

7. ANALÍISIS DE COSTOS

A continuación se hará un costeo del calentador completo por metro cuadrado. Primero se enlistarán los materiales a utilizar junto con el costo de los mismos. No se tomará en cuenta la mano de obra, todos los precios son en pesos mexicanos de 2011 y ya incluye IVA.

7.1. Costo de materiales

De acuerdo a los materiales empleados en la fabricación del colector solar plano, se cotizó y se adquirió teniendo generando los costos mostrados en la tabla 2.

Tabla 2. Costo del colector solar plano. Fuente y elaboración: propia

COLECTOR SOLAR PLANO				
CANTIDAD	UNIDAD	P.U.	MATERIAL	COSTO
24.5	M2	\$ 53.45	Tubo de cobre de 1/2 pulgas	\$ 1,309.53
1	Pza.	\$ 67.41	bote de gas butano con boquilla	\$ 67.41
1	Pza.	\$ 15.52	pasta para soldar	\$ 15.52
1	Pza.	\$ 121.55	soldadura de estaño 50/50	\$ 121.55
1	m	\$ 7.33	lija	\$ 7.33
2	Pza.	\$ 9.05	coples cree de cobre de 1/2	\$ 18.10
2	Pza.	\$ 12.93	reductor campana galvanizado	\$ 25.86
2	Pza.	\$ 10.78	conexiones para agua	\$ 21.56
2	Pza.	\$ 3.88	gusano galvanizado de 3/4 pulgadas de diámetro	\$ 7.76
4	Pza.	\$ 4.31	abrazadera sin fin de 1/2	\$ 17.24
1	Pza.	\$ 3.23	cinta teflón	\$ 3.23
10	m	\$ 2.59	manguera negra de	\$ 25.90
0.5	l	\$ 93.97	pintura de esmalte negro mate	\$ 46.99
1	Pza.	\$ 290.00	vidrio de 6mm X 122.5cm X 85.5cm	\$ 290.00
2	Pza.	\$ 12.93	silicón especial altas temperaturas	\$ 25.86
1	Pza.	\$ 200.00	tambo plástico de 120 l de capacidad	\$ 200.00
1	Pza.	\$ 250.00	tambo plástico de 200 L de capacidad	\$ 250.00
1	Pza.	\$ 350.00	bomba sumergible con 45w de potencia	\$ 350.00
1	Pza.	\$ 300.00	marco de lámina galvanizada cal. 22 de 122.5cm X 85.5cm	\$ 300.00
1	Pza.	\$ 80.00	lamina de lata de 122.5cn X 85.5cm	\$ 80.00
			TOTAL	\$ 3,183.83

Para la construcción del colector solar en V su tuvo los gastos mostrados en la tabla 3.

Tabla 3. Costo del colector solar en V. Fuente y elaboración: propia

COLECTOR SOLAR EN V				
CANTIDAD	UNIDAD	P.U.	MATERIAL	COSTO
24.5	M2	\$ 53.45	Tubo de cobre de 1/2 pulgas	\$ 1,309.53
1	pza	\$ 67.41	bote de gas butano con boquilla	\$ 67.41
1	pza	\$ 15.52	pasta para soldar	\$ 15.52
1	pza	\$ 121.55	soldadura de estaño 50/50	\$ 121.55
1	m	\$ 7.33	lija	\$ 7.33
2	pza	\$ 9.05	coples cree de cobre de 1/2	\$ 18.10
2	pza	\$ 12.93	reductor campana galvanizado	\$ 25.86
2	pza	\$ 10.78	conexiones para agua	\$ 21.56
2	pza	\$ 3.88	gusano galvanizado de 3/4 pulgadas de diámetro	\$ 7.76
4	pza	\$ 4.31	abrazadera sin fin de 1/2	\$ 17.24
1	pza	\$ 3.23	cinta teflón	\$ 3.23
10	m	\$ 2.59	manguera negra de	\$ 25.90
0.5	l	\$ 93.97	pintura de esmalte negro mate	\$ 46.99
1	pza	\$ 290.00	vidrio de 6mm X 122.5cm X 85.5cm	\$ 290.00
2	pza	\$ 12.93	silicón especial altas temperaturas	\$ 25.86
1	pza	\$ 200.00	tambo plástico de 120 l de capacidad	\$ 200.00
1	pza	\$ 250.00	tambo plástico de 200 L de capacidad	\$ 250.00
1	pza	\$ 350.00	bomba sumergible con 45w de potencia	\$ 350.00
1	pza	\$ 300.00	marco de lámina galvanizada cal. 22 de 122.5cm X 85.5cm	\$ 300.00
1	pza	\$ 587.00	lamina de acero inoxidable con acabado espejo y dobleces requeridos con un área de 122.5cm X 85.5cm	\$ 587.00
			TOTAL	\$ 3,690.83

Posteriormente se realizó la mejora al sistema incrementando el costo como lo muestra la tabla 4.

Tabla 4. Costo de la mejora aplicada al colector solar en V. Fuente y elaboración: propia

MEJORA AL COLECTOR SOLAR EN V				
CANTIDAD	UNIDAD	P.U.	MATERIAL	COSTO
2	pza	\$ 108.00	Láminas de acero inoxidable acabado espejo cal.26 de 60cm X 120cm	\$ 216.00
2	pza	\$ 67.41	marcos de tubo cuadrado R100 c-20 de 60cm X 120cm	\$ 134.82
6	pza	\$ 3.50	bisagras negras de 2 2/1	\$ 21.00
36	pza	\$ 0.25	remaches pop	\$ 9.00
1	pza	\$ 33.62	bote pintura	\$ 33.62
			TOTAL	\$ 414.44

Obteniendo como resultado un costo total en el concentrador plano de \$3'183.83 pesos y un costo total en el concentrador en V de \$4'105.27 pesos. Los precios fueron cotizados en marzo de 2011 con diferentes proveedores de la ciudad de Cholula, Puebla.

7.2. Calidad y tiempo de vida

En cuanto a la calidad del equipo, debido que fueron empleados principalmente materiales de acero de alta calidad, resulta eficiente este sistema ya que su tiempo de vida promedio es de sesenta años como lo indican los proveedores de acero. El único material que se tomaría en cuenta para su mantenimiento es el vidrio que se debe de cuidar que no se almacene basura u objetos que obstruyan el paso de los rayos al concentrador.

7.3 Cálculo del ahorro al utilizar el diseño propuesto de colector solar

De la ecuación (2) se obtiene

$$L = 150 \left(\frac{Kj}{día} \right) \times 4.2 \left(\frac{Kj}{(Kg°C)} \right) (50°C - 20°C)$$

$$L = 18900 Kj/día$$

L es la cantidad de energía requerida, este dato se convierte a kWh/día.

$$18900 \left(\frac{Kj}{día} \right) \times 0.0003 = 5.67 \left(\frac{kWh}{día} \right)$$

Siguiendo esto, se obtiene con la ecuación (3) el tamaño del colector solar

$$A = \frac{5.67 \left(\frac{kWh}{día} \right)}{52\% \times 4.1 \left(\frac{m^2}{día} \right)}$$

$$A = 2.76m^2$$

Se utilizó en 52% de eficiencia, ya que es la eficiencia promedio obtenida para calentadores solares (Ramos & Patiño, 2006).

Sin embargo, gracias a los resultados obtenidos en las pruebas experimentales se puede calcular el tamaño del colector de una forma más precisa.

$$M = 100(l)/23.2(m) \times 7(h)$$

$$M = 0.61 \left(\frac{l}{mh} \right)$$

En la formula anterior, M es la relación obtenida entre los litros de agua calentados a 50 °C, la longitud de la tubería expuesta a la radiación y el tiempo que tardó en elevar la temperatura. Con este dato se obtiene la cantidad de metros lineales que se necesitan para calentar el volumen de agua en el tiempo determinado.

El diseño propuesto para el colector tiene 23.2 metros lineales de tubería en un metro cuadrado de área. Además, el tiempo de utilización es de 7 horas, para calentar 100 litros de agua.

$$S = 100(l)$$

S es la cantidad de agua que se puede calentar con 7 horas de uso, por metro cuadrado del colector. Ahora, si se considera que en una casa habitación se necesitan 150 litros de agua caliente el cálculo es:

$$A = \frac{150(l)}{100 \left(\frac{l}{m^2} \right)}$$

$$A = 1.5 m^2$$

Entonces, A es el área que se necesita para el consumo propuesto. A continuación se calcula el consumo de gas LP que se utilizaría para calentar la misma cantidad de agua diaria durante un año. Tomando el poder calorífico del gas LP es de 26,727 kJ/l (Ramos & Patiño, 2006).

$$Q_s = \frac{18900 \left(\frac{kJ}{día} \right)}{74\% \times 26727 \left(\frac{kJ}{l} \right)} \times 365 (días)$$

$$Q_s = 349 l/año$$

Utilizando la ecuación (4), donde Qs representa el gasto anual de gas LP para calentar 150 litros de agua con un calentador convencional. Suponiendo que el colector solar fuera útil al menos un 75% de los días del año, esto supondría el mismo ahorro en gas LP. Teniendo en cuenta lo anterior, la inversión de este concentrador solar se recuperaría en:

$$A_e = 349(l) \times 75\% \times 5.68 \left(\frac{pesos}{l} \right)$$

$$A_e = 1486.74 \left(\frac{pesos}{año} \right)$$

$$T = \frac{4105.27(\text{pesos})}{1486.74 \left(\frac{\text{pesos}}{\text{año}} \right)}$$

$$T = 2.76(\text{años})$$

T es el tiempo de recuperación del costo del colector, A_e es el ahorro anual en pesos. Tomando en cuenta que el tiempo de vida útil estimado del calentador es de 60 años, esto significa un ahorro de más de ochenta mil pesos; además de veinte mil litros de gas LP.