

**UNIDAD DE APOYO TÉCNICO  
PARA EL SANEAMIENTO BÁSICO DEL ÁREA RURAL**

---

**DISEÑO DE COLECTORES SOLARES**



Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente  
Área de Desarrollo Sostenible y Salud Ambiental  
Organización Panamericana de la Salud  
Oficina Sanitaria Panamericana – Oficina Regional de la  
Organización Mundial de la Salud

Auspiciado por:



UNIDAD DE APOYO TÉCNICO PARA  
EL SANEAMIENTO BÁSICO DEL ÁREA RURAL

# DISEÑO DE COLECTORES SOLARES

**Sixto Guevara Vásquez**  
**UNATSABAR – OPS/CEPIS**



Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente  
Área de Desarrollo Sostenible y Salud Ambiental  
Organización Panamericana de la Salud  
Oficina Sanitaria Panamericana – Oficina Regional de la  
Organización Mundial de la Salud

Auspiciado por la Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación

Lima, 2003

**Tabla de contenido**

	<b>Página</b>
1. Antecedentes .....	3
2. Proceso de diseño de colectores solares .....	3
2.1 Ancho del colector .....	4
2.2 Largo del colector .....	4
2.3 Diámetro de los tubos .....	5
2.4 Materiales y número de tubos .....	6
2.5 Número de cubiertas de vidrio .....	6
2.6 Espesor del aislamiento .....	7
3. Desarrollo del CEPIS/OPS.....	8

## **DISEÑO DE COLECTORES SOLARES**

### **1. Antecedentes**

La OPS/CEPIS a través de su “Unidad de Apoyo Técnico al Saneamiento Básico del Área Rural” (UNATSABAR), ha venido asesorando en la implementación del proyecto experimental “Módulo Sanitario Comunal” en el Centro Poblado Menor de Matihuaca, Distrito de San Rafael, Provincia de Ambo, Departamento de Huánuco. Este proyecto experimental tiene como objetivo general superar la carencia de servicios de saneamiento básico a fin de contribuir al mejoramiento de las condiciones de higiene y salud de las comunidades del área rural.

Entre los diversos servicios, implementados en el “Módulo Sanitario Comunal”, se tienen las duchas con agua caliente, la misma que se obtiene por medio de un calentador solar de agua que aprovecha la alta incidencia de energía solar en la zona. La construcción de este calentador solar se hizo a partir de un prototipo boliviano, al cual, se mejoró el diseño del colector solar para incrementar su eficiencia. Debido a la expectativa creada, se realizó una revisión bibliográfica sobre calentadores solares para tener mejores criterios en el diseño de los mismos, pero aplicables a zonas rurales. El resultado de ello fue un conjunto de formulaciones que culminaron en un programa de cálculo para el diseño de calentadores solares el cual fue validado satisfactoriamente. En este documento se presenta el proceso para el diseño de colectores solares.

Este es un documento técnico, realizado gracias al apoyo de la Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación (COSUDE).

### **2. Proceso de diseño de colectores solares**

El diseño de colectores solares se realiza a partir de un proceso de optimización, empleando un programa de cálculo desarrollado por la OPS/CEPIS. Durante este proceso, se hace variar los valores de los parámetros de diseño, así como las condiciones de trabajo.

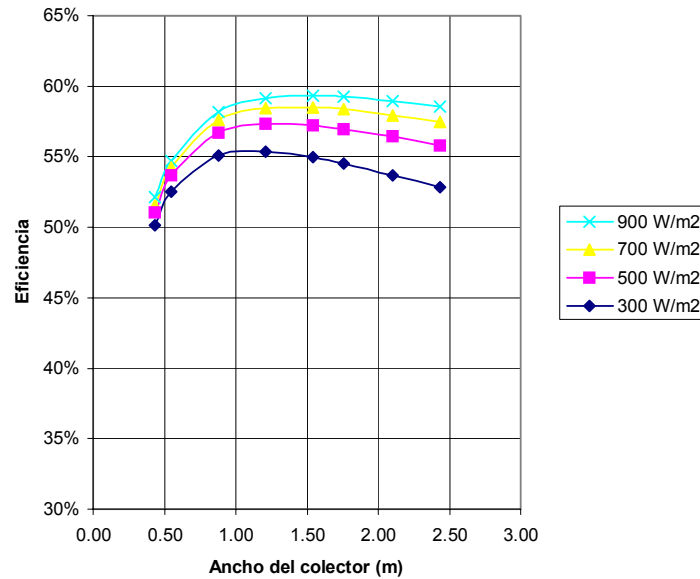
Un factor importante, en este proceso de optimización del diseño, son las iteraciones sucesivas que se realizan. Por ejemplo, primero se optimiza el ancho del colector y luego el número de tubos, a continuación es necesario volver a optimizar el ancho, por cuanto algunos valores que lo determinan, son influenciados por el número de tubos. Asimismo, al variar el número de cubiertas o el diámetro del tubo, se vuelven a optimizar los demás parámetros, de tal forma que el diseño final se obtiene con cerca de 500 iteraciones. Esto es casi imposible realizarlo sino se cuenta con la ayuda de un programa de cálculo diseñado para este fin.

A partir del programa, se generan distintos tipos de curvas para distintas condiciones de trabajo, tal como la radiación. Por ejemplo, para optimizar el número de cubiertas de vidrio, se trazan curvas 300, 500, 700 y 900 W/m<sup>2</sup>; sin embargo, se asume el valor de 700 W/m<sup>2</sup>, como un valor promedio para el diseño. Siguiendo este mismo criterio pueden evaluarse: ancho y largo del colector, diámetro de los tubos, material y número de tubos, número de cubiertas de vidrio y espesor del aislamiento, los mismos que se presentan a continuación.

## 2.1 Ancho del colector

Como se observa en el gráfico 1, la eficiencia del colector se incrementa significativamente hasta que el ancho del colector se aproxime a 1 m. Sin embargo, para valores mayores a 1,5 m la eficiencia empieza a decrecer paulatinamente. Es oportuno anotar que el ancho del colector depende también del número de tubos.

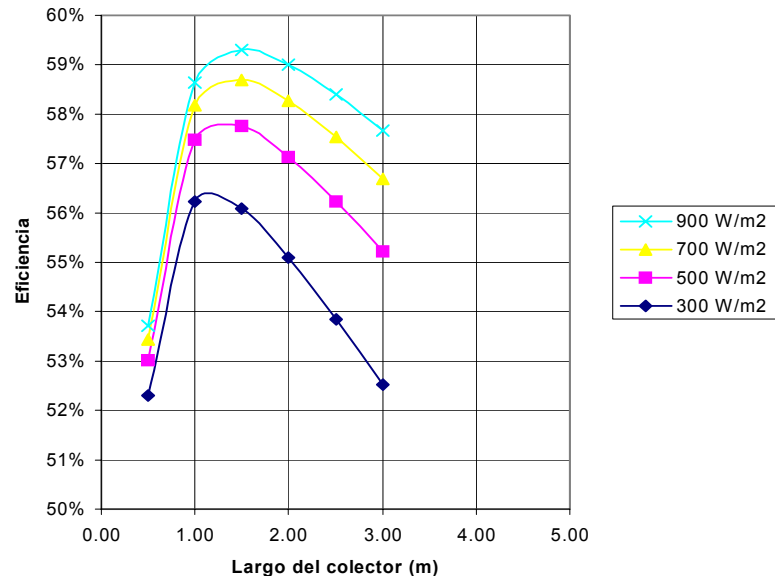
Gráfico 1. Ancho del colector vs. eficiencia



## 2.2 Largo del colector

Como se muestra en el gráfico 2, la eficiencia del colector se incrementa rápidamente hasta que el largo del colector se aproxime a un valor de 1 m. La selección de 2 m para el largo es óptima por cuanto a menor longitud aumentan los costos de construcción.

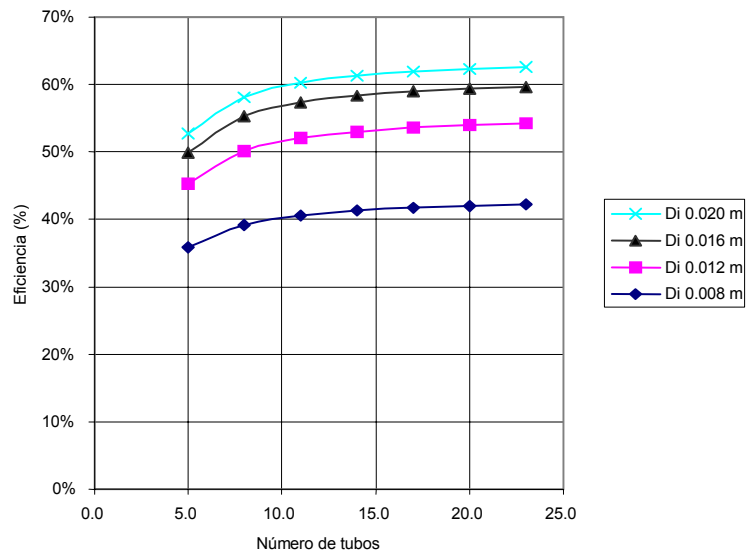
**Gráfico 2. Largo del colector vs. eficiencia**



### 2.3 Diámetro de los tubos

En el gráfico 3 se muestra la tendencia de la eficiencia en función del diámetro interno de los tubos para distintos números de ellos. A partir de este gráfico puede seleccionarse un diámetro interior de 1,6 cm por ser el más comercial y económico.

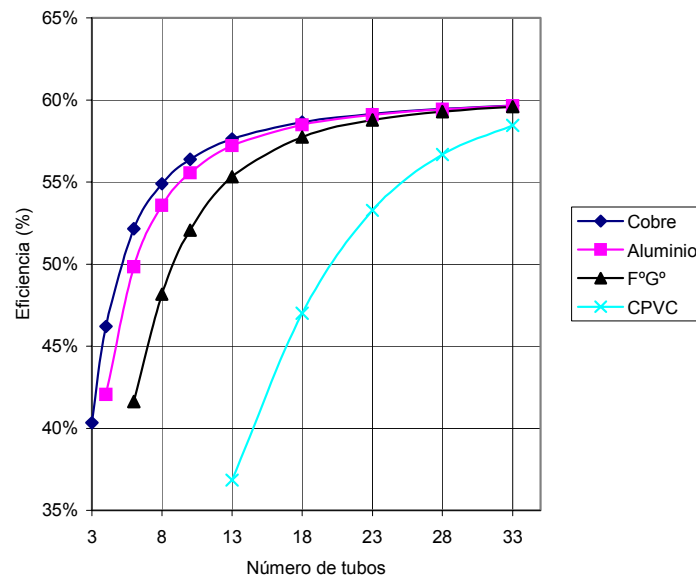
**Gráfico 3. Diámetro interior del tubo vs. Eficiencia**



## 2.4 *Material y número de tubos*

Este es uno de los parámetros más importantes. En el gráfico 4 se muestra una relación entre la eficiencia y el material del tubo. A partir de este gráfico se observa que tanto con ocho tubos de cobre como con 13 tubos de fierro galvanizado se obtienen una eficiencia aceptable; estos materiales son los más comerciales. Ciertamente es que los tubos de aluminio tienen buenas características de conductividad térmica pero, su alta corrosividad limita su aplicación.

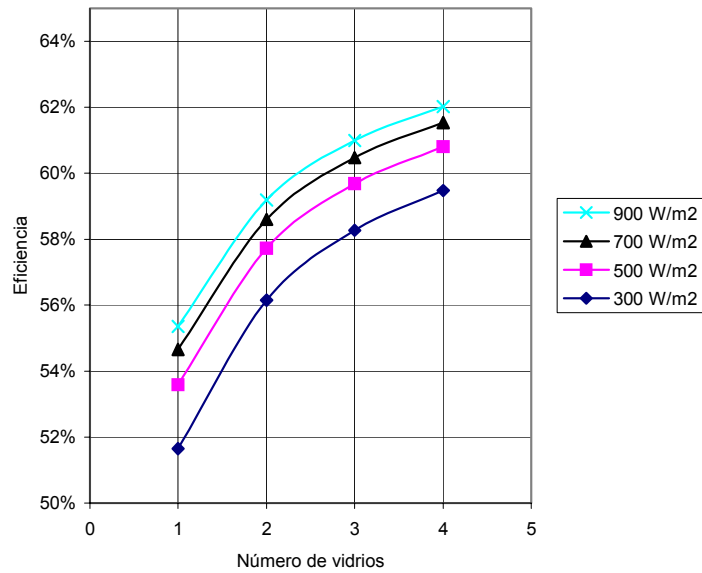
**Gráfico 4. Material del tubo vs. eficiencia**



## 2.5 *Número de cubiertas de vidrio*

Los resultados mostrados en el gráfico 5 indican que la colocación de dos vidrios es una buena elección a pesar de que con un mayor número se obtienen mejores eficiencias. No obstante, este mayor número de vidrios hace más difícil su construcción incrementando, además, su costo.

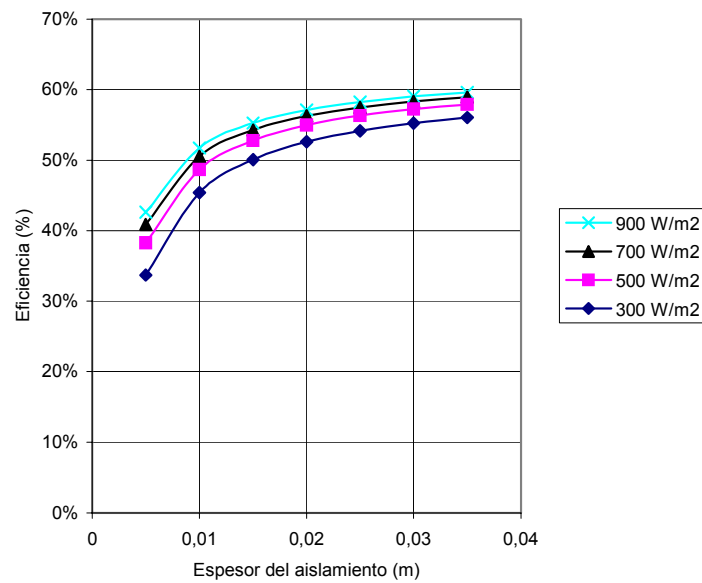
**Gráfico 5. Número de cubiertas de vidrio vs. eficiencia**



## 2.6 *Esesor del aislamiento*

En el gráfico 6 se muestra la influencia del espesor del aislamiento en la eficiencia del colector. Puede verse que a partir de 1 cm a medida que aumenta el espesor la eficiencia aumenta en menor proporción. Puede elegirse un espesor de una pulgada (2,54 cm), por ser la más económica y fácil disponibilidad en el mercado.

**Gráfico 6. Espesor del aislamiento vs. eficiencia**



### 3. Desarrollo del CEPIS/OPS

Empleando este procedimiento del CEPIS/OPS ha diseñado dos modelos de colectores solares denominados CS1 y CS2 los cuales difieren en el número y material de los tubos que conforman la placa de absorción, en el cuadro 1 se presenta la eficiencia global de estos modelos, para mayor información remitirse al CEPIS/OPS.

**Cuadro 1. Eficiencias globales en los sistemas puntual y continuo**

	Modelo CS1	Modelo CS2
Eficiencia global diaria sistema puntual ( $\eta_{gsb}$ )	<b>43%</b>	<b>42%</b>
Eficiencia global diaria sistema continuo ( $\eta_{gsc}$ )	<b>53%</b>	<b>52%</b>