

# ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA SOLAR TÉRMICA PARA DIFERENTES APLICACIONES (CALEFACCION DE VIVIENDA RURAL)

**INSTITUCIÓN:** Instituto de Energía, Petróleo y Gas de la Universidad Nacional de San Agustín, INPEGAS-UNSA.

**AUTOR:** Mg. Gonzalo Chávez Oblitas.  
Ing. Mecánico Electricista  
CIP 62252

**PALABRAS CLAVE:** Energía solar, calefacción, vivienda, aceite térmico, temperatura.

---

## RESUMEN

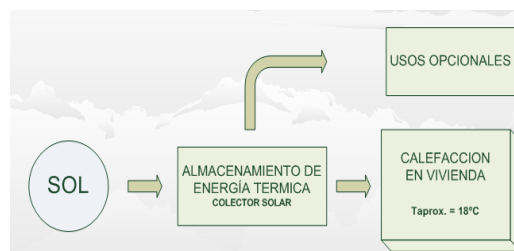
Durante los últimos años, específicamente en la época de invierno, en las zonas altas de nuestra región y en general de nuestro país se ha presentado un fenómeno llamado *FRIAJE*, el cual está relacionado con el descenso de las temperaturas hasta condiciones extremas, llegando incluso a registrarse valores por debajo de los 10°C bajo cero.

Como es lógico, este fenómeno genera muchos problemas en los poblados que se localizan por encima de los 3000 msnm, los cuales ya tienen problemas relacionados a la pobreza en la que se encuentran la mayoría de ellos. Uno de los temas más preocupantes es la salud de las personas, en especial de los niños, también podemos mencionar las pérdidas económicas de las comunidades que están dedicadas en su mayoría a la ganadería, a la cría de alpacas y otros camélidos sudamericanos, los cuales también se ven afectados por el intenso frío.

Para hacer frente a esta amenaza que se repite todos los años, se ha pensado en una solución de larga duración y que brinde a las personas afectadas la oportunidad de vivir en un ambiente adecuado, usando una energía renovable como es la energía solar para el funcionamiento de un sistema de calefacción de sus viviendas, el cual tenga un funcionamiento versátil y pueda ser usado para varios propósitos.

## INTRODUCCIÓN

Para enfrentar el problema del *friaje* en las zonas altas de nuestra región y de nuestro país, buscamos una solución que pueda beneficiar a los pobladores afectados y que además le pueda brindar otras ventajas, para ello se propone un Sistema de Almacenamiento de Energía Solar Térmica, el cual tiene como principal meta servir como medio de calefacción para una vivienda rural.



**Fig. 1: Esquema del Sistema de Almacenamiento.**

Este sistema no es nada nuevo, de hecho su estructura es básicamente similar al de una terma solar clásica, pero tiene algunas variantes en el diseño y materiales para abaratar costos usando los recursos de las zonas en las que se instale, este sistema funcionará con aceite para lograr una mejor retención del calor y se espera que tenga otros usos en el hogar como el precalentamiento de agua para la cocina.

## **1 ANTECEDENTES**

### **1.1 DESCRIPCIÓN DE LA NECESIDAD**

Las zonas altas de nuestra ciudad, como Caylloma y Castilla, en especial los anexos alejados como San Antonio de Chuca, Pillones y Alto Paracayco, y en general la zonas altas de todo nuestro país sufren de épocas de invierno muy duras, el fenómeno del *friaje* se presenta con descensos de temperaturas hasta condiciones extremas, llegando incluso a registrarse valores por debajo de los 10°C bajo cero. Esta situación ha venido empeorando en los últimos años y ha causado grandes problemas.

### **1.2 JUSTIFICACIÓN**

Las bajas temperaturas que se registran en las zonas altas de Arequipa y de otras regiones de nuestro país como Puno y Cusco, generan muchos problemas en las comunidades, como por ejemplo:

- ✓ En la Salud, de los cientos y miles de personas que viven en esas condiciones en construcciones sencillas no aptas para resistir las inclemencias del *friaje*, principalmente los niños son los que mas sufren y eso se puede apreciar en los registros del Ministerio de Salud en cuanto al incremento de las Infecciones Respiratorias agudas (IRAS), aunque según el Ministerio se está tratando de atender todos los casos con la mayor celeridad posible.
- ✓ Otro factor importante es el alto índice de abandono escolar durante la época de invierno en estas comunidades campesinas, debido principalmente al frío, las distancias que separan las comunidades y las enfermedades respiratorias de los escolares.
- ✓ Perdidas en ganado de alpaca, pues hasta finales del mes de Junio se tenía un estimado de 15% de muertes de alpacas provocadas por el frío, además de problemas en la alimentación y crecimiento de éstas. (Ref. 3)

Durante los últimos años se han organizado campañas de ayuda para estas comunidades, se han hecho donaciones de ropa, frazadas y alimento no perecible, los cuales no siempre han llegado a su destino.

Para hacer frente a esta amenaza que se repite todos los años, se ha pensado en una solución de larga duración y que brinde a las personas afectadas la oportunidad de vivir en un ambiente adecuado, usando una energía renovable como es la energía solar para el funcionamiento de un sistema de calefacción de sus viviendas, el cual tenga un funcionamiento versátil y pueda ser usado para varios propósitos. Este sistema es el de Almacenamiento de Energía Solar Térmica.

### **1.3 OBJETIVOS**

#### **1.3.1 Objetivo General:**

Desarrollar un sistema de Almacenamiento de Energía Solar Térmica que pueda ser usado en comunidades alejadas de la ciudad para la calefacción de hogares.

### 1.3.2 Objetivos Específicos:

- ✓ Encontrar materiales adecuados técnicamente y de bajo costo para realizar el proyecto en esas zonas.
- ✓ Buscar la solución más sencilla dentro de toda la variedad que comprende la energía solar.

## 1.4 HIPÓTESIS

Se desarrollará un sistema de Almacenamiento de Energía Solar Térmica para ser usado en la calefacción de hogares, el cual tendrá una larga duración cuyos materiales serán de bajo costo.

## 2 MARCO TEÓRICO

### 2.1 ENERGÍA SOLAR

La energía solar es la energía producida en el Sol como resultado de reacciones nucleares de fusión; Llega a la Tierra a través del espacio en cuantos de energía llamados fotones, que interactúan con la atmósfera y la superficie terrestres. La intensidad de la radiación solar en el borde exterior de la atmósfera, si se considera que la Tierra está a su distancia promedio del Sol, se llama constante solar, y su valor medio es  $1,37 \times 10^6$  erg/s/cm<sup>2</sup>, o unas 2 cal/min/cm<sup>2</sup>. Sin embargo, esta cantidad no es constante, ya que parece ser que varía un 0,2% en un periodo de 30 años. La intensidad de energía 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.

La intensidad de energía solar disponible en un punto determinado de la Tierra depende, de forma complicada pero predecible, del día del año, de la hora y de la latitud. Además, la cantidad de energía solar que puede recogerse depende de la orientación del dispositivo receptor.

#### 2.1.1 Sistemas Pasivos:

Los sistemas pasivos se usan generalmente en el acondicionamiento calorífico de edificios y tanto lo que sirve de colector como el sistema de almacenamiento se encuentran incorporados en los distintos componentes de mismo edificio, como: pisos, paredes, recipientes con agua y techos. El tipo de almacenamiento de energía utilizado en estos sistemas es generalmente por calor sensible (cambios de temperatura de los distintos componentes del edificio), que explicaremos más adelante. Debido a que en estos sistemas las temperaturas de almacenamiento son bajas, usualmente menores de 40 °C, se requiere de grandes volúmenes del material que sirve como almacén. Por ejemplo, los distintos componentes de un edificio que representan un gran volumen, pueden absorber energía durante las horas de sol y posteriormente cederla durante la tarde o noche. Para poder calcular la capacidad de almacenamiento de un material determinado, necesitamos conocer sus propiedades como la densidad y el calor específico.

La ventaja del agua sobre el concreto o ladrillo es que tiene una gran capacidad calorífica, y por lo tanto tiene más capacidad de almacenamiento por unidad de volumen, que los materiales mencionados.

## 2.1.2 Sistemas Activos:

La característica principal de los sistemas activos es que estos utilizan un fluido de trabajo en movimiento que puede ser agua, aire, aceites o algún otro fluido. Los principales componentes que intervienen en estos sistemas son: el colector solar, la unidad de almacenamiento, sistemas de conversión y control y el lugar donde se hace la descarga de energía.

Generalmente, el medio de almacenamiento es agua si por el colector se hace circular un líquido. Similarmente, si en el colector circula aire, el medio de almacenamiento serán rocas o piedras.

Las temperaturas alcanzan con este tipo de sistemas entre los 50 y 100 °C. En este caso el almacenamiento de energía se puede dar por cualquiera de los mecanismos siguientes, calor sensible, cambio de fase, reacciones químicas y estanques solares.

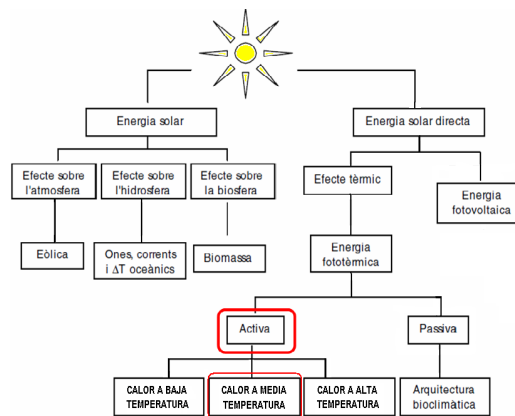


Fig. 2: Esquema de la distribución de la energía solar. (Ref. 1)

## 2.1.3 Recogida directa de energía Solar:

La recogida directa de energía solar requiere dispositivos artificiales llamados colectores solares, diseñados para recoger energía, a veces después de concentrar los rayos del Sol. La energía, una vez recogida, se emplea en procesos térmicos o 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: los de placa plana y los de concentración.

## 2.2 ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA POR CALOR SENSIBLE O CAPACIDAD CALORÍFICA

Diversos tipos de materiales líquidos, sólidos y combinaciones de líquidos y sólidos, pueden almacenar energía por cambios de temperatura. Esta energía almacenada es igual al cambio de energía interna ( $U$ ) que sufre el material al cambiar su temperatura y viene a ser igual al calor sensible ( $Q_s$ ).

Una regla de tipo práctico para determinar si un material es apropiado para utilizarse como medio de almacenamiento, es que este debe ser capaz de almacenar entre 300 y 600 kJ/°C-m<sup>2</sup> de área de colector, como mínimo.

También encontramos que cuanto mayor sea la temperatura que pueda alcanzar el medio de almacenamiento, tanto menor será el tamaño del sistema, aunque las pérdidas se hacen más evidentes. Por ejemplo, 1000 litros de agua pueden almacenar aproximadamente 84 MJ de energía cuando su temperatura aumenta de 30 a 50 °C y 168 MJ cuando la temperatura varía de 30 a 70 °C. Nótese que se requieren aproximadamente 2.5 m<sup>3</sup> de rocas para almacenar la misma cantidad de energía con los mismos incrementos de temperatura.

El **calor específico** o **capacidad calorífica específica** de una sustancia es de manera formal, la energía necesaria para incrementar en una unidad de temperatura una cantidad de sustancia; usando el SI es la cantidad de julios de energía necesaria para elevar en un 1 K la temperatura de 1 Kg de masa. (Ref. 4)

### 2.3 ESPECIFICACIONES DE ACEITES

La transferencia térmica es un proceso mediante el cual se suministra y extrae energía de un medio.

Se plantea el uso de aceite como medio de almacenamiento de energía para la calefacción de una vivienda rural, la razón principal es que los aceites presentan una mayor estabilidad de fase (líquido) a altas temperaturas, por lo que el sistema de transmisión del aceite no es sometido a esfuerzos ni complicaciones producidos por posibles cambios de fase, como por ejemplo en el caso de usar agua.

Los aceites para transferencia térmica como su nombre lo indica son fluidos basados en aceites minerales parafínicos, altamente refinados y cuidadosamente seleccionados para proporcionar un performance superior en sistemas de transferencia térmica. Los aceites pueden ser del tipo aceites minerales o aceites con base sintética. Por ejemplo, Shell dispone de aceites con base mineral, conocidos con el nombre de THERMIA OILS, en diferentes grados de viscosidad.

### 2.4 Propiedades de los Aceites Térmicos:

- a) Elevada Estabilidad Térmica
- b) Buena Resistencia a la Oxidación
- c) Poseer un Alto Coeficiente de Transferencia de Calor
- d) Poseer una Prolongada Vida Útil

Para una adecuada selección de Aceites Térmicos se debe considerar el rango de temperaturas entre los cuales va a trabajar, unas tablas de referencia se pueden apreciar en el Anexo 1. (Ref. 2)

Para este proyecto se usará un aceite de máquina usado y filtrado adecuadamente, cuyos valores están por debajo que los aceites térmicos pero que puede servir perfectamente para nuestros requerimientos de temperatura y trabajo. Sus características de trabajo son estables a temperaturas menores de 200°C y su Ce es aproximadamente 1.67 KJ/Kg.K. (Ref. 7)

### 3 DISEÑO DEL PRODUCTO

#### 3.1 COLECTOR

El producto propuesto es un sistema similar al de una terma solar, constituido por la placa plana absorbente y la caja térmica. La placa absorbente es la unidad receptora de la radiación solar que calienta el aceite, y está formada por una plancha de hierro a la cual se adhieren una serie de tubos paralelos dentro de los cuales circula el aceite.

La caja térmica puede ser de madera y lleva en su interior la placa absorbente con un colchón de aislamiento, puede ser material aislante especial o en nuestro caso se puede usar otros materiales como lana de desecho que se encuentren en las zonas.

Las variaciones principales respecto a un colector de terma son las dimensiones de la tubería de cobre, las cuales serán de 1 – 1½ pulgada, para las tuberías de entrada y salida del colector (1 en la figura 3), y tubería de ¾ a 1 pulgada, para el calentamiento (2 en la figura 3). Esto se hace para facilitar el paso del aceite que tiene una mayor viscosidad que el agua. Se considera una distribución con diez a doce tubos, lo cual brinda una buena eficiencia.

Las medidas aproximadas de la caja térmica es de 1,8 m. de altura por 1.0m de altura, lo cual nos da un área de colector de 1,8 m<sup>2</sup>.

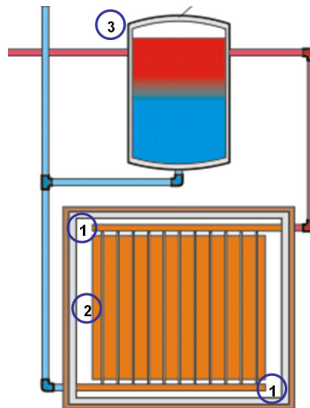


Fig. 3: Esquema de un colector solar y su tanque. (Ref 5)

#### 3.2 TANQUE

Almacena el aceite caliente hasta su utilización y está aislado para conservar el calor. El tanque de almacenamiento puede ser un cilindro de 25 galones, con cuatro niples galvanizados (dos de 1 pulgada y 2 de 1/2 pulgada) y una boya de nivelación o flotador como el de los tanques sanitarios. El principal cuidado que se debe tener es el aislamiento del tanque (3 en la figura3).

#### 3.3 INTERCAMBIADOR DE CALOR (SERPENTÍN)

Una tubería delgada (½ pulgada) sale del tanque y transporta el aceite caliente al interior de la casa, donde transmite su energía térmica a través de una distribución de la tubería en forma de serpentín como se aprecia en la figura 4.

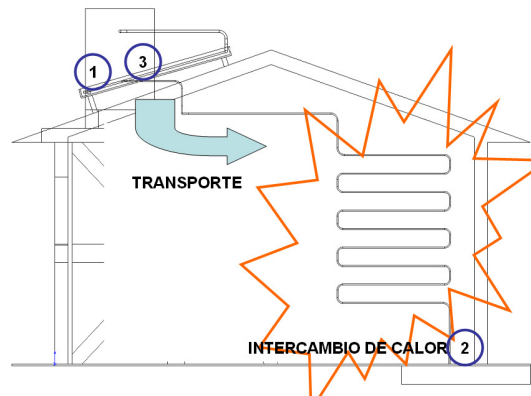


Fig. 4: Transporte del aceite al serpentín.

### 3.4 VÁLVULAS Y CONECTORES

Se refiere principalmente a una válvula de apertura y cierre para el circuito del aceite caliente (1 de la figura 4), una válvula de cierre y apertura para controlar el paso del aceite al final del serpentín (2 de la figura 4), y una válvula de cierre y apertura para el retorno del aceite frío (3 de la figura 4).

### 3.5 BOMBA

El aceite frío se deposita en un recipiente al final del serpentín y este debe ser devuelto al tanque para recomenzar el ciclo, por lo que es necesario contar con una pequeña bomba manual para devolver el aceite. En el Anexo 2 presentamos algunos modelos de estas bombas.

### 3.6 PROCESOS DE SOLDADURA

Al usar tuberías de cobre en la mayor parte de la estructura se utiliza la Soldadura Blanda por Capilaridad. El proceso es el siguiente:

- ✓ En primer lugar, se calientan los tubos a unir con medio de una lamparilla de soldar o un soplete.
- ✓ A continuación se aporta estaño u plátal que sirva de aleante, el cual al fundirse por efecto del calor, penetra por capilaridad entre los dos tubos, y al enfriarse, asegura al mismo tiempo el ensamblado de los tubos y su hermeticidad.

En cuanto al tanque, sería necesario hacerlo con los procedimientos clásicos de fabricación de acuerdo al material que vaya a utilizar. Por ejemplo si usa acero inoxidable generalmente lo sueldan con proceso TIG.

### 3.7 FUNCIONAMIENTO

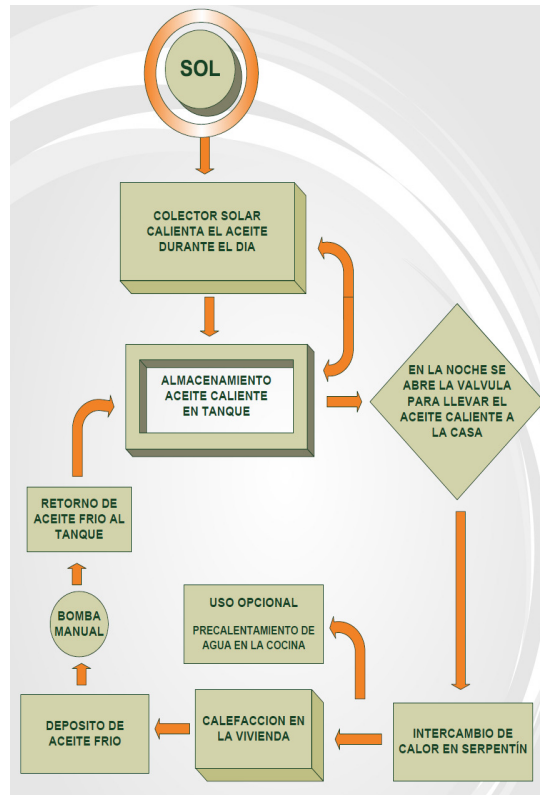


Fig. 5: Esquema de funcionamiento del Sistema de almacenamiento de calor.

En el anexo 3 se muestran figuras con una disposición propuesta para una vivienda común.

### 3.8 CÁLCULOS

a) *Estimación del Volumen de la Casa para hallar la masa de aire a calentar.*

Medidas de la casa:

Altura 2.7 m, largo 5 m y ancho 7 m.

$$\rightarrow A_{\text{total}} = 35 \text{ m}^2$$

$$\rightarrow V_{\text{total}} = 94.5 \text{ m}^3$$

Con este dato y la densidad del aire en altura (0.9012 Kg/m<sup>3</sup>), hallamos la masa de aire ( $m_a$ ) que se debe calentar: 85.16 kg.

b) *Estimación del calor necesario para calentar la casa.*

Teniendo en cuenta una temperatura interna inicial de la casa de 8°C y buscando alcanzar una temperatura de 18°C realizamos el siguiente cálculo de calor que debe ganar el aire ( $Q_1$ ).

$$Q_1 = m_a \times C_e \times \Delta T;$$

Donde:  $C_e$  = Calor específico del aire (1.0035 KJ/Kg. K) y  $\Delta T$  es la variación de temperaturas.

$$Q_1 = 85.16 \times 1.0035 \times (291-281);$$

$$\rightarrow Q_1 = 854 \text{ KJ}$$

Ahora debemos considerar las pérdidas que se producen en la tubería de transferencia que inicialmente está fría, las paredes, ventanas, piso, etc. Para lo cual tenemos un promedio de 0,750 KW (Ref. 8) a lo largo de ocho horas, sin embargo es necesario tener en cuenta que la cocina o fuego producido por leña u otros combustibles como la bosta del ganado o similares de la zona, ayudan a aumentar el calor y tienen un poder calorífico de 13MJ hasta 19MJ. Por lo que al final las perdidas se reducen en un 50% aproximadamente.

$Q_2 = 0,750 \times (50\%) \times (8 \times 3600)$ ; Determinado por experimentación.  
 $\rightarrow Q_2 = 10800 \text{ KJ} \rightarrow$  Calor perdido.

$Q_T = Q_1 + Q_2 = 854 + 10800$ ;  
 $\rightarrow Q_T = \underline{11654 \text{ KJ}} \rightarrow$  Calor total.

c) *Estimación de la masa y volumen del aceite.*

Consideremos  $C_e$  del aceite como 1.67 KJ/Kg.K (Ref. 7), una densidad promedio de los aceites de 0.982 Kg/l y una temperatura máxima del aceite de  $90^\circ\text{C}$ , ya que la temperatura máxima que puede alcanzar un colector plano es  $100^\circ\text{C}$  (Ref. 1)

$Q_T = m_o \times C_e \times \Delta T$ ;  
 $\rightarrow 11654 = m_o \times 1.67 \times (72)$ ;  
 $\rightarrow m_o = 96.92 \text{ Kg}$ ;

$m_o =$  masa aceite.

Y ahora considerando la densidad del aceite encontramos el volumen necesario de aceite caliente:

$V_o = 105.35$  litros.

Pero el tanque tiene que ser de mayor capacidad porque el aceite frío se deposita al fondo:

$\rightarrow V_{\text{Tanque}} = \underline{120 \text{ litros.}}$

Finalmente, debemos considerar que una vez que la casa se encuentra caliente, el aceite debe fluir por la cañería para seguir la transferencia de calor, así que calculamos el flujo volumétrico ( $\bar{V}$ ) para un lapso de 10 horas:

$\bar{V} = 0.002917$  litros/s

d) *Calculo del área del Colector*

$$A = Q_T / 3600 R e$$

A = Área en ..... m<sup>2</sup>

$Q_T =$  Energía .....KJ

R = Radiación ..... KW-h /m<sup>2</sup>

e = Eficiencia ..... (0,3) Asumida por experimentación con colector plano.

R = 6,4 KW-h/m<sup>2</sup> promedio zona

Ver anexo I Radiación en el Perú

$$A = 11654 / 3600 \times 6,4 \times 0,3$$

$$A = 1,7 \text{ m}^2$$

#### 4 ANÁLISIS ECONÓMICO

Como toda energía renovable, el uso de colectores solares representa una costo importante, sobretodo para familias de escasos recursos como las que viven en las zonas altas de nuestro país. Es por esto que el financiamiento para este tipo de proyectos debe ser a cargo de instituciones de apoyo social como ONG con ayuda internacional.

##### 4.1 COSTOS MATERIALES

<b>MATERIAL</b>	<b>COSTO S/.</b>	<b>CANT</b>	<b>SUB TOTAL</b>
Madera	3,00	40	120,00
Lana	5	10	50,00
Aislante	100	1	100,00
Tubería cobre Ø 1" x 6m	100	1	100,00
Tubería cobre Ø 3/4" x 6m	70	3	210,00
Tubería cobre Ø 1/2" x 6m	40	6	240,00
Vidrio x m <sup>2</sup>	15	4	60,00
Plancha latón 0.4mm x m <sup>2</sup>	30	4	120,00
Soldadura plata	100	1	100,00
<b>TOTAL</b>			<b>1,100,00</b>

##### 4.2 COSTOS INSUMOS

	<b>Costo S/.</b>
Tanque	500,00
Deposito inferior	100,00
Bomba	180,00
Aceite 120 litros	100,00
<b>TOTAL</b>	<b>880,00</b>

##### 4.3 COSTOS TOTALES

Costo Material	1 100,00
Costo Insumos	880,00
Mano obra	300,00
Otros (10%)	220,00
<b>TOTAL</b>	<b>2 500,00</b>

Nota: Se debe tener en cuenta que el costo de la tubería de cobre para el transporte del aceite caliente puede variar, por lo que se puede usar un sustituto de tubo galvanizado, en cuanto al precio del tanque, estamos considerando un tanque que cumpla con los requerimientos técnicos de capacidad y aislamiento, aunque se debe tratar de reducirlo, al igual que el depósito inferior, se pueden usar cilindros de aceite reciclados. El aceite usado es el aceite reciclado de motor de combustión interna que tiene un costo muy bajo aproximadamente S/. 2 por galón o menos. Se adjunta también catálogo de aceites térmicos con beneficios mayores pero con el costo sobre los 20 dólares por galón. Ver anexo.

## **5 IMPACTO SOCIAL**

Con este proyecto se busca beneficiar a familias de escasos recursos económicos que viven en condiciones ambientales extremas, se busca mejorar su calidad de vida y reducir el índice de enfermedades respiratorias en estas zonas del país.

En la actualidad existe una población de más de 1 millón de personas, en las zonas altas del departamento de Arequipa y Puno que tienen este problema, comunidades andinas que todos los días de invierno cuentan con más de seis horas de sol.

Al mismo tiempo, la utilidad de este sistema de almacenamiento de Energía Solar Térmica, se puede aprovechar para precalentar el agua usada para cocinar sus alimentos, ahorrando combustible con este procedimiento. En el futuro podría ser adecuado para mejorar las condiciones de las crías de alpacas, que son la principal fuente de ingreso de varias de las comunidades afectadas.

## **CONCLUSIONES**

- Se ha logrado obtener un sistema de almacenamiento de Energía Solar Térmica que cumple con el propósito de ser un medio de calefacción de hogares, y que puede tener usos adicionales como el precalentamiento de agua. Esto permitirá tener mejores condiciones de vida a las personas que viven en comunidades afectadas por el *FRIAJE*.
- El costo del sistema básico asciende a 2 500 soles, si bien sigue siendo alto para los pobladores de estas comunidades, se debe buscar el financiamiento del estado o externo para usar este recurso renovable.

## **COMENTARIOS**

Es necesario mencionar que en las estimaciones que se han hecho, se considera una ganancia de temperatura relativamente pequeña en el interior de las viviendas y que la temperatura externa se ha tomado de 0 °C a -5 °C, pero hay información que indica que las temperaturas exteriores en algunas zonas están alrededor de los -20°C.

Una manera de obtener más energía con este sistema es haciendo más grande el colector y aumentando la cantidad de aceite, pero otra forma es cambiar el tipo de colector plano por un concentrador lineal o parabólico para poder alcanzar mayores temperaturas del aceite térmico.

## **BIBLIOGRAFÍA**

1. ROSAS CASALS, MARTÍ; Energía Solar Térmica – Universidad Politécnica de Cataluña, España 2001.
2. GRUPO CALDERAS POWERMASTER; Guía Técnica: Aceite Térmico - México 2007.
3. GRUPO CRÓNICA VIVA; Crónica viva: Arequipa, intenso frío – Perú 2009.

4. WIKIPEDIA; la Enciclopedia libre – Internet 2009.
5. INFORMATIVOS.NET; Las energías renovables son el futuro - Internet 2009.
6. GRUPO FAHERMA SL; Catalogo técnico – España 2009.
7. KIRK-OTHMER; Enciclopedia de Tecnología Química, 3ra Edición – New York, USA 1983.
8. RÉ, LUCIANO; Construcción y análisis de una vivienda solar activa – Misioneros de Belén – , Perú 2006.

## ANEXOS

### ANEXO 1: TABLAS DE ACEITES (Ref. 2)

M A R C A	Temp. Máxima Recomendable (en film)		Rangos de Temperatura Recomendados por el fabricante de líquido térmico	
	°F	°C	°F	°C
Therminol 55°	675	357	hasta 600	315
Therminol 66	705	373	hasta 630	332
Therminol VP1	800	426	hasta 725	385
Dowtherm A	825	440	hasta 755	401
Dowtherm G-40	725	385	hasta 655	346
Dowtherm E	932	500	hasta 862	461
Mobiltherm 603	625	329	hasta 555	290
Marlotherm S	698	370	hasta 625	329

Temperatura de salida (°C)	Líquido térmico	Fabricante
Hasta 225	Mobiltherm 603	MOBIL
Hasta 260	Therminol 55	MONSANTO
Hasta 310	Therminol 66	MONSANTO
Menor a 350	Therminol VP1	MONSANTO
Mayor a 350	Dowtherm A	DOW CHEMICAL

## ANEXO 2.- BOMBAS MANUALES

### TRASVASE DE GASOIL, GASOLINA, LUBRICANTES Y OTROS FLUIDOS

#### A PALANCA

PARA ACEITES Y LÍQUIDOS NO CORROSIVOS TELESCÓPICA			
Ref.	Caudal		€/u
BF-124	0,45 L/embolada	8427429 530338	36,00



- Bomba de accionamiento a palanca para trasvasar todo tipo de lubricantes y fluidos no corrosivos para bidones de 60 a 205 L..
- Conexión a bidón M2" G Y M64x4.
- Entrega 0.45 L. por golpe de palanca. 16 L/min.

PARA GASOIL Y ACEITE				
Ref.	L/min.	Bidón		€/u
BF-170	15	60	8427429 530116	40,25
BF-171	18	200	530123	46,01

- Bombas a palanca de trasvase por sifonamiento, sus juntas NBR hacen que sea ideal para el uso con gasoil y aceite, y todo tipo de disolventes no corrosivos.



## ANEXO 3 CASA RURAL CON EL SISTEMA INSTALADO.-

