

MANUAL DE INSTRUCCIONES DE MANUFACTURA E INSTALACIÓN EXPERIMENTAL DEL COLECTOR SOLAR DE BAJO COSTO C S B C

Elaborado por SoSol – Sociedade do Sol

Vertido originalmente al castellano en 2006 por:
Señora Mónica D. T. García
monicadtg@ig.com.br
Versión 2.1 Beta

Actualizado en 2008 por
Teresa Estrada Sierra tete_si@hotmail.com
Maritza Silva Muñoz mawy_85@hotmail.com
Mexicanas y Voluntárias en el proyecto CSBC

MANUAL DEL USUARIO
Versión 3.0 2008
Castellano de Mexico

El equipo de “SoSol” agradece el envío de observaciones y críticas para el enriquecimiento del presente manual.

Telefono: [55] (11) 3039 8317
e-mail: info@sociedadedosol.org.br
Sitio web: www.sociedadedosol.org.br

Antes de iniciar el montaje del CSBC lea atentamente todo el contenido de este manual.

El presente manual está protegido por la ley de derechos de autor. Más detalles en:
www.sociedadedosol.org.br > ProjetoASBC>Patentes

Sumario

1. Presentación

- 1.1 Propuesta
- 1.2 Garantía del CSBC
- 1.3 Histórico

2. El sistema CSBC

- 2.1 El principio de funcionamiento del CSBC
 - 2.1.1 Tanque de agua
 - 2.1.2 Colector - el principal componente de un calentador solar.
 - 2.1.3 El mezclador de agua caliente y el sistema de apoyo térmico
 - 2.1.4 Sistema hidráulico

3. Manufactura de los componentes del sistema CSBC

- 3.1 Colectores
- 3.2 Tanques de agua térmicos
- 3.3 Componentes importantes del tanque de agua térmico

4. Instalación del sistema CSBC

- 4.1 Interconexión de los colectores
- 4.2 Fijación e inclinación de los colectores
- 4.3 Interconexión de los colectores con el tanque de agua
 - 4.3.1 Aislamiento de los tubos de interconexión
 - 4.3.2 Protección de los colectores solares antes de llenarlos con agua
- 4.4 Interconexión del tanque de agua con la ducha
 - 4.4.1 Adaptación de la tubería de la ducha
- 4.5 Conexión del *dimmer* a la ducha
- 4.6 Otro tipo de apoyo térmico - el *boiler*
- 4.7 Piezas y complementos de interconexión
- 4.8 Llenando el CSBC
- 4.9 Primer accionamiento del CSBC

5. Comentarios finales

- 5.1 Potabilidad del agua abastecida por el CSBC
- 5.2 Cuidados en la operación
- 5.3 Mantenimiento
- 5.4 Lista con sugerencias de proveedores

1. Presentación

1.1 Propuesta

Este manual es parte integral de uno de los proyectos de la “Sociedade do Sol”, denominado Colector Solar de Bajo Costo o simplemente CSBC. Fue proyectado para ser libremente utilizado por la población. Su tecnología, por la simplicidad que representa, no es patentable. Sus principales objetivos son: la mejora social, preservación ambiental, conservación de energía, posibilidad de generar empleos, economía financiera familiar y nacional (8 a 9% del consumo eléctrico) y reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (CO₂). Siendo así que, las informaciones de este manual pueden ser utilizadas y repasadas por todas aquellas personas que estén interesadas en montar un sistema de CSBC.

Las principales características del sistema CSBC son: la posibilidad de manufactura en régimen de “bricolage” (autoconstrucción) y el uso de material de bajo costo encontrado en comercios de material para construcción. Con el auxilio del presente manual el lector conocerá las piezas, las herramientas y los complementos necesarios para realizar el montaje de un sistema CSBC con capacidad de calentamiento para 200 litros de agua, el cual podrá atender el consumo de agua caliente para la ducha de una familia de 4 a 6 personas.

Sociedade do Sol cree que de esta manera podrá colaborar para que esa familia reduzca sus gastos de energía eléctrica en por lo menos 30% de los valores actuales de consumo, además de ser un sistema hecho por la misma familia se tiene el placer de poder producir en casa gran parte de la energía térmica utilizada para bañarse.

Esperamos que el lector consiga manufacturar su sistema CSBC solamente con las orientaciones disponibles en este manual. En caso de tener dificultades, la “SoSol” está a disposición de usted por medio del contacto telefónico o e-mail para colaborar con las aclaraciones de eventuales dudas. Por otro lado, si el lector tiene interés de conocer mejor este proyecto, está invitado a participar en alguno de los cursos que se imparten en las instalaciones de la “SoSol”, donde entre otras informaciones, aprenderá detalladamente la manufactura del sistema CSBC.

1.2 Garantía del CSBC

Es importante aclarar que el CSBC es un proyecto experimental. Todos los que asuman la responsabilidad de manufacturar su propio CSBC, o que se dispongan a prestar servicios a terceros, deben estar conscientes de que no podrá ser ofrecida ninguna garantía con relación a la durabilidad de las piezas y a la temperatura de funcionamiento del sistema, independientemente del permanente trabajo de mejora de sus características técnicas y funcionales que es realizado por esta entidad.

Hace parte del aspecto Garantía, los detalles incluidos en el párrafo 5.1 Potabilidad del agua abastecida por el CSBC.

1.3 Histórico

La idea de acelerar el desarrollo del CSBC se inició después de que el equipo original fue invitado por el SEBRAE (Servicio Brasileño de Apoyo a las micro y pequeñas Empresas) para ocupar el *stand* paulista en la exposición industrial de la ECO 92, donde el primer prototipo del CSBC fue públicamente presentado. En aquel evento, dos grandes desafíos ambientales eran discutidos: la reducción de los gases contaminadores y el uso de tecnología basada en energía limpia.

De 1992 a 1998 el equipo se dedicó a estudiar la forma de transformar el prototipo en un modelo de aplicación nacional. Con la entrada de la SoSol en el CIETEC (Centro Incubador de Empresas Tecnológicas de la USP/IPEN), en enero de 1999, la investigación y el desarrollo se aceleraron mucho y el primer modelo definitivo del CSBC fue presentado públicamente a finales de 2001 en plena época del “black out”, período de racionamiento de energía eléctrica.

La posibilidad de poder aprovechar o adaptar las instalaciones hidráulicas de la ducha y la utilización de materiales de bajo costo disponibles en el mercado, fue fundamental para este avance. Entre esos materiales se incluyen: la ducha eléctrica, el tanque de agua, la placa de cielorraso y los tubos de PVC comunes. La asociación dada entre los materiales de bajo costo y el aprovechamiento de las instalaciones hidráulicas residenciales permite que la inversión realizada para montar un CSBC sea recuperada entre 4 y 8 meses, esto gracias a la economía de energía eléctrica.

Actualmente existen centenas de sistemas CSBC instalados en diversas ciudades brasileñas, y un grupo creciente de monitores que prestan consultorías para las comunidades de su región en el montaje de los colectores e instalación de los sistemas. Sin embargo “SoSol” espera alcanzar, a mediano plazo, el objetivo de ver instalado en cada hogar brasileño un modelo de CSBC.

2. El sistema CSBC

2.1. El principio de funcionamiento del CSBC

El sistema CSBC tiene el mismo principio de funcionamiento que el sistema tradicional de calentamiento solar de agua, la diferencia está en el tipo de material utilizado y en la posibilidad de autoconstrucción.

El funcionamiento del CSBC se inicia cuando la energía solar irradiante, luz e infrarrojo, incide sobre la superficie negra de los colectores. La energía absorbida se transforma en calor y calienta el agua que está en el interior de los colectores, disminuyendo así, la densidad del agua caliente, la cual comienza a moverse en dirección del tanque dando inicio a un proceso natural de circulación del agua, llamado de termo-sifón. Por lo tanto **el tanque de agua debe estar más alto que los colectores**. Este proceso es continuo mientras haya una buena irradiación solar o hasta cuando toda el agua del circuito logre alcanzar la misma temperatura.

El agua calentada queda almacenada en un tanque térmicamente aislado, y de esta manera se evita la pérdida de calor hacia el ambiente. En el CSBC el sistema de apoyo térmico es formado por una ducha eléctrica conectada en serie a un *dimmer* (controlador electrónico de potencia para una regadera eléctrica), el cual permite un ajuste fino en la elevación de la temperatura del agua para bañarse. La tubería que interconecta los colectores, el tanque y la ducha eléctrica puede ser montada con los tubos tradicionales de PVC utilizados normalmente en las instalaciones hidráulicas residenciales.

La operación del sistema CSBC puede ser explicada con mayor facilidad si dividimos todo el sistema en cuatro partes fundamentales, como se muestra en la Figura 1:

- 1- Tanque.
- 2- Colectores.
- 3- Ducha eléctrica con mezclador y dimmer para apoyo térmico.
- 4- Sistema general de tubos.

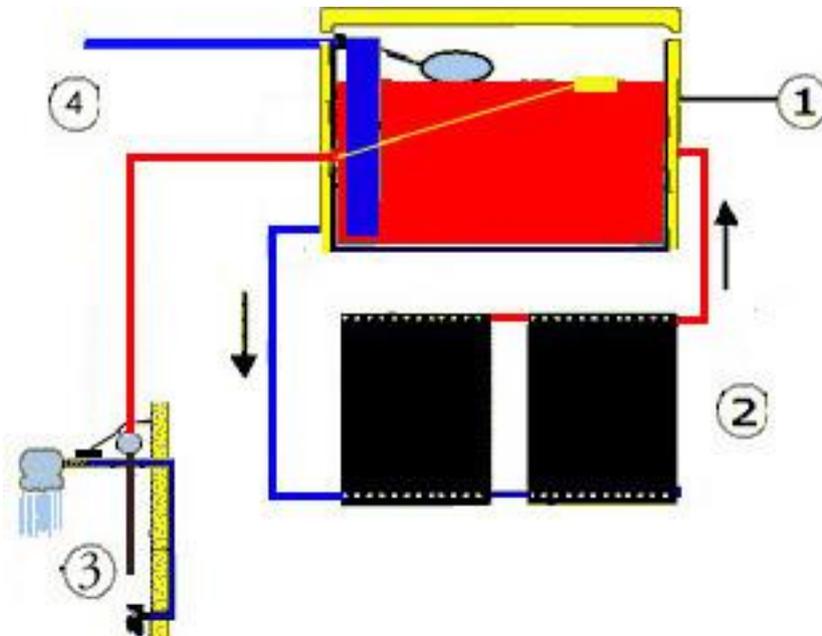


Figura 1. Representación de un CSBC residencial.

2.1.1 Tanque

Tiene la función de almacenar en el transcurso de un día, el agua que fue calentada por el colector solar. En su interior existen dos flotadores que controlan la entrada y salida del agua. Además de esos dos flotadores, existe un dispositivo que es utilizado para llevar el agua fría proveniente de la red para el fondo del tanque, disminuyendo su velocidad y evitando que exista turbulencia, y consecuentemente la mezcla del agua caliente/fría. Además de la tradicional válvula con flotador que libera la entrada de agua de la red, existe otro flotador llamado de pescador.

La finalidad del pescador es llevar hacia la ducha el agua ya calentada que esté con mayor temperatura. Normalmente el agua con mayor temperatura está en la parte más alta del volumen almacenado.

Además del tanque de agua tradicional, otros recipientes industrializados tales como: el tambor de plástico o la caja de EPS (telgopor), revestida con una película plástica, pueden servir como tanque. Independientemente del tipo de recipiente utilizado todos deben recibir un aislamiento térmico externo para minimizar las pérdidas de calor por sus laterales y por la tapa superior.

2.1.2 Colector - el principal componente de un CSBC.

El colector solar tiene la función de calentar el agua. Con la incidencia de la luz solar en su superficie expuesta al sol, el agua almacenada en su interior se calienta y disminuye de densidad, tornándose más liviana que el agua fría. Así, el agua presente en el interior de los colectores se mueve hacia el tanque y simultáneamente el agua almacenada en el tanque fluye en dirección al colector.

Los colectores del CSBC son fabricados con placas de cielorraso de PVC acanaladas, en breve será ofrecida una tecnología similar basada en polipropileno alveolar. La diferencia entre los colectores del CSBC y los otros es que éstos últimos utilizan el tanque y una cobertura de vidrio, con la cual se obtiene el efecto invernadero (calentamiento adicional). La obligatoria ausencia de la cobertura de vidrio en el CSBC no permite que el agua se caliente en exceso y afecte la integridad de los componentes de PVC, que tienen un límite de temperatura. Esto trae ventajas, como lo son: la eliminación del peligro de que el agua muy caliente pueda herir a niños, la reducción de costos con la posibilidad de usar tubos de PVC para agua fría, entre otros.



Fig. 2. Principales componentes del CSBC: tubos de PVC, y placas de Cielorraso.

2.1.3 El mezclador de agua caliente y el sistema de apoyo térmico

El mezclador permite que el agua calentada por la energía solar llegue a la ducha. En el caso donde el agua esté a una temperatura inferior a la deseada, el usuario podrá complementar el calentamiento accionando el *dimmer*. En los sistemas tradicionales el apoyo térmico normalmente está instalado en el tanque térmico y el conjunto mezclador tradicional necesita de tubería previa caliente/fría.

2.1.4 Sistema hidráulico

Considerándose la natural limitación térmica del colector solar CSBC la tubería puede ser hecha con tubos comerciales de PVC marrón. Esto evita la utilización más compleja y costosa de los tubos de cobre o de la tecnología CPVC.

2.1.5 El sistema hidráulico y las heladas.

En regiones sujetas a incidencia de heladas, es posible que ocurra algún congelamiento de agua dentro de los colectores y tubería expuestos durante las madrugadas de los días más fríos. Con el congelamiento, el agua sufre una expansión (aumento) en su volumen lo que provoca una presión en las paredes internas de las placas colectoras y en los tubos de PVC. Por suerte, esa presión es soportada por las placas y tubos de PVC, no afectando sus estructuras. Esta información fue presentada por los laboratorios asociados a los grandes fabricantes de equipamientos de PVC. Para las pruebas fueron usados productos nuevos a una temperatura de -5 °C (menos 5 grados Celsius). En nuestro entender, podemos conservar esta buena característica de flexibilidad del PVC hasta el fin de la vida de nuestro CSBC, siempre que mantengamos las placas y tubos, protegidos de la radiación ultravioleta, a través de la manutención de la calidad de la pintura negra en el PVC.

3. Manufactura de los componentes del sistema CSBC

Para montar un sistema de CSBC es necesario manufacturar algunas piezas. El equipo de "SoSol" procuró describir detalladamente todos los pasos necesarios para el montaje de los principales componentes de este sistema, ilustrando con fotos cada paso descrito en el proceso. Siga correctamente la secuencia de montaje para garantizar la mejor calidad posible en la manufactura de su producto.

3.1 Colectores

Un sistema CSBC puede ser proyectado para calentar diferentes volúmenes de agua. En este manual se demostrará el montaje de un sistema dimensionado para atender un consumo diario de 200 litros de agua caliente. La siguiente tabla indica la cantidad de colectores de acuerdo a la región en donde será instalado el CSBC.

Región	Cant. de colectores (p/200L)
Sur / SP capital	3
Interior de San Pablo	2
Otras regiones	2

Tabla 1. Cantidad de colectores necesarios de acuerdo a las condiciones climáticas de diferentes regiones de Brasil.

Los principales factores que influyen en la cantidad de colectores que serán instalados son de orden climática, tales como polución, humedad, viento y temperatura de cada región. En algunos Estados de la región Sur se sugiere que se pegue en la superficie inferior del colector, una placa EPS (telgopor), elevándose así la temperatura del agua del tanque en aproximadamente 3 a 4 °C.

Para otros volúmenes, mantenga esta misma relación: 1coletor o 1,5 colector para cada 100 litros de agua. Caso haya exceso de temperatura disminuya un colector, o si la temperatura está baja coloque un colector más en su sistema.

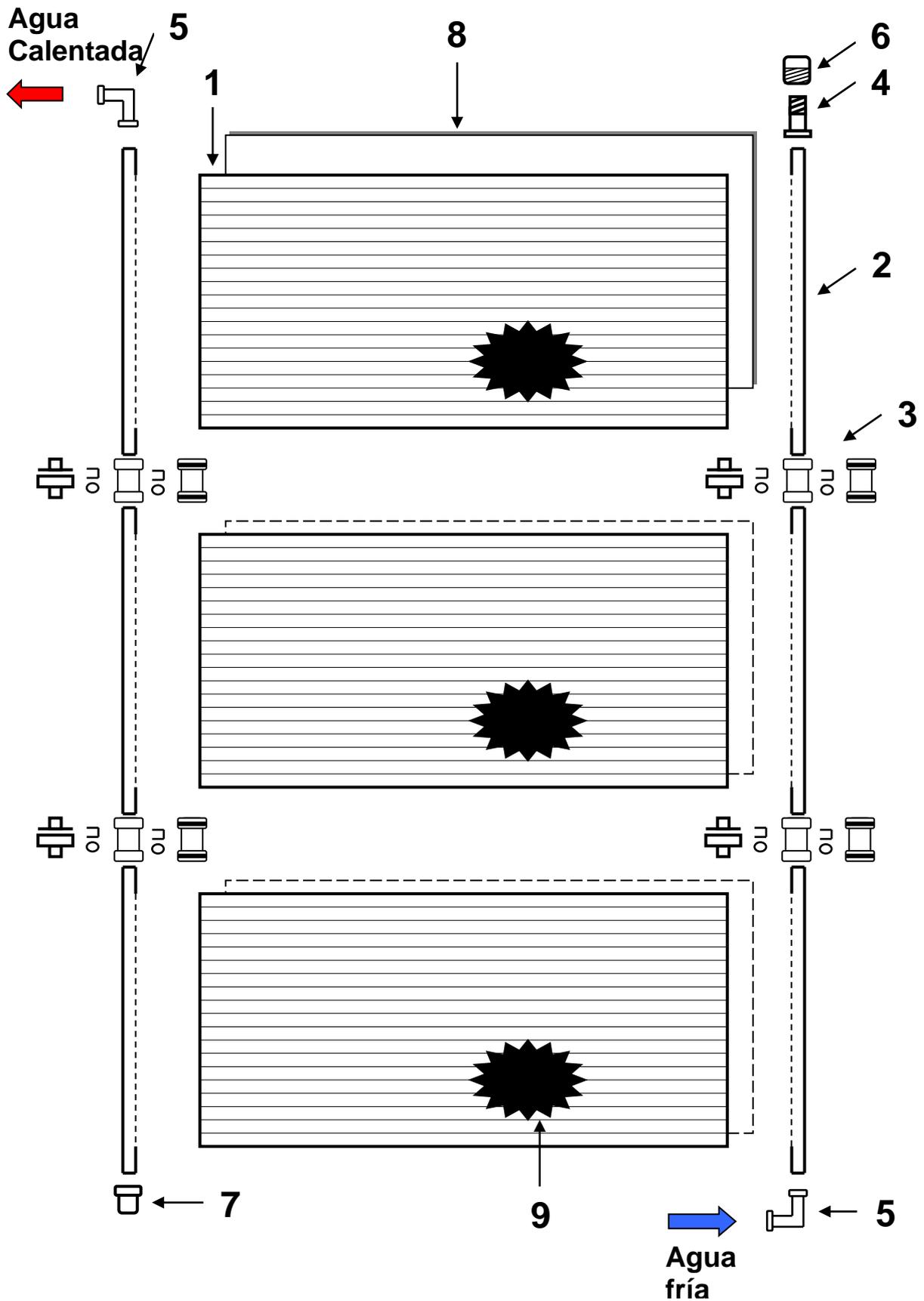
La siguiente relación describe las piezas, las herramientas y los complementos necesarios para el montaje del colector solar CSBC. Al lado de cada ítem, en la columna finalidad, aparece un número entre paréntesis para facilitar la identificación de las piezas de acuerdo con la imagen 3.

Cant.	Colector	Finalidad
X	Placa de cielorraso de PVC alveolar modular con interior acanalado 1,25 x 0,62 m	Componente del colector (1)
2X	Tubos de PVC marrón 32 mm (ϕ ext.) y 700 mm de largo (2 por colector)	Componente del colector (2)
Cant.	Colector	Finalidad
2X	Uniones (cuplas) soldables de PVC marrón 32 mm	Para hacer la unión entre los colectores (3)
01	Adaptador de PVC marrón 32 mm x 1"	Desagüe de los colectores del CSBC para efecto de mantenimiento (4)
02	Codos 90° de PVC marrón soldable de 32 mm	Unir los colectores a los tubos de PVC (5)
01	Tapón de PVC blanco con rosca de 1"	Cerrar el adaptador de la salida de agua de mantenimiento (6)
03	Tapones de PVC marrón de 32 mm	Cerrar herméticamente (vedar) las puntas del colector en la prueba de pérdidas y cerrar definitivamente la punta superior izquierda del colector (7)
01	Placa EPS (telgopor)	Aislamiento térmico y protección mecánica(8)
Cant.	Lista de herramientas	Finalidad
01	Metro	Hacer las medidas de corte en la placa de cielorraso y en los tubos
01	Soldador o taladro con broca 3 mm p/ acero	Hacer los agujeros-guías en el tubo de PVC marrón de 32 mm
01	Pincel 2" o rodillo de 5 cm	Pintar las placas de cielorraso
01	Espátula flexible con punta redondeada, tipo mezclador de café/azúcar	Aplicar el adhesivo sobre la unión tubo PVC y placa de cielorraso
01	Sierra de extremidad libre	Abrir el surco en los tubos

Cant.	Lista de complementos	Finalidad
01	Lija 120	Lijar las aristas y superficies
01	Adhesivo (bi-componente) Plexus 310 o Araldite 24h - 20 gr/ placa	Unir la placa de cielorraso al tubo de 32 mm
01	Cinta crepe	Limitar el área de pintura
01	Hojas de periódico.	Apoyar la placa sobre la superficie de trabajo
01	Esmalte sintético negro mate (40 ml por colector)	Pintar las placas del colector
01	Tabla plana de 80 x 15 cm	Guía para prender el tubo durante la confección del surco
08	Clavos de 4 cm	Presionar el tubo sobre la guía de madera
01	Lápiz	Demarcar los tubos de 32 mm antes de cortarlos
01	Regla de 70 cm u otra estructura recta	Guiar el lápiz para demarcar el surco en los tubos
-	Alcohol	Limpiar nuestras piezas a unir.

Tabla 2. Descripción de los componentes, piezas y herramientas para la manufactura de un CSBC.

Figura 3. Visualización de las piezas utilizadas en el montaje de tres colectores CSBC.



Descripción de montaje del colector

1. Fijar uno de los tubos marrones de 70cm a la tabla plana. Utilizando el lápiz y la regla demarcar el área donde será hecho el surco de 61cm (ancho de la placa alveolar menos 1cm para dar espacio a los acabamientos y evitar dejar más grande el surco de lo necesario) x 1,1cm. Centralice ese surco de manera que las puntas de los tubos queden con 4,5cm de largo cada una.



2. Hacer una perforación interna sobre el área demarcada, para la introducción de la sierra de extremidad libre. Esta perforación puede ser hecha con un cautín (soldador) o con el auxilio de un taladro, con broca de 3mm. No respire el humo del tubo de PVC, es tóxico.



3. Introducir la punta de la hoja de la sierra e iniciar el corte. Haga movimientos lentos siguiendo el trazado, para no abrir un surco mayor o menor que lo necesario. En las puntas del surco, hacer cuidadosamente un corte transversal para poder retirar la tira de PVC.



4. Una vez realizados los dos cortes y retirada la tira, dar acabado con la lija en las superficies cortadas y redondear, con lima redonda las extremidades del surco, hasta alcanzar el ancho original de la placa alveolar, de 61,5 cm. En seguida limpiar con alcohol.



Observación: Antes de proseguir el montaje repita la secuencia de 1 a 4 en el otro tubo de PVC 32mm, midiendo 70cm en cada uno de ellos.

5. Lijar las extremidades de la placa de cielorraso y encajar 0,5cm de placa en el surco de cada tubo. Limpiar con un trapo humedecido con alcohol, todas las superficies que serán pegadas, y tomar cuidado para no poner más las manos sobre ellas.



Observación: En el caso de montar dos o más colectores hacer 2 moldes (listones de madera) idénticos de 123cm cada uno y utilizarlos en todos los colectores para garantizar la distancia constante entre los tubos, lo que permitirá el fácil encaje de colector a colector.

6. Inclinarse sobre una cama de 7mm de papel periódico apoyada en una superficie horizontal. (Así se mantendrá la posición correcta de los tubos en relación a la placa). Preparar sobre una **superficie** limpia una cantidad adecuada de adhesivo bi componente. Si el adhesivo es el Araldite recomendamos mezclarlo con talco mineral para que quede pastoso.



7. Utilizando una espátula, pasar adhesivo en las dos líneas a lo largo de los 2 contactos tubos/placa del lado superior del colector. Después de 2 horas dé vuelta al conjunto tubos/placa y repita la operación de adhesión en el otro lado. En el caso de que esté usando adhesivo Araldite o resina isoftálica repita la operación solamente al día siguiente. En el caso del adhesivo Plexus se puede voltear la placa enseguida.



8. Prueba de Pérdidas: Tapar tres extremidades de cada colector, con tapones de 32mm y en la otra colocar un codo de 90° con un tubo de 3 metros de largo en la vertical. Se va a llenar con agua y por 15 minutos observar si existen pérdidas en las regiones que fueron pegadas. En caso de haber pérdidas reforzar el adhesivo en los lugares observados y hacer nuevamente la prueba.

El área de cada colector es de 0,78 m². Lleno de agua pesa en promedio 8kg cada uno. Estas informaciones ayudan a prever cuál será el área necesaria para la instalación de los colectores y la carga adicional que el tejado tendrá que soportar. Para efectos prácticos esa carga es muy pequeña.



9. Después de 24 horas, después de la **prueba de pérdidas**, lijar ligeramente una de las caras del colector y limpiarla con un trapo humedecido en alcohol. Pintar la cara con esmalte sintético negro mate usando pincel o rodillo, inclusive el área donde serán pegados los tubos y la parte superior de los propios tubos. Use la cinta crepe en los tubos, para un acabado limpio. Dejar sin pintura tan sólo 3cm de las extremidades de los tubos para el futuro encaje de los componentes de PVC.



10. Hacer el procedimiento 9 con la otra cara de la placa.

Observación para aquellos monitores que van a ofrecer colectores ya pegados, a sus alumnos y entidades interesadas:

La placa alveolar de PVC tiene una característica denominada memoria de forma. La largura de la placa, cuando es calentada por igual hasta unos 75°C, sufre una reducción de 10mm. Eso se explica por el alargamiento que la placa experimenta, aún caliente, al salir de la extrusora. Es este alargamiento el que lleva a la memoria de forma.

Si se calienta la placa sólo de un lado (expuesta al sol sin agua), en pocos minutos ésta se deformará. Las puntas se quedarán más altas que el centro. Ese fenómeno puede suceder con las placas instaladas, no representando ningún peligro en su operación, pero si en estética. **(Vea más detalles en el sitio > cómo hacer > FAQ > Tópico nº 2.006).**

Para evitar el proceso de deformación, el monitor deberá:

1- Eliminar la memoria.

1.1 - Exponer la placa al sol.

1.2 - Cuando inicie la flexión, voltear la placa, exponiendo la otra cara al sol. Empezará la contra-flexión.

1.3 - Voltear otra vez.

1.4 - Repetir el proceso algunas veces más hasta que la placa se quede insensible al calor, es decir, cuando no flexione más.

2- Prueba de presión:

Para asegurar al monitor y al que recibirá el colector listo, éste deberá ser probado a una presión de 20mca (dos bar, 30 libras). Para medir esa presión, lo mejor es llenar el colector de agua, completando la presión con el aire de una bomba de bicicleta, midiéndola con un manómetro. Es la hora de la verdad sobre la calidad del proceso de adhesión. A propósito, en el laboratorio del CSBC tenemos como límite la presión de 40mca. El monitor que tenga dudas puede hablar con el equipo de SoSol.

3.2 Tanques térmicos

La principal función del tanque térmico es almacenar el agua y mantenerla caliente para que sea utilizada en la ducha. Los tanques de los sistemas tradicionales tienen formato cilíndrico horizontal y son fabricados en acero inoxidable o cobre con excelente aislamiento térmico, el agua alcanza temperaturas de hasta 85 °C.

El equipo de SoSol considera posible la utilización de otros materiales además del metal en la manufactura de tanques térmicos. En las pruebas experimentales el CSBC utilizó tanques de: cemento amianto, termoplástico y de resina. Se utilizaron también otros tipos de embalajes industriales, que después de algunas alteraciones sirvieron como tanque térmico. Cuando el material del tanque escogido sea de EPS (Telgopor) recomendamos impermeabilizar su interior con película plástica, evitando de esta manera pérdidas y contaminación.

Con base en sus necesidades diarias de agua caliente, espacio disponible y posibilidad financiera, el usuario escogerá el tipo de tanque que utilizará en el montaje de su CSBC. Puede optar por instalar un nuevo tanque o utilizar el que ya tenga y adaptarlo para tornarlo un tanque térmico. Cuando sea necesario instalar un nuevo tanque, aconsejamos escoger uno en formato apropiado para el lugar en el que será instalado, observando si se conseguirá transportarlo hasta allá. Si optara por utilizar su tanque de agua fría, será necesario hacer algunas adaptaciones para que se torne también un tanque térmico, que pasará a ser llamado “tanque caliente virtual”.

A continuación será descrito el proceso para montar un tanque térmico a partir de un tanque de cemento amianto. Si el lector escoge otro tipo, la descripción del montaje a ser seguida debe ser la misma.

Descripción del montaje del tanque térmico integral (sólo agua caliente)

La siguiente relación describe las principales piezas y los complementos necesarios para el montaje de un tanque térmico. Al lado de cada ítem, en la columna de la derecha, se describe su finalidad.

Cant.	Tanque	Finalidad
01	Tanque de cemento-amianto, Fiberglass, EPS, otros	Almacenar el agua calentada por nuestro colector.
02	Adaptadores soldables con bridas y anillo de 32mm	Unir los tubos de los colectores con el tanque.
03	Conjunto de adaptadores con bridas de 25mm	Unir los elementos y ayudar en el montaje del pescador y del ladrón
01	Válvula, de preferencia con salida para manguera.	Reponer el agua del tanque
01	Pedazo de tubo de 7,5 a 10cm de diámetro.	Reducir la turbulencia en la válvula
01	Boya de plástico pescador, flotador	Mantener la punta del tubo flexible flotando en la parte de agua más caliente.

Cant.	Tanque	Finalidad
-	Material aislante térmico – aserrín, periódico, forro de alfombra, EPS, césped seco picado, etc.	Aislar los laterales y la tapa
01	Rollo de hilo de algodón / piolín/ cinta adhesiva	Atar el material aislante en los laterales y tapa
01	Electroducto corrugado flexible amarillo de aproximadamente 1 m	Componente del flotador pescador que capta el agua más caliente de la superficie
XX	Lona de PVC (lona de camión)	Proteger el aislamiento del tanque cuando esté expuesto al tiempo
	Herramientas	Finalidad
	Sacabocado con diámetro de 44mm para brida de 32mm	Hacer los agujeros en el tanque para la interconexión con los colectores
	Sacabocado con diámetro de 36mm para brida de 25mm	Hacer los agujeros en el tanque para la válvula flotador, pescador y ladrón.

Tabla 3. Elementos principales para montar un tanque térmico.

Observación sobre el sacabocado: para un tanque de plástico se usa el sacabocado común con dientes; para el tanque de cemento amianto se usa el sacabocado especial para cemento y debe ser usada tirando agua a la hora de hacer el agujero para evitar que se inhale el polvo que es tóxico.

Una vez que es escogido el tipo de tanque que será utilizado, puede iniciarse el proceso de montaje. La manufactura de un tanque de agua caliente se resume en hacer agujeros en los laterales e instalar los componentes complementares de PVC que controlan la entrada y salida de agua del tanque.

A continuación se muestran los pasos a seguir durante el montaje:

i) Con el tanque vacío y seco hacer dos agujeros de 32mm de diámetro en dos paredes opuestas. El agujero del lado izquierdo es la salida de agua fría para los colectores y el agujero de la derecha es el retorno del agua calentada. Instalar en esos agujeros los adaptadores soldables con bridas y anillos selladores de 32mm. La posición del agujero de la izquierda es la más baja posible para que todo el volumen de agua pueda ser calentado. El agujero de la derecha puede estar ubicado hasta la altura equivalente a la mitad de la altura del tanque. (**Vea sitio > proyecto ASBC > sugerencias técnicas > minuta de normas.**)

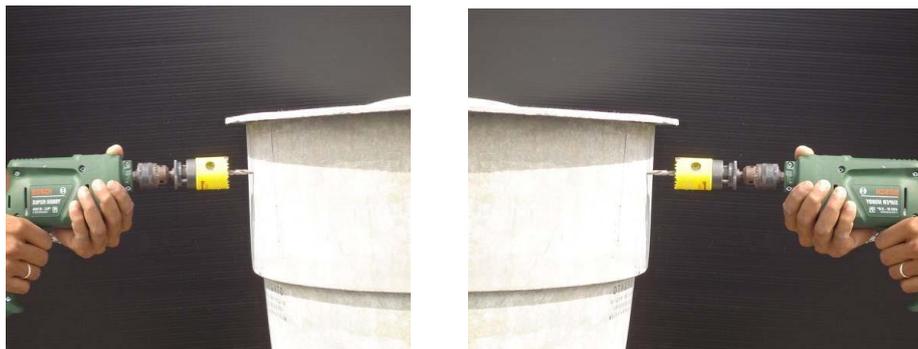


ii) Hacer un tercer agujero con diámetro de 25mm en una pared perpendicular a los dos agujeros anteriores. El centro de ese agujero puede estar a una altura máxima a la mitad de la altura total del tanque. Instalar en ese agujero el adaptador soldable con bridas de 25mm para distribuir el agua calentada para la ducha.



iii) Hacer dos agujeros más de 25mm de diámetro, uno en el lateral izquierdo y el otro en la pared opuesta. Procure hacer esos agujeros lo más alto posible, para obtener un mayor volumen de agua almacenada en el tanque. Aconsejamos que el centro de los agujeros mantengan una distancia de aproximadamente 8cm del margen superior del tanque.

En el agujero del lado izquierdo, instalar la válvula flotador y en el agujero de la derecha enroscar una brida de 25mm para el “ladrón”. Conectar un tubo en la salida del ladrón orientado hacia un lugar donde cualquier pérdida sea rápidamente perceptible por el usuario en caso de falla de la válvula flotador.



El tanque quedará con un total de cinco agujeros. Los dos superiores son, la entrada de agua de la toma general y la salida del ladrón. Los tres agujeros inferiores son, la entrada y salida para los colectores y la salida para la ducha. No fue mencionado el agujero de consumo de agua fría porque éste es un tanque exclusivo para agua caliente.



Por último, pero no menos importante, debe ser hecho un buen aislamiento térmico para la tapa y los laterales del lado externo del tanque. La eficiencia del aislamiento térmico depende del grosor y de la calidad del material utilizado. La sugerencia, siempre priorizando el bajo costo, es el uso de materiales disponibles gratuitamente en su comunidad.

La experiencia ha demostrado que en la fase de instalación y en la primera operación del CSBC no hace falta aplicar el aislamiento aún, sino hasta que la operación de calentamiento ya se haya revelado un éxito, entonces se puede pensar en la etapa del aislamiento.

3.3 Montaje del tanque térmico mixto (agua simultáneamente caliente y fría).

El depósito de agua térmico fue desarrollado para situaciones en donde no es posible la instalación de un tanque más, ya sea por motivos financieros o por falta de espacio en la azotea. En este caso el tanque de agua fría es adaptado para transformarse un tanque térmico virtual. Esta opción es destinada a las casas que ya tienen depósitos de agua con volumen igual o mayor a 500 litros.

Así, por el principio de la estratificación la parte superior del volumen de agua almacenada se calienta y el volumen inferior se mantiene frío, sin la necesidad de ninguna barrera física para separar el agua fría del agua caliente.

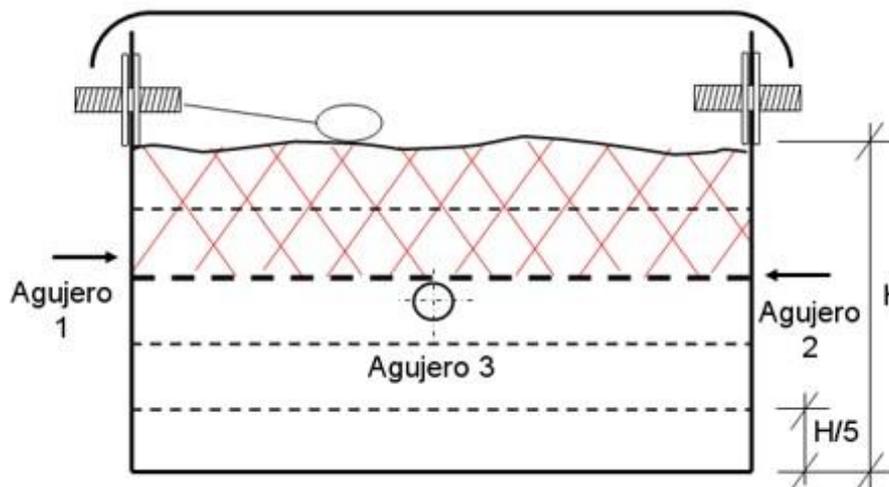
La única diferencia de este modelo de tanque en relación al descrito anteriormente, (el tanque térmico integral), es la posición del agujero de la salida del agua para los colectores. Por ejemplo, considere un tanque de forma cilíndrica, rectangular o cuadrado. Saque la altura desde el nivel de agua mas alto hasta el fondo del tanque (con la canilla cerrada) como se ilustra en la Fig 4.

Ahora, divida esa altura (H) en 5 partes iguales (H/5); si el tanque fuera de 500 litros cada una de esas divisiones tendrá un volumen de 100 litros y si el tanque fuera de 1000 litros cada una de esas divisiones tendrá 200 litros.

Una vez trazadas las divisiones tome como referencia la segunda línea trazada en el tanque (línea **b**). Perfore el centro del agujero No. 1, en la parte lateral izquierda (salida de agua fría para los colectores) en la línea **b**.

El centro del agujero No.2, en la parte lateral derecha (retorno del agua calentada por los colectores), 5cm arriba de la línea **b** y el agujero No.3, va a ser perforado a la mitad de línea **b** (salida de agua para la ducha), siguen las mismas orientaciones descritas en el montaje del tanque térmico integral.

Figura 4. Posición de los agujeros en el tanque de agua caliente



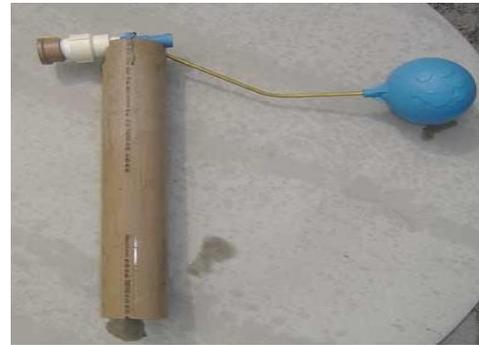
Tome como referencia la línea en **negrita trazada (- - -)**; ella pasará a ser el fondo de su tanque térmico mixto. Siendo así, haga el agujero **1**, en el lateral izquierdo (salida de agua fría para los colectores) 5 cm arriba de ella.

El centro del agujero **2**, en el lateral derecho (retorno del agua calentada por los colectores) y el agujero **3**, en el lateral perpendicular (salida de agua para la ducha), siguen las mismas orientaciones descritas en el montaje del tanque térmico integral.

3.4 Componentes complementares del tanque térmico

Las piezas complementares sirven para controlar el flujo de entrada y salida de agua que circula en el sistema, ellas son montadas a partir de tubos y conexiones encontradas en comercios de materiales de construcción. Independientemente del tipo de tanque utilizado siempre habrá necesidad de instalar las piezas complementares para el perfecto funcionamiento del sistema.

La primera es llamada: reductor de turbulencia, y es un tubo de 7,5 a 10cm de diámetro adaptado al tubo del registro de la boya. Su función es disminuir la turbulencia del agua fría que entra, llevándola para el fondo del tanque evitando que el agua ya calentada almacenada en la parte más alta del tanque se mezcle con el agua fría que entra como reposición. Su largo debe ser tal que quede un espacio 1cm entre el tubo y el fondo del tanque.



La Segunda, el **pescador**, es un conjunto formado por un electroducto flexible amarillo y un flotador. Este conjunto es conectado del lado interno del agujero **3** y su finalidad es llevar para la ducha el agua de la parte superior del tanque que esté con mayor temperatura. El pescador puede ser montado de otras maneras. (Vea en el sitio > manuales > dudas y sugerencias).

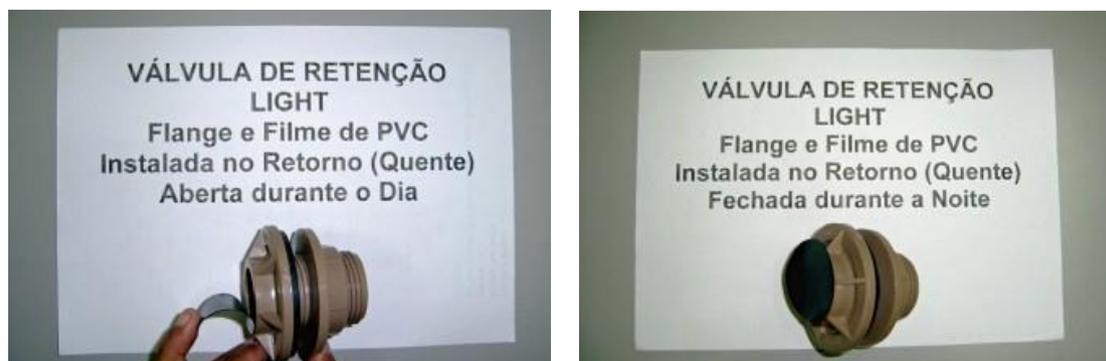


Observe, después de que el tanque esté lleno, si la válvula flotadora de entrada y el pescador están flotando libremente. Los dos flotadores no deben estar cruzándose dentro del tanque. Deben funcionar libremente. En caso de que esto ocurra, el flotador del pescador debe quedar debajo de la boya, para que el agujero del pescador continúe captando el agua durante el uso. Caso el pescador esté sobre la boya del grifo de entrada, éste podrá interrumpir el flujo entre el agua del tanque y el de la ducha eléctrica, durante el uso.

Otro elemento que ayuda en la circulación de agua es la válvula de no retorno (check) instalada en el interior del tanque en la brida de retorno de agua caliente que viene de los colectores. Esa válvula tiene la función de liberar la entrada de agua caliente durante el día e impedir el retorno de ésta durante la noche, o cuando no

haya incidencia de rayos solares sobre los colectores. Más detalles en: sitio > proyecto CSBC > componentes > conceptos originales > válvula de retención *light*.

Ésta se hace con un trozo de película de PVC cortado en círculo un poco mayor que la boca de la brida, y pegado solamente en un punto, lateralmente. Ni arriba ni abajo. La película (equivalente al émbolo de una válvula de retención) debe abrir como una puerta. Lateralmente. Vea más detalles en las figuras de abajo:



4. Instalación del sistema CSBC

4.1 Interconexión de los colectores.

Después del montaje de los colectores y del tanque, el usuario deberá hacer la interconexión entre ellos por medio de las tuberías de PVC. En instalaciones residenciales, usuarios del CSBC informaron que no utilizaron el adhesivo de soldadura en tubos y componentes, obteniendo buenos resultados. La ausencia de adhesivos permite que sean hechas las adecuaciones iniciales necesarias y sólo después de las pruebas se peguen sus conexiones definitivamente.

En sistemas residenciales los colectores siempre deben ser conectados en paralelo, lo que significa una interconexión continua de los tubos de la parte inferior, así como de los tubos de la parte superior. Las conexiones entre los colectores deben ser hechas, por lo menos en la fase inicial, sin el uso de adhesivo. Las opciones de cómo hacer las conexiones pueden ser resumidas como se muestra en la siguiente tabla.

FORMAS DE HACER LAS CONEXIONES.	OBSERVACIONES.
Conexión con capas de cinta teflón.	Facilita el montaje y desmontaje
Conexión a seco y sin adhesivo	Mayor esfuerzo para montar y desmontar, resultando en una conexión más firme
Conexión con adhesivo para PVC.	Menor esfuerzo y montaje definitivo, modelo PVC

Tabla 4 – Formas de interconexión de las conexiones

Después de la conexión de los colectores restarán cuatro “puntas” por conectar; dos de ellas servirán para la circulación de agua: una para la entrada de agua fría por el tubo inferior (agujero 1 del tanque), y la otra, diametralmente opuesta en el tubo superior, para el retorno del agua calentada (agujero 2 del tanque). En estas dos puntas deben ser colados los codos de 90°. Las otras dos serán selladas, siendo que en la punta inferior se sellará con un adaptador bolsa/rosca y tapón con rosca y la otra punta, en el tubo superior, se cerrará con un tapón con adhesivo.

4.2 Fijación e inclinación de los colectores

Determinada la posición de los colectores en el tejado, si es posible hacia el norte geográfico, el usuario fijará los colectores en la estructura de madera del propio tejado. Esa fijación debe ser hecha con hilos de cobre rígidos de larga vida en el ambiente externo o con abrazaderas plásticas de correr, que no sufren rápidamente la acción del tiempo. **(Lea con atención los Adjuntos 1 y 2 de este Manual).**

En el caso donde los colectores sean instalados en una losa de concreto, se debe considerar como inclinación óptima, la latitud del lugar acrecida de 10°. Por ejemplo, en San Pablo la latitud es 23°, por lo tanto la inclinación debe ser de 33°. En el caso de residencias con tejados que no alcancen la inclinación sugerida (latitud + 10 grados), se puede compensar esa diferencia aumentando un colector, en caso que la temperatura del agua para bañarse en el invierno sea inferior a la esperada.

Antes de fijar los colectores definitivamente, es necesario mantener una pequeña inclinación lateral en el conjunto para facilitar la eliminación de burbujas de aire de los colectores y tuberías, permitiendo que ellas suban naturalmente hasta el tanque, saliendo por el ladrón. Ensayos en laboratorio indican que para cada metro de colector 2 cm de inclinación lateral son suficientes para garantizar el movimiento de las burbujas de aire de las tuberías. **Resumiendo, el lado de la salida del agua caliente de los colectores debe ser el punto más alto del conjunto.**



4.3 Interconexión de los colectores con el tanque

Después de la fijación de los colectores en la posición definitiva haga la interconexión de los colectores con el tanque. El tanque debe estar arriba del nivel de las placas, y cuanto mayor sea éste desnivel, mejor será la circulación de agua entre los colectores y el tanque. Siendo así necesario que la faja inferior del tanque (fondo) esté por lo menos 5 cm arriba de la faja superior de los colectores (tubo

superior), o entonces siguiendo la minuta de normas disponible en el *sitio*, presentado anteriormente.

Por lo tanto, cuanto más próximo el tanque esté de la cumbre y el colector próximo del borde externo de una de las caídas del tejado, mejor será la circulación de agua en el sistema. Sin embargo, este desnivel no debe ser mayor que 3 metros, dadas las limitaciones en la presión de los colectores plásticos del CSBC.

Cuando sea imposible mantener los colectores abajo del fondo del tanque, o sea, instalándolos a la altura del tanque mismo, estaremos frente a la situación descrita detalladamente en el siguiente sitio: (**Vea sitio > proyecto CSBC > componentes > conceptos originales > válvula de retención *light***).

La válvula presentada en ese trabajo fue recientemente mejorada y mostrada en el ítem 3.3 anteriormente.

Se debe tener un especial cuidado con los colectores instalados a la altura del tanque: el tubo superior de los colectores debe de estar por lo menos 5 cm abajo del nivel máximo (usual) del agua dentro del tanque.

Las interconexiones deben ser hechas con tubos y conexiones de 32 mm. Para esta fase experimental de montaje se recomienda utilizar dos vueltas de cinta teflón sobre las roscas de las piezas para facilitar el ajuste y desajuste de las conexiones.

Inicie las interconexiones conectando el tubo que sale del agujero **1** del tanque con el codo inferior izquierdo de los colectores. El tubo de retorno de agua caliente sale del codo superior de los colectores, del lado opuesto a la entrada de agua fría, y se conecta al agujero **2** del tanque, por medio de un adaptador con brida anillo de 32 mm.

Observación: en caso de la requerir de una válvula *light*, su brida deberá estar un poco más arriba del tubo superior de los colectores, acelerando, aunque poco, la circulación natural entre el tanque y los colectores.

La instalación de los colectores a la altura del tanque provoca, además de la reducción de eficiencia térmica del CSBC por la reducción de la velocidad de circulación de agua, la posibilidad de su interrupción. Esto sucede como resultado de la ausencia momentánea de agua de la red pública, bajando el nivel en el tanque, exponiendo la brida de retorno y bloqueando de esta forma, toda la circulación solar de agua.

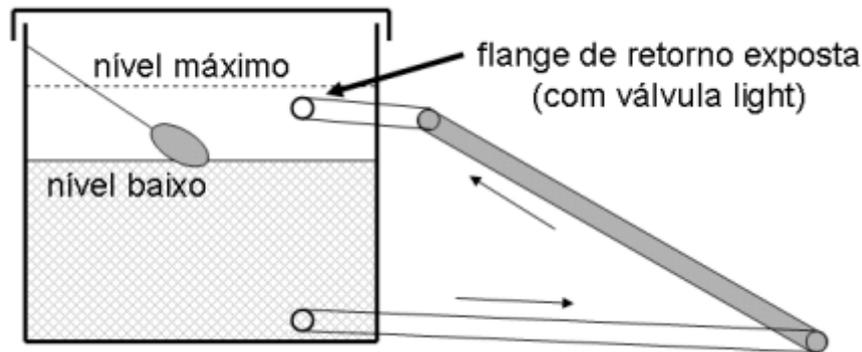


FIGURA 5: Interrupción de la circulación por falta de agua de la red.

Formación de gases en el CSBC y su eliminación.

Es importante que la tubería de retorno del agua de los colectores tenga una inclinación creciente, siempre en dirección al tanque. Los gases liberados por el agua durante su calentamiento deben escurrirse hasta el tanque. Si hubiese algún punto alto en medio del camino, puede ocurrir un acumulo de aire, interrumpiendo la circulación natural del agua.

En caso de que sea imposible evitar la inflexión, instale en este punto alto del tubo de retorno, un respiro (tubo vertical partiendo del punto alto del retorno), cuya punta debe estar 10 cm más alta que el nivel máximo de agua en el tanque. El respiro puede ser un tubo de aluminio, tipo antena de TV, un tubo de PVC de 20 mm u otro medio que al montador le parezca adecuado.

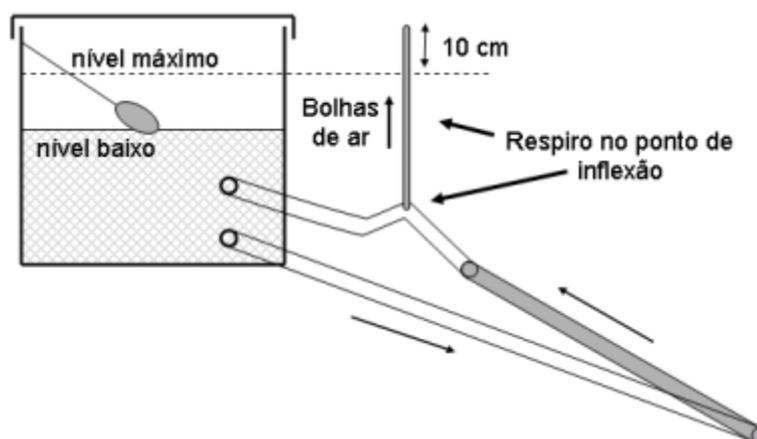
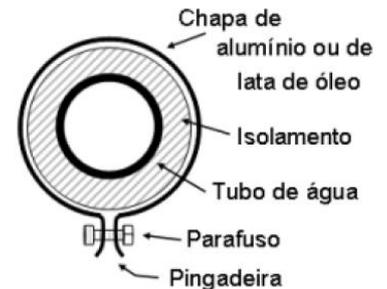


FIGURA 6. Ejemplo conceptual de un respiro.

Después de concluida la instalación es conveniente pintar toda la tubería expuesta al sol con esmalte sintético negro mate para aumentar su vida útil. Si lo desea éste es el momento de interconectar con adhesivos los componentes de PVC.

4.3.1 Aislamiento de los tubos de interconexión

La experiencia demuestra que tuberías con más de 3 metros de largo deben ser térmicamente aisladas para minimizar las pérdidas. Aconsejamos proteger la capa de material aislante (elegido por el instalador) con una capa fina de aluminio. Cuando el tubo está debajo del tejado esta protección no es necesaria, por la ausencia de lluvia y de radiación ultra violeta.



4.3.2 Protección de los colectores solares antes de llenarlos con agua

La presencia de la irradiación solar del verano sobre los colectores antes de que estén llenos de agua puede afectar definitivamente sus características mecánicas. Aconsejamos que los colectores solares se mantengan cubiertos mientras el sistema no esté completamente lleno de agua circulando. (**Vea: sitio > como hacer > manuales > dudas y sugerencias**).

4.4 Interconexión del tanque para la ducha.

Aún falta la interconexión del tanque a la ducha. Ésta tubería puede ser hecha con un tubo PVC marrón soldable de 20 mm, sin embargo recomendamos, en caso de que la tubería sea embutida, el uso de tubos de cobre, CPVC u otros especiales para altas temperaturas. La utilización de caños especiales, evitará el cambio de la tubería cuando el usuario desee sustituir el CSBC por otro sistema de calentamiento que suministre agua a una temperatura muy superior a la del CSBC. La distancia entre el tanque térmico y la ducha eléctrica debe ser la menor posible con el fin de minimizar las pérdidas térmicas y reducir el tiempo de espera de llegada del agua caliente.

4.4.1 Configuraciones de la interconexión.

Existen tres configuraciones posibles para la interconexión de las tuberías del tanque térmico y la regadera eléctrica. El usuario elegirá de ellas, la que se adapte mejor a su residencia y planeará la interconexión.

La **primera**, de mejor estética, es empotrar la tubería de agua caliente en la pared del baño, quedando aparente solamente el nuevo registro para agua caliente. La tubería que viene del tanque térmico es interconectada en esta tubería usualmente por medio de un niple. La tubería que queda empotrada debe ser del tipo que se usa en cualquier sistema profesional de calentamiento. Los tubos deben ser resistentes a altas temperaturas como lo son los tubos de cobre, CPVC, polipropileno, polietileno, etc. En esta configuración, van a quedar visibles sólo los registros para agua caliente y fría. Dentro de la pared debe haber un codo de 90°

(propio para agua caliente) con rosca de ½” para conectar las tuberías “caliente - fría”, constituyéndose así el mezclador. Saliendo de este codo, sigue sólo un tubo que lleva el agua ya mezclada hasta la ducha. Todo material empotrado debe ser obligatoriamente de alta temperatura, con aislamiento en los tubos calientes. Las normas internacionales indican que el registro de agua caliente quede del lado izquierdo del registro de agua fría.

Para las configuraciones 2 y 3 – el tubo de PVC marrón, aquél que se usa normalmente, no debe ser empotrado. En caso de que haya real deseo de empotrarlo por motivos estéticos, siga las orientaciones de la primera configuración.

La **segunda** configuración posible es muy semejante a la primera, siendo que la tubería, que viene del techo, quedará a la vista, bajando hasta una altura deseada, (por ejemplo, la del registro de agua fría ya existente), donde será instalado el registro de agua caliente, subiendo el tubo después del registro, en dirección a la ducha. En el tubo de alimentación de la ducha debe ser instalado un tubo en forma de **T**, entre la salida de la tubería de agua fría de la pared y el tubo de aluminio que lleva a la ducha. La tubería aparente de agua caliente debe entrar en la bolsa central de este **T**, configurándose así el mezclador. En el sistema al lado no se ha instalado el *dimmer* todavía.



La **tercera** opción es un término medio entre las dos primeras, con menos perforaciones en la pared que la primera y de mejor estética que la segunda. Además de ser más económica. Será necesario tan sólo un agujero en la losa de concreto, para la caída vertical del tubo que transporta el agua caliente, y un registro de esfera de 20 mm con unión para pegar, con mariposa. Utilizando el mismo tubo **T** de la segunda opción, conectar a la bolsa central la tubería del agua calentada que viene del tanque térmico; en una de las entradas del **T** conectar la ducha y en la otra la tubería de agua fría. Para accionar el registro de esfera es necesario hacer un asta adaptando una extensión en la manopla del registro, llevando el comando hasta la altura de la mano del usuario. Conviene que la extensión no sea muy largo, para evitar que los niños se cuelguen en él.



4.4.2 Adaptación del registro a la válvula flotador

En residencias donde se desee bañarse por la mañana utilizando el agua calentada por el CSBC es necesario mantener el volumen de agua almacenada a la máxima temperatura. Para ello es necesario garantizar que parte del volumen de agua calentada un día anterior se mantenga caliente para ser utilizada a la mañana siguiente. Por lo que recomendamos que se cierre la llave de la toma de agua fría y así se mantenga la temperatura del agua calentada durante el día.

Para eso es necesario instalar un registro que interrumpa la alimentación del tanque cuando se bañen por la noche. Este registro puede ser instalado en el interior del baño y deberá ser cerrado una noche antes de que la primera persona se bañe y sólo volverá a ser abierto después de que la última persona se bañe por la mañana. De esta manera, a la mañana siguiente después de que todos se bañaron, el tanque empieza a calentarse nuevamente el ciclo permitiendo que el agua se caliente por la energía solar.

4.5 Conexión del *dimmer* a la ducha

En días nublados o lluviosos, la temperatura del agua puede no alcanzar el valor deseado. Así para elevar la temperatura a un grado agradable se instala un controlador de potencia del tipo *dimmer*, en serie con los cables de alimentación de la ducha eléctrica. El *dimmer* permite que se utilice solamente la potencia necesaria para elevar la temperatura, evitando un mayor calentamiento del agua. **Antes de instalar el *dimmer* lea con mucha atención las instrucciones del fabricante.**



4.6 Otro tipo de apoyo térmico - el *boiler*

Para evitar gastos innecesarios de energía, sugerimos desactivar el boiler haciendo una conexión directa entre la salida caliente del CSBC con el tubo que ya conectaba la ducha. Eliminando la función del calentamiento del boiler (disponiéndolo para un posible uso futuro), se hace necesario sustituir la ducha común por una ducha eléctrica con *dimmer* o electrónica. En caso de que el instalador desee mantener el boiler en la función de calentador de apoyo, la SoSol puede presentar detalles de cómo se puede realizarlo. Sin embargo, esta opción consume mucho más energía eléctrica.

4.7 Piezas y complementos de interconexión

La relación a continuación describe las principales piezas y complementos necesarios para la interconexión entre los colectores, el tanque y la ducha eléctrica.

Cant	Piezas	Finalidad
01	Dimmer eléctrico.	Controlar la potencia de la ducha
02	Tubo T de 90° con rosca de ½"	Unir la entrada de agua fría con la entrada de agua calentada y enviarla para la ducha.
01	Niple roscable de ½"	Interconectar el <i>dimmer</i> a la rosca de ajuste de la ducha
01	Registro de ½"	Controla el flujo de agua calentada en la ducha
01	Tubo de PVC 25 mm, aproximadamente 1 metro	Montaje del asta de accionamiento
01	Tapón marrón soldable 25 mm	Montaje del asta de accionamiento
02	Codos de 90° marrón soldables 25 mm	Montaje del asta de accionamiento
	Colectores - Tanque	
xx	Tubo de 32 mm PVC rígido	Interconectar el sistema, colectores y tanque
	Chapa de aluminio o de lata de aceite	Protección de los aislamientos de la acción del sol y de la lluvia.
	Hilo de cobre rígido 2,5 mm, alambre galvanizado, abrazadera	Fijar los colectores en el tejado
	Cinta teflón	Vedar roscas y facilitar los ajustes
	Material aislante – papel de diario, alfombra, EPE, etc.	Aislar térmicamente la tubería

4.8 Llenando el CSBC

Abrir la tapa del tanque y accionar el registro que controla la válvula-flotador. El agua al subir fluirá por el tubo de 32 mm de salida de agua fría iniciando el llenado de los colectores. Pasados algunos minutos, los colectores estarán llenos y el agua estará entrando por el tubo de retorno de los colectores.

Cuidado: nunca permita que al llenar los colectores, éstos reciban agua proveniente del lado derecho del tanque (retorno). Llenar simultáneamente los colectores conlleva la aparición de burbujas de aire que impedirán la circulación natural entre los colectores y el tanque.

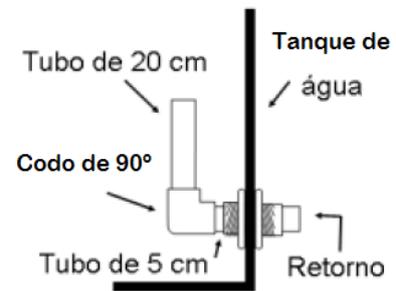
En caso de que esto suceda, se puede verificar con tan solo tocar con la palma de la mano la superficie de los colectores, confirmando la presencia de áreas más calientes, debemos tomar algunas medidas:

Introducir la manguera de agua en el tubo de salida del colector (dentro del tanque). Abrir el grifo con cuidado hasta verificar que grandes burbujas de aire están saliendo del lado del retorno. Cerrar el grifo y retirar la manguera.

En caso de que no haya una manguera, abrir el tapón blanco con rosca, dejando el agua escapar hasta que se vacíen los colectores. Cerrar la salida con el tapón y volver a llenar el tanque con los debidos cuidados. En el caso que el retorno esté en el mismo nivel o debajo de la brida de salida para los colectores, existe un

método sencillo para evitar que el agua entre por la brida de retorno, sin que se impida el escape de aire proveniente de los colectores que están inundándose internamente.

Eso se hace con 5 cm de tubo de 32 mm, un codo de 90° y otro trozo de tubo de 32 mm con aproximadamente 20 cm de largo.



Acuérdese: evite que entre agua simultáneamente por los tubos que tengan acceso a los colectores (salida y retorno), ya que en este caso podrá ocurrir una retención de aire en las placas generando grandes burbujas que impedirán la circulación natural del agua calentada.

Mientras el tanque se llena retire la protección que cubría los colectores y verifique si hay pérdidas en las superficies inferiores y superiores de los colectores. Deje que el agua alcance el nivel deseado en el tanque torciendo el asta de la válvula flotador.

4.9 Primer accionamiento del CSBC

Aconsejamos que el usuario siempre accione en primer lugar el registro de agua caliente. Si la temperatura del agua calentada por el sol es inferior a la esperada, el usuario puede complementar el calentamiento accionando el ajuste fino del *dimmer*, fijado próximo a la ducha eléctrica, que elevará la temperatura del agua solamente lo necesario. En el caso que el agua esté a una temperatura agradable no será necesario accionar el *dimmer*. El registro de agua fría sólo será utilizado cuando el usuario sienta la necesidad de disminuir la temperatura del agua calentada por el sol o cuando quiera bañarse con agua fría.

5. Comentarios finales

5.1 Potabilidad del agua abastecida por el CSBC

Las placas de cielorrasos alveolares de PVC tienen en su formulación aditivos que pueden alterar la potabilidad del agua. Con base en pruebas realizadas en el Laboratorio de Análisis Química del IPEN, la presencia de aditivos en el agua, en niveles superiores a los recomendados por ley, es observada de manera decreciente en las primeras 4 semanas de circulación de agua por los colectores. En las semanas siguientes la presencia del metal va disminuyendo gradualmente hasta quedar abajo del límite máximo, reflejando su potabilidad. Recomendamos al usuario que no utilice éste agua para cocinar y que evite beberla durante las primeras 4 semanas. Además de este cuidado inicial, aconsejamos que siempre que el sistema quede inactivo por siete días o más (ausencia de habitantes, vacaciones, etc.) toda

el agua del tanque sea cambiada. Agua caliente sin circulación, y en un ambiente oscuro, presenta condiciones propicias para la propagación de microorganismos.

5.2 Cuidados en la operación

Por su naturaleza el CSBC todavía es un producto experimental. Diariamente llegan sugerencias de montadores de todo Brasil, con nuevas ideas que pueden facilitar la manufactura de las piezas y el montaje del sistema. Envíe sugerencias y comentarios que puedan mejorar la eficiencia del CSBC.

Por otro lado existen también aquellos montadores que por dificultad de interpretación del manual u otros problemas no se satisfacen con el calentamiento alcanzado por el sistema. Para estas personas, sugerimos que antes de desistir de colocar el sistema en operación definitiva, observen las sugerencias a seguir:

- Analizar la existencia de pérdidas en la tubería y colectores.
- Analizar si el colector está uniformemente muy caliente. En este caso puede haber burbujas de aire en el sistema placas/tubos, impidiendo la circulación del agua.
- Analizar si los tubos de circulación no están obstruidos con papel de diario o paños.
- Rever la inclinación de los colectores y de los tubos de retorno (colector para tanque).

5.3 Mantenimiento

El CSBC es un equipo que no necesita de mantenimiento y reparaciones constantes. Sin embargo se recomiendan algunas inspecciones en el transcurrir de su utilización.

Colectores

Inspección visual: Una vez por año analice la superficie negra y la región pegada, sin forzar. Observe si existen rajaduras o despegaduras en estas regiones.

Superficie Negra: Los colectores deberán ser repintados de vez en cuando, dependiendo de la región y de su insolación. La pintura negra mate sintética puede funcionar bien hasta cerca de 4 años cuando está totalmente expuesta a la intemperie.

Limpieza interna del sistema: Una vez al año se sugiere desenroscar el tapón con rosca 1" (blanco) del sistema de colectores. El agua del tanque térmico se derramará por ésta abertura. Observar el color del agua. Inicialmente marrón, debido a los depósitos de barro y otros materiales dentro de los tubos de PVC. Después de poco tiempo clareará y el tapón ya podrá ser colocado. No se olvide de pasar cinta teflón para evitar pequeñas pérdidas.

Exceso de torsión en el manoseo del tapón: Acuérdesse de prender siempre el tubo de PVC con alicate (tenazas) al desenroscar y enroscar el tapón,

para evitar que la torsión de esta operación fuerce el colector solar y sus puntos de unión placa-tubo.

Tanque térmico – ¡¡Lea con mucha atención!!!

Inspección visual externa: A cada seis meses haga una verificación cuidadosa de su estado, incluyendo pérdidas.

Incluya en esta inspección una vigorosa acción de limpieza del tanque de agua térmico, tal como sugerido en el sitio de la Sabesp:

http://www.sabesp.com.br/pura/dicas_testes/conserve_limpa_ex_dagua.htm

Esta operación de limpieza es obligatoria para todo tipo de tanque de agua. En caso de calentadores solares esta limpieza es aún más importante dada la potencial facilidad con que algas y bacterias se multiplican en ambientes tibios y calurosos.

Si el tanque térmico es de EPS, cuando es expuesto sin protección a la luz solar y al tiempo, puede sufrir rápido desgaste y deformidad.

Verifique también la calidad de la película plástica o capa interna de protección contra pérdidas. Una excelente forma de verificar si hubo escapes es la de intentar levantar el tanque vacío. Si éste está mucho más pesado que el tanque cuando era nuevo, éste ya sufrió pérdidas y perdió su capacidad de aislamiento térmico.

Inspección visual interna: Observe el funcionamiento de las piezas complementares de PVC.

5.4 Lista con sugerencia de proveedores

TIPOS DE MATERIALES	FABRICANTE/DIRECCIÓN /CONTACTOS
Tubería Tubos, conexiones y electroductos PVC	Modelo Tigre, en todo revendedor de material para construcción

<p>Cielorrasos modulares PVC Piezas de 1250 x 620 x 10 mm</p>	<p>Medabil, Sucursal São Paulo [55] (11) 38123322</p> <p>Confibra, Matriz [55] (19) 3887 2677 (019) 3809 6007 www.confibra.com.br Representante Confibra: Antônio Palma <cepasi@uol.com.br> (11) 5011 6105 / (11) 9904 8964 Obs.: Ele tem distribuidor que envia as placas para todo o Brasil</p> <p>Vipal / Medabil - Matriz em Porto Alegre (051) 3373 7777 / 0800 996 633 - O atendimento informa as lojas de sua região. Revenda: da região do Butantã em São Paulo: (a loja se chama Apoio). (11) 3771-3796</p>
<p>Aislamientos Térmicos Placas de EPS, 15 mm, especial para colectores</p>	<p>Div Term, con Nilza, [55] (11) 3662 0288 R. Camaragibe 216, Barra Funda S.P. u otros proveedores de telgopor - EPS</p>

<p>Manta de Polietileno Expandido de 5 a 10 mm para tanques/tubos</p>	<p>Vicente Mercadante [55] (11) 3845 1611 / [55] (85) 2750100 Styroplast (011) 4611 2100 fábrica Representante Styroplast: Nome: Rose e-mail: styroplast@styroplast.com.br Fax: (11) 4611-2422 JOONGBO (085) 3216 8100 / 0300 313 6022 ambos fábrica. D. Agnes, Representante SP (011) 6163 0635</p>
<p>Plástico de Burbuja aplicaciones aislamiento térmico.</p>	<p>Vicente Mercadante [55] (11) 3845 1611 / [55] (85) 2750100</p>
<p>Otros aislantes Aserrín, césped y paja seca, papel de diario, alfombra, etc.</p>	
<p>Tanques Tanques de agua Modelo Tigre, 250, 310, 500, 1000 litros</p>	<p>Comercio de material para construcción</p>
<p>Tanques de telgopor- EPS Estos tanques tienen una capacidad de aislamiento térmico excelente. En contraposición el el EPS no mantienen el agua, por esta razón debe tener internamente una protección plástica del tipo neumática o una masa protectora de tanques de agua sin presencia de solventes.</p>	<p>Proveedores del ramo</p>
<p>Controladores de Potencia de Duchas – <i>dimmers</i></p>	
<p><i>Dimmer</i> <u>5,4 y 6,4 kW</u> <i>Dimmer</i> <u>Thermosystem</u></p>	<p>Martronic, Sr. Marcos, [55] (11) 3621 2052 / 2045. Botega Eletrônica Ltda., c/ Eng. Francimar, (048) 621-0500 / 0800 704 9480 e-mail: francimar@botega.com.br</p>

Duchas Eléctricas con <i>dimmer</i> integrado	
<u>Ducha Electrónica especial para CSBC</u>	Botega Eletrônica Ltda., c/ Eng. Francimar, (048) 621-0500 / 0800 704 9480 e-mail: francimar@botega.com.br
<u>Ducha Electrónica</u>	Zagonel, [55](49)3661326
<u>Ducha Electrónica</u>	Sintex, [55] (47) 3473-5555
Películas plásticas y neumáticos para los tanques	
Vinimanta VMP 55ML impermeabilización interna del tanque	Sansuy, con Ângelo [55] (11) 2139-2600 Ou revendedores de filmes termoplásticos
Vinilona	Sansuy, con Ângelo [55] (11) 37597866
Cobertura tipo de camión Protección externa del tanque cuando se encuentre expuesto al tiempo. Su función es la de proteger los materiales aislantes contra los rayos UV y contra la humedad de las lluvias.	
Adhesivos	
<u>Plexus 310 (Metacrílico Bicomponente).</u>	Maxiepoxi falar con Sérgio o Adriana, [55] (011) 5641-5608, R. Plácido Vieira, 420 Sto. Amaro - SP.
Fabricante Vantico (antigua Ciba). Este adhesivo es uno de los mejores para el montaje de colectores solares que pudimos encontrar. Plexus 310 es proveído en dos porciones mínimas de 250 gr. totalizando 500gr, suficiente para 15 a 20 colectores. Sugerencia: los monitores pueden adquirir potes industriales dividirlos en porciones menores y repararlo al usuario final para que realicen el montaje de sus colectores.	
<u>Pegamento Araldite Profesional 24 horas</u>	Maxiepoxi con Sérgio o Cláudio [55](11)5641 5608, R. Gibraltar, 212 Sto. Amaro SP
Fabricante Vantico (antigua Ciba). Sugerimos la adquisición de 100 gr adhesivo y 80 gr de endurecedor, es suficiente para pegar 7 colectores. Durante el preparo adicionar talco mineral para evitar que chorree.	
<u>Resina isoftálica</u>	Revendedor de resina
Diferentes fabricantes. Conocemos bien a Elekeiroz [55](11) 45968800. Presenta buena adhesividad con PVC. Se recomienda utilizar la resina isoftálica de barco con aditivo de protección contra rayos UV. Durante el preparo adicionar talco mineral para evitar que chorree. Siempre solicitar apoyo al revendedor de resinas al iniciar su introducción a este tipo de resina con función de adhesivo.	

MANUAL DE INSTRUCCIÓN DE
MANUFATURA E INSTALACIÓN EXPERIMENTAL DEL
COLECTOR SOLAR DE BAJO COSTO
A S B C

Elaborado por SoSol - Sociedade do Sol

ANEXO 1

MINUTA DE NORMA TÉCNICA

COLECTORES SOLARES EN HABITACIONES POPULARES

Adecuación de instalaciones hidráulicas y consideraciones arquitectónicas para el aumento de la eficiencia de los colectores solares residenciales.

NOTA: Esta minuta es válida para todo tipo de sistema de calentamiento solar.

Palabras Clave:

Colector solar, energía solar, calentamiento de agua, habitación popular.

Objetivo:

La presente minuta de norma tiene como finalidad facilitar al arquitecto o proyectista de instalaciones, el proyecto de casas populares para que éstas, estén ya preparadas para ser complementadas con colectores solares.

Consideraciones Generales:

Históricamente el colector solar para una residencia mono o multifamiliar siempre fue considerado un accesorio de lujo, cuyo costo impedía su uso en habitaciones populares.

Con recientes desenvolvimientos brasileños con la visión de ofrecer, a los sectores de bajos recursos, equipos solares de bajo costo, se tornó necesaria la previa programación de estas habitaciones para que sean capaces de soportar los equipamientos solares, evitando así innecesarias adaptaciones o renovaciones por parte del usuario final.

Generalidades.

El colector solar mono-familiar, cuando es del tipo de bajo costo (o tradicional), se compone de:

- Dos o tres colectores solares, en plástico negro (o metálicos con cobertura de vidrio), expuestos al sol, por los cuales circula el agua a ser calentada;

- Un tanque térmico de agua de hasta 300 litros;
- Un sistema de circulación y distribución de agua caliente de PVC marrón (o tubos de cobre aislados y/o de CPVC, y/o de Polietileno o Polipropileno);
- Una regadera eléctrica que provee de agua fría y agua caliente solar, accionada en días en que no se alcanzó la temperatura deseada por el usuario, cuya potencia es regulada por un controlador de energía (dimmer);
- Un sistema para mezclar el agua caliente y fría para la regadera.

El área de los colectores se encuentra entre los 1.5 - 2.5 m², con un peso total de cerca de 15 a 40 kg/ m², dependiendo del tipo de colector. Los colectores son apoyados, usualmente, en una de las aguas del tejado.

1. Aspectos Arquitectónicos.

1.1. Dirección e inclinación del tejado.

Una de las aguas del tejado debe, en lo posible, estar direccionada al Norte, con un desvío máximo, ya sea a la derecha o izquierda (este u oeste) de 45 grados, conforme a la figura 1.

La inclinación del tejado deberá ser próxima a la latitud del lugar, se puede superar ésta inclinación hasta en 10 grados, mejorando la eficiencia del equipamiento en el período de invierno. Ver figura 2.

Por ejemplo, en Sao Paulo (Capital), la latitud es de 23 grados, siendo así, que el ángulo de inclinación con la horizontal puede variar de 23 a 33 grados.

En las casas donde esta inclinación no sea la adecuada, se puede montar una estructura que nos ayude en la obtención de la correcta inclinación y dirección.

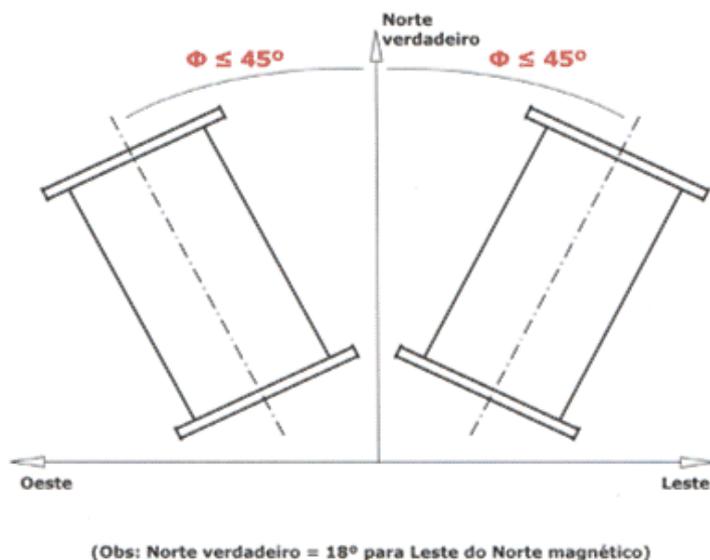
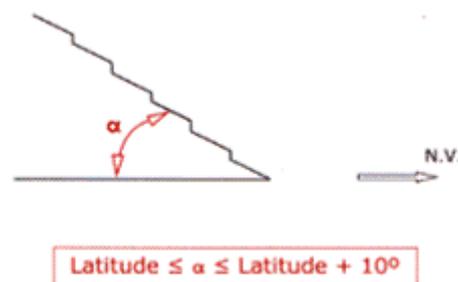


Figura 01: Dirección de una de las aguas del tejado.

Figura 02: Inclinación del tejado.



1.2 Posición relativa entre los colectores solares y los tanques de agua.

Para la obtención de una buena circulación natural del agua en el sistema de colectores-tanque térmico (evitándose el uso de una costosa moto-bomba), el tanque debe estar arriba del nivel de las placas, cuanto mayor sea este desnivel y atendiendo a la restricción de abajo, mayor será la velocidad de circulación, mejorando la eficiencia térmica del sistema.

La exigencia es que la diferencia de altura de las alturas caracterizadas por el punto de retorno (entrada de agua caliente al tanque) es la línea horizontal que divide el colector a la mitad, sea igual o superior a 50 cm (figura 3a). Si usted escogió un tanque de agua mixta (agua caliente y fría), la diferencia entre estas dos alturas, caracterizadas por el punto de retorno (entrada de agua caliente al tanque), es la línea horizontal que divide al colector a la mitad, deberá ser igual o superior a 60 cm (figura 3b).

Restricción: La diferencia de altura de las alturas no debe pasar los 3 metros en el caso de los colectores termoplásticos- CSBC.

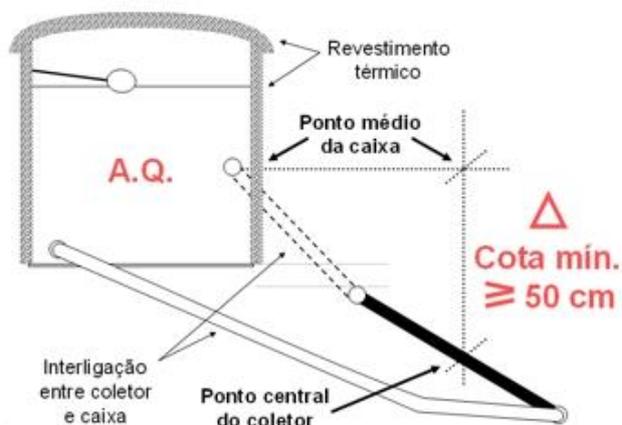


Figura 03a: Desnivel Colector-Tanque de agua Caliente.

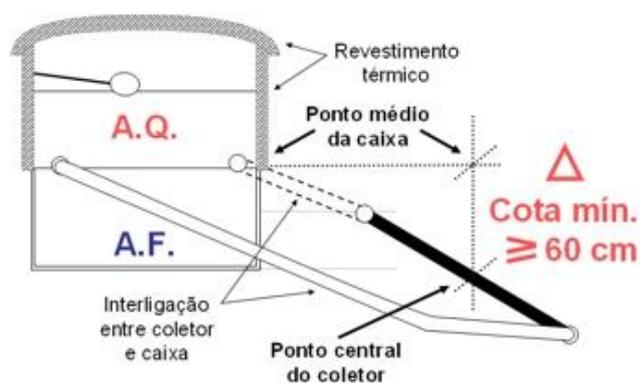


Figura 03b: Desnivel Colector-Tanque de agua Mixto.

Cuanto más próximo del borde del tejado estén los colectores, mas fácil será el cumplimiento de estas exigencias.

Cuando el arquitecto esté planeando una casa más lujosa, manteniendo eventualmente la tecnología del CSBC, el desnivel entre el punto de retorno de agua y la línea media de los colectores termoplásticos no debe superar los tres metros, hace las limitaciones mecánicas de los colectores de bajo costo. Este desnivel, en el caso de los colectores metálicos tradicionales, puede ser mucho mayor.

1.2.1 Localización del tanque de agua.

El tanque de agua caliente debe estar lo más próximo posible del punto de uso, o regadera eléctrica (ducha). En el caso que haya más de un punto, el tanque deberá estar a una distancia media entre los mismos, equilibrando el tiempo de llegada de agua caliente a los puntos de uso.

Cuando la habitación popular, por motivos de espacio u otros, no permita la instalación de un tanque de agua adicional, el proyectista deberá hacer uso de la técnica del tanque de agua mixto caliente/fría, que combina en un mismo tanque, tanto agua caliente como fría. La técnica es simple, con la aplicación del principio de estratificación térmica (agua caliente fluctuando por arriba del agua fría del tanque, sin uso de separadores mecánicos). Más detalles pueden ser encontrados en el presente manual de manufactura de los Colectores Solares de Bajo Costo.

1.3 Caja de agua externa.

El proyectista debe mantener las relaciones de altura presentadas arriba. Si es posible, ampliar el espacio para la instalación de un tanque térmico al lado del tanque de agua fría.

En el caso de no ser posible esta extensión del tanque de agua, aplicar el proceso del tanque térmico mixto, explicado anteriormente.

2 Aspectos Hidráulicos.

Teniendo en vista la probable instalación del colector solar, ya sea por el constructor, por la cooperativa, o por el propio usuario, el proyectista de la habitación deberá prever un sistema de mezcla tradicional de agua caliente y fría para la ducha eléctrica. Que equivale a adicionar tubos de agua caliente al sistema:

- Un tubo que desciende del cielorraso;
- Un nuevo registro;
- Un tubo “T” para la unión del agua fría y caliente;
- Un tubo que suba del tubo “T” a la ducha.

Para que el agua, a cualquier temperatura, pueda enviada a la regadera, los dos tubos mencionados deben ser especiales para agua caliente (cobre, CPVC, PP o PE).

Por el bajo flujo de agua que pasa por los tubos de agua caliente, estos pueden ser de 20 mm de diámetro o de $\frac{3}{4}$ de pulgada.

3 Aspectos Eléctricos.

Todas las normas que regularizan la seguridad y la buena operación de la regadera eléctrica en habitaciones populares deben ser consideradas, aun estando preparadas para la instalación de colectores solares.

MANUAL DE INSTRUCCIÓN DE

MANUFATURA E INSTALACIÓN EXPERIMENTAL DEL
COLECTOR SOLAR DE BAJO COSTO
A S B C

Elaborado por SoSol - Sociedade do Sol

ANEXO 2

**TABLA DE EQUIVALENCIAS ENTRE GRADOS (ÁNGULO) Y
ELEVACIÓN PORCENTUAL DE LA INCLINACIÓN DEL COLECTOR**

No siempre el montador de un colector solar tiene a la mano un transportador para regular/medir la inclinación de un colector.

Para facilitar esto, incluimos aquí una tabla que permite definir los grados deseados con facilidad.

Grados	Elev%		Grados	Elev%		Graus	Elev%
1	1,75		16	28,67		31	60,09
2	3,49		17	30,57		32	62,49
3	5,24		18	32,49		33	64,94
4	6,99		19	34,43		34	67,45
5	8,75		20	36,40		35	70,02
6	10,51		21	38,39		36	72,65
7	12,28		22	40,40		37	75,36
8	14,05		23	42,45		38	78,13
9	15,84		24	44,52		39	80,98
10	17,63		25	46,63		40	83,91
11	19,44		26	48,77		41	86,93
12	21,26		27	50,95		42	90,04
13	23,09		28	53,17		43	93,25
14	24,93		29	55,43		44	96,57
15	26,79		30	57,74		45	100,00

Ejemplo: Deseamos inclinar un colector en 25 grados, mas no disponemos de un aparato preciso. En la tabla verificamos que 25 grados equivalen a 46.6% de inclinación.

Ahora es solo trazar horizontalmente una línea de un metro de largo (100 cm). Al final de esta línea, a 90 grados medimos 46.63 cm

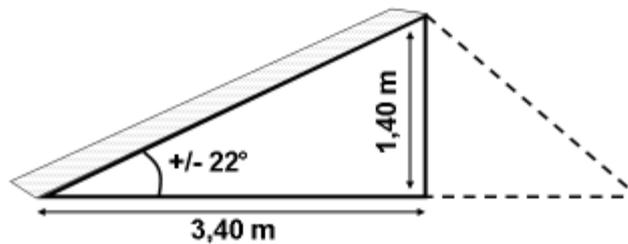
Unir la punta superior de la vertical al inicio de la línea de 100 cm.

El ángulo en este inicio será de 25 grados. La forma más fácil de llevar esta inclinación al tejado, será la de dibujar el ángulo sobre una hoja de papel o sobre una cartulina. Entonces es solo recortar, llevar y aplicar.

Otra simple aplicación puede ser: Cual será la inclinación, en grados, de mi tejado?

Basta con medir el largo de la caída del tejado en la base de su forro (por ejemplo: 3.40 metros) es la altura máxima de esta caída partiendo del forro hasta las tejas, (por ejemplo: 1.40 metros).

Divida 1.40 entre 3.40, el resultado es 0.41, el cual multiplicamos por 100 para obtener un porcentaje, el cual es del 41%, entramos a la tabla con este valor y tenemos que corresponde a un +/- 22 grados.



**MANUAL DE INSTRUCCIÓN DE
MANUFATURA E INSTALACIÓN EXPERIMENTAL DEL
COLECTOR SOLAR DE BAJO COSTO
A S B C**

Elaborado por SoSol - Sociedade do Sol

ANEXO 3

LISTA DE VERIFICACIÓN PARA EL INSTALADOR DEL CSBC.

Antes de iniciar la instalación definitiva del CSBC, procure responder a las siguientes preguntas:

Colectores:

- ¿Ya fue realizado la prueba de presión?
- ¿La memoria de forma de la placa de PVC ya fue eliminada?
- ¿Las tiras de o en el caso aislante de las instalaciones en los estados del sur, la capa completa de aislante, ya fue colocada en el reverso de los colectores?

Espacio de instalación:

- ¿Está seguro de que el norte fue correctamente determinado?
- ¿Tiene certeza de que el tejado soportará el peso del tanque de agua para el CSBC?
- ¿La altura del tanque de agua es suficiente para permitir el proceso de termosifón?
- ¿El tubo de retorno permite la eliminación de los gases?
- ¿Recuerda que en la primera instalación los componentes de PVC no deben ser pegados aun?

Tanque de agua:

- ¿Tiene un termómetro disponible?
- ¿La base del tanque de agua está debidamente protegida, conforme a las sugerencias del manual de fabricante?
- De ser así, ¿ya solicitó el manual de instalación del tanque a su distribuidor?
- ¿El sacabocado y el taladro para el montaje de los accesorios en el tanque ya fueron provistos?
- ¿El agujero para el ladrón ya fue ubicado?

Conexión: Tanque de agua-Regadera.

- ¿Está seguro de que el tubo de conexión tanque-regadera eléctrica es 100% horizontal, o entonces está siempre bajando, evitándose así la formación de bolas de aire?
- ¿Tiene seguridad que el punto de salida de agua caliente de los colectores al tanque es el punto más alto de los colectores?
- ¿Los colectores están con la inclinación adecuada?

Llenado del tanque y los colectores.

- ¿Recuerda que el agua que llenará a los colectores solamente puede entrar por el tubo de salida?
- ¿Recuerda que si hay agua entrando por el tubo de retorno los colectores pueden quedar con grandes bolas de aire incrustadas, impidiendo la circulación del agua?
- La palma de su mano, es el mejor termómetro.

Varios:

- ¿El sombrero para evitar insolación, está listo?
- ¿Recuerda que después de la lluvia las tejas se quiebran con mayor facilidad?