente de energía los electrones lo abandonan con el fin de generar energía eléctrica para lograr este fin se recomienda utilizar el silicio material que presenta gran movilidad de electrones al ser iluminado por la radiación solar. Para lograr esta conversión utilizamos paneles fotovoltaicos.

- Panel fotovoltaico. Fabricado con obleas finas de materiales como el silicio, el arseniuro de galio u otro material semiconductor en estado cristalino, encargados de convertir la radiación solar en electricidad hoy en día se dispone de células con eficiencias de conversión superiores al 30%.

Los paneles fotovoltaicos están formados por numerosas celdas que convierten la luz en electricidad, las celdas reciben el nombre de células fotovoltaicas, el buen funcionamiento de los paneles dependen del efecto fotovoltaico el que ocurre cuando la energía luminosa produce cargas positiva y negativa en dos semiconductores próximos de diferente tipo produciendo así un campo eléctrico capaz de generar o de producir energía.

- Conversión Fototérmica. Es el método encargado de producir energía térmica o Calor, funciona cuando la radiación solar es absorbida por una superficie encargada de transformar en calor la energía solar.

El calor es transferido a un fluido el cual se calienta para su uso posterior, el sistema utiliza un transductor conocido con el nombre de colector solar o panel solar térmico es un dispositivo que esta diseñado para aprovechar la energía proveniente de la radiación solar y la transforma en energía térmica de baja temperatura.

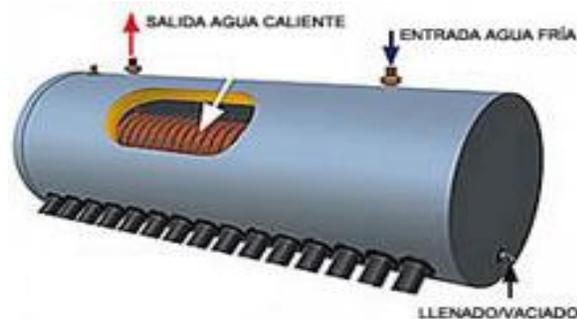
Figura 4. Interior de un tubo de vacío



Métodos de generación Fototérmica.

- El calentador Solar. Le ofrecerá agua caliente gratuita más del 90% del año por un periodo de 20 años sin ningún tipo de problema aun en los días prácticamente nublados y tras haber agotado la reserva de agua caliente en el depósito cuidadosamente aislado usted dispondrá del servicio de agua caliente gracias al sistema energético auxiliar incorporado. Sin casi mantenimiento y gracias a su sencilla tecnología el calentador solar tiene una vida útil superior a los 20 años, la instalación del calentador solar térmico supone la automática revalorización de su vivienda dado que a partir de entonces ofrecerá agua caliente sin ningún costo. El calentador solar es en esencia una caja plana muy bien aislada compuesta de un cristal en su parte frontal en el interior lleva un tubo en forma de serpentín por donde circula el agua la que es empujada por la gravedad o por una bomba, llega a un depósito muy bien aislado para su uso en el momento requerido. se logran temperaturas superiores a los 100°C

Figura 4. Calentador Solar



- Colectores Solares sin concentración. No generan mas de 70° C de calor por lo que son usados en las aplicaciones de energía solar térmica de baja temperatura un ejemplo de aplicación sería la producción de agua caliente sanitaria, se caracterizan por no poseer métodos de concentración.

Figura 5. Colector Solar sin concentración



- Colector solar de Placa Plana. Es un receptor encargado de recoger la energía procedente del Sol mediante una placa, la energía almacenada en la placa es transferida al fluido utilizado, poseen una cubierta transparente de vidrio o plástico que aprovecha el efecto invernadero. Lo forman una serie de tubos de cobre que al ser expuestos al sol absorben la radiación solar y la transmiten al fluido que atraviesa en su interior. Su aplicación es la producción de agua caliente sanitaria, sistemas de climatización de piscinas y calefacción.

Figura 6. Colector Solar de Placa Plana



- Colectores planos protegidos. Tienen la relación costo-producción de calor más favorable del mercado lo compone un captador ubicado dentro una caja rectangular de unas dimensiones que oscilan entre los 80cm y los 1.20mts de ancho, los 1.50mts y los 2.00mts de alto y de los 5cm a los 10cm de espesor, claro que existen modelos de dimensiones más grandes.

La cara expuesta al sol está cubierta por un vidrio muy fino mientras que las otras cinco caras restantes son opacas y están ubicadas dentro de la caja acompañados de una placa metálica que va unida o soldada a una serie de conductos por donde va el fluido, a dicha placa se le aplica un tratamiento superficial selectivo para que aumente su absorción de calor o simplemente se la pinta de negro.

Figura 7. Colector Solar plano protegido



- Colectores planos no protegidos. Son una variante económica de los anteriores donde se elimina el vidrio protector dejando la placa expuesta directamente al ambiente exterior ya que carecen de aislamiento perimetral. Conceptualmente una simple manguera enrollada y pintada de negro es un colector solar plano no protegido.

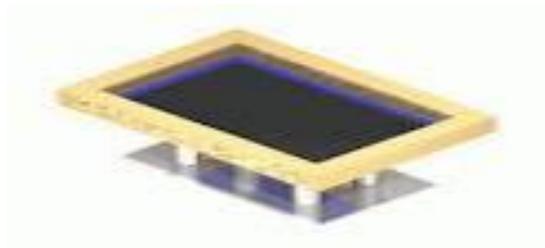
Figura 8. Colector Solar plano no protegido



- Colectores de Aire. Son planos y su principal característica es tener como fluido el aire, el aire no tiene una temperatura máxima límite y los procesos convectivos tienen una menor influencia, la unión de estas dos circunstancias da que los colectores trabajen mejor en condiciones de circulación normal, en contraposición poseen una baja capacidad calorífica y el proceso de transferencia de calor entre placa y fluido es malo. Su aplicación principal es la calefacción.

-

Figura 9. Colector de aire



- Colectores de Vacío. Van dotados de una doble cubierta herméticamente cerrada la que esta aislada del interior y del exterior con el fin de crear un vacío para poder reducir las pérdidas por convección. Su aplicación principal es la producción de agua caliente sanitaria y la climatización de piscinas.

Figura 10. Colector de vacío



- Tubos de vacío. En estos se reduce la superficie captadora a cambio de unas pérdidas caloríficas menores la lámina captadora va instalada dentro de varios tubos armados al vacío tienen forma parecida a un tubo fluorescente tradicional pero de color oscuro. La ventaja primordial de estos tubos es su mayor aislamiento lo que los convierte en los más indicados para climas muy fríos o de

montaña otra ventaja es su mayor flexibilidad de instalación ya que usualmente permite una variación de unos 20° sobre su inclinación ideal sin pérdida de rendimiento, su desventaja es su alto precio.

Figura 11. Colector de tubos al vacío



- Colectores Solares de Concentración. Utilizan métodos de concentración óptica y logran elevar la temperatura de fluido a más de 70° C, apropiados para producir energía solar térmica de media y alta temperatura.

Figura 12. Colector solar de concentración



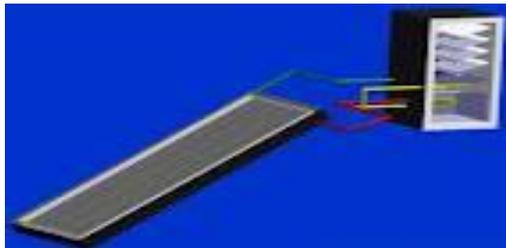
Imagen tomada de calentamientoglobalcli.co

- Desalinizador solar. Método de aplicación que aprovecha la energía solar para realizar la potabilización el cual es el proceso que consistente en sacar la sal del agua y/o la purificación del agua.
 - Descripción. Es una cubeta de poco fondo cubierto de pintura de color negro con el fin de absorber la radiación solar, su cubierta debe ser en un

material transparente, vidrio o Plástico y debe estar cerrada herméticamente con el propósito de crear el efecto invernadero.

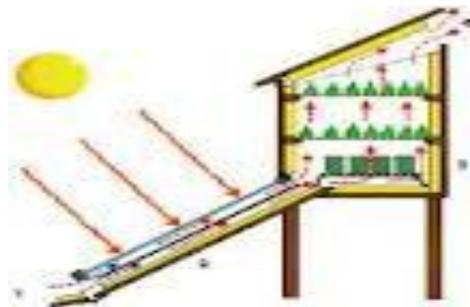
- Funcionamiento. El color negro del fondo de la caja se encarga de absorber la radiación solar con el fin de calentar el agua, el agua se evapora y se condensa mientras tanto el vidrio permanece frío debido a que esta en contacto con el exterior, el agua condensada rueda a un canal y por último a un depósito.

Figura 13. Desalinizador solar



- Secador solar. Se utiliza industrialmente en el secado de granos, frutas y otros productos, el colector calienta el aire cuando pasa por las cubetas que contienen el producto utilizado retirándoles parte de la humedad.

Figura 14. Secador de granos



- Predimensionamiento de los transductores. El cálculo de la superficie de los colectores necesarios para climatizar una piscina es complejo debido que depende de varios factores los cuales pueden variar mucho de una piscina a otra. Los factores pueden ser:
 - Irradiación directa del Sol sobre la propia piscina.
 - La temperatura ambiente.
 - La humedad relativa.
 - La altitud.
 - Renovación continua del agua de la piscina.
 - Relación superficie, (libre / volumen de la piscina).
 - Superficie mojada y pérdidas de calor a través de ella.
 - Pérdidas por radiación (dependen, de la nubosidad durante la noche).

El aumento del valor de la irradiación se consigue mediante un sistema que aumente el valor de la irradiación adecuado para obtener temperaturas elevadas, entre estos sistemas tenemos los lentes convergentes, los espejos y la superposición de flujos radiantes. Al espectro de la radiación recibida del Sol en la atmósfera exterior se le conoce como constante solar.

- La constante solar. Es la cantidad de energía recibida en forma de radiación solar su unidad de tiempo y su unidad de superficie son medidas en la parte externa de la atmósfera terrestre en un plano perpendicular a los rayos del Sol. Es calculada aritméticamente mediante la fórmula de la constante solar y se representada por la integral de la curva. Para hallar la constante solar se divide el flujo energético que emite el Sol por la relación de áreas entre la superficie del Sol (con r_s el radio solar) y la de una esfera situada a la distancia a_0 (una unidad astronómica), el valor esta medido por satélites y se usa como temperatura efectiva (T_{eff}) del Sol su valor es 5776 K.

La tierra según su sección transversal(127,4 millones de km²),su energía esta en el orden de $1,74 \times 10^{17}$ W. Los resultados de la medición de la constante solar por satélites arrojan un valor promedio de: $1,366 \times 10^6$ erg/cm² s o 1366 W/m². La constante solar no es propiamente una constante, pero sí un parámetro que a corto y medio plazo varía dentro de márgenes estrechos.

Así cualquier lugar de la tierra a 30° N de latitud recibe el 21 de junio, en verano una insolación de 1004,7 langleys/día y el 21 de diciembre en invierno sólo 480,4 langleys/día. Para los polos la insolación anual es 133,2 kilolangleys/año en la zona ecuatorial asciende a 320,9 kilolangleys/año (klangley=1000 langleys). El diámetro angular de la Tierra vista desde el Sol es de aproximadamente 1/11.000 de radián así que el ángulo sólido de la Tierra desde el Sol es de 1/140000 estereorradianes.

Eso implica que la Tierra intercepta sólo una parte entre 2000 millones de la radiación que emite el Sol la constante solar incluye todos los tipos de radiación no sólo la visible si no también la que está relacionada con la magnitud aparente del Sol cuyo valor es de -26,8, la magnitud se refiere solamente al espectro visible.

Figura 15. Grafica de la constante solar

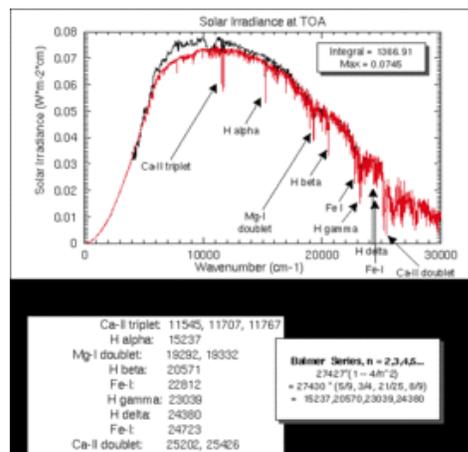


Imagen tomada de wikipedia.com

- Radiación Solar. Si no se tiene datos de radiación solar, se puede registrar las horas de sol en un día normal y utilizando la expresión dada por Glover y McCulloch. La expresión dada es:

Q = radiación diaria sobre un plano horizontal (vatios-h/m² día).

QCC = constante solar por día.

0 = latitud geográfica.

n = reales horas de sol por día

N = posibles horas de sol por día.

Ometto sugiere el uso de las constantes 0.26 y 0.51 respectivamente.

- Radiación Incidente. Se toma la posición del sol en la hora y fecha que se desea y se considera en términos de ángulos de altitud (Y) y ángulo de azimut (&) midiéndose desde el norte. Pueden calcularse mediante las siguientes ecuaciones astronómicas.

$$\text{Sen } Y = \text{sen } d \times \text{sen } 0 \cos d \times \cos 8 \times \cos t$$

$$\text{sen- } x \cos Y = \cos d \times \text{sen } t$$

En las que:

d = declinación

0 = latitud geográfica.

t = ángulo horario (15" por cada hora).

- Conversión Térmica. Cuando cae energía sobre una superficie negra esta absorbe gran parte de esa energía, la energía radiante se convierte en calor y provoca un incremento en la temperatura. El coeficiente de absorción de varios tipos de absorbentes negros, varia entre 0.8 y 0.98, el calor se transmite a otras partes del cuerpo por conducción y otra parte sale hacia el medio ambiente,

mediante procesos conectivos la pérdida de calor depende de la diferencia de temperatura entre la superficie y el medio ambiente ha medida que se calienta la superficie aumenta la pérdida de calor cuando la admisión de calor radiante es igualado por el de la pérdida de calor se alcanza una temperatura de equilibrio.

4.2. EQUIPOS DE CONVERSIÓN SOLAR

Los lentes se clasifican en convergentes y divergentes según el haz de los rayos luminosos al atravesar la lente estos rayos se converjan en un mismo punto o se separen de él.

Las lentes divergentes no se pueden concentrar ya que los rayos luminosos que las atraviesan siempre se separan entre sí por lo que no se tratarán.

4.2.1. LENTES CONVERGENTES.

Las lentes convergentes presentan los siguientes parámetros, el área de abertura y la distancia focal.

- El área de abertura. Es la superficie donde pasa libremente los rayos solares cuanto mayor sea la superficie de abertura, mayor cantidad de energía pasará a través de la lente y por lo tanto dispondremos de mayor potencia, se mide en m².
- La distancia focal. Es la distancia medida en metros desde el centro de la lente al punto (foco) donde se convergen los rayos solares el punto depende de la curvatura de la lente en el caso de que los rayos incidentes sean paralelos y la lente perfecta el foco es el punto donde converjan los rayos solares esto ocasiona una mancha focal en lugar de ser un punto sin dimensiones la proyección de la mancha focal sobre una superficie da lugar al área de recepción.

Se llama factor de concentración al cociente entre el área de abertura y el área de recepción si las lentes fueran perfectas el factor de concentración en el foco sería infinito.

4.2.2. ESPEJOS CONCAVOS.

Tienen un comportamiento muy similar a los lentes convergentes pero de todos los espejos cóncavos posibles, esféricos, parabólicos, elípticos, hiperbólicos, etc. Solamente los espejos parabólicos tienen la propiedad de tener un foco puntual y de comportarse igual que una lente convergente.

Un espejo parabólico posee un área de abertura que es la superficie en la cual inciden los rayos solares y un foco donde todos los rayos paralelos que llegan al espejo se concentran, un espejo actúa reflejando los rayos solares mientras que la lente deja pasar los rayos luminosos.

Entre los espejos parabólicos encontramos los siguientes colectores:

- Colectores solares doble-parabólicos. Consisten en un espejo curvado que presenta curvatura parabólica en un espejo curvado de dos ejes, la forma de estos colectores se asemeja a las antenas parabólicas para el seguimiento de naves espaciales, pueden llegar a obtener temperaturas sumamente elevadas pero presentan el problema de que precisan un seguimiento del Sol muy preciso y además en dos direcciones de este a oeste y de abajo a arriba. Esto requiere un mecanismo complejo de seguimiento con dos motores uno para efectuar el movimiento horizontal y otro para el movimiento vertical.

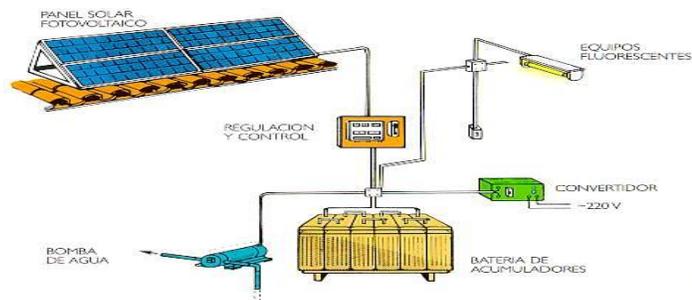
- Colectores de concentración especial. Este tipo de colector tiene propiedades interesantes. Aquí trataremos de dos de ellos el colector cilíndrico y el colector de Winston.
 - El colector cilíndrico. Consiste en un arco de cilindro generalmente medio cilindro con el espejo en la parte interior, la ventaja respecto al cilindro-parabólico estriba en su menor costo de fabricación es más fácil realizar una forma cilíndrica que una parabólica. Un haz de rayos paralelos que se refleje en una superficie cilíndrica no da lugar a un foco único sino al llamado foco paraxial que está situado aproximadamente a 0.5 veces el radio entre este foco paraxial y la superficie del espejo, en las proximidades de la superficie del espejo hay un receptor que suele consistir en un tubo rectangular situado en esta zona de concentración de los rayos solares dadas las características de estos colectores su orientación no precisa ser muy exacta pues para un amplio margen de ángulos de incidencia la radiación solar reflejada en el espejo siempre incidirá en el receptor.
 - El colector de Winston. Está formado por dos espejos, ambos cilindro-parabólicos y una superficie plana que es el receptor los dos espejos se disponen simétricamente, respecto al eje de simetría las características geométricas de este colector hacen que cualquier radiación que entre por el cono de abertura sea absorbida por el receptor por lo que no precisa seguimiento del Sol mientras éste se encuentre dentro de los límites del cono de abertura.

4.3. SISTEMAS FOTOVOLTAICOS

4.3.1. CONVERSIÓN FOTOVOLTAICA

4.3.1.1 Sistema de conversión a corriente continua. El sistema se puede armar pequeño e independiente es un sustituto ideal para lámparas de Gas, propano o de queroseno se utilizan en casas de campo apartada, en vehículos recreativos o hasta en un barco, el tamaño de la red fotovoltaica y del acumulador dependerá de las necesidades particulares del caso. La red fotovoltaica carga el acumulador durante las horas de luz Solar y el acumulador suministra la energía eléctrica cuando se requiera al quedar completamente cargado el acumulador un dispositivo de regulación pone fin a la acción de carga el centro de carga cuenta con medidores para verificar el funcionamiento efectivo del sistema y con fusibles para proteger el cableado en caso de ocurrir alguna falla o de presentarse un corto circuito en la casa.

Figura 17. Sistema de corriente continua



4.3.1.2 Sistema de conversión a corriente alterna. Por lo general, un sistema independiente de corriente alterna consta de una red de 10 módulos fotovoltaicos o más, una batería de acumuladores y uno o varios inversores conectados en cascada. Este sistema resulta importante para aparatos que requieren de operación constante como los refrigeradores, congeladores.

En residencias grandes un sistema de corriente alterna simplifica el cableado ya que permite el uso de apagadores, tomas de corriente y portalámparas.

Figura 18. Sistema de conversión a corriente alterna

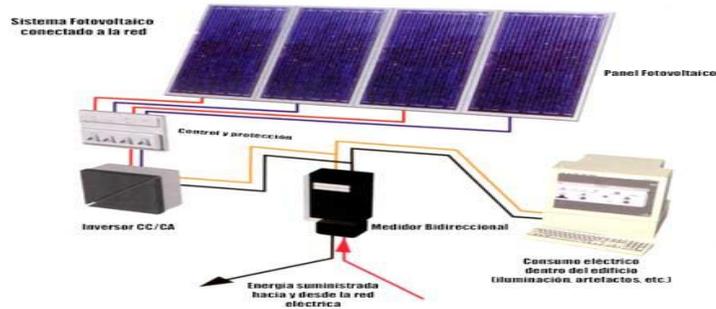


Imagen de patentados.com

4.3.1.3 Sistema de conversión a corriente continua y corriente alterna. Es parecido al anterior la excepción es que se debe incluir un inversor, el cual es un dispositivo electrónico que convierte la corriente continua en alterna. El inversor permite el uso de aparatos como: herramientas eléctricas, aspiradoras, lavadoras y aparatos eléctricos de cocina, los inversores manejan cambios de CC - CA de alta calidad con potencias útiles desde 100 vatios hasta 12 kilovatios y con una eficiencia de conversión superior al 90%. El inversor se selecciona de acuerdo a las cargas que habrán de utilizarse, entre mayor sea la carga que maneja el sistema más grande habrá de ser la red fotovoltaica y mayor la capacidad de acumuladores.

Figura 19. Sistema de conversión de corriente continua y alterna

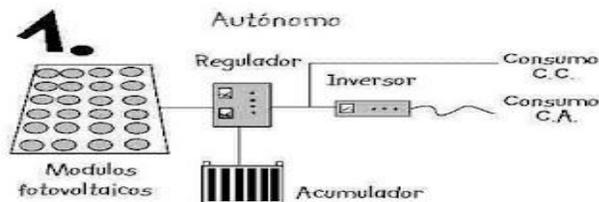


imagen de elvpr-america.com.ar

4.3.1.4 Combinación de un sistema fotovoltaico y generador. La combinación de un sistema fotovoltaico y un generador es una alternativa económica en lugares propensos a condiciones meteorológicas adversas así el tamaño de la red fotovoltaica que se instala no tendrá impedimentos en las peores condiciones climatológicas. Se utiliza un generador de motor a gasolina, propano o diesel equipado con un cargador para los acumuladores para apoyar a la red fotovoltaica cuando el tiempo así lo requiere el generador solo entrará en servicio cuando el cielo permanezca durante mucho tiempo nublado o cuando las necesidades de corriente sean mayores a lo normal.

Cuando el nivel de carga de los acumuladores esté bajo el generador le suministrará corriente a los aparatos de la casa así como al cargador de los acumuladores, si el tamaño de la red fotovoltaica es mucho menor que el que se requiere para uso normal el generador suministrará la corriente en momentos de mayor demanda y simultáneamente accionará el cargador de los acumuladores para asegurar una operación eficiente del sistema.

Figura 16. Sistema fotovoltaico combinado con un generador

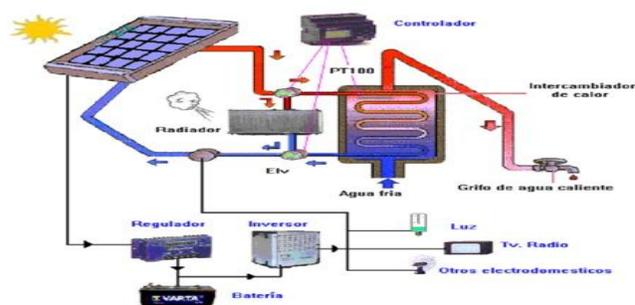


Imagen de yoursunyourenergy.com

4.3.1.5 Enlace de un sistema fotovoltaico con la red pública. Se realiza uniendo las líneas de la compañía de electricidad al sistema fotovoltaico el cual cuenta con un respaldo que le permite realizar esta unión a la corriente de la red pública de distribución. Si se descargan los acumuladores un conmutador de transferencia automática conecta la casa con las líneas de servicio público hasta que la red fotovoltaica haya restablecido el nivel de carga de la batería de acumuladores.

Figura 17. Unión a la red pública



imagen de cwk-solar.de

4.3.1.6 Interconexión con la red pública. Este tipo de interconexión nos abre la posibilidad de vender corriente eléctrica a la compañía de electrificación de la ciudad al sistema se le instala un tipo especial de inversor encargado de convertir la corriente continua de la red fotovoltaica en corriente alterna de pequeña distorsión del tipo que compran las empresas energéticas. No se requieren acumuladores para almacenar la corriente, al momento de que los módulos solares producen la corriente ésta se suministra a través de un medidor kilovatio-horas a la red pública, un segundo medidor de kilovatio-horas ubicado en la casa se utiliza para medir la corriente consumida, la compañía eléctrica está en la obligación de pagar el excedente de energía eléctrica que produzca el sistema de energía solar.

Para su construcción se requiere como mínimo una red fotovoltaica de unos 1000 vatios (20 o más módulos fotovoltaicos), un inversor de interconexión de 1000 vatios (1 kw).

Este tipo de inversores cuestan más que los inversores para sistemas independientes debido a las exigencias de las compañías eléctricas en cuanto a las características de la energía que compran esto es debido a que la energía eléctrica que alimente la red pública tiene que ser compatible con la corriente que genere la compañía.

Figura 18. Interconexión con la red pública

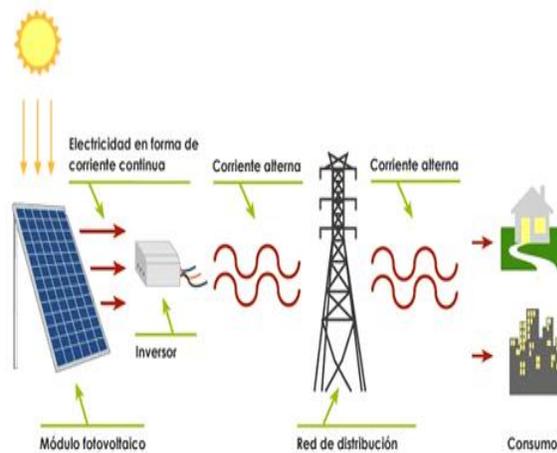


imagen de consumer.es

4.4. ENERGÍA SOLAR

El sol es una gran fuente energética la cual puede ser utilizada en varias aplicaciones y/o Tecnologías solares.

4.4.1 TECNOLOGÍA TÉRMICA.

- Se utiliza en:
 - Calentadores de agua
 - Calentadores concentrados
 - Centrales solares térmicas
 - Desalinizadores de agua
 - Secadores solares para el agro
 - Refrigeración por absorción

- Ventajas de la tecnología térmica.
 - Generación muy estable durante todo el año (en Colombia).
 - Alta confiabilidad, la probabilidad de fallas es mínima.
 - Larga vida útil de sus colectores (más de 20 años).
 - Sistemas modulares, fácil de ampliar.
 - Pueden operarse en sus sistemas automáticamente.
 - No requiere uso de combustible.

El transductor utilizado para aprovechar esta tecnología es el colector solar.

- Colector solar. Los equipos utilizados son de acuerdo a las especificaciones del sistema que se vaya a utilizar.

- Colectores ensamblados en celdas (5-120WTS). Las celdas son de dos tipos de materiales. Silicio monocristalino lo utilizan las empresas: Siemens y BP solar. El silicio policristalino es utilizado por las empresas: Solarex, Kyocera y Photowatt.
- Colectores ensamblados en película delgada (1-10WTS). Las celdas son de Silicio amorfo usado por la empresa: Solarex.

4.4.2. ARQUITECTURA SOLAR PASIVA.

- Se utiliza en las siguientes funciones.
 - Generación de un clima confortable
 - Calefacción pasiva
 - Refrigeración pasiva

4.4.3. ENERGÍA FOTOVOLTAICA.

- Se utiliza en las siguientes funciones.
 - Celdas para uso especial
 - Plantas solares individuales
 - Cargadores solares de baterías
 - Centrales solares fotovoltaicas
 - Bombeo solar
- Entre sus aplicaciones tenemos.

- Calcular el consumo de la energía eléctrica
- Determinar la radiación solar global y su promedio anual
- Calcular la cantidad de módulos en serie y paralelo
- Calcular la capacidad requerida de almacenamiento
- Seleccionar y calcular la cantidad de baterías
- Seleccionar regulador y protecciones.
- Diseñar estructuras de soporte (para módulos y baterías)
- Seleccionar conductores.

4.5. ENERGÍA SOLAR TÉRMICA

Se entiende por energía solar térmica a la transformación de la energía radiante en calor se usa para calentar el agua de forma directa alcanzando temperaturas que oscilan entre los 40° y 50°.

La energía solar térmica utiliza directamente la energía del Sol para calentar un fluido, la diferencia con la energía solar fotovoltaica es que ésta aprovecha las propiedades físicas de ciertos materiales semiconductores para generar electricidad a partir de la radiación solar.

- Usos de la energía solar térmica. Entre los usos más frecuentes de este tipo de energía tenemos.
 - Calentamiento de ACS.
 - Calentamiento de agua para piscinas.
 - Calefacción.
 - Secado.
 - Calentamiento en aplicaciones industriales.
 - Desoladoras.

- Sistemas de refrigeración.
 - Conversión termodinámica.
 - Arquitectura bioclimática.
- Ventajas e inconvenientes de la energía solar térmica. Algunas de las ventajas que se obtienen con la utilización de la energía solar son:
 - Los sistemas solares pueden suponer ahorros en el costo de preparación del agua caliente de aproximadamente entre un 70 y un 80% respecto a los sistemas convencionales.
 - Los equipos para aprovechamiento térmico de la energía solar constituyen un desarrollo tecnológico fiable y rentable para la producción de agua caliente sanitaria en las viviendas.
 - La inversión en paneles solares pueden amortizarse con el ahorro que se obtiene.
 - Las placas solares pueden ser un complemento interesante de apoyo a la calefacción sobre todo en sistemas que utilicen agua a temperatura inferior a los 60°C.
 - En la mayoría de los casos tanto en viviendas unifamiliares como en edificios las instalaciones de energía solar térmica proporcionan entre un 50 y un 70% del agua caliente demandada por lo que siempre necesitan un apoyo de sistemas convencionales de producción de agua caliente como caldera de gas, caldera de gasóleo, etc.

Entre los inconvenientes que podemos tener encontramos estos dos.

- Su discontinuidad en el tiempo
- Debido a que sólo aprovechan la radiación directa, se necesita que no haya nubes que estén tapando el sol.

Para solventar estos dos inconvenientes se disponen de 2 sistemas de almacenamiento térmico.

- Sistemas de almacenamiento en medio único. Son aquellos en los que el medio utilizado para almacenar energía térmica es el mismo fluido que circula por los colectores solares los más comunes utilizan aceite sintético como fluido de trabajo y como medio de almacenamiento este sistema presenta una eficiencia superior al 90%.
- Sistemas de almacenamiento en medio dual. Son aquellos en los que el almacenamiento de calor se efectúa en un medio diferente al fluido de trabajo que se calienta en los colectores solares los medios de almacenamiento más comunes son las placas de hierro, materiales cerámicos o el hormigón la eficiencia de estos sistemas ronda el 70%.

La intensidad de energía utilizable una vez que la radiación solar atraviesa la atmósfera es muy baja y su utilización está condicionada por la temperatura a la cual se va a aprovechar. La energía solar térmica según su utilización se puede clasificar en baja, media o alta temperatura pero sólo ésta última es válida para la producción de energía eléctrica, hay dos métodos para obtener o producir electricidad mediante energía solar térmica.

El método de la alta concentración y el método de la baja concentración, en ambos casos el sistema consiste en calentar un fluido que al evaporarse hace mover una turbina luego el funcionamiento es similar al de una central de generación eléctrica cualquiera sea esta nuclear, térmica o hidrodinámica con la diferencia de que en este caso la fuente de energía es el Sol.

El rendimiento global en generación de electricidad de una central termosolar está en torno al 20%.

- Dispositivos de concentración.
 - Dispositivos de alta concentración. La radiación solar se capta por medio de un conjunto de espejos curvos (heliostatos) los cuales reflejan la luz del sol concentrándola en un único punto o foco. los espejos siguen el movimiento del sol durante el día mediante programas informáticos debido a que el movimiento del sol varía con la latitud, la época del año y el día.

El foco funciona como receptor del calor y lo transfiere al fluido de trabajo el cual puede ser agua, aceite, aire, sales, etc. Generalmente el calor es transmitido a un depósito de agua que alcanza altas temperaturas cuando esta se evapora el vapor es aprovechado para hacer mover una turbina, los receptores centrales tienen una concentración de 300 a 1500 por lo que son altamente eficientes pudiendo operar a temperaturas entre 500 y 1500°C, actualmente existen dos tipos de dispositivos de alta concentración:

- Los heliostatos. Estos rodean completamente la torre central (cilíndrica y de superficie con alta conductividad térmica) los cuales están colocados en el norte de la torre receptora..
- Los colectores parabólicos. Estos discos son colectores que rastrean el sol en 2 ejes concentrando la radiación solar en un receptor ubicado en el foco de la parábola el cual absorbe la energía solar convirtiéndola en energía térmica inmediatamente la transforman en energía eléctrica mediante un generador o mediante turbinas y luego pasa a una central de conversión logran alcanzar temperaturas superiores a los 1500°C utilizan como fluido, aceite o vapor de agua.

- Dispositivos para el método de baja concentración. Es un conjunto de colectores cilíndricos parabólicos que se mueven con el sol concentrando la radiación en una tubería ubicada a lo largo del foco encargada de transferir el calor adquirido al fluido que se mueve por la tubería y de allí pasa a una red de tuberías diseñadas para minimizar las pérdidas de calor. Los sistemas parabólicos generalmente constan de una línea focal horizontal permiten rastrear el sol a lo largo de un solo eje N-S o E-O, una orientación N-S provee un poco más de energía anual que una E-O, pero el potencial en invierno es menor en latitudes medias en contra una orientación E-O la que provee un producto más constante a través del año.

Los sistemas parabólicos operan a temperaturas entre 100 y 400°C bastantes más bajas que el sistema de foco central sin embargo este tipo de sistemas son los que están más desarrollados tecnológicamente ya que son centrales que ocupan un espacio más pequeño y presentan más ventajas frente a los discos parabólicos.

4.6 IMPACTO SOCIAL Y AMBIENTAL DEL PROYECTO

4.6.1. IMPACTO MEDIOAMBIENTAL.

La energía solar es renovable, inagotable, limpia y respetuosa con el medio ambiente a su vez contribuye a la reducción de las emisiones de CO₂ y otros gases de efecto invernadero ayudando a cumplir con los acuerdos adoptados en el Protocolo de Kioto

4.6.2 IMPACTO AMBIENTAL.

En los últimos años se han implementado normas muy claras para el buen empleo del medio ambiente pero a pesar de muchos esfuerzos todavía faltan muchas cosas por mejorar, en la construcción de grandes centrales hidroeléctricas el deterioro del medio ambiente es muy marcado en la deforestación, los movimientos de tierras por vías en construcción, sedimentación, inundación de tierras fértiles, entre otros. En el caso de las termoeléctricas éstas son altamente contaminantes por la gran emisión de dióxido de carbono adicionalmente ocasionan mucho ruido y su materia prima el carbón es costoso. La recolección de la energía solar por medio de celdas fotovoltaicas o colectores solares tiene muchas ventajas en cuanto al campo ambiental, no contaminan, no hay que explorar la tierra ó dañar la vegetación, no perjudica la capa de ozono y es gratuita.

4.6.3 IMPACTO SOCIAL.

Con la creación de esta nueva la empresa se buscara un aumento del ingreso percápita de todos los colombianos como efecto de los impuestos que se pagan. Adicionalmente la tasa de desempleo en la ciudad disminuye por las generaciones de nuevas alternativas de trabajo tanto directas como indirectas.

Aumenta la calidad de vida de los habitantes principalmente en aquellos lugares alejados de las poblaciones capitales o en algunos casos cabeceras municipales.

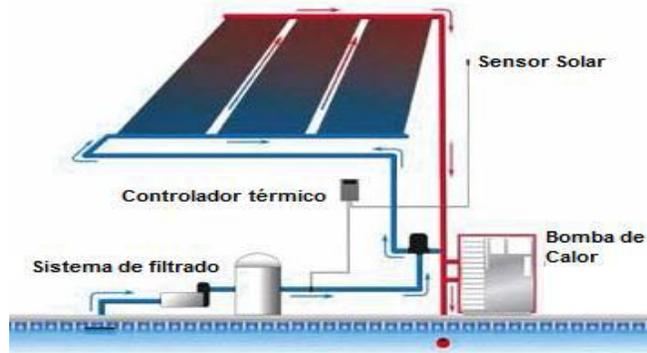
De igual forma se aprovechan los avances tecnológicos desarrollados o los que están en vía de desarrollo para elevar el nivel de vida de todas las personas del orbe.

5. METODOLOGÍA

5.1. CLIMATIZACIÓN DE UNA PISCINA CONVIRTIENDO ENERGÍA SOLAR EN ENERGÍA TÉRMICA

Para lograr este propósito se utilizara la energía solar y por medio de transductores solares se convertirá en energía térmica, por tratarse este tema la causa principal del proyecto se mostraran de una forma mas concreta el método para que se logre este cometido.

Figura 24. Diagrama del sistema solar



- Componentes del sistema solar. Los elementos o materiales utilizados para el montaje del sistema son.
 - Colector solar
 - Sensor solar
 - Termostato
 - Tubería y Accesorios para pvc
 - motobomba

- Temperatura del agua. Varía según el uso que le apliquemos a la piscina.
 - Piscinas para competencias internacionales. Esta se toma según el tipo de competencia. Natación; 26°C mas 1°C menos 1°C.
 - Clavados; 26°C mas 1°C menos 1°C. Polo acuático; 26°C mas 1°C menos 1°C. Nado Sincronizado; 26°C mas 1°C menos 1°C.
 - Clubes deportivos. Se acostumbra mantener la piscina entre 28 y 30°C.
 - Natación para bebés. Se acostumbra mantener la piscina a 32°C

Figura 25. Componentes del sistema.



Colector

Accesorios

termostato

5.1.1. REQUISITOS PARA LA INSTALACION

Para un buen funcionamiento del sistema térmico- solar es primordial tener mucho cuidado en la instalación del sistema, para un óptimo funcionamiento se debe tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Área de captación solar. Se localiza el área con mayor exposición solar, el área mínima requerida será determinada considerando la irradiación solar en la zona geográfica, se debe tener en cuenta las condiciones particulares de la piscina si es techada o descubierta.

- Infraestructura de la piscina. Determinar si el sistema de bombeo y filtrado es suficiente para re-circular el agua de la piscina a través de los sistemas solares. Además se debe determinar los recorridos de la tubería, los sistemas de válvulas y de control.

5.1.1.1 Condiciones para la instalación. Los requisitos mínimos de instalación son, un sistema de recirculación compuesto de una motobomba y un filtro para el agua de la piscina, un área disponible con buen asoleamiento.

5.1.1.2 Materiales para la instalación. Son los materiales necesarios en el montaje del sistema solar. (ver tabla 1.)

Tabla 1. Materiales utilizados

No. de colectores polipropileno	10
Área de Absorción (m ²)	2,92
Área de Instalación (m ²)	2,92
Marca/Origen	ECOUN/UA
Conexiones entre colectores	10
Conexiones entre baterías	1
Controlador solar	1
Riata de anclaje	1
Manta térmica	1

5.1.2 COLECTORES SOLARES

Surgieron por las constantes demandas de los usuarios de las piscinas que exigían poder utilizarlas durante todo el año y que los costos energéticos de este servicio fueran irrisorios por esto fueron surgiendo distintas alternativas de climatización de aguas o de cerramientos para poder solucionar este inconveniente. Los colectores solares para calentar una piscina ofrecen dos sistemas de funcionamiento: el método automático y el manual.

- El método automático. Permite climatizar el agua de una piscina a través de la energía solar sin ningún tipo de problemas o dificultades. Cuando sale el sol por las mañanas el sensor del panel enciende lo que se llama bomba de filtrado el agua comienza a fluir hacia los colectores solares y es allí donde se calientan para retornar a la pileta brindando al usuario aguas templadas para nadar cómodamente.
- El sistema manual. Es muy parecido al automático sólo que no posee un sensor de luz solar. El usuario debe entonces encender la bomba para enviar el agua desde la pileta a los colectores térmicos el cual calentará el agua al volver a la piscina, el agua permanece temprana durante unas horas.

Figura 26. Colector solar



- Tamaño de los colectores solares. Por muchos años se dijo que el tamaño de los paneles solares necesarios para calentar el agua de una piscina debía ser del mismo tamaño que la piscina. Por ejemplo si la piscina tenía una longitud de 8 metros y un ancho de 3 metros el panel debía tener las mismas y exactas dimensiones, ocho por tres, de este modo se hacía imposible tener un panel sobre el techo de una casa que respetara estas medidas y no ocasionara problemas de espacio, además eran tan caros y costosos que realmente era imposible poder adquirirlo, hoy en día con los nuevos avances de la tecnología pueden calentarse piscinas enteras con colectores de tres metros por dos porque pueden tener mejor y mayor capacidad por célula en menores dimensiones

Figura 27. Colector para piscina



La energía solar es una excelente opción y una muy buena elección para suministrar energía a nuestro hogar con un único costo inicial y sin dañar al medio ambiente ya que evitan el efecto invernadero y los efectos del calentamiento global

- Preguntas técnicas sobre la instalación de un colector.

- ¿Dónde se pueden instalar los colectores solares?

En cualquier lugar donde llegue el sol por lo menos seis horas al día cuanto más tiempo estén los colectores a pleno sol mejor funcionarán, si el montaje es un tejado o bastidor los colectores deben estar orientados en dirección sur.

- ¿Cuáles herramientas se necesitan para instalar un colector solar?

- Un desatornillador de cabeza plana o una llave para tuercas para montar los colectores en un techo
- Un bastidor
- Un taladro
- Sellador de silicona

- ¿Qué piezas adicionales se necesitan para instalar el sistema solar en un techo?

Tubería PVC que se conectará entre la red del acueducto y el sistema de los colectores, pegamentos y accesorios para tubería PVC.

5.1.3 METODOS DE CALEFACCION

En la actualidad existen principalmente 3 métodos utilizados para mantener una piscina con una temperatura agradable para el ser humano.

5.1.3.1 Bombas de calor. El sistema más eficaz y equilibrado en la proporción calidad-costos probablemente sea la bomba de calor la función de este dispositivo es mantener el agua de la piscina a una temperatura adecuada sin importar la temperatura del ambiente. Tienen una sencilla instalación y su mantenimiento es muy simple, el consumo energético en cuanto a costos no es muy alto por lo que son muy utilizados durante el invierno o épocas de baja temperatura se recomienda que el agua se mantenga siempre entre los 26°-29°.

Figura 28. Bomba de calor



5.1.3.2 Calentadores eléctricos. Especialmente utilizados en piscinas de tamaño pequeño son los que menor calor generan y los que menos mantenimiento requieren es decir que su principal ventaja es su bajísimo costo aunque sólo nos serán de utilidad si contamos con una piscina bastante pequeña, se cuenta con las calderas, aunque su instalación puede resultar un poco complicada.

En las piscinas cubiertas es importante durante el invierno renovar el aire constantemente con el fin de evitar un nivel demasiado alto de humedad en el ambiente.

Figura 29. Calentadores eléctricos



5.1.3.3 Sistemas Solares. Alternativa un poco más experimental aunque no por ellos menos efectiva son los sistemas solares, un medio aún más económico que al anterior a raíz del nulo consumo eléctrico para lo único que se debe pagar es para su instalación, no tiene costo de mantenimiento por unos 20 años y no se paga por la utilización de la energía solar ya que esta es gratis, pueden ser instalados en casi cualquier superficie (el piso, el techo de la casa, el prado etc).

Se deben instalar en un lugar donde reciba la luz del sol durante el mayor tiempo posible. La desventaja que presenta este sistema es la imposibilidad de utilizarse en días demasiado nublados.

Figura 30. Partes de un colector solar



5.1.4. SISTEMAS SOLARES

5.1.4.1 Colector solar. Los colectores solares de gran rendimiento para piscinas son fabricados en material de polipropileno con estabilizador de UV disponen de una toma de entrada para abastecerlos de agua (ida) y de una toma de salida para devolver el agua a la piscina (retorno). Están preparados para soportar los esfuerzos debidos a variaciones de temperatura, su generoso diámetro reduce las pérdidas de carga, lo cual disminuye el mantenimiento y asegura un mejor filtrado de la piscina, las uniones flexibles son de goma EPDM.

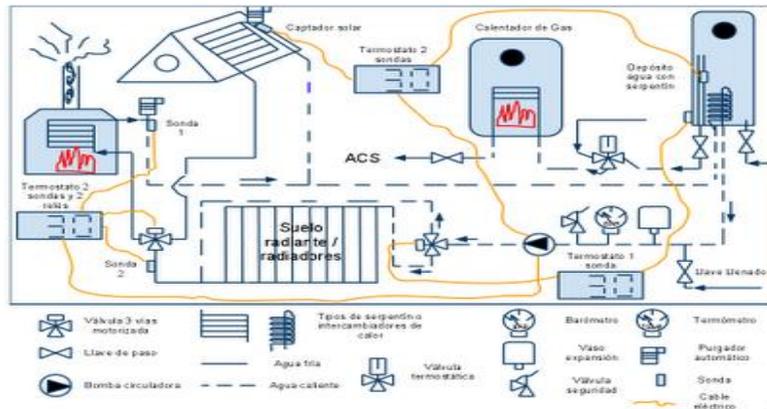
- Equipo para instalar un colector. Estos son los equipos necesarios para su instalación.
 - Conjunto conexión captadora. Incluye los elementos necesarios para fijar cada captador y para unir dos captadores de una misma fila.
 - Conjunto conexión baterías de captadores. Incluye los elementos necesarios para fijar cada captador y para conectarlos con el circuito hidráulico.
 - Conjunto separador de filas de captadores. Sirve para salvar obstáculos en cubiertas.
 - Correa de sujeción. Es un rollo de 37mts capaz de sujetar hasta 12 captadores.
 - Válvula Drain back. Se requiere una por sistema en equipos de 37m² ó más de superficie y donde la línea de entrada esté al menos 90cm por encima de la superficie de la piscina opcional en equipos más pequeños
 - Válvula de 3 vías PVC motorizada eléctrica o válvula de 3 vías PVC manual. Si se instala la válvula de 3 vías manual PVC no es necesaria la instalación del regulador TDC.
 - Regulador térmico sirve para controlar la temperatura de su piscina.

- Funcionamiento del control automático
- La sonda de temperatura 1 (ver grafica1) detecta que hay suficiente energía solar para calentar la piscina.
- La temperatura de la misma es inferior a la introducida en el regulador térmico 2.
- La válvula de tres vías 3 se abre para que fluya el agua hacia los captadores 4.
- Por medio de la bomba de impulsión 5 el agua se calienta aprovechando la energía solar y retorna a la piscina.
- El sistema permite enfriar la piscina en caso de sobrecalentamiento durante el verano simplemente activando la bomba por la noche.

También obviando el regulador TDC3 y sustituyendo la válvula de 3 vías motorizada por una válvula de 3 vías manual se puede realizar un montaje de funcionamiento completamente manual.

- El conjunto de conexión A), permite la unión de 2 captadores y se debe incluir 1 por cada captador.
- El conjunto de conexión baterías de captadores B), permite iniciar y finalizar una batería de captadores, se debe incluir 1 conjunto por batería, incluso si se trata de un sólo captador.
- Las correas de sujeción C), permiten la fijación del sistema para evitar que éste sea movido por el viento.
- La válvula drain back D), permite la entrada de aire en la parte más alta de la batería de captadores, para favorecer su adecuado vaciado cuando se para la instalación.
- Los captadores deben tener una pendiente mínima del 1% para asegurar el correcto funcionamiento del vaciado de los captadores.

Gráfica 1. Esquema del Controlador de temperatura



5.1.4.2 Colectores de Polipropileno. Tienen un diseño especial de tubos individuales los cuales van encima del colector este sistema recibe el nombre de PolySol. Estos tubos facilitan la ventilación constante del tejado bajo el colector, evitando que la humedad se deposite y permanezca, el diseño que es único impide la formación de algas y hongos. Ventajas de los paneles de polipropileno:

- No necesitan mantenimiento en unos 20 años (no sufrirán corrosión).
- Fácil de instalar en cualquier superficie.
- La bomba utilizada para el filtrado de la piscina sirve también para la circulación del agua a través de los paneles solares.
- Resistente a las temperaturas extremas (- 60°C hasta + 150°C).
- Cualquier rasgón o rotura es fácil de reparar.

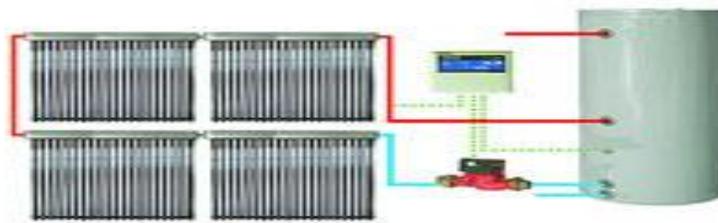
5.1.4.3 Sistema forzado con serpentín interno. Es fabricado por la empresa AM-Sierra entre sus especificaciones están.

- El colector y el acumulador están separados, esto permite que ambos elementos se combinen perfectamente con la arquitectura.
- Sistema cerrado con serpentín interno para una distribución óptima del agua y un funcionamiento mejor en temperaturas extremas.
- Los colectores de tubos de vacío vienen con tecnología 'heat pipe'.

Los equipos forzados de Amordad se utilizan para la generación de agua caliente sanitaria, si la vivienda no cuenta con un sistema alternativo para la generación de agua caliente el tanque está provisto de una resistencia interna que será accionada por el controlador en caso de una mayor demanda ocasional de agua caliente. Con estos sistemas se obtiene un ahorro energético anual muy alto, por ejemplo, se puede obtener agua caliente para consumo doméstico o industrial o bien para dar calefacción a nuestros hogares, hoteles, colegios, fábricas, etc. Incluso podemos climatizar las piscinas y permitir el baño durante gran parte del año. Ventajas de los sistemas forzados:

- Su rendimiento energético es alto.
- Su funcionamiento es totalmente automático por medio de una central de control y una sonda de temperatura.
- Gracias a su sistema independiente es de fácil montaje e instalación en cualquier superficie.
- El sistema se puede extender para cubrir una mayor demanda.
- Agua caliente de forma continuada sin límite de uso.
- Otra ventaja del sistema forzado es que el acumulador está instalado bajo cubierta lo que reduce la pérdida de energía y da un mayor rendimiento en épocas invernales este sistema permite disponer de agua caliente desde las primeras horas de la mañanas.
- Ofrece las más altas prestaciones energéticas, instalación sencilla y mantenimiento mínimo.

Gráfica 2. Esquema del Sistema forzado.



5.1.4.4 Tubos de vacío. El sistema más avanzado en tubos de vacío es el llamado Heat Pipe, los tubos llevan un fluido vaporizante que no puede salir del interior del tubo y que funciona como caloportador, este fluido se evapora por efecto de la radiación solar y asciende hasta el extremo superior del tubo que se encuentra a temperatura inferior lo que ocasiona que el vapor se condense a la vez que cede su energía y retorna a su estado líquido cayendo por acción de la gravedad a la parte inferior del tubo donde al recibir más radiación se vuelve a evaporarse y comienza un nuevo ciclo.

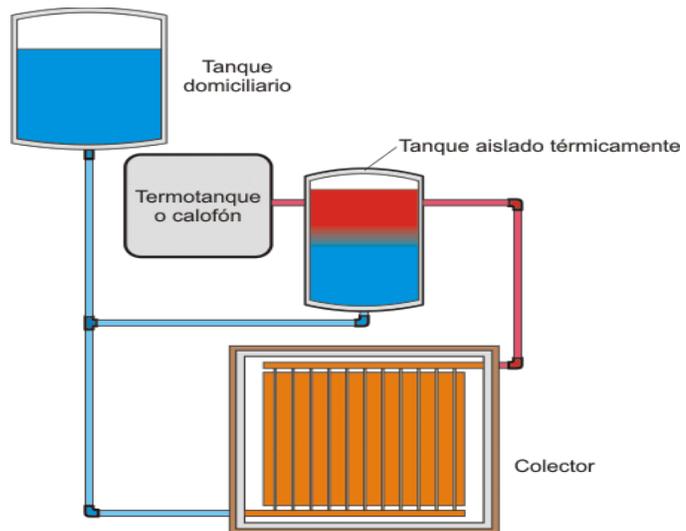
Los colectores con tubos de vacío de tecnología 'heat pipe', son de alto rendimiento están destinados para todo tipo de aplicaciones solares con el circuito cerrado a presión para alcanzar un mayor rendimiento es posible conectarlos en serie o en conexión serie-paralela un daño casual de un tubo térmico no interrumpe la actividad de todo el sistema solar es posible realizar prácticamente cualquier tipo de aplicación solar desde sistemas de ACS hasta sistemas complejos combinados con agua caliente para uso doméstico, suelo radiante y climatización de piscinas, su alta eficiencia logra proporcionar agua caliente después de pocas horas de sol. Ventajas de los tubos de vacío.

- Ideal para calefacción y grandes instalaciones (Hoteles, balnearios, edificios, polideportivos, hostelería) pues su rendimiento es mucho mayor y alcanza mayores temperaturas de fluido.
- Mantenimiento sencillo debido a que los tubos pueden ser cambiados sin vaciar el circuito. Mínimo costo de montaje, gracias a la sencillez del sistema.
- Permiten alcanzar altas temperaturas incluso en zonas de clima poco favorable.
- Su geometría es de forma redonda ideal para aprovechar mejor la radiación a primera y última hora del día.

Figura 31. Colectores con tubos de vacío



Gráfica 3. Esquema de cómo implementar un calentador solar de agua



6. DESCRIPCIÓN TÉCNICA DEL PROYECTO

6.1. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA

6.1.1. PRODUCTO UTILIZADO

Se utilizarán colectores solares para climatización de piscinas marca Solarmatt. es un producto desarrollado especialmente para su uso en piscinas permite elevar hasta 38°C la temperatura en piscinas abiertas. Resiste la exposición prolongada a la intemperie y a las condiciones químicas agresivas del agua de piscinas ocasionadas por la concentración de Cloro, la salinidad en el agua, la dureza, el alto amonio, los pH extremos, etc.

6.1.1.1 Descripción del producto. Estas son las especificaciones de los colectores Solarmatt.

- Su superficie de captación está construida en un material sintético elastómero llamado EPDM con canales internos para la circulación de agua.
- Las dimensiones estándar de cada unidad son: 36cm de ancho X 340cm de largo X 8mm de espesor. Las unidades se conectan en paralelo para lograr el área de captación necesaria o de adecuarse a la forma de la superficie de apoyo disponible.
- El material empleado fue especialmente formulado para resistir la intemperie, la exposición continua a la radiación ultravioleta del sol y temperaturas
- Por ser flexible no es afectado por la congelación interna, se puede instalar sobre superficies irregulares y es transitable. Se puede plegar o enrollar el EPDM ha sido usado por décadas para fabricación de gomas de uso automotriz y otras que deben resistir condiciones extremas.

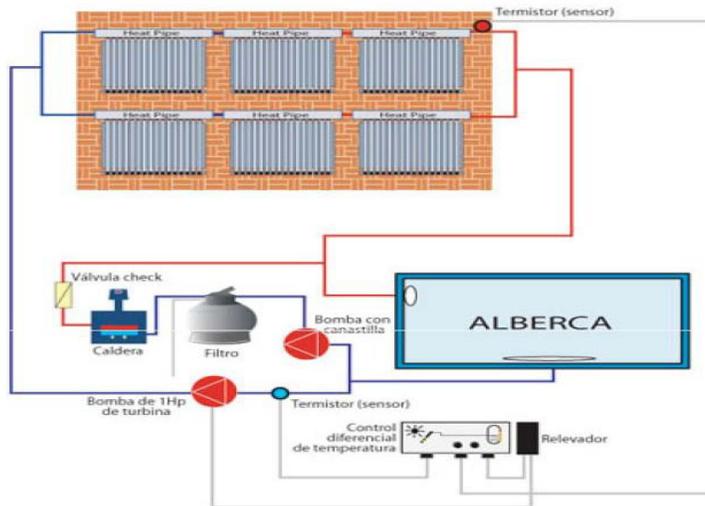
- Los múltiples de conexión de 36 espigas, se inyectan en Polipropileno, el mismo termoplástico usado en los radiadores de automóviles. Se le agrega pigmento negro y filtro de protección contra los rayos ultravioleta.
- Los microtubos se insertan mecánicamente sin adhesivo en los múltiples, lo que confiere estanqueidad hasta una presión de 3.5bar y otorga una presión de trabajo segura de 1 bar.
- A diferencia de los colectores hechos de plástico, los colectores Solarmatt son de muy fácil y rápida reparación usando únicamente unas tijeras o cuchilla. En caso de rotura de un microtubo se puede anular o empalmar usando espigas de interconexión en apenas 1 minuto. Los tubos recolectores son de bajo costo y pueden reemplazarse sin necesidad de herramientas. La vida útil mínima a la intemperie del conjunto es de 20 años.

6.1.1.2 Rendimiento del sistema. Estos son los logros que podemos obtener en el sistema con este tipo de colector.

- La superficie de captación contiene un pigmento que convierte la radiación solar infrarroja en calor hasta una energía equivalente a 650 Kcal/h/m².
- Cada unidad Solarmatt tiene un área de 1,25m² incluyendo sus tubos. Con el fin de obtener el máximo rendimiento del caudal de circulación el cual a través de cada unidad de 36cm de ancho debe ser como mínimo de 80 L/h.
- Temperatura alcanzada en el sistema.
- Los colectores de solarmatt puede alcanzar hasta 80°C en verano en las latitudes medias, pero se deben distinguir las diferencias entre los conceptos temperatura, calor y potencia. A menudo se confunde el concepto “calor”, sinónimo de la cantidad de energía aportada con el concepto “temperatura”.

- Con 1 m² de colector solar se puede obtener una pequeña cantidad de agua a 50°C en pocos minutos, sin embargo para calentar miles de litros se necesitará más tiempo o más área de captación.
- La capacidad de producir cierta cantidad de energía en el tiempo es denominada potencia. Si se desean potencias elevadas bastará con instalar grandes áreas de captación. Se advierte que el sistema solar genera hasta 650 kilocalorías por hora y por metro cuadrado (650 Kcal/h/m² = 0,73kW = potencia), mientras que una pequeña caldera a gas familiar rinde 40 Kw, por lo tanto los resultados dependen del área instalada, aún con áreas de 10 ó 20m² se puede dar una diferencia de unos pocos grados entre el agua tibia de retorno y la de la piscina.
- Se da una diferencia de apenas 2°C para un sistema de 12 unidades durante un día soleado en pleno verano, sin embargo este será capaz de elevar 3 a 4°C una piscina de 40m² en 8hs.
- La elevación de temperatura se puede calcular sabiendo que para aumentar 1° la temperatura de 1 gramo de agua se necesita 1 caloría. No olvide considerar el aporte que hace el sol directo sobre la piscina. Con 1 m² de colector solar se puede elevar 1° la temperatura de 650 litros de agua en 1 hora, esto se logra haciendo recircular los 650 L a través del colector, sin que influya mucho la velocidad (caudal) del agua.
- Cuanto más lenta sea la circulación pero no menor a 80 L/unidad, mayor será la diferencia de temperatura entre la entrada y la salida del colector, estas diferencias son pequeñas cuando las áreas de captación son pequeñas, óseas de menos de 10 m² o cuando los caudales son grandes de más de 5000 L/h. Por lo que se necesita un termómetro digital preciso, capaz de medir décimas de grado.

Gráfica 4. Esquema de la conexión del producto



Se debe tener en cuenta que a mayor caudal a través de los colectores, menor temperatura, como la potencia del sistema es constante se considera un intervalo de tiempo de pocos minutos, el producto de la temperatura por el caudal es constante, en forma cualitativa el que se puede describir:

$$tXQ = TXq$$

Donde:

T, Q son temperatura y caudal grandes.

t, q son temperatura y caudal pequeños.

Al reducir el caudal a través de los colectores tendremos más temperatura en los retornos dando la falsa sensación de que el sistema funciona mejor, cuando en realidad ocurre lo contrario ya que si los colectores trabajan a más temperatura irradian más calor al aire para solucionar esto se tratará de ajustar el caudal de modo que pueda apreciarse con la mano una buena diferencia de temperatura en los retornos lo que ocurre a partir de 2°C, en especial cuando se usa el bypass parcialmente abierto para enviar sólo una parte del agua filtrada hacia los

colectores. La mezcla con agua fría recirculando resultará en una elevación de sólo unas décimas de grado, aunque con un caudal grande lógicamente con áreas de captación grandes de más de 20 m², la diferencia de temperatura siempre es apreciable aún a caudales de varios miles de L/h.

Los colectores deben trabajar apenas a unos 2 ó 3 grados más que la temperatura del agua de la piscina esto con el fin que todas las unidades deben presentar una temperatura uniforme, lo que significa que el flujo es uniforme si se detecta una unidad a temperatura más alta, significa que tiene una obstrucción o que las tuberías de distribución tienen un error de diseño. Este sistema Solarmatt permite mantener promedios de hasta 35°C en piscinas abiertas.

- Área de captación. Para un mejor funcionamiento del producto se debe tener en cuenta:
 - La temperatura de una piscina está influida por varios factores, el principal es la evaporación que ocurre en la superficie. La evaporación es función del área de agua expuesta, de su temperatura, velocidad del viento, humedad y temperatura del aire, cada gramo de agua que se evapora retira 540 calorías, esa energía se debe reponer para recuperar la temperatura original.
 - Se debe saber en forma exacta la necesidad de energía que necesita una piscina para calentarse lo que implicaría tomar en cuenta demasiados parámetros y sería un cálculo muy complejo, para los efectos prácticos se toma en cuenta sólo el área del espejo de agua.
 - Dependiendo del clima local, la temperatura a alcanzar y las condiciones particulares de cada piscina se deberá colocar un área de captación solar de entre 0.5 y 1.5 veces el área de la piscina para compensar las pérdidas de calor diarias. En climas templados (latitud 35°) basta con un área de 0.6 veces (60%) para el uso de primavera a otoño para lograr 30 +/- 2°C:

Hay condiciones particulares que hacen que el área de captación deba aumentarse:

- Cuando la ubicación de la superficie de captación no está orientada al Norte o está inclinada excesivamente.
- En piscinas de fibra de vidrio enterradas en subsuelos saturados de agua donde ocurre un gran intercambio de calor debido a que el espesor de la pared es de unos pocos milímetros.
- En piscinas muy expuestas a vientos o que no se van a cubrir de noche.
- Uso de retornos con eyectores que producen micro burbujas de aire, retorno o succión por medio de cascadas y cualquier otro medio que aumente el contacto del agua con el aire.
- Piscinas pintadas con colores claros que reflejan la luz del sol.
- Piscinas que no reciben luz del sol directa
- Cuando se desea una rápida elevación de temperatura, en especial con piscinas profundas, o sea de gran volumen y área pequeña.

6.1.2. INSTALACIÓN FINAL DEL SISTEMA

6.1.2.1 Armado de los colectores.

- Los colectores se interconectan formando bancos en serie/paralelo, el diseño hidráulico depende del área a usar en general basta con la conexión en paralelo para sistemas de hasta 32 unidades.
- Se ubica el producto en el sitio definitivo dejando una separación de 3mm entre las uniones de cada colector.
- Para el armado del grupo de colectores se necesita un destornillador, preferible que sea uno a batería con ajuste de torque y reversa.

- Los tubos recolectores sucesivos se interconectan con un trozo de manguera de goma de 35mm de largo y 2 abrazaderas con tratamiento anticorrosivo o de acero inoxidable.
- La manguera de goma de 35mm de largo se coloca hasta hacer tope en la arandela del tubo. No se debe colocarla más allá pues la fuerza resultante en la manguera al apretar la abrazadera causaría daños al primer conector. Por cada unidad se requiere 2 mangueras de 35mm y 4 abrazaderas
- La abrazadera se ajusta hasta que se note resistencia al avance del tornillo y deformación de la manguera de goma no se debe apretar en exceso, debido a que el conjunto queda sometido a elevadas temperaturas.
- Una vez interconectados los tubos recolectores, dos extremos opuestos se tapan y los dos restantes se conectan a piezas de transición adecuadas a la tubería a usar, estas piezas de conexión son: Tubos de PVC de 50mm de diámetro para el transporte del líquido, accesorios de PVC estos deben ser en material de fitting, se necesitan, reboses de 1 ½", tapones macho, adaptadores para pasar de rosca a PVC.
- En cada sistema formado por varios colectores se usan las siguientes piezas para resolver su conexión de entrada y salida. Por cada grupo de colectores no importa su número se necesitan 8 abrazaderas, 4 reboses de 1 ½", 2 tapones de 1 ½", 4 trozos de manguera de goma EPDM de 60mm y cinta de teflón.
- Ubicación del producto. Se debe ubicar el sistema sobre una superficie expuesta al sol al menos de 10 AM a 16 PM. Para la aplicación habitual de climatizar una piscina desde la primavera hasta el otoño cualquier superficie sin importar si esta en posición horizontal o con un leve ángulo hacia el sol, debe procurarse una buena fijación al piso con el fin de resistir fuertes vientos debe evitarse perforar o alterar de cualquier forma las impermeabilizaciones existentes.

En algunos casos es necesario construir una estructura especial se recomienda usar alambres plastificados, galvanizados o eslingas de acero forradas cada 1m Transversales a los colectores, estos se fijarán mediante unos anclajes adecuados para este tipo de estructura sólidas en caso de tener que perforar la impermeabilización, el agujero se rellenará con silicona antes de colocar el anclaje.

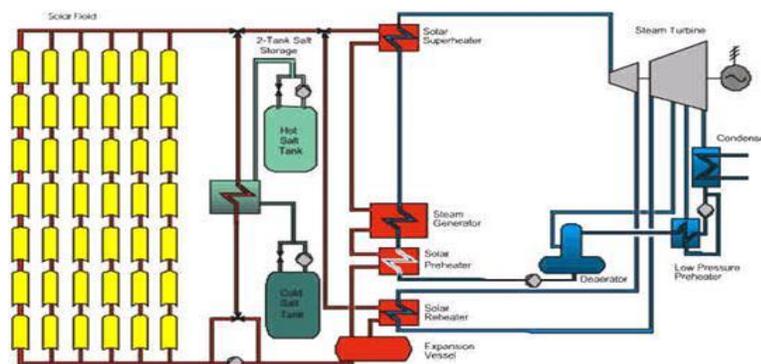
6.1.2.2 Conexión hidráulica. La conexión hidráulica es sencilla basta con derivar una parte o toda el agua que sale del filtro de la piscina hacia los colectores y conectar la salida de los colectores a los retornos. Se debe tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

- La entrada de agua fría conviene hacerla en el punto más bajo del conjunto la salida del agua tibia será en el extremo opuesto. Es conveniente dejar un juego de llaves para crear un by-pass y así controlar el caudal al ser calentado.
- Como elemento opcional se usa una válvula de ruptura de vacío que permite que el sistema se vacíe cuando no se usa y que se purgue el aire al momento del arranque.
- Cuando el sistema no se vacía, puede ocurrir que al arrancar envíe agua a una temperatura peligrosa esta puede alcanzar hasta 80°C durante menos de 1 minuto, la válvula es imprescindible cuando se usan tuberías de materiales termoplásticos que puedan deformarse por efecto de la combinación de las altas temperaturas y del vacío que se crea por la columna de agua que baja hacia la piscina.
- La instalación debe permitir el paso del agua con la menor pérdida de caudal posible para lograr el cometido se usarán tuberías de diámetro adecuado y lo más cortas posible en áreas de captación mayores a 40m².
- Se debe cuidar que la circulación de agua sea homogénea por esto se debe construir un sistema de tuberías de distribución adecuada las tuberías van de

Ø 40mm para distancias de 60mts de longitud total (ida y vuelta) y de Ø 50mm hasta 90mts.

- Cuando este armado el conjunto se debe probar con la máxima presión posible cerrando totalmente la llave de retorno. En caso de haber goteras por causa de defectos de fabricación de los microtubos o por su rotura accidental durante la obra se cortará el tubo sobre la gotera y se empalmará con una espiga doble.
- Se debe cuidar que en la tubería no haya contrapresión generada por exceso de codos o reducciones de diámetro. Un factor en contra son los jets ubicados en los retornos a veces con diámetros de apenas 3/4", estas pérdidas de carga pueden resultar en una presión elevada dentro de los colectores causantes de goteras en las conexiones y su mal funcionamiento.
- La diferencia de presión entre la entrada y salida del sistema no debería ser mayor a 0.2 bar. La presión típica de trabajo de una bomba y filtro elevando a un grupo de colectores ubicado a 3m de altura por encima de la piscina es de 0.8 bar.
- Cuando se usa la bomba de filtrado existente es posible que el caudal en los retornos sea bastante menor al original si esto ocurre se puede abrir parcialmente el by-pass para obtener más caudal, pero la temperatura de la mezcla puede ser de apenas 1C⁰ más que la temperatura del agua de la piscina dando la sensación subjetiva de que el sistema no funciona

Gráfica 5. Esquema de la Conexión hidráulica del colector



- La motobomba. Las bombas de piscina no están diseñadas para alcanzar presiones altas, por lo cual no son adecuadas para vencer alturas o pérdidas de carga generadas en las tuberías como regla general se puede aprovechar la bomba existente cuando los colectores se instalan a no más de 5.0mts de altura con una tubería de ida y vuelta de hasta 90mts de largo total y de Ø 50mm de diámetro. Para alturas y distancias mayores se deberá usar una bomba auxiliar capaz de vencer esas pérdidas de carga los materiales de la misma serán adecuados para el trabajo continuo en agua clorada eventualmente salada de elevada dureza, antes de pasar por los colectores debe estar filtrada. Cuando la bomba está ubicada por debajo del nivel de agua no es necesario ningún accesorio para el autocebado de lo contrario será necesario instalar una válvula de retención en la línea de salida de la bomba o del filtro para evitar que se vacíe encima del nivel de agua.

La llave de paso del by-pass no debe quedar nunca en posición totalmente cerrada para eso conviene crear un tope pegando un trozo de PVC de 3mm dentro de la manija de esta forma se permite que la bomba logre expulsar el aire y cebarse evitando la rotura del sello por funcionamiento en seco, si bien las bombas de piscina son autocebantes en una instalación hidráulica estándar no logran cebarse (expulsar el aire) cuando elevan agua hacia los colectores solares.

Figura 32. La Motobomba.



- Automatismos. La operación manual garantiza un funcionamiento seguro pero en residencias donde no hay un operador disponible, los automatismos permiten optimizar la captación de calor. La forma más simple de automatizar un calentador solar es mediante un timer que encienda la bomba a las 8AM y la apague a las 17hs, sin embargo este método puede causar enfriamiento en caso de funcionar durante días nublados o lluviosos el método más conveniente es usar un sensor de radiación solar, el que se complementa con un termostato y accesorios eléctricos.
- Sensor solar. Entre sus características principales tenemos.
 - Que el sistema encienda y apague de acuerdo a la disponibilidad de potencia solar.
 - Optimiza el rendimiento del sistema al evitar que funcione cuando no hay sol y por lo tanto elimina el riesgo de enfriamiento de la piscina ya que en ese caso los colectores actúan como radiadores de calor.
 - Se instala en un punto que reciba el sol de la misma forma que los colectores con su tubo de vidrio orientado a lo largo de la dirección Este-Oeste.
 - Contiene un contacto seco que comanda la bobina de la motobomba.

Figura 33. Sensor solar



- El Termostato. Sirve para controlar la temperatura del agua. Entre sus funciones tenemos.
 - Apagado del sistema por temperatura alta de piscina.
 - Se instala roscando una vaina de bronce en la tubería de entrada a los colectores (salida de bomba ó salida de agua filtrada), roscando un agujero de 1/4".
 - Dentro de la vaina se inserta el sensor de temperatura con pasta conductora del calor.
 - El usuario selecciona la temperatura a la que desea el apagado, p ej. 35°C.

Figura 34. El termostato



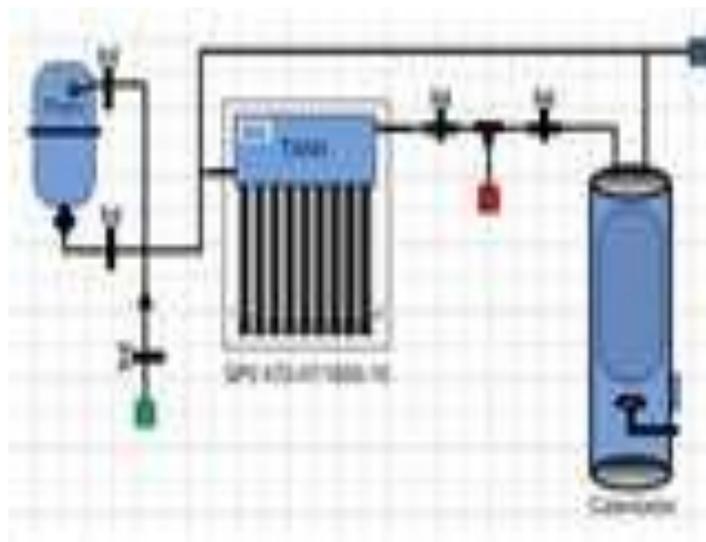
6.1.2.3 Conexiones eléctricas. En si es solo una conexión básica donde se instala una llave eléctrica de 1 polo la cual permite establecer un puente para el encendido manual cuando no hay sol o cuando la piscina excede la temperatura prefijada, también para maniobras de aspirado, lavado de filtro o para funcionamiento nocturno. En este caso si no se desea enfriar el agua se deberá abrir 100% la llave o del by-pass, a fin de que no haya circulación por los

colectores para una mejor instalación debe ir de la siguiente manera (figura 35). De izquierda a derecha, un tomacorriente auxiliar, una llave diferencial, una llave bipolar de bomba otra llave de 1 polo para el puente del automatismo, una llave bipolar de luces y un contactó para la bomba.

Figura 35. Conexiones eléctricas.



Gráfica 6. Esquema conexión eléctrica



6.2. ESTUDIO TÉCNICO

6.2.1. TAMAÑO DEL PROYECTO

La definición del tamaño del proyecto se toma como elemento principal el sistema de generación y la utilización de la energía solar, cuya comercialización se lleva a cabo por unidades de sistemas completos.

6.2.1.1 Factores condicionantes. El estudio realizado sobre la demanda permite establecer que la dimensión del mercado no es condicionante para el tamaño del proyecto como tampoco lo es la disponibilidad de los sistemas gracias a los buenos proveedores y a su capacidad de cubrir la demanda.

6.2.1.2 Capacidad diseñada y capacidad utilizada. Los sistemas de generación de energía solar y los factores condicionantes del tamaño de este proyecto son la capacidad financiera, la capacidad de cobertura y la capacidad de comercialización.

- La capacidad diseñada del proyecto contará con la capacidad de instalación de 10 colectores solares
- La capacidad utilizada cuenta con el financiamiento suficiente para operar con el máximo de la capacidad instalada.

El mercado no pone restricciones a las cantidades de sistemas comercializados pero dependen directamente de la estrategia de ventas. Las restricciones se presentan en la disponibilidad de personal y de su tiempo en la instalación de los sistemas.

6.2.2. MATERIALES DEL PROYECTO

Son los productos que se utilizan en la realización del proyecto, el producto ofrecido está dado por una serie de componentes básicos que conforman el sistema:

6.2.2.1 Paneles solares. Son los encargados de convertir la energía solar en electricidad. El número y la potencia dependen del consumo el parámetro más importante para determinar cual producto se compra es la eficiencia ya que esta es la que determina la cantidad de energía que se puede obtener.

Tabla 2. Características de los colectores.

MARCA	KYOCERA		SOLAVOLT		UNISOLAR	
Modelo	LA361K51		SV7500		RM-1212	
Potencia	51.0 W		72.2 W		10.0 W	
Voltaje nominal	12 V		12 V		12 V	
Voltaje cto abierto	21 V		21.8 V		18.0 V	
Volt máx. potencia	3.25 A		4.55 A		0.75 A	
Corriente máx. Pot.	16.9 A		17.3 A			
Eficiencia	14.0%		17.5%			
Material	Policristalino		Monocristalino		Película delgada	
Dimensiones (cm)	L: 98.5	A: 44.5	L: 120	A: 53	L: 75	A: 35
Peso	5.9 Kg		7.5 Kg			

6.2.2.2 Regulador de voltaje. Son los encargados de controlar el voltaje y la corriente que se envían a las baterías. Depende del número de paneles y de la carga al igual que el producto, mientras más regulada sea la corriente mejor será su flujo y permitirá mejor eficiencia.

Tabla 3. Características del regulador de voltaje.

MARCA	SUN SELECTOR	SPECIALITY CONCEPTS
Modelo	M-4-12V	ASC 12/16
Voltaje nominal	12 V	12 V
Corriente nominal	4 A	16 A
Volt. Máx. de entrada	25 V	26 V
Corriente Máx de entrada	6 A	16 A
Voltaje de sostenimiento	4.35 V \pm 1%	14.3 V \pm 1.4%
Consumo	7 mA	10 mA

- Baterías. Son las encargadas de almacenar la energía que envían los paneles y alimentan la carga. El número de éstas y la corriente que proporcionan dependen del consumo se utilizan especialmente en los sistemas fotovoltaicos.

Tabla 4. Características de las baterías

Marca	EXIDE	EXIDE	EXIDE	EXIDE	EXIDE	EXIDE	EXIDE	EXIDE
Tipo electrolito	Gel	Gel	Gel	Liq	Liq	Liq	Liq	Liq
Modelo	SP-U1	MC24	MC27	DC-9	NGC24	CR31	NGC31	NG4D
Capacidad arranque		500A	600A	225A	525A	625A	900A	1400A
Tiempo de reserva		120min	150min	23min	140min	180min	180min	400min
Amperios nominales	32AH	95AH	170AH	23AH	125AH	135AH	160AH	350AH

- Inversores. Son los encargados de convertir el voltaje de corriente directa de las baterías en voltaje AC, sólo se usa cuando hay cargas de AC esto depende del consumo y del tipo de las cargas de AC. Los inversores estáticos son los más utilizados en sistemas fotovoltaicos la selección del inversor para un sistema solar de energía eléctrica depende de la máxima sobrecarga momentánea que pueda necesitarse se basan en:
 - La tensión de salida que se requiere
 - Las características operativas que se deseen.
 - El tamaño de un inversor se da por su máxima potencia de salida continua en vatios esta potencia nominal tiene que ser superior al voltaje total de todos los aparatos de corriente alterna que funcionarán al mismo tiempo.

6.2.2.3 Cables. Sirven para conectar todo el sistema normalmente son mucho más gruesos que los de una instalación eléctrica convencional. El calibre depende de la corriente y la distancia que vayan a manejar cuando se manejan sistemas de 24 voltios, se puede recorrer el doble de la distancia indicada en la tabla sin sufrir alteraciones considerables con cableados a 120v la distancia puede ser de 10 veces mayor con la misma caída de tensión, por esta razón se elige el calibre de cable teniendo en cuenta un posible incremento en el consumo debido a expansiones futuras del sistema.

En la siguiente tabla no5 se muestra el amperaje máximo que un alambre puede llevar de acuerdo con el calibre y longitud del alambre. Para el cableado de un inversor se utiliza un alambre de calibre mayor.

Tabla 5. Calibres de cable con caída de voltaje de hasta el 10%

Calibre										
Amperios	#14	#12	#10	#8	#6	#4	#2	1/0	2/0	3/0
1	34.4	53.3	83.8	137.2	216.4					
2	17.2	26.7	42.1	68.6	108.2	175.6	274.3			
4	7.6	13.4	21.0	34.4	54.3	87.8	137.2	221.0	274.3	
6	5.7	9.1	13.4	22.9	36.3	57.3	91.4	146.6	182.9	231.6
8	4.4	6.5	11.1	17.2	27.1	43.9	68.6	110.6	137.2	173.7
10	4.2	5.3	8.8	13.7	21.7	34.4	54.9	88.4	109.7	139.3
15	2.3	3.4	5.3	9.1	14.5	22.9	36.6	58.8	73.2	92.7
20	1.5	2.7	4.2	6.9	11.1	17.2	27.4	44.2	54.9	69.8
25	1.4	2.1	3.4	5.3	8.8	13.7	22.1	35.1	44.2	55.8
30	1.2	1.8	2.7	4.6	7.3	11.4	18.3	29.4	36.6	46.3
40			2.1	3.4	5.3	8.8	13.7	22.1	27.4	34.7
50			1.8	2.7	4.2	6.9	11.1	17.5	22.1	27.8
100					2.2	3.5	5.5	8.8	11.1	13.9
150							3.7	5.9	7.4	9.3
200								4.4	5.5	7.0

Se debe tener en cuenta otro dos materiales en cuenta para dar protección al circuito eléctrico que vamos a manejar sin tener en cuenta si el sistema es fotovoltaico o fototérmico.

- Fusibles e interruptores. Protegen el sistema contra algún posible fallo eléctrico, dependen de la corriente manejada, la conexión positiva del acumulador debe pasar directamente a un fusible que tenga un amperaje no mayor que el del alambre más delgado que haya entre el acumulador y cualquier otro tablero de fusibles o corta circuitos. Un acumulador puede descargar miles de amperios a un corto circuito quemando incluso los alambres más gruesos.

- Conexión a tierra. Es la protección contra descargas eléctricas o atmosféricas en el sistema.
- Cálculo de un sistema eléctrico solar. Se requieren varios datos básicos muy importantes acerca de los equipos o la carga que se requiere alimentar el tipo de voltaje que se va a utilizar ya sea AC o DC, el uso de cargas de corriente directa normalmente a 12 voltios, el consumo individualizado en vatios, el tiempo de uso de cada carga (Horas/Día). El empleo de cargas de AC aumenta el consumo e involucra el empleo de un inversor, el incremento en el tiempo de uso de las distintas cargas aumenta el tamaño del sistema de energía solar ó disminuye la autonomía entre recargas cuando ya está instalado.

Para obtener una mejor calidad en la información visual del sistema energético solar, consistente en la utilización de colectores solares se puede observar con mayor claridad en la pagina web (www.hemeva.com).

6.2.3. RENDIMIENTO DEL SISTEMA

En todo equipo eléctrico es fundamental que para alcanzar el optimo rendimiento de cualquier equipo realizar un estudio detallado que sirva para determinar que porcentaje de radiación se tiene en la superficie de la tierra y que sistemas de transformación se debe utilizar. Para este fin se toma como base principal el 100% de radiación inmediatamente después de que aparece la estrella solar.

6.2.3.1 Radiación extraterrestre (100%). Se toma como la entrada de la radiación solar por la atmósfera. La radiación solar que llega a la capa superior de la atmósfera, sufre una serie de cambios antes de llegar a la superficie terrestre, una parte de esta es dispersada por las moléculas de aire y otra es repelida por la capa de ozono.

- Absorción Atmosférica por aire y ozono. Los principales gases que participan en la absorción de la energía solar son: el vapor de agua, la capa de ozono, el gas carbónico y el oxígeno, como resultado de la absorción la energía solar se transforma principalmente en térmica. Debido a este proceso la radiación solar se reducen en un 19%.
- Proceso de difusión. Ocurre cuando el flujo de la radiación solar se encuentra a su paso pequeñas partículas sólidas en suspensión cuyas dimensiones son menores que la longitud de las ondas electromagnéticas que conforman la radiación, entonces una parte de esta energía es difundida por las partículas en todas las direcciones. La radiación solar se reduce en un promedio del 10%.
- Entrada de la radiación solar a la superficie terrestre. Si el flujo de radiación solar encuentra a su paso pequeñas partículas en movimiento entonces una parte de esta energía se difunde en todas las direcciones. A mayor cantidad de partículas mayor es la componente difusa, por consiguiente aumenta la contaminación la presencia de nubes y cúmulos los que ayudan a que la radiación solar se reduzca en un promedio de un 20%. Esto es conocido como radiación difusa.
- Reflexión de la radiación solar. Al llegar a la tierra parte de la energía solar es absorbida por las capas superiores del agua y del suelo parte de esta es reflejada. La parte que es reflejada al chocar con los rayos incidentes ocasiona una serie de ondas destructivas lo que conlleva a que la radiación se encuentre en estado de contrafase y por lo tanto pierda amplitud ($a=0$). La radiación solar se reduce en un promedio del 6%.

6.2.3.2 Radiación global. Es toda aquella radiación que llega a la tierra, para su cálculo se tienen en cuenta los siguientes datos; la cantidad de rayos solares que llegan a la tierra y la pérdida que se da por las razones anteriormente explicadas

Radiación Global= $100\% - 55\% = 45\%$.

- El 100% es la cantidad de rayos solares que llegan a la tierra.
- El 55% es la cantidad de rayos solares
- El 45% es la cantidad de radiación que recibe el colector solar.

6.2.3.3 Radiación en el colector solar (45%). Es el porcentaje de radiación con la cual el colector realiza su función específica. Aunque este no es en verdad la que se utiliza esto es debido a que la radiación también presenta unas pérdidas en el colector.

- Pérdidas en el interior de la célula. Son las pérdidas en la tensión y la recombinación de portadores acá se reduce el rendimiento en un promedio del 15%.
- Pérdidas por reflexión. Se presenta por la reflexión de los rayos solares dentro de la celda solar la radiación se reduce un promedio del 4%.
- Pérdidas por la resistencia. Las resistencias colocadas dentro del colector solar las cuales sirven para convertir la energía solar en energía térmica, también produce pérdidas. Pérdida = $(I)^2/R$ Reduce el rendimiento en promedio de un 4%.
- Energía neta utilizable. Por variaciones de la radiación, recombinación y resistencia la eficiencia real del colector en su conversión de la luz solar en energía térmica se encuentra en un 21%.

6.3 ESTUDÍO DEL MERCADO

La empresa especialmente se ubicara en los sistemas de energía solar térmica enfascándose específicamente en la climatización de piscinas aunque también se encuentra en la capacidad de ofrecer otros cuatro productos los cuales son.

- Mini sistemas para casas de campo.
- Sistemas básicos para casas de campo.
- Sistema para un hogar en lugar apartado.
- Sistema de CA-CC para un hogar en un sitio apartado.

6.3.1. CONSOLIDAR EL PRODUCTO EN EL MERCADO

El producto se conoce con el nombre de panel fotovoltaico y el de colector solar.

6.3.1.1 Panel fotovoltaico. Consiste en una capa semiconductor con una unión rectificante con contactos eléctricos en ambas caras. Cuando la luz solar incide sobre el panel este la absorbe, generando unos portadores de carga eléctrica adicionales los cuales se va a difundir a través del material.

6.3.1.2 El colector solar. Es un panel, el cual capta la radiación solar directa y difusa, luego por el efecto termosifón el agua caliente del colector sube hasta el tanque y la más fría que es más pesada baja al colector donde se pasa a ser calentada, el tanque cuenta con un excelente aislamiento que sólo permite pérdidas mínimas de calor durante la noche. Opcionalmente se puede instalar una resistencia eléctrica encargada del encendido y el apagado automático del sistema con el fin de poder garantizar siempre agua caliente en condiciones climáticas adversas cuando no haya radiación solar.

6.3.1.3 Módulo solar. Cada módulo consta de células policristalinas cuadradas que aseguran casi el 100% de aprovechamiento de la superficie del módulo. Para brindar a las células máxima protección aún en las condiciones ambientales más severas se encuentran encapsuladas en una base de acetato de vinilo etilénico con fluoruro de polivinilo entre una cubierta de vidrio templado y un respaldo de papel de aluminio, la totalidad del laminado se encuentra dentro de una armazón de aluminio anodizado que asegura su resistencia estructural y facilidad de instalación, en la fabricación de las células fotovoltaicas se encuentra una variedad de materiales semiconductores. Entre los más importantes por su rendimiento y por su costo tenemos: Silicio (amorfo), Silicio (cristalino), AsGa (arseniuro de galio).

- El AsGa presenta más eficiencia de conversión que el Silicio pero su producción es más costosa casi en un 25% por lo tanto se prefiere la utilización del Silicio en los colectores solares para que estos resulten mucho más económicas, la desventaja que tiene el AsGa es su rápida recombinación lo que no permite que ser recolectado.
- El Silicio amorfo no posee la estructura reticular del Silicio cristalino. La estructura amorfa aumenta considerablemente la probabilidad de la absorción de luz y de salto de un electrón hasta la banda de conducción. Este material se considera por tanto, muy superior al Silicio cristalino para la absorción de luz solar y de menor precio de aquí que pueda fabricarse en forma de capa fina para semiconductores de con 0.5 micrómetros de espesor frente a los 300 micrómetros del Silicio cristalino al contener menor material, las células de capa fina valen también menos.

La célula está compuesta de: vidrio plástico u otro material semejante las cuales forman el substrato de la célula, sobre este se deposita una capa conductora la que puede ser un metal convirtiéndose en el contacto posterior. Luego esta el semiconductor el cual absorbe la luz, se superpone a este un semiconductor diferente o modificada, la unión o interface entre ambos semiconductores es el punto donde se halla el campo crítico incorporado el semiconductor superior suele ser transparente con el fin de permitir el paso de la luz y que esta se absorba lo mas próximo posible al campo térmico. El componente final de un colector solar de Silicio amorfo es la rejilla superior.

6.3.2 COLECTORES DE PLACA PLANA.

Interceptan la radiación solar en una placa de absorción por la que pasa el llamado fluido portador (agua). Éste en estado líquido o gaseoso se calienta al atravesar los canales por transferencia de calor desde la placa de absorción la energía transferida por el fluido portador sobre el colector es expresada en porcentaje y se le llama eficiencia instantánea del colector, los colectores de placa plana tienen en general una o más placas compuestas de una capa cobertora transparente que sirve para minimizar las pérdidas de calor de la placa de absorción en un esfuerzo para maximizar la eficiencia. Capases de calentar fluidos portadores hasta 82 °C y obtener entre el 40 y el 80% de eficiencia tiene dos cubiertas en este caso el colector es especial. Si la cubierta es de plástico deberemos ir con más cuidado, los plásticos más utilizados son el policarbonato y el Tedlar.

- Cubierta de policarbonato. Lo reconoceremos por su enorme transparencia pero deberemos averiguar si ha sido tratado para resistir a la radiación ultravioleta. Las láminas de policarbonato, tienen un espesor similar a las de vidrio, pero en general los plásticos se comportan peor que el vidrio en relación con el “efecto invernadero”.

- Cubierta de Tedlar. La reconocemos por ser ligeramente mate y por su falta de rigidez el Tedlar es una película de 0.1 mm, su espesor es de fluoruro de polivinilo es el plástico que mejor comportamiento tiene maneja un transmitancia tanto para la radiación solar como para la infrarroja lejana bastante aceptable aunque el vidrio es mejor por ser inmune a la radiación ultravioleta resistente a altas temperaturas a pesar de su pequeño espesor es altamente resistente a impactos, golpes, etc. Hasta el extremo que un hombre puede andar sobre la cubierta de Tedlar de un colector sin dañarla (cosa impensable en cubierta de vidrio o policarbonato), se usa poco debido a su elevado precio y a las dificultades que entraña la fijación del mismo en el panel (cosa que no ocurre con una lámina rígida).

6.3.2.1 Colectores planos no protegidos. Son una variante económica de los anteriores donde se elimina el vidrio protector dejando la placa expuesta directamente al ambiente exterior. Carecen también de aislamiento perimetral dada la inmediatez y simplicidad de este tipo de paneles, existen una gran cantidad, tanto en formas como en materiales conceptualmente. Una simple manguera enrollada y pintada de negro es, en esencia, un colector solar plano no protegido. Estos colectores debido a su limitada eficiencia, necesitan una superficie más grande para conseguir las prestaciones deseadas, pero lo compensan con su bajo costo.

6.3.2.2 Tubos de vacío. Los tubos de vacío son un concepto distinto, se reduce la superficie captadora a cambio de unas pérdidas caloríficas menores, esta lámina captadora se coloca dentro de tubos al vacío por tanto con unas pérdidas caloríficas despreciables estos tubos presentan el mismo aspecto que un tubo fluorescente tradicional pero de color oscuro los paneles se forman con varios de estos tubos montados en una estructura de peine. Las ventajas de los tubos son su mayor aislamiento (lo que lo hace especialmente indicado para climas muy fríos o de montaña) y su mayor flexibilidad de colocación, ya que usualmente permite

una variación de unos 20° sobre su inclinación ideal sin pérdida de rendimiento. Entre las desventajas tenemos, su costo significativamente mayor y una resistencia inferior a los golpes y al granizo.

Componentes del sistema solar.

- Regulador de carga. Es una parte integral del sistema de energía solar. Consiste en una estructura electrónica que se encarga de mantener un valor constante de voltaje, el cual es independiente de la variación en la tensión suministrada ó en la carga puesta al sistema. Permite el correcto funcionamiento de los elementos conectados al sistema y que dependen de el.
- Batería. En todos los átomos de cualquier material, existen protones y electrones, pero para llevar a cabo un trabajo útil, estas cargas deben separarse con el propósito de producir una diferencia de potencial que sea capaz de establecer un flujo de corriente. La batería ó conversión de energía química en su interior crea un efecto de reacción química produciendo cargas opuestas sobre dos metales diferentes que sirven como terminales positiva y negativa la energía producida por las celdas solares se recolectará en la batería y cuando el usuario necesita activar un sistema eléctrico tomará la energía de ella y no propiamente de la que se produce en la celda solar.
- Carga (consumidores). Esta es la parte del sistema en la cual se le dará utilización a la energía solar térmica, la mayor demanda en la utilización del sistema de energía solar térmica se presenta en aquellos equipos eléctricos de variado consumo de potencia, como por ejemplo: duchas de agua, piscinas climatizadas, entre otros. Las cuales llegan a consumir grandes cantidades de electricidad pero por su naturaleza se debe usar poco tiempo y con baja frecuencia si el usuario quiere la utilización de estos sistemas de alto consumo de potencia se le hará un estudio pertinente de que cantidad de colectores que necesitara para tal fin.

6.3.3. ÁREA DE MERCADO

6.3.3.1 Población. Se ha tomado como población para el estudio de la oferta y la demanda, el país de Colombia, debido a que no hay consumo determinado en una región específica. Según las encuestas realizadas por el DANE en 2010 Colombia presenta un ingreso per cápita de 5410000\$ anuales a pesar de ser un nivel medio de ingresos la inversión de un sistema de energía solar actualmente es alto y mucho más si estamos hablando de un sistema de colectores solares. En este proyecto estamos haciendo una proyección a la inversión en un futuro (5 años) claro que se debe tener en cuenta, que no se necesita mantenimiento hasta unos 25 años después de instalarlos adicional a eso no se vuelve a pagar cuenta de servicios públicos en el rama eléctrico debido a que la energía solar es gratuita. Si mira desde el punto anterior resulta ser una inversión de muy bajo costo, se debe tener en cuenta que se tiene un decremento importante en las riquezas hidroeléctricas con las que cuenta nuestro país, (petróleo, gas, agua) lo que ocasiona que el precio del kilovatio energético aumente cada día más.

6.3.3.2 Segmentación del mercado. El mercado de la energía solar está caracterizado por factores determinantes que en el momento de las ventas juegan un papel muy importante. Entre ellos se pueden destacar lo siguiente:

- Radiación solar. Apoyados en estudios realizados por el laboratorio climatológico de Colombia, sobre la radiación solar en Colombia se obtuvo una mas clara visión sobre las regiones de nuestro país más aptas y rentables para la instalación de sistemas solares.
 - La de mayor incidencia solar.
La Guajira con un promedio anual de 600 cal/cm².
 - La de menor incidencia solar.
Esta depende de la posición geográfica de la región con respecto a la zona ecuatorial y/o la altura sobre el nivel del mar.

Estas diferencias se dan por.

- Su ubicación geográfica.
- La Cantidad de lluvias al año.
- El Promedio de nubosidad.
-

Se escoge a la ciudad de Medellín (Colombia) por ser una de las ciudades que no presentan variaciones altas en la recepción de los rayos solares y sus niveles de radiación solar no suben ni bajan mucho en el año. El montaje se realizara en zona rural de la ciudad de la ciudad de Medellín, en la vereda Mocorongo del municipio de Barbosa, situada en la zona norte del área metropolitana..

- Dificil acceso de la energía electica. Colombia es un país que goza de grandes riquezas hidrográficas sin embargo el porcentaje de distribución de energía es bajo en comparación con otros países y particularmente se ve afectada la zona rural del país y sectores aledaños a las ciudades en los cuáles la topografía nacional hace dificil el acceso a las redes de distribución de energía. Se le adiciona un valor a la distribución debido a las distancias que existe entre las represas y los centros de distribución y de ahí al usuario final.
- El clima. Factor determinante para la acreditación de la empresa debido a que el sol es la materia prima del negocio y aquellos sitios donde la nubosidad o la precipitación permanente de lluvias hace casi imposible recibir los rayos solares es más complicado que el producto de mejores resultados claro que luego de un estudio detallado se puede por medio de ciertas soluciones lograr que el sistema también tenga éxito lo mismo que un sistema instalado en una zona donde los rayos solares tengan mayor incidencia.
- Ventajas de los colectores. Entre las principales ventajas del uso de los colectores solares se tienen las siguientes.

- Sin costo de combustible. La mayoría de los sistemas de energía eléctricos, necesitan reabastecimiento de combustible frecuentemente, (agua, petróleo, gas). En cambio los colectores solares sólo necesitan luz solar por esta razón no necesitan combustible lo cual genera el no costo de este material.
 - Vida útil. Los colectores solares tienen un promedio vital de unos 30 años ó más esto se compara más o menos con unas tres décadas de electricidad por adelantado sin ningún costo. Debido a que según los cálculos en unos 5 años ya se habría librado la inversión de la instalación en comparación con lo que se ahorra con el no pago de cuenta de servicios eléctricos.
 - Requiere mínimo mantenimiento. Gracias a que los colectores solares no tienen partes móviles y son entregados listos para ser instalados necesitan solo de un montaje y de un cableado simple lo cual no implica un mantenimiento continuo fácilmente para mantener el sistema en condiciones adecuadas se puede realizar la limpieza ocasional de la superficie del panel y mediante la revisión de las conexiones eléctricas y de las baterías estar al pendiente de su estado. Adicionalmente se recomienda instalar una manta térmica la cual también merma el mantenimiento que requiere la piscina en cuanto a los costos en químicos y mano de obra.
-
- El sistema Modular. Los sistemas de energía solar pueden producir pequeñas cantidades de energía tanto con un solo colector ó producir grandes fuentes de energía con varios colectores. Esto significa que los sistemas de energía solar pueden ser diseñados para satisfacer cualquier necesidad energética inmediata que se tenga en pensamiento hay que tener en cuenta que estos sistemas pueden ser expandidos a medida que los requerimientos energéticos se vayan incrementando.

- Gran confiabilidad. Los colectores solares tienen un promedio vital de más de 30 años. Para respaldar esto se dará una garantía de 20 años.
- No es contaminante. Los colectores solares gracias a su material de fabricación están libre de contaminantes debido a que no genera humo o cualquier producto de desecho no contribuye a la formación de gases que ayuden al efecto invernadero a la lluvia acida o a la contaminación del aire. Adicionalmente por ser silenciosos no generan perturbaciones de ruido.

6.3.4. ESTUDIO FINANCIERO

Veremos una comparación de los 3 sistemas de climatización teniendo en cuenta valores económicos en el sector energético del mes de enero del 2012. Tenemos de base para nuestro estudio los siguientes datos, dados a continuación en la siguiente tabla

Tabla 6. Datos de la instalación

Volumen de la piscina	99.681	Litros
Cantidad de Calor requerido por cada 1°C	395.732	btu/1°C
°Pérdida de calor a reponer diario	2,5	°C
Capacidad de la Bomba de Calor	75.000.000	btu/h
Potencia del equipo	4,5	kw
Eficiencia del intercambiador	95,0%	%
Horas diarias de trabajo de la BC	0,0	h/día
Consumo de energía diario	0,1	kwh
Costo de la energía eléctrica	353	\$/kwh
Valor del consumo mensual	662	\$/mes

6.3.4.1 Calentador solar. El funcionamiento sale gratis debido que solo consume energía la motobomba existente la cual hace recircular el agua entre los colectores y la piscina. La temperatura puede llegar a bajar a unos 3°C en tiempos de inviernos prolongados y subir hasta unos 4°C más en verano para la ubicación de los colectores se requiere un área soleada de 28m² disponibles en las cercanías de la piscina con orientación sur y 30° mínimos de inclinación.

Tabla 7. Calentador solar

Calentador solar		
Equipos y servicios	Módulos de tubos evacuados de 2.15m ² C/U	12
incluidos	termocontrol	1
	Área requerida m ² :	25,7
Presupuesto	Tubos evacuados	19.736.739
	Montaje - Tentativo hasta 10m	4.104.400
	Transporte de equipos	0
	Estructura de apoyo colectores	Por el cliente
	IVA	3.814.582
	<i>TOTAL incluido el IVA</i>	<i>\$ 27.655.721</i>

6.3.4.2 Bomba de calor. Este sistema no depende del clima y puede escogerse a voluntad la temperatura que se quiera de funcionamiento y los períodos en que vaya a operar (día, noche o fin de semana). Se puede colocar en el cuarto del filtro de la piscina separando el aire de entrada y el aire frío de salida para que la máquina no pierda eficiencia. La acometida eléctrica monofásica debe ser a 220V protegida contra rayos e independiente de la bomba de agua de la piscina debe contar con un tablero eléctrico de 4 circuitos con tierra y neutro alimentado con un cable para atender un consumo de 80 Amperios.

Tabla 8. Bomba de calor

bomba de calor - btu/h	75.000
potencia - kw	4,5
horas de trabajo / día	13,9
valor kwh/h Estrato 4 Medellín	353,30
Bomba de calor EXTERIOR	7.350.000
Bomba de calor INTERIOR, alternativa(*)	8.550.000
Montaje	0
Transporte de equipos	0
Ducto para salida de aire frio	
IVA	1.176.000
TOTAL incluido el IVA	\$ 8.526.000
4,5kw x 13,9h/día x \$353,3/kwh	\$ 22.075
usando cobija térmica en la noche	

6.3.4.3 Sistema Mixto. Este sistema es conveniente cuando hay poca superficie para instalar los colectores solares o para mantener siempre la temperatura deseada en la piscina sin depender del clima y con un mínimo costo de funcionamiento. La Bomba de Calor solo se podrían a funcionar los fines de semana debido a los costos del gas y el traslado de este a las zonas rurales lo que no lo hace muy económico el sistema eléctrico es igual al utilizado en la bomba de calor. La acometida eléctrica monofásica a 220V debe estar protegida contra rayos e independiente de la bomba de agua de la piscina. El tablero eléctrico constara de 2 circuitos con tierra y neutro se alimentara con un cable para atender un consumo de 40 Amperios, usaran tomas a 110V y 220V.

Tabla 9. Sistema mixto

<i>Mixto</i>	
Módulos de tubos evacuados de 2.15m ² C/U	
6	bomba de calor - btu/h
45.000	potencia - kw
3,5	horas de trabajo / día
11,6	valor kwh/h Estrato 4 Medellín
353,30	
Tubos evacuados	9.900.000
Bomba de calor EXTERIOR.	7.350.000
Bomba de calor INTERIOR, alternativa(*)	
8.550.000	
Montaje - Tentativo hasta 10m	4.720.300
Transporte de equipos	0
Estructura de apoyo colectores	Por el cliente
IVA	3.515.248
<i>TOTAL incluido el IVA</i>	\$ 25.485.548
4,5kw x 6,9h/día x \$353,3/kwh	\$ 14.308
<i>usando cobija térmica en la noche</i>	

- Costos de los accesorios. Estos son los accesorios necesarios para la instalación de los sistemas de climatización que estamos analizando.

Tabla 10. Accesorios de la instalación

	100% solar	mixto
1. múltiples accesorios	36.650	
colector mo	16.700	
2 hembras cu 1"	14.000	
niple 0,05m	950	
teflon	2.000	
soldadura	1.000	
codo 1"	2.000	
2. by pass	100.200	
3 válvulas mo	50.100	
precio 3 válvulas	50.100	
3. Control de temp.	988.600	
termocontrol instal.	155.000	
cable encauchetado	20.000	
tubería conduit 1/2	11.200	
mo 2 anteriores	30.400	
Motobomba de CS	700000	
MO Motobomba	72000	
4. montaje	1.014.800	
3m tubo CU 1 1/2"	114.000	
15m tubería pvc 1 1/2"	224.000	
MO tuberías	76.800	
otros (codos +tee+pega+uniones)	600.000	
1 x cant módulos	438.395	219.900
2+3+4	2.103.600	2.103.600
Costos	2.541.995	2.323.500
Costos + Utilidad	5.083.990	4.647.000

6.3.5. COMPARACION COSTOS DE OPERACIÓN ENTRE LA BOMBA DE CALOR EL CALDERÍN A GAS Y LAS RESISTENCIAS ELECTRICAS

- Calculo de la bomba de calor. El consumo está supeditado a las condiciones atmosféricas, el uso de la cobija térmica, el viento, etc. Se estima una pérdida de 2,5°C durante la noche

Tabla 11. Costos de la bomba de calor

<i>Parámetros</i>	<i>U. de medida</i>	100% bomba de calor	
		<i>Valores de arranque (1)</i>	<i>Valores en régimen</i>
Potencia del compresor	HP	5	5
Volumen de agua a calentar	litros	99.681	99.681
Energía requerida para aumentar 1°C	btu	395.732	395.732
Grados centígrados que se quieren aumentar en 24h (1 día)	°C	5,0	2,5
Energía requerida para aumentar los °C anteriores en 24h (1 día)	btu/día	1.978.658	989.329
<i>BC de referencia, para hacer el trabajo en 12h diarias</i>	btu/h	No aplica	82.444
<i>Escoger BC definitiva según gama disponible</i>	btu/h	75.000	75.000
Potencia de la BC definitiva	Kw	4,5	4,5
<i>COP de la bomba de calor. COP de referencia 5.23</i>		4,97	4,97
Horas diarias de trabajo de la bc escogida	h/día	28	13,89
Consumo diario de energía eléctrica	kwh/día	125	62,5
precio de la energía eléctrica Estrato 4 Medellín	\$/kwh	353,30	353,30
precio del consumo diario de la bc	\$/día	44.151	22.075
Valor del consumo mensual de la Bomba de Calor	\$/mes	No aplica	662.261

- Calculo del calderín a gas. Lo único que interfiere con su funcionamiento es que en las zonas rurales todavía no funciona la red de gas domestico. Por esta razón se debe controlar su funcionamiento.

Tabla 12. Costos del Calderín a gas

Suministro de la misma energía con calderín de Gas Natural		
Precio del Gas Natural estrato 4 Medellín	$\$/m^3$	708,32
Rendimiento global		0,80
Poder calorífico	btu/m^3	32.000,00
Calor neto obtenido para calentar el agua	btu/m^3	25.600,00
Consumo diario de GN para calentar el volumen de agua total	$m^3/día$	38,65
Costo del consumo diario de GN	$\$/día$	27.373,50
Valor del consumo mensual del Gas Natural	$\$/mes$	821.204,87
Ahorro de la BC respecto al calderín de GN	%	24,00

- Calentador eléctrico (Resistencia). Por costos energéticos es el más costoso, pero como las redes eléctricas si llegan a las zonas rurales, se convierte en el sistema mas utilizado.

Tabla 13. Costos del Calentador eléctrico

Precio de la energía eléctrica Estrato 4 Medellín	<i>\$/kwh</i>	353,30
Rendimiento global		0,95
Poder calorífico	<i>btu/kw</i>	3.412
Calor neto obtenido para calentar el agua	<i>btu/kw</i>	3.241
	<i>kw</i>	46,28
Horas diarias de trabajo del calentador	<i>h/día</i>	13,89
Valor del consumo diario	<i>\$/día</i>	227.014,80
Valor del consumo mensual de una resistencia eléctrica	<i>\$/mes</i>	6.810.443,93
<i>Ahorro de la BC respecto al calentador eléctrico</i>	<i>%</i>	<i>90,28</i>

6.3.6 ANALISIS DEL MERCADO

Para un buen estudio del mercado se deben tener en cuenta varios factores que influyen directa e indirectamente en el éxito económico del proyecto evaluado. A continuación se darán a conocer varios de los factores que influyen en el mercadeo del producto.

- La competencia. En el área de la ciudad de Medellín se han encontrado un total de ocho (8) empresas dedicadas a la comercialización de los elementos dedicados a la obtención y conversión de la energía solar de los cuales seis (6) son distribuidores directos y dos (2) son sucursales cuyas sedes principales están ubicadas en las ciudades de Bogotá y Barranquilla.
- Política de ventas. Haciendo un estudio de los ocho (8) establecimientos analizados se obtuvo que todos venden sus sistemas dando un plazo máximo de 30 días para su cancelación contando a partir de la instalación del sistema.

- Servicios complementarios. En el análisis de la competencia se encuentra como único servicio adicional la asesoría gratuita a sus clientes acerca de su funcionamiento y la garantía ofrecida por todos de 20 años.
- Política de precios. Los precios son extremadamente similares entre las distintas empresas comercializadoras de estos productos.
- Calidad del producto. Los productos comercializados son casi iguales tanto en su calidad, tamaño y precio debido a que los distribuidores en el exterior son los mismos.
- Dotación del producto. Luego de las visitas a los establecimientos comercializadores se pudo observar que ninguno mantiene mercancía disponible en bodega. Todo el material es distribuido sobre pedido según la cantidad de material pedido se puede demorar la entrega, esto es por la demora en los trámites de legalización de la mercancía ante los entes pertinentes.
- Mercado proveedor. Este mercado es muy sólido y confiable el cual esta en la capacidad de cubrir y satisfacer adecuadamente y oportunamente las necesidades y demandas que requiera cualquier tipo de proyecto.
- Entrega. La entrega del producto esta asegurada debido a que las empresas distribuidoras cuentan con los medios logísticos necesarios para entregar el material en el punto donde se efectuó el montaje.

6.3.7. ESTRATEGÍA COMERCIAL

- Publicidad. En este campo se tiene presente todos aquellos métodos que nos sirvan para dar a conocer la empresa y sus productos.
 - Se consideran las estrategias publicitarias, la difusión en TV y prensa.

- Presencia de la empresa en algunas ferias de exposiciones tales como: expofísica, expoingeniería y otras en las cuales se puede dar a conocer la empresa y los productos que está comercializa.
 - Compra de un espacio en las páginas amarillas y directorios telefónicos.
 - Elaboración de un Home Page con el fin de ubicarlo en un motor de búsqueda para que la compañía sea conocida vía internet y se pueda disponer de ese gran potencial de ventas.
- Calidad. Los productos distribuidos y comercializados son de primera categoría y excelente calidad todos los componentes constituyentes del sistema son importados en forma directa lo que garantiza su excelente estado. Se verifica que todos los elementos del sistema funcionen correctamente al momento de la instalación y puesta en funcionamiento.
 - Precios. La política de precios se manejará de acuerdo al montaje que se vaya a montar, en la venta de los sistemas se le da una facilidad al cliente de cancelar el sistema dentro de un plazo de 30 días. Se concede un descuento del 15% sobre el valor del sistema por cancelación durante los 15 primeros días y de un 20% por su cancelación antes de los 20 días posteriores a la fecha de instalación y puesta en funcionamiento del sistema.
 - Asesorías. La asesoría se prestará en forma gratuita a la persona natural que lo solicite y su único limitante es el tiempo disponible del asesor.
 - Montaje. El montaje incluye la instalación de todos los componentes del sistema, su conexión y si es preciso la adecuación del lugar donde se colocará el sistema. El cliente debe proveer un lugar cubierto donde serán colocados el banco de baterías y el regulador de voltaje la adecuación del terreno y del espacio donde ira el montaje será por cuenta del cliente lo mismo que el sobrecosto del transporté en caso que el montaje sea por fuera del área metropolitana.

7. CONCLUSIONES

En el siguiente trabajo se han tenido en cuenta la incidencia de las múltiples variables que influyen en el análisis y elaboración del proyecto además del comportamiento y evolución en el periodo de tiempo planteado.

Como estudiantes este análisis ha permitido poner en práctica y ampliar los conocimientos adquiridos en el aula de clase.

Se observa también el gran aporte que concede interactuar con el medio externo y la gran necesidad planteada en el medio universitario de vincularse con este tipo de proyectos al campo industrial y comercial, público y privado.

Con el montaje del sistema solar, se puede evitar en alto grado la contaminación ambiental, debido a que es una energía limpia por lo que ayuda a prevenir el efecto invernadero.

El fácil montaje del sistema fototérmico, y su simple funcionamiento nos permite disfrutar de la piscina durante todos los días del año.

Con la adaptación de los colectores y la manta térmica se logra mejorar el funcionamiento de la piscina y a la vez merma el mantenimiento que se le debe hacer por la intemperie.

No se tiene que preocupar por los excesivos costos de la cuenta de servicios públicos, debido a que la energía solar es gratuita. Su único costo se representa en la instalación del sistema pero se cuenta con la ventaja de que cada día de funcionamiento es librar la inversión.

No se debe preocupar por los cambios bruscos que ocurren en las instalaciones eléctricas debido a los picos de corriente que ocasiona el arranque de la motobomba cada vez que la piscina lo requiera, debido a que el sistema fototérmico se encarga de alimentar la bomba.

El montaje permite que si se aumenta la carga de consumo se pueda adaptar nuevos módulos con el fin de mantener el sistema en perfecto funcionamiento.

El sensor debe cumplir con las especificaciones del sistema solar debido a que es el encargado de mostrarnos alguna deficiencia en el sistema en cuanto a la temperatura que deseamos obtener.

Los colectores de polipropileno nos presentan mayor ventaja para las instalaciones rurales debido a su bajo peso, a la facilidad de transporte, montaje y reparación en caso de algún percance.

Las ventajas del sistema solar sin importar si son fotovoltaicos o fototérmico, es la falta de mantenimiento, y el ahorro económico que representa en cuentas de servicio públicos.

Se llega a la conclusión final que este tipo de tecnología permite mejorar la calidad de vida de las personas, optimizando tiempo y recursos económicos a su vez que protege el planeta tierra.

8. RECOMENDACIONES

Para realizar un buen uso del sistema fototérmico se debe tener en cuenta:

- La instalación incorrecta del sistema fototérmico puede producir daños en el equipo, lesiones físicas graves e incluso la muerte. Por tanto, es muy importante respetar las instrucciones de este manual, así como las normas y reglamentos de seguridad vigentes locales y nacionales.
- Desconecte el sistema fototérmico cuando así lo dicten las consideraciones de seguridad de los usuarios, para evitar el arranque accidental de la motobomba.
- No retire las conexiones de la red de alimentación, ni las de la motobomba u otras conexiones de alimentación mientras el sistema fototérmico esté en funcionamiento.
- Proteja a los usuarios de la tensión de alimentación.
- Cuando por algún motivo la piscina este sin agua o fuera de servicio se debe aislar el sistema fototérmico para evitar sobrecalentamiento en los circuitos y conexiones

9. PROTOTIPO

INTRODUCCION

La Instalación de una energía alternativa como es la energía solar en viviendas familiares es con el objetivo de conseguir energía eléctrica o energía térmica a través de paneles o colectores solares.

La instalación consta de un regulador, un convertidor y uno o varios colectores solares encargados de almacenar, convertir y aprovechar la energía solar.

Estas instalaciones se montan en zonas donde no haya grandes vientos y que no nieve por que se puede dañar, la instalación y los colectores no deben estar en lugares tapados donde no les de el sol, evitar objetos que le produzcan sombras o que interfieran en la llegada de los rayos solares.

Para montar este tipo de instalaciones hay que tener en cuenta el lugar, la región y la autonomía solar, existen unas tablas para saber cuantos días de autonomía solar tiene cada zona.

La normativa esta recogida bajo el reglamento de baja tensión, estipulado por el ministerio de Minas y Energía

9.1. OBJETIVO

Con el fin de suplir la falta de cultura con respecto a la conservación del medio ambiente y el ahorro de energía, sea creado la necesidad de culturizar a las nuevas generaciones de estudiantes en la conservación del medio ambiente, para ello es necesario aprovechar la educación en ciencia y tecnología haciendo énfasis en la importancia del uso y aplicación de energías limpias y renovables, como es la energía solar.

Esto es más fácil de conseguir con la integración de los medios educativos y didácticos necesarios para la educación de los alumnos por lo tanto se plantea el desarrollo de un calentador solar didáctico para la enseñanza de la energía solar.

En el texto se describe el diseño, fabricación y funcionamiento del prototipo para la demostración práctica y experimental de la conversión de energía solar en energía térmica, por medio de la absorción de la radiación solar sobre una superficie oscura.

El calentador solar consta de un sistema de captación de la energía solar y un acumulador térmico, su estructura se complementa con un soporte en madera que lo hace compacto y fácil de transportar.

Apoyados en las reflexiones anteriores, se desarrolló un calentador solar didáctico, como una nueva herramienta pedagógica que permite ilustrar los conceptos físicos involucrados en su funcionamiento y que podrá ser utilizado con estudiantes de diversos niveles.

Las características fundamentales de este módulo de demostración solar son: la practicidad a la hora de su manipulación, compacto, liviano, fácil transporte y su componente didáctico.

A continuación se describen la estructura y su funcionamiento. Igualmente se proveen las características físicas de los diversos elementos y materiales del prototipo. Finalmente se presentan los resultados prácticos correspondientes a la prueba y puesta a punto del equipo.

9.2 JUSTIFICACIÓN

La recogida directa de energía solar requiere dispositivos artificiales llamados colectores solares, diseñados para recoger energía, una vez recogida, se puede emplear tanto en procesos térmicos, como en procesos fotoeléctricos o fotovoltaicos.

En los procesos térmicos, la energía solar se utiliza para calentar un gas o un líquido que luego se almacena o se distribuye. En los procesos fotovoltaicos, la energía solar se convierte en energía eléctrica sin ningún dispositivo mecánico intermedio los colectores solares pueden ser de dos tipos principales de placa plana y de concentración, como nuestro fin es la conversión de energía solar en energía térmica usaremos el colector plano.

El colector solar plano es el aparato más representativo de la tecnología solar fototérmica se utiliza en el calentamiento de agua para baño y piscinas, también para secar productos agropecuarios mediante el calentamiento de aire y son muy usados para destilar agua. Están constituidos básicamente por:

- Un marco de aluminio anodizado.
- Una cubierta de vidrio templado y de bajo contenido en fierro.
- Una placa absorbente enrejada con aletas de cobre.
- Terminales de alimentación y descarga de agua.
- Un aislante puede ser polietileno o unicel
- La caja del colector debe ser galvanizada.

La posición más general es la vertical recorriendo el circuito hidráulico la placa colectora de abajo a arriba esta disposición suele ser más eficiente para conseguir temperaturas más elevadas, en los sistemas típicos para casa-habitación se emplean colectores fijos los cuales son montados sobre el tejado su dirección varía según el hemisferio en el hemisferio norte su orientación va dirigida hacia el Sur y en el hemisferio sur va hacia el Norte, el ángulo de inclinación óptimo para montar los colectores depende de la latitud, los colectores se inclinan respecto al plano horizontal con un ángulo igual a los 15° de latitud y se orientan unos 20° latitud Sur o 20° de latitud Norte.

Las dimensiones estandarizadas son de 2 x 1 m de largo x ancho, lo que permite disponer de aproximadamente 1.8 a 1.9 m² de superficie útil por colector solar, el peso ideal es de unos 30 Kg/m² lo que asegura una cierta rigidez.

Las unidades domésticas funcionan mediante el mecanismo de termosifón el que se basa en la circulación que se establece en el sistema debido a la diferencia de temperatura de las capas del fluido estacionado en el tanque de almacenamiento, por tal razón, los sistemas típicos de agua caliente y calefacción están constituidos por varios elementos los cuales son, las bombas de circulación, los sensores de temperatura, los controladores automáticos que se utilizan para activar el bombeo y los dispositivos de almacenamiento.

Debido a la naturaleza intermitente de la radiación solar como fuente energética durante los periodos de baja demanda debe almacenarse el sobrante de energía solar para cubrir las necesidades cuando la disponibilidad sea insuficiente, al sistema se le añaden algunos dispositivos termostáticos de control a fin de evitar congelamientos y pérdidas de calor durante la noche.

El cálculo de la superficie de paneles necesaria para una piscina es complejo pues depende de varios factores que pueden variar mucho de una piscina a otra, tales como:

- Irradiación directa del Sol sobre la propia piscina.
- Temperatura ambiente.
- Humedad relativa.
- Altitud.
- Renovación continua del agua de la piscina.
- Relación superficie libre / volumen de la piscina.
- Superficie mojada y pérdidas de calor a través de ella.
- Pérdidas por radiación estas dependen de la nubosidad que se presenta durante la noche.

9.3 REFERENTES TEÓRICOS

- DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE CALENTAMIENTO SOLAR

Un calentador solar esta basado en una celda solar térmica y de varios sistemas, los cuales

funcionan en perfecta sincronización estos sistemas son:

- El sistema de captación son los paneles o calentadores solares
- El sistema hidráulico constituido por la bomba de succión y la tubería por donde circula el fluido.
- El sistema de acumulación es el depósito donde se recoge el fluido.
- Un sistema de intercambio este será necesario en caso de que el fluido que circula por el colector solar no sea el mismo que el que emplea en su aprovechamiento.
- El sistema de medición: Monitorea las temperaturas de entrada y salida del flujo caloportador y de la superficie del panel mediante un sensor de temperatura con su respectivo circuito de acople y visualización (los equipos de medición los asignara la institución según las mediciones pertinentes).
- La circulación del agua dentro del calentador solar se hace por medio del efecto termosifón, en este tipo de circulación, el fluido circula por naturaleza propia y sin ningún tipo de energía exterior principio según el cual el agua al calentarse sufre un desplazamiento vertical y hacia arriba basado en la disminución de su densidad con el aumento de la temperatura. Esto provoca que el agua contenida en un depósito se encuentre estratificada ocupando las posiciones más altas las de mayor energía o temperatura. Como lo nuestro corresponde a una mesa de trabajo le adicionamos una motobomba sumergible con capacidad de circular aproximadamente unos 700litros de fluido por hora con el fin de crear el efecto termosifón

- DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN

Los requerimientos técnicos de construcción son enfocados con el propósito de desarrollar un prototipo que cumpla una función didáctica para tal fin se tuvieron en cuenta los siguientes parámetros. Para el sistema captador el cual lo conforma la celda solar térmica se facilito los cálculos de su construcción dividiendo el colector en varias partes.

- La carcasa es un armazón enterizo en lámina de aluminio de 96cm de largo por 40cm de ancho y 50 mm de espesor. Se seleccionó este tipo de lámina, ya que cumple con los requisitos de: Resistencia a choques mecánicos, bajo peso, resistencia a la corrosión e impermeabilidad. El moldeado y formado de la carcasa se hace por corte de cizalla y dobladora para su terminado final. La lámina finalmente se une con remaches pop de 3/16 por 3/8.
- Para la cubierta transparente se seleccionó una lámina de vidrio claro, por las ventajas que presenta
 - Retener las ondas electromagnéticas produciendo el efecto invernadero de esta permitir que el calor permanezca dentro del panel.
 - Disminuir las perdidas de calor por hacia el exterior.
 - Cuenta con una transparencia del 94%, una absorción del 96 % en cuanto a la energía recibida y presenta una emisión del 7% de la radiación solar.
 - La cubierta transparente tiene las medidas internas según la carcasa de la celda solar térmica (96cm X 40cm) con una área efectiva de colector de 0.61m²
 - Tiene buen comportamiento y buena resistencia a los choques térmicos y un bajo costo.
 - recubrimiento es en caucho espumoso de 20 mm X 2 mm con el fin de evitar contacto con las partes metálicas del colector.

- La capa absorbente está constituida por tubos de cobre recubiertas por una lámina de color negro. Como el prototipo didáctico es a escala, se optó por utilizar como absorbente el circuito tipo parrilla ya que este sistema mejora el rendimiento y funcionamiento de la celda solar para el diseño del absorbente se debe tener en cuenta la presión máxima de trabajo.

La formula para calcular esta presión la determinamos de la siguiente manera

- $P_{cmx} = \delta * Y$ donde
 - P_{cmx} esta dado en Kg /m² de la celda solar,
 - δ = es el peso especifico del agua en Kg /m³
 - Y = corresponde a la altura entre el punto mas alto del deposito y el punto más bajo.

Por exigencias internacionales de seguridad se toma la presión máxima como uniforme en todo el colector solar y el factor de seguridad es de 1.5 es decir la presión de seguridad(P), viene dada como $P = 1.5 P_{cmx}$. Tomando los valores del prototipo:

- $\delta = 1000 \text{ Kg /m}^3$ y $Y = 300 \text{ mm}$ tenemos que $P_{cmx} = 0.05 \text{ Kg/m}^2$ reemplazando se observa que $P = 0.045 \text{ Kg/m}^2$.

Como se observa en los cálculos anteriores, la presión que ejerce el flujo calor- portador no supera la presión de seguridad de los tubos de cobre 1/2".

- En la cara posterior de la celda solar térmica se colocó una capa de aislamiento térmico con el fin de evitar que el calor escape hacia la atmósfera tanto por convección o por conducción se debe tener en cuenta que los aislamientos sufren un grado de deterioro con el tiempo y que en condiciones normales las temperaturas pueden pasar de 125 °C. Los materiales comúnmente utilizados son, la lana de fibra de vidrio, el icopor, la espuma de poliuretano y el polietileno en nuestro caso se tomó la espuma de poliuretano como aislante térmico. Después de inyectar el poliuretano se recubrió con una película de pintura epóxica, la cual lo protege de los rayos ultravioleta.

Para determinar el espesor del aislamiento, e , se tienen la ecuación.

- $e = U/K$ donde

K = es la conductividad térmica del aislante en $W/m^{\circ}K$.

U = corresponde al coeficiente total de transferencia de calor.

Para que el calentador solar funcione con un rendimiento promedio del 80%, las pérdidas de calor no deben ser mayores a $1.5 W/m^2K$ en el borde del panel solar térmica. Usualmente el aislamiento térmico del tanque se calcula para que las pérdidas térmicas no superen el 10% de su temperatura en un periodo de 24 horas. Para este caso se escogió como aislante térmico la espuma de poliuretano, ya que su conductividad térmica es aproximada al valor requerido. En este caso la conductividad térmica del poliuretano es de $K= 0.038 W/m^{\circ}K$ reemplazando los valores en la ecuación se obtiene que su espesor es de 2.51 cm.

El aislamiento en los laterales de la celda solar (colector) es de 25 mm aproximadamente y el fondo según normas internacionales debe ser por lo menos el doble del espesor lateral. En este caso es de 40 mm.

Para efecto de las prácticas con el calentador solar didáctico, un dato importante que se requiere es la cantidad de radiación solar existente para ese periodo de tiempo en el sitio de la prueba. Debido a la complejidad de las ecuaciones y teniendo en cuenta que el prototipo será utilizado por estudiantes de educación media se optó por tomar los datos de las tablas de incidencia solar donde figuran las siguientes variables: día, año, temperatura ambiente, latitud del lugar y altitud, entregando como resultado los datos de la radiación solar existente en el lugar para cada hora del día.

9.4 METODOLOGÍA

- Medición del rendimiento: con el fin de verificar el rendimiento del prototipo y caracterizar su comportamiento se llevo a cabo la siguiente prueba:

Con la tabla se estima la radiación solar directa existente para el día de la prueba a las 12 del día. Se colocó la celda solar térmica a la radiación solar directa, ajustándola a un ángulo de 25° para que empiece a funcionar bajo el efecto de termosifón. Se registró la temperatura durante una hora, con intervalos de 20 minutos, de entrada y salida del agua que circula por panel obteniendo los siguientes datos.

Temperatura de entrada y salida del panel para el día 10 de Mayo del 2012.

○ Hora	Temperatura entrada	Temperatura salida
12:00	17	17
12:20	19	24
12:40	26	29
1:00	31	36

Con los datos se halló el rendimiento promedio: \bar{D}

\bar{D} = rendimiento del calentador solar durante el periodo de tiempo (60 minutos) para ello se utiliza la siguiente ecuación.

- $\eta = Q_u / (HT * A_c)$ donde

Q_u = es el calor útil en W,

HT = es la energía solar incidente (1045 W/m²).

A_c = es el área efectiva del colector (0.41 m²).

Q_u se calcula teniendo en cuenta la diferencia de temperaturas inicial y final de los 60 minutos que para nuestro caso fue de 17°C junto con la capacidad de

almacenamiento del tanque, la cual es de 18925 cm³, se halla el trabajo calórico en Kilocalorías durante los 60 minutos el cual es de 283.87 Kilocalorías, que equivalen a 1186.5975 Kilojulios.

Con el trabajo calórico en Kilojulios hallamos la potencia calórica en un periodo de tiempo el cual es el mismo Q_u de la celda solar térmica dando como resultado 329.5 Watts. Aplicando los valores anteriores a la ecuación se obtiene que el rendimiento sea del 75 %. Vale decir que el rendimiento anteriormente hallado es de todo el sistema del calentador solar, para hallar el rendimiento instantáneo del colector se toma como referencia la diferencia de temperaturas entre la temperatura promedio de la placa y la temperatura ambiente y se gráfica contra el rendimiento.

- Rendimiento a largo plazo: Durante el mes de mayo del 2012, se desarrollaron pruebas de funcionamiento bajo el sistema de termosifón, del 01 de mayo al 15 de mayo, con el fin de hallar la curva de su rendimiento promedio para esos 15 días.

A continuación se muestra los datos obtenidos de radiación solar promedio y rendimiento en este periodo de tiempo. Se observa un rendimiento promedio del 65%, con un valor máximo del 79%. Este valor máximo de rendimiento se puede explicaren virtud de que a ese día le corresponde la máxima radiación solar.

Rendimiento del calentador solar durante 15 días.

Día	Radiación diaria promedio (W/m ²)	Rendimiento
1	648	0.6
2	650	0.61
3	651	0.61
4	649	0.6
5	653	0.62
6	650	0.61
7	655	0.64
8	657	0.66
9	660	0.67
10	668	0.7
11	670	0.71
12	684	0.79
13	673	0.72
14	694	0.76
15	661	0.65

Los resultados nos muestran una radiación mayor de 694.0 con un rendimiento del 0.76%.

Una vez visto el funcionamiento del captador se pueden realizar varias mediciones como:

- Analizar el balance energético que se produce en el colector durante su funcionamiento. Para realizar este análisis se considera un captador inmóvil, recibiendo la radiación sola uniformemente repartiéndola de forma constante y por cuyo interior circula el fluido con un caudal determinado entrando a una temperatura y saliendo a otra temperatura superior a la de la entrada como consecuencia de haber absorbido calor a su paso por el circuito hidráulico. Así pues, el balance energético del captador será:

- $QU = QT - QP$ donde:

QU = es la energía útil es decir la recogida por el fluido.

QT = es la energía incidente total por la radiación solar en el captador.

QP = es la energía perdida por disipación al exterior.

El valor de la energía incidente total QT será igual a la intensidad de radiación por la superficie de exposición conocida como la irradiancia E_g y en caso de existir cubierta hay que contar con la transmitancia τ de la misma, que dejará pasar solamente una parte de dicha energía y por otro lado con el coeficiente de absorción α del absolvedor la fórmula para este caso es:

- $QT = E_g \cdot S \cdot \tau \cdot \alpha$ donde:

E_g = es la potencia de la radiación solar por unidad de área en W / m^2 .

S = es la superficie del colector en m^2 .

τ = es la transmitancia de la cubierta en %.

α = es la absorción del absolvedor en %.

- Para calcular la energía perdida por disipación al exterior es más complejo debido a que se produce simultáneamente el de conducción, convección y radiación. Para simplificar este hecho se recurre englobar estas influencias en el llamado coeficiente global de pérdidas (UL) el cual se mide experimentalmente y su valor es suministrado por el fabricante.

De todos modos es una buena aproximación valorar las pérdidas por unidad de superficie proporcionales a la diferencia entre la temperatura media de la placa del absolvedor y la del ambiente:

- $QP = S \cdot UL \cdot T_c - T_a =$ donde:

S = superficie del captador en m^2 .

UL = es el coeficiente global de pérdidas en $W / m^2 \cdot K$.

T_c = es la temperatura media de la placa del absolvedor en K .

T_a = temperatura ambiente en K .

Por lo que la ecuación inicial del balance energético queda de la siguiente forma:

$$U = E_g \cdot U_L \cdot T_c - T_a \cdot Q$$

Se da el hecho de que la temperatura media de la placa del absolvedor T_c no puede calcularse de una forma sencilla por lo que tendríamos que medirla directamente mediante una serie de sensores colocados sobre ella. Por el contrario se puede conocer con suficiente exactitud la temperatura media del fluido en el absolvedor (T_m). Una forma muy sencilla es hallar la media de las temperaturas de dicho fluido a la entrada y a la salida del colector si la placa del absolvedor y los tubos por los que circula el fluido tuviesen un coeficiente de conductividad térmica infinito las temperaturas medias de fluido y placa serían iguales, pero esto en realidad nunca ocurre puesto que no todo el calor es absorbido en la placa del absolvedor por donde pasa al fluido para transformarse en energía térmica. Al sustituir la temperatura de la placa del absolvedor por la del fluido se debe introducir un factor de corrección llamado factor de eficiencia (FR) este factor es prácticamente independiente de la intensidad de la radiación incidente.

Finalmente, la energía recogida por el fluido en el captador es, a partir de

- $U_R = E_g \cdot U_L \cdot T_m - T_a \cdot Q$ donde:

FR = factor de eficiencia en %.

T_m = temperatura media del fluido en el absolvedor en K.

- Se puede deducir el valor del rendimiento del captador η , donde el rendimiento se define como el cociente entre la energía recogida por el fluido y la irradiancia solar incidente. Por tanto, cuanto mayor sea el factor de eficiencia de un captador y menor su coeficiente global de pérdidas, mejor será su rendimiento. Si se admite que los coeficientes ($\tau\alpha$) FR y FRUL son constantes, la representación de la gráfica de la expresión anterior es una recta, donde la ordenada en el origen $F'(\tau \cdot \alpha)$ indica el rendimiento del captador considerando solamente el valor de las pérdidas y la pendiente $F' \cdot U$ es indicativa de las pérdidas térmicas, que dependen de la temperatura media del y del ambiente.

- Pérdida de carga del captador. La pérdida de carga es un factor importante a tener en cuenta en el diseño del circuito hidráulico debido a que es la pérdida de presión que sufren los fluidos en su circulación a través de las tuberías del sistema se producen debido a las fricciones de las partículas del fluido entre sí y contra las paredes de la tubería que las contiene.

Se podría hacer un símil entre el paso de la corriente eléctrica a través de un resistencia con el de un fluido por una tubería con una determinada pérdida de carga disminuyendo su flujo al aumentar la pérdida de carga. La pérdida de carga de un captador se determina para diferentes caudales en el marco de los ensayos, esta prueba se lleva a cabo generalmente usando agua por lo que los valores obtenidos han de adaptarse a las mezclas con anticongelantes que se usan para los circuitos primarios como fluido.

- Las pérdidas ópticas y térmicas de un captador se pueden deducir de la siguiente forma:
 - Pérdidas ópticas por reflexión son del 4 al 6% de la irradiancia incidente esto depende del tipo de vidrio. Si la cubierta transparente no es vidrio, la reflexión puede ser muy diferente.
 - Pérdidas térmicas son básicamente las mayores pérdidas térmicas de un captador solar, se producen por la cara anterior (cubierta transparente) en aproximadamente un 80 % del total de las pérdidas. El resto se pierde por la cara posterior y los laterales dependiendo del aislamiento térmico que se incorpore y de las condiciones de temperatura y velocidad de los vientos exteriores.

Se calcula aproximadamente que un 60% de la radiación solar es aprovechada por el absorbente y el 40 % restante se pierde por diferentes fenómenos.

- La transmitancia τ de la cubierta del captador depende de las propiedades del vidrio solar como la mayor o menor absorción de la radiación en el mismo y de la reflexión en superficie, si un rayo incide verticalmente sobre la superficie del vidrio éste sólo reflejará una pequeña parte de la radiación sin embargo cuando más rasante sea el ángulo de incidencia mayor será la reflexión, con una

incidencia paralela al vidrio la transmitancia será cero y el vidrio actuará como un espejo.

Otros valores característicos del captador

- La capacidad térmica (C) del captador se determina en los ensayos de acuerdo a una medida de inercia térmica y por consiguiente de la rapidez de respuesta del captador durante el calentamiento y el enfriamiento.
- Temperatura de estancamiento si el captador se expone a una irradiancia constante de $1000\text{W} / \text{m}^2$ y a una temperatura ambiente de 30°C sin que circule fluido por el circuito primario (fluido estancado) hasta que se alcance el equilibrio entre la energía incidente y las pérdidas térmicas, la temperatura máxima que se obtiene en este caso se denomina temperatura de estancamiento, en casos de temperaturas ambientes superiores a 30°C , la temperatura de estancamiento será superior.

9.5 CONCLUSIONES

Como resultado del diseño descrito anteriormente se obtuvo un equipo liviano y portátil, lo que facilita el trabajo con los estudiantes a la hora de utilizarlo como medio didáctico para la enseñanza de la energía solar. Desde el punto de vista técnico el prototipo funciona con un rendimiento promedio del 80% y con una radiación solar promedio de 750 W/m².

Con los resultados obtenidos para el funcionamiento del calentador solar, se puede afirmar que el sistema es eficiente desde el punto de vista térmico y que puede ser utilizado para el fin didáctico propuesto.

Adicionalmente, será posible utilizar una versión mejorada del prototipo en aplicaciones domésticas e industriales donde se quiera reducir el consumo de energías no renovables.

Desde el punto de vista didáctico, la utilización del prototipo ha demostrado ser una herramienta beneficiosa y amigable en la motivación de los estudiantes hacia el tema de la energía solar esta motivación se refleja en un mayor interés sobre los conceptos teóricos y aplicaciones prácticas de las energías renovables.

9.6 RECOMENDACIONES

Para realizar un buen uso del prototipo se debe tener en cuenta:

- La instalación incorrecta del sistema fototérmico puede producir daños en el equipo, lesiones físicas graves e incluso la muerte. Por tanto, es muy importante respetar las instrucciones de este manual, así como las normas y reglamentos de seguridad vigentes locales y nacionales.
- Desconecte el sistema fototérmico cuando así lo dicten las consideraciones de seguridad de los usuarios, para evitar el arranque accidental de la motobomba.
- No retire las conexiones de la red de alimentación, ni las de la motobomba u otras conexiones de alimentación mientras el sistema fototérmico esté en funcionamiento.
- Proteja a los usuarios de la tensión de alimentación.
- Cuando por algún motivo el prototipo este sin agua o fuera de servicio se debe aislar el sistema fototérmico para evitar sobrecalentamiento en los circuitos y conexiones.
- Tenga muy presente las indicaciones dadas por el laboratorista para el cuidado y buen uso del prototipo.

BIBLIOGRAFIA

CASTRO GIL, M., CARPIO IBÁÑEZ, J. y otros. Energía Solar Fotovoltaica. 68 p.

CASTRO GIL, M., COLMENAR SANTOS, A. Energía Solar Térmica De Media Y Alta Temperatura. 65 p.

CASTRO GIL, M. y otros. Sistemas De Bombeo Eólicos Y Fotovoltaicos. 88 p.

CASTRO GIL, M., COLMENAR SANTOS, A. y otros. Energía Solar Térmica De Baja Temperatura. 94 p.

Ciencia Y Desarrollo, Julio / Agosto 1984, # 57.

DURESPO S.A. Jorge Restrepo, Director de ventas división energía Solar.

E. Alcor. Instalaciones Solares Fotovoltaicas. Edición 2008. 340 p.

E. Colectivo. La Energía Solar. Aplicaciones prácticas. 149 p.

EDUARDOÑO. Cartilla De Montaje Y Asesoría Sobre La Energía Solar. Medellín (Ant.): 1995.

GIPE, Paul. Energía Eólica Práctica. 191 p.

KYOCERA. Guía para la selección e instalación de un sistema de energía solar Kyocera.

LORENZO, E., ARAUJO, G., CUEVAS, A., EGIDIO, M., MIÑANO, J., ZILLES, R. Solar Electricity. Editorial Hardcover. 340 p.

LORENZO, Eduardo. Sobre El Papel De La Energía En La Historia. Volumen I de la obra *Electricidad Solar Fotovoltaica*. 202 p.

LORENZO, E., CAAMAÑO-MARTÍN, E., ZILLES, R. Cuaderno De Campo De Electrificación Rural Fotovoltaica. 88 p.

MANUAL PARA EL INSTALADOR. Hem tec.

MANUAL PARA EL INSTALADOR. Solarmatt.

Pliego De Condiciones Técnicas De Instalaciones De Energía Solar Fotovoltaica Aisladas De Red. En: Inedito. Editorial Colectivo. 40 p.

RODRIGUEZ, Julio Mario, Et al. Energías Alternativas. Sena. 1990. 256 p.

SIMBAQUEVA FONSECA, Ovidio. HURTADO MORENO Gonzalo. Himat Radiación Solar En Colombia. 1990.

TAMAYO y TAMAYO, Mario. El proyecto de investigación. Módulo 5. Impresora Feriba S. A. Cali, Valle - ICFES 1995. Bogotá: Serie aprender a investigar. 223 p.

CIBERGRAFIA

CALEFACCIÓN DE PISCINAS, PARA AUMENTAR LA TEMPORADA DE USO A TEMPERATURA AGRADABLE DESDE OCTUBRE HASTA MARZO [en línea] [Citado en Enero de 2012]. DISPONIBLE EN INTERNET: <<http://www.lainesinasolar.com/colectores/colectorespvc/colectoresplasticos.htm>>

CLIMATIZACIÓN SOLAR DE PISCINAS [en línea] [Citado en Enero de 2012]. Disponible en internet: <http://www.suelosolar.es/guiasolares/climatizacion_piscinas.asp>

COLECTOR SOLAR [en línea] [Citado el 10 de Enero de 2012]. Disponible en Internet: <http://es.wikipedia.org/wiki/Colector_solar>

COLECTORES SOLARES [en línea] [Citado en Diciembre de 2011]. Disponible en Internet: <<http://www.tecnologiasapropiadas.com/biblioteca/CeutaEnergiaSolarParte3.pdf>>

SOLAR POOL HEATING [en línea] [Citado en Enero de 2012]. Disponible en Internet: <<http://homepage.ntlworld.com/solarmatt/>>

ANEXOS

Anexo A. Montaje de los colectores



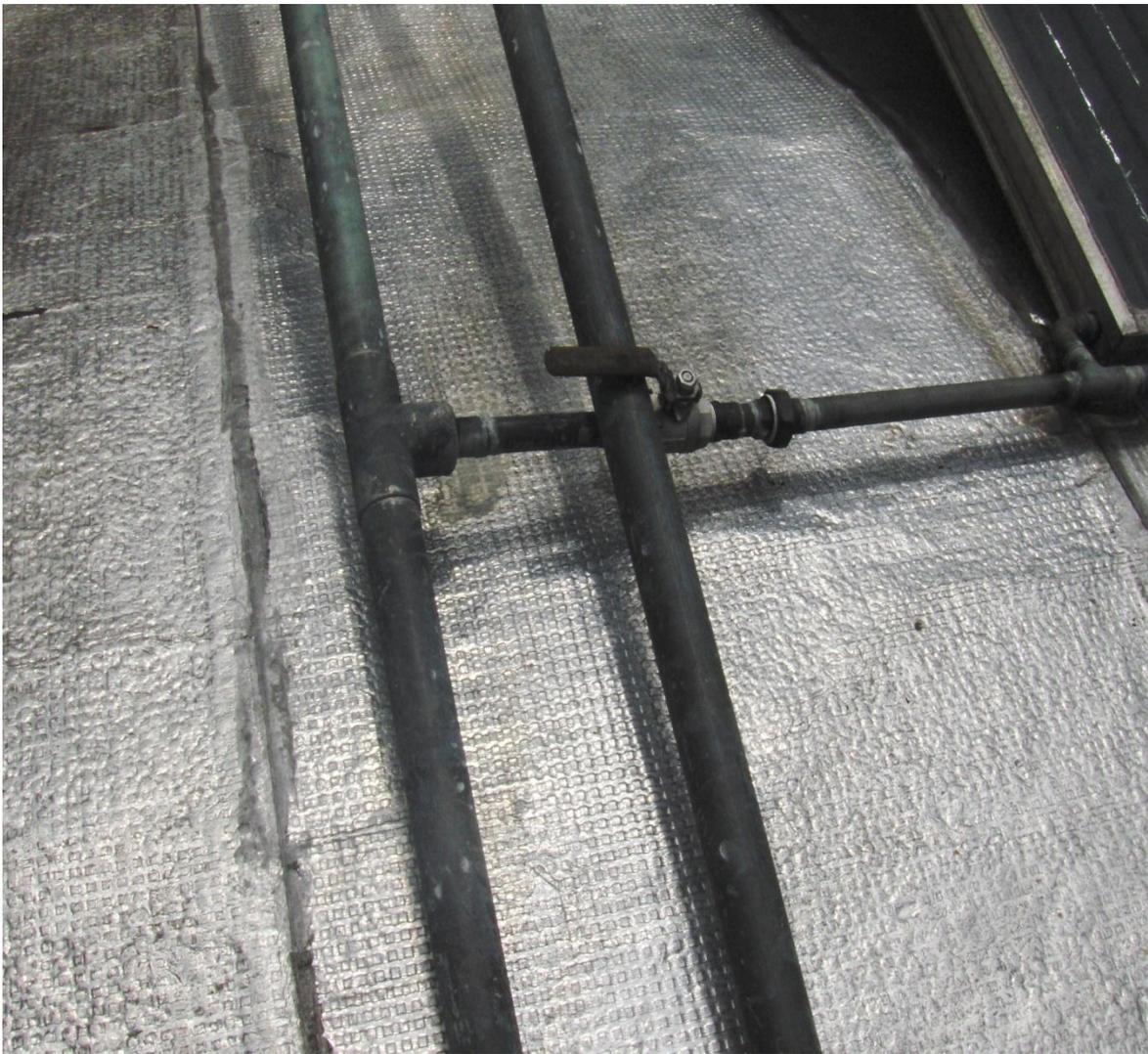
Anexo B. Colectores solares sobre la superficie



Anexo C. Tubería saliendo de los colectores



Anexo D. Sistema de bay-pass



Anexo E. Construcción del prototipo.



Anexo F. Motobomba sumergible.



Anexo G. Bay-pass del prototipo



Anexo H. Vista frontal del prototipo

