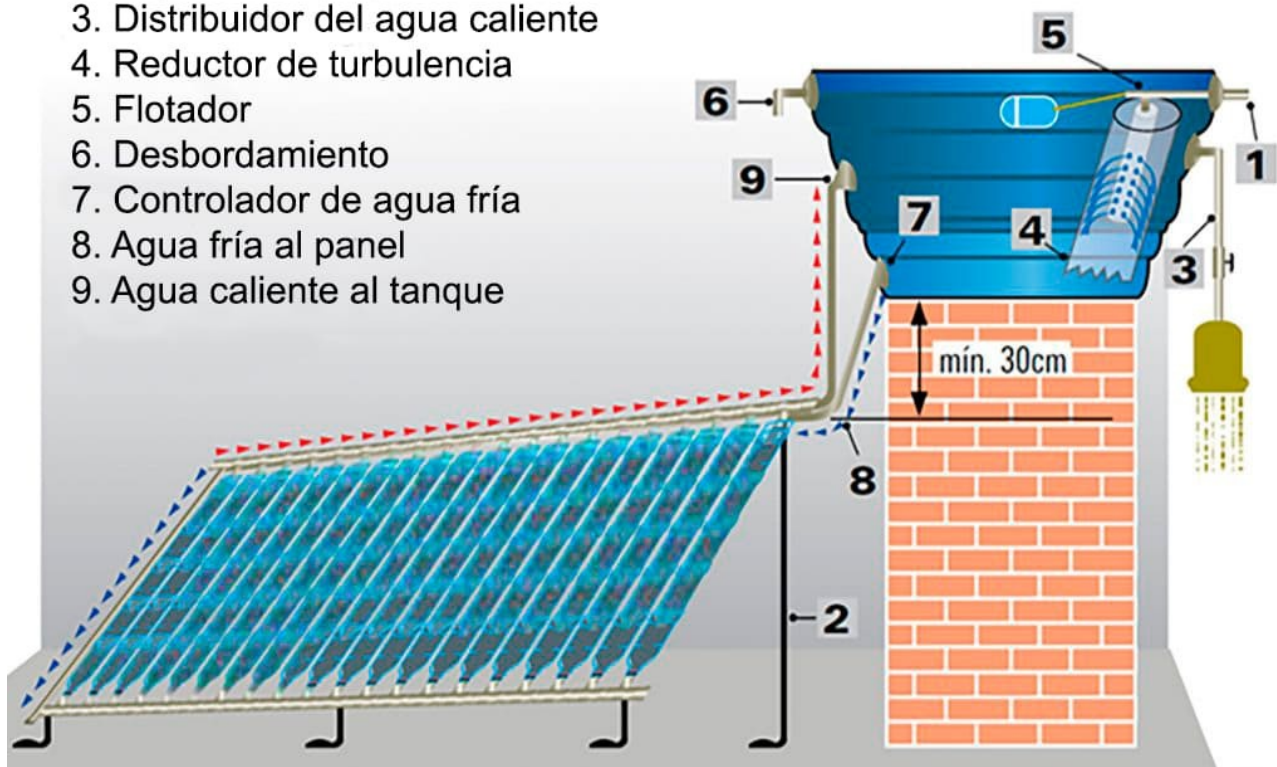


El calentador de agua solar contribuye a solucionar, no solo uno de los problemas más evidentes, como lo es el alto costo energético de los calentadores de aguas eléctricos convencionales o lo poco asequible que suelen ser los solares. Sino que también, esta tecnología asequible contribuye a **disminuir el impacto ambiental generado por los plásticos**, ya que incentiva una recogida periódica de residuos y el reciclado botellas de plástico para la creación de un producto muy útil y estratégico para personas y familias de cualquier status económico.

## ¿Cómo funciona el calentador solar con botellas?

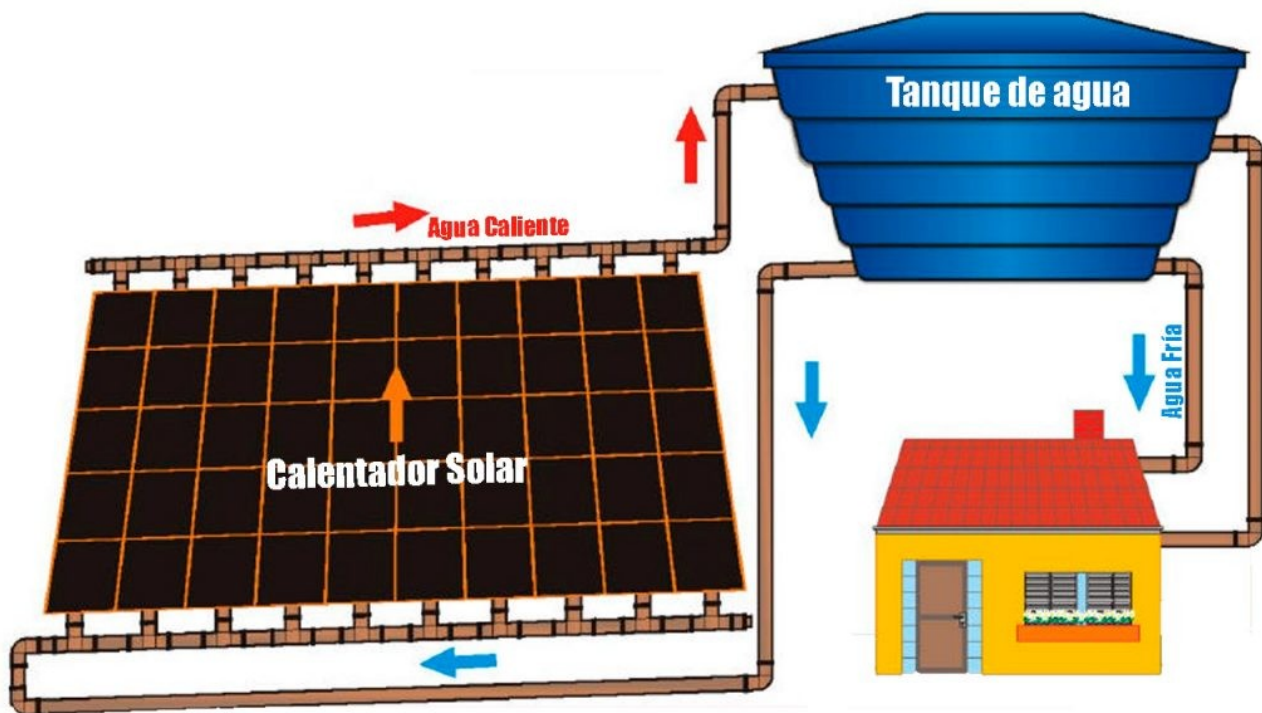
1. Entrada del agua
2. Soporte del panel
3. Distribuidor del agua caliente
4. Reductor de turbulencia
5. Flotador
6. Desbordamiento
7. Controlador de agua fría
8. Agua fría al panel
9. Agua caliente al tanque



El calentador de agua solar de botellas de plástico se basa en la tecnología de termosifón que se utiliza en muchos calentadores de agua solares convencionales. El principio de funcionamiento del termosifón es el que mejor se adapta a sistemas sencillos como el de este proyecto, siempre y cuando se instale el calentador solar por debajo del nivel inferior del tanque de agua o depósito, tal y como se muestra en la figura de abajo. **Esta diferencia de altura no podrá superar los tres metros o al menos treinta centímetros.**

Esta diferencia de nivel es necesaria para garantizar la circulación del agua en el calentador, debido a la diferencia de densidad entre el agua fría y caliente. A medida que el agua se calienta, esta sube por los tubos del **calentador/colector**, siguiendo la tubería y regresando a la parte superior del tanque o depósito. El agua fría, al ser más pesada, fluye hacia el fondo del colector manteniendo el calentador siempre lleno de agua y cerrando el ciclo de calentamiento. El proceso es idéntico al de los calentadores convencionales del mercado con sistema de termosifón, diferenciándose únicamente en los materiales utilizados en su fabricación. **El agua puede alcanzar temperaturas**

de 52°C en verano y 38°C en invierno. Este tiempo de exposición comienza a computarse desde las 10:00 de la mañana hasta las 4:00 de la tarde.



Se estima que con un panel de un metro cuadrado se es suficiente para calentar agua para que se duche una persona. Las botellas de plástico en los paneles deben cambiarse por otras nuevas **cada 5 años**, ya que el plástico se vuelve opaco, lo que reduce el aprovechamiento de la radiación solar.

### Los componentes del calentador y sus funciones

Este calentador solar se diferencia de los demás en relación a los materiales utilizados para su construcción y en su eficiencia térmica. En este proyecto se utilizarán tubos y conexiones de PVC en los módulos de absorción térmica, que si bien, son menos eficientes que los tubos de cobre o aluminio utilizados en los colectores convencionales, **son mucho más económicos**. Las botellas PET y los envases larga vida (tipo cartón de leche) reemplazan la caja metálica, el panel de absorción térmica y el vidrio utilizados en los calentadores convencionales.

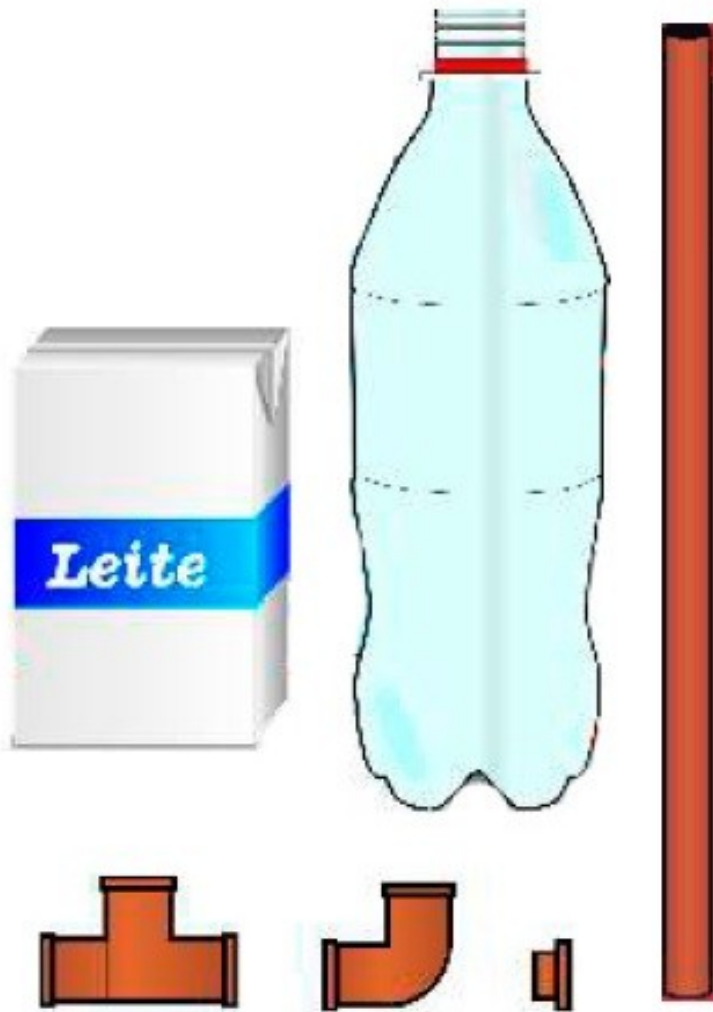
El calor absorbido por los envases larga vida reciclados, pintados de color negro mate, es retenido en el interior de las botellas y transferido al agua a través de los tubos de PVC, también pintados de negro. La caja metálica con vidrio o las botellas de plástico tienen la función de proteger el interior del calentador de interferencias externas, principalmente de vientos y fluctuaciones de temperatura, creando un ambiente propio acorde.

Aunque sencillo, el proyecto contiene detalles esenciales que deben respetarse durante su fabricación y funcionamiento. El dimensionamiento del calentador solar en relación al depósito o acumulador de agua es muy importante. También se debe limitar la temperatura a niveles que mantengan la rigidez del PVC (**temperatura máxima de 55°C**), sin que se reblandezcan, y en consecuencia comprometer la estructura del calentador solar en la parte superior, provocando fugas. Tenga cuidado también con el tanque o depósito de agua, si son de materiales con límites de temperatura.

## Dimensionamiento y materiales necesarios para el calentador solar con botellas

Para facilitar el cálculo de la cantidad de materiales necesario para el calentador solar con botellas, las siguientes cifras de materiales se corresponderán con las necesarias para abastecer a 1 persona. Si hay 4 personas en su casa, solo multiplica los valores siguientes por 4.

### Materiales



- **60** botellas de plástico PET transparentes de 2 litros, de preferencia que sean de las marcas Coca-Cola o Pepsi Cola por sus formas cónicas (no se recomienda plásticos PET de otros colores)
- **50** envases larga vida de 1 litro (como los cartones de leche)
- **11** metros de Tubería de PVC de 20 mm de diámetro (1/2")
- **20** conexiones "T" de PVC de 20 mm de diámetro (1/2")

**Nota:** Recuerde que la hora de manipular diferentes tipos de residuos como las botellas de plástico o los envases larga vida, se debe tener cuidado de lavarlos bien para evitar malos olores o la proliferación de microorganismos.

## Herramientas



Las siguientes herramientas y piezas necesarias no dependen del número de personas que utilizarán el calentador. Aquí solo necesitarás:

- Cinta aisladora
- Rodillo o brocha para pintar
- Guantes para proteger las manos al pintar y no ensuciarse
- Cúter
- Un litro de pintura color negro mate

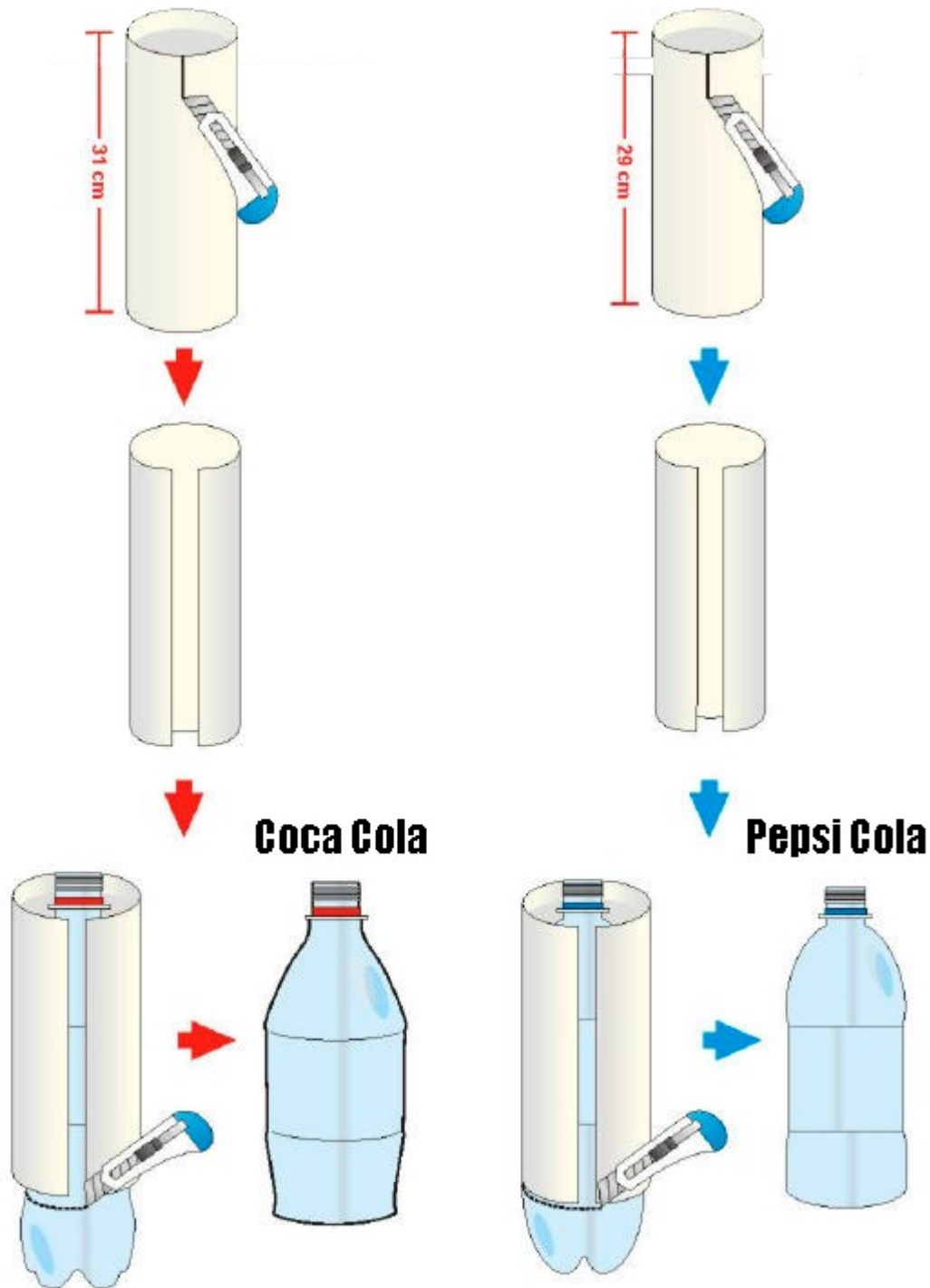
- Un tubo de PVC de 100 mm de diámetro y 70 cm de longitud que servirá de molde para el corte de las botellas de plástico
- Martillo de goma
- Una lija al agua N° 100
- Pegamento para tuberías de PVC con cepillo incluido
- 4 codos de PVC de 90 grados y 20 mm de diámetro (½")
- Tapón de PVC de 20 mm de diámetro (½")
- Arco de Sierra
- Tablero de madera de, al menos, 12 cm de largo
- 50 clavos
- Transportador
- Tablilla pequeña de más o menos 15 cm de largo
- Cinta de papel de 19 mm de ancho

Para calentar el agua utilizada en el baño de una casa en el que vive una persona se necesitará un calentador solar de **1 metro de longitud**. Esto quiere decir, que en una casa de 4 personas se necesitará un calentador solar con un panel de **4 metros**. Como hemos visto anteriormente, para una persona se necesitan 60 botellas PET y 50 envases larga vida, si lo multiplicamos por 4 tendremos la cantidad necesaria para cuatro personas, es decir, **240 botellas de plástico y 200 envases de larga vida**.

## **Preparación de los materiales**

Antes de comenzar con la construcción del calentador solar, los materiales reciclables que se utilizarán van a necesitar de un tratamiento previo antes de ensamblarse en el proyecto final.

## Preparación de las botellas de plástico pet



Existen dos tipos de botellas de plástico pet que se recomienda utilizar en la construcción del calentador solar, con especial preferencia a las botellas transparentes y lisas (rectas), la de las marcas Coca Cola o Pepsi Cola. Para facilitar el corte de las botellas, lo mejor es primero **construir un molde muy sencillo utilizando dos tubos de PVC de 100 mm** de diámetro de los siguientes tamaños:

- Botellas de marca **Coca Cola**: Molde de *31 cm* de longitud
- Botellas de marca **Pepsi Cola**: Molde de *29 cm* de longitud

**Nota:** Como el color verde absorbe el calor, las botellas con este color se degradarán más rápido, comprometiendo la eficiencia del calentador solar, por lo que no es recomendable usar estas botellas.

Una vez que se tenga los tubos con las dimensiones correctas, proceder ahora a realizar un corte longitudinal (vertical) en el tubo, que permitirá la introducción de la botella en el mismo, sirviendo de regla para cortar las botellas como se muestra en la imagen de arriba. **Consejo:** Para este corte, use un cúter.

Después de consumir las gaseosas, lavar las botellas y dejar que se seque toda el agua. Llevarlas a la heladera por 2 minutos sin la tapa y cuando se retiran tapanlas rápidamente. El aire frío del interior de la botella volverá a la temperatura ambiente, expandiéndose en el interior de la misma, imposibilitando así su aplastamiento desde su almacenamiento en un lugar frío, hasta su aplicación en el calentador solar con botellas.

Si dispone de pocas botellas y, de entre ellas, tiene algunas abolladas, existe un método muy sencillo para devolverlas a su forma original.

Añadir 100 ml de agua fría en una botella, tapanla y calentarla en el microondas durante 45 segundos. Al sacarla del microondas, girarla horizontalmente durante unos 10 segundos, mojando todas las paredes internas con el agua que ha calentado. Dejar reposar y luego desenroscar lentamente la tapa con cuidado para liberar el vapor. Deseche el agua y deje que la botella se enfríe sin la tapa.

**Nota:** No se recomienda usar agua caliente directamente porque la botella al no tener presión de vapor como soporte, al recibir el agua caliente se deforma aún más. Además, cuando trabaje con el agua a alta temperatura en el microondas, utilice algún tipo de protección como lentes, guantes, delantal y hágalo en un lugar alejado de otras personas, especialmente niños, para evitar cualquier tipo de accidente.

## **Preparación de los envases larga vida**

Los envases de larga vida tienen en su composición un 5% de aluminio, un 20% de polietileno y un 75% de papel cartón. **La utilización de envases en este proyecto ofrece excelentes resultados**, ya que la combinación de estos tres materiales evita que se deformen a la temperatura a la que serán sometidos dentro de las botellas de plástico, a diferencia del cartón común. Vale la pena recordar que, cuando estén vacías, estos envases deben abrirse por la parte superior, lavarse y dejar que se seque toda el agua, de lo contrario, **pueden formarse microorganismos y fuertes olores**.

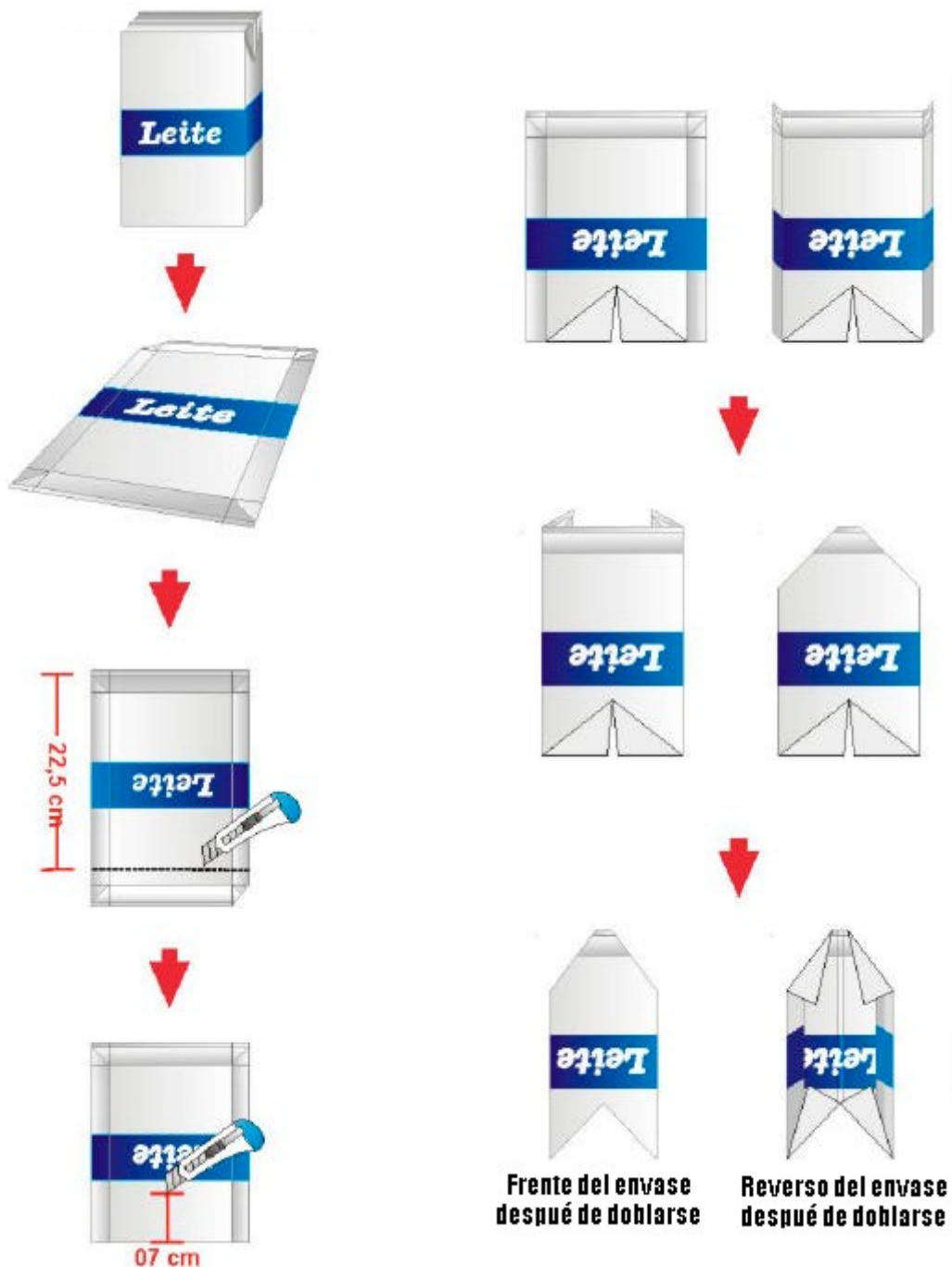
Antes de almacenarse estos envases, primero deben aplanarse. Para ello, basta con retirar las orejas laterales en sus cuatro esquinas y presionarlas en el cuerpo de cada paquete, con el fin de eliminar el aire contenido en el interior de los mismos, dejándolos listos para cortar y doblar, y reduciendo así el volumen y ocupando menos espacio durante el almacenaje.

Para simplificar los cortes en los envases larga vida, se adoptará un tamaño único para los diferentes tipos de botellas, es decir, **22,5 cm de altura**. El corte para reducir la altura del envase debe hacerse por la parte superior por donde sale la leche o líquido de su interior, de manera que el envase quede completamente recto y sin cortes en sus paredes.

En el mismo lado del paquete se hará un nuevo corte de **7 cm** en la parte inferior del envase. Después del corte parecerá como si el paquete obtuviera dos patas. Este corte se utilizará para

ajustar el cuello de cada botella de plástico PET.

Los otros pliegues que deben hacerse en el empaque se basan en la imagen siguiente siguiendo las instrucciones a continuación:

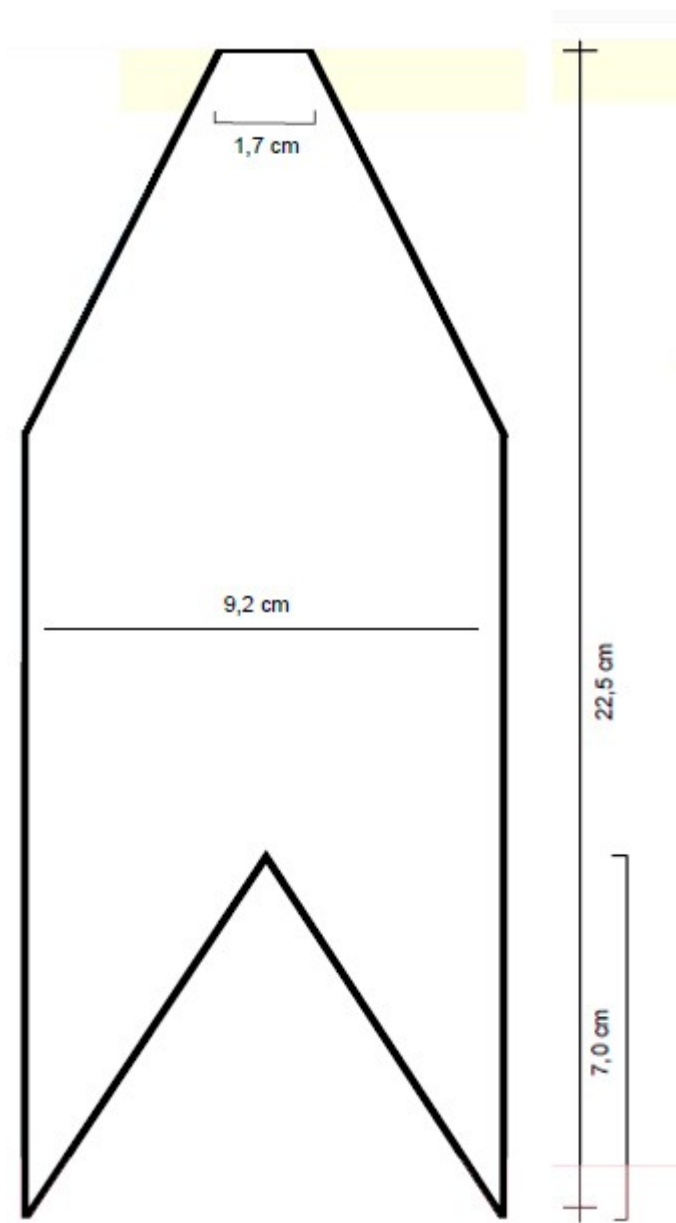


Asegúrese de que, durante el plegado, la superficie lisa esté hacia arriba y que la costura adhesiva del envase esté hacia abajo.

Doblar los lados del empaque larga vida, como si fuera a armar la caja original. Aprovechando los pliegues que ya existen en ella, y de las solapas que acaba de doblar, tome los extremos y vuelva a doblarlos en diagonal, como si fuera a armar un avioncito de papel. Estos pliegues darán forma a la curvatura interior superior de la botella de PET, soportando también la caja, manteniéndola recta e inclinada cuando se le coloque el tubo de PVC.



Regresar a la zona donde se realizó el corte de 7 cm, ahí deberá hacer dos pliegues para que la base tome la forma de un triángulo, y así, doblar los extremos sueltos en diagonal. Al final del proceso, el paquete habrá asumido una forma de flecha. Apuntando hacia arriba, y con un “agujero” en la base en forma de triángulo.



La plantilla de la imagen de arriba muestra las dimensiones necesarias. Calque el diseño y construya su molde con un material rígido como una placa de PVC o un material similar.

Una vez realizados todos los plegados necesarios, ya se podrá comenzar con el proceso de pintado de los envases larga vida.

Deberán pintarse con pintura de esmalte sintético color negro mate, de secado rápido para interiores y exteriores. Este tipo de pintura es muy utilizada para pintar hierros, maderas, entre otros materiales.

**Evitar la pintura en spray** ya que es un producto más caro y el resultado final es el mismo que si se usa la pintura convencional.

Usar un rodillo o una brocha para aplicar la pintura. Para un mejor aprovechamiento de la misma, se pueden extender todos los paquetes planos sobre una mesa, que en este caso se debe proteger con una lona o tela para evitar que sufra algún daño durante el proceso de pintado. Con este proceso será posible pintar varios envases a la vez.

**Nota:** No use pintura negra brillante, ya que comprometerá el desempeño del calentador con botellas, ya que los rayos del sol serán parcialmente reflejados. El lado que se debe pintar es el que contiene la superficie lisa, el lado de la costura del empaque debe quedar hacia abajo.

### Preparación de los tubos PVC



Los tubos que formarán parte de las hileras de botellas del calentador solar deberán cortarse según los tipos de botellas de plástico que se tengan. Este es el mejor ajuste:

- Botellas de marca **Pepsi Cola**: 100 cm de longitud
- Botellas de marca **Coca Cola**: 105 cm de longitud

Para garantizar la uniformidad en el tamaño de los tubos, utilizar un molde para realizar bien estos cortes. **Esta parte es muy importante ya que la variación del tamaño de los tubos puede provocar fugas de agua o un mal ajuste de las conexiones entre las hileras.**

**El molde no es más que una tabla de madera y unos clavos.** En la parte superior de la madera, clavar 3 clavos en forma de triángulo. La distancia entre ellos es el diámetro del tubo de PVC, así a cada lado del tubo habrá un clavo, mientras que el clavo de arriba servirá como soporte para que el

tubo no se deslice por la plantilla, permitiendo siempre un corte parejo y homogéneo de los tubos de PVC.



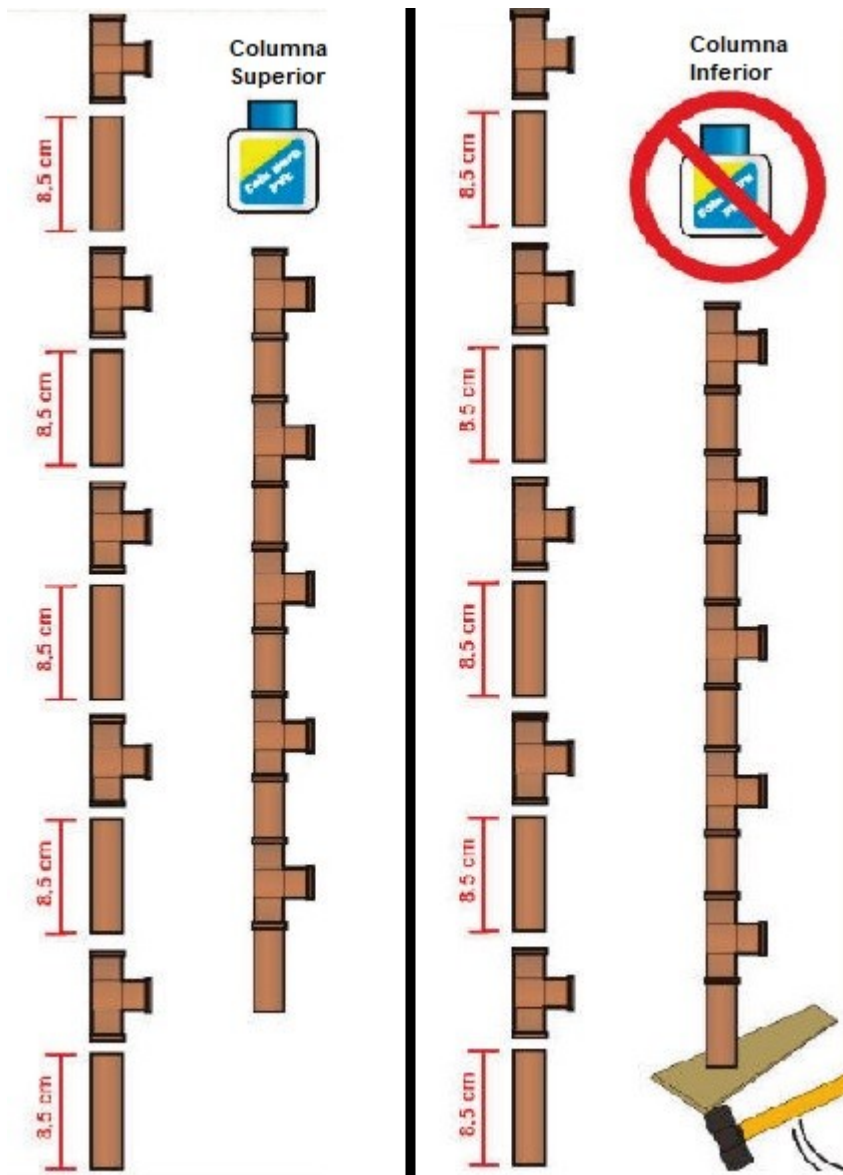
Realizar una marca, partiendo del clavo que se encuentra en la posición más alta, de la medida a cortar y colocar dos clavos más alineados en el costado del tubo. Estos dos clavos nuevos marcarán la distancia a la que se deberá cortar cada tubo y servirán de regla para el arco de sierra.

Recuerde que si está trabajando con diferentes tamaños de botella debe cortar todos los tubos al tamaño de la marca Coca Cola, de lo contrario no habrá forma de encajar los tubos ya que las hileras tendrán diferentes tamaños. **Después de cortar, lije los extremos de cada tubo para eliminar las rebabas.**

Antes de pintar los tubos con la misma pintura utilizada para los envases larga vida, deberá aislar con cinta de papel los dos extremos, donde posteriormente se colocarán las conexiones en 'T'. Para este ajuste, después será necesario retirar este aislamiento.

Para calentar el agua suficiente para una persona se necesitarán diez tubos del mismo tamaño, por lo que, si son cuatro personas en una casa, **serán cuarenta tubos los que habrá que cortar y pintar.** Después de que cada tubo haya sido debidamente cortado y pintado, se debe proceder al corte de los tubos que estarán en la parte superior e inferior conectando una hilera con otra en el calentador solar con botellas.

Si se van a utilizar botellas tanto de *Coca Cola* como de *Pepsi Cola*, los tubos deben medir 105 mm. **No debería haber diferencia de tamaño ya que no habrá forma de encajarlos en el módulo final.**



Luego hay otros tubos de 20 mm ( $\frac{1}{2}$ " ) que favorecerán la conexión de una hilera con otra. Estos serán los "tubos distanciadores", y deberán cortarse a 8,5 cm de longitud y no es necesario pintarlos (esta medida es estándar para todos los calentadores, independientemente de los tipos de botellas utilizadas). Pero, si desea mejorar el flujo de agua y construir las columnas superior e inferior del calentador solar, puede aplicar conexiones en 'T' con una reducción de 25 mm ( $\frac{3}{4}$ " ) a 20 mm ( $\frac{1}{2}$ " ), y los espaciadores entre hileras con tubos de 25mm ( $\frac{3}{4}$ " ) cortados a 8 cm.

El montaje es muy sencillo, si se sigue el orden de colocación de los componentes, y teniendo cuidado a la hora de utilizar el pegamento para tubos de PVC, únicamente habrá que pegar los tubos y conexiones de la parte superior del calentador por donde circula el agua caliente. En la parte inferior **solo se deberá encajarlos con la ayuda de un martillo de goma**, lo que facilitará el mantenimiento, en caso de ser necesario, simplemente desacoplando la barra inferior.

Si estuvieran pegados habría que cortarlos, con pérdida de todas las conexiones y tubos distanciadores. Para formar la columna superior, utilizar **5 conexiones en 'T' y 5 tubos de 8,5 cm**. Pegar uno de los tubos a una conexión en 'T' y esta conexión a otra pieza de tubo. En este proceso, la alineación de los tubos es muy importante. Usar una superficie plana para ayudarse con esta tarea. Si la tubería queda desalineada provocará fugas durante el funcionamiento del calentador

solar. Recuerde usar pegamento para PVC en un bote con un cepillo, porque el pegamento en un tubo es un desperdicio y no es práctico para su uso.

Para evitar problemas, la calidad de todos los materiales aplicados en el proyecto es fundamental. **Tenga en cuenta que algunas formas de ahorro pueden terminar siendo costosas.**

Para formar la columna inferior, proceder de la misma manera que con la columna superior, simplemente sin usar pegamento de PVC, y en su lugar use un martillo de goma para encajar los tubos en sus conexiones adecuadas. Sería interesante utilizar un trozo de madera o rejilla como soporte para no golpear el martillo directamente sobre las conexiones y tubos, y así evitar grietas, fisuras o incluso roturas de las piezas. **Recuerde que la alineación de las conexiones con las tuberías es muy importante para evitar fugas.**

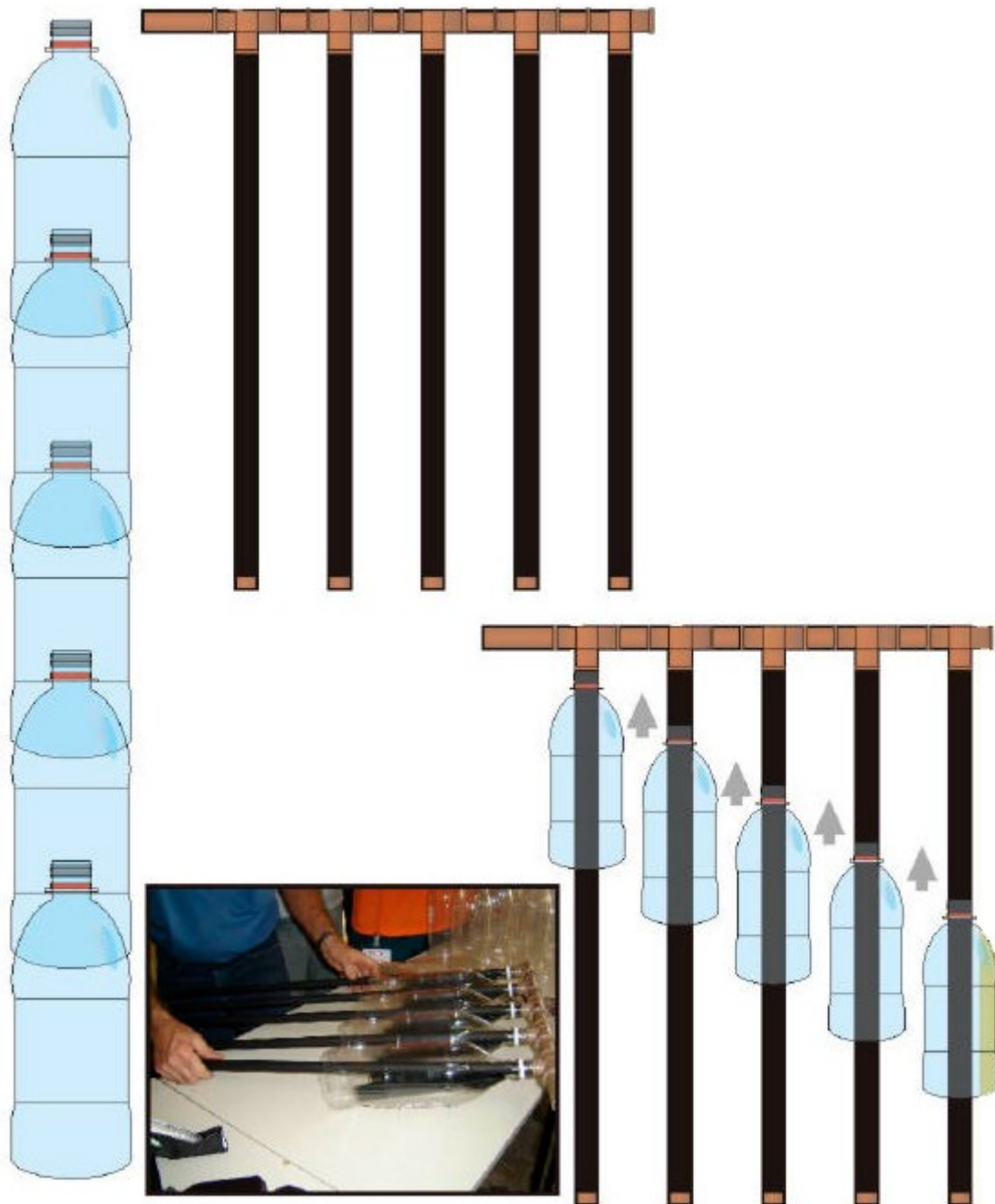
## **Construcción del calentador solar con botellas**

Una vez realizadas las preparaciones previas con las botellas pet de plásticos, los envases larga vida y los tubos de PVC, **ya está todo listo para empezar a montar el calentador solar.**

### **Premontaje**

En este paso comprobaremos si las botellas de plástico PET son aptas para el uso y montaje del calentador. Para ello, las encajaremos de cinco en cinco, simulando el montaje real de las hileras del calentador.

Este primer montaje se utiliza para identificar problemas, como mal ajuste, botellas que están arrugadas y por lo tanto no encajan bien, y finalmente, poder encontrar posibles defectos que comprometan el funcionamiento final del dispositivo. Las botellas que tengan algún defecto deben apartarse en este momento.



### Montaje de las botellas y tubos

En este paso se pegarán los tubos pintados previamente, en cada 'T', que forman la columna superior. **No olvide quitar la cinta de papel antes de colocar el tubo en la parte superior del módulo.**

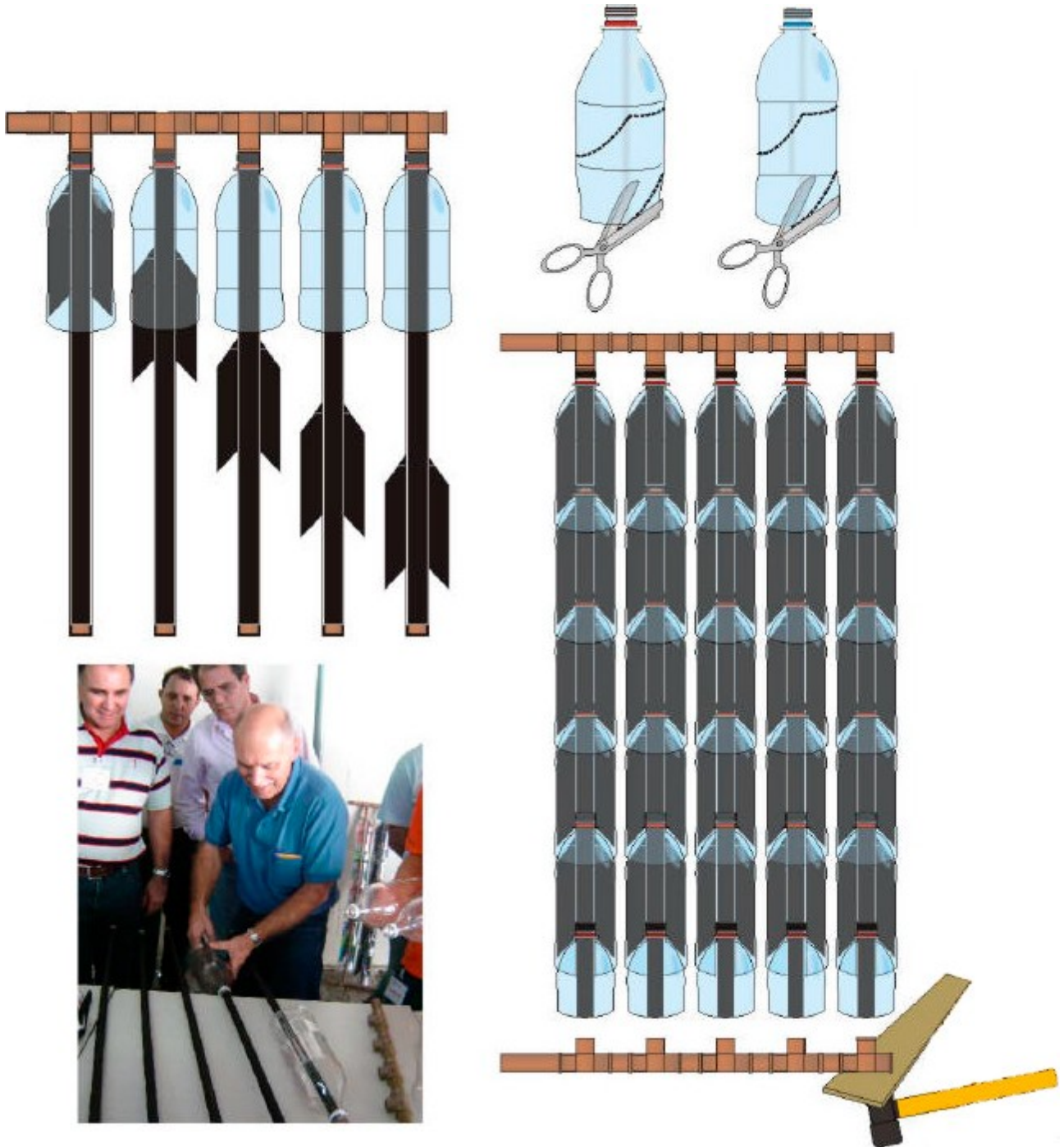
Una vez hecho esto, se procede al encaje de las primeras botellas de plástico, cada una en su respectiva hilera. Probablemente, habrá botellas en las que no haya sido posible quitar toda la etiqueta, o aún quede un poco de pegamento. Para solucionar este problema basta con girar la botella dejando la etiqueta o pegamento en la parte inferior la cual quedará oculta y no recibirá luz solar directa, y por lo tanto no comprometerá el funcionamiento del calentador.

La razón por la que se aplica un máximo de 5 botellas por columna es para **no dificultar la instalación del calentador solar** en relación a la altura del tanque o reservorio de agua, como se comentó anteriormente en la explicación del funcionamiento del termosifón.

## Colocación de los envases larga vida

Con las cinco hileras debidamente llenas con una botella de PET, ahora falta colocar los envases larga vida, que ya han sido pintados y doblados.

Al colocar estos envases, no descuide el detalle de dejar el tubo de PVC encima del envase. Es decir, el envase larga vida debe quedar detrás del tubo, con la cara que ha sido pintada de negro mirando hacia arriba, y los pliegues hacia atrás. Repetir el proceso hasta llegar al número de cinco botellas.



Siempre que proceda a la colocación de una nueva botella, sujete la hilera por la parte superior y coloque la nueva botella, de forma que las que estaban previamente premontadas no se desalineen, ni queden espacios entre las botellas, que puede afectar el rendimiento del calentador más adelante.

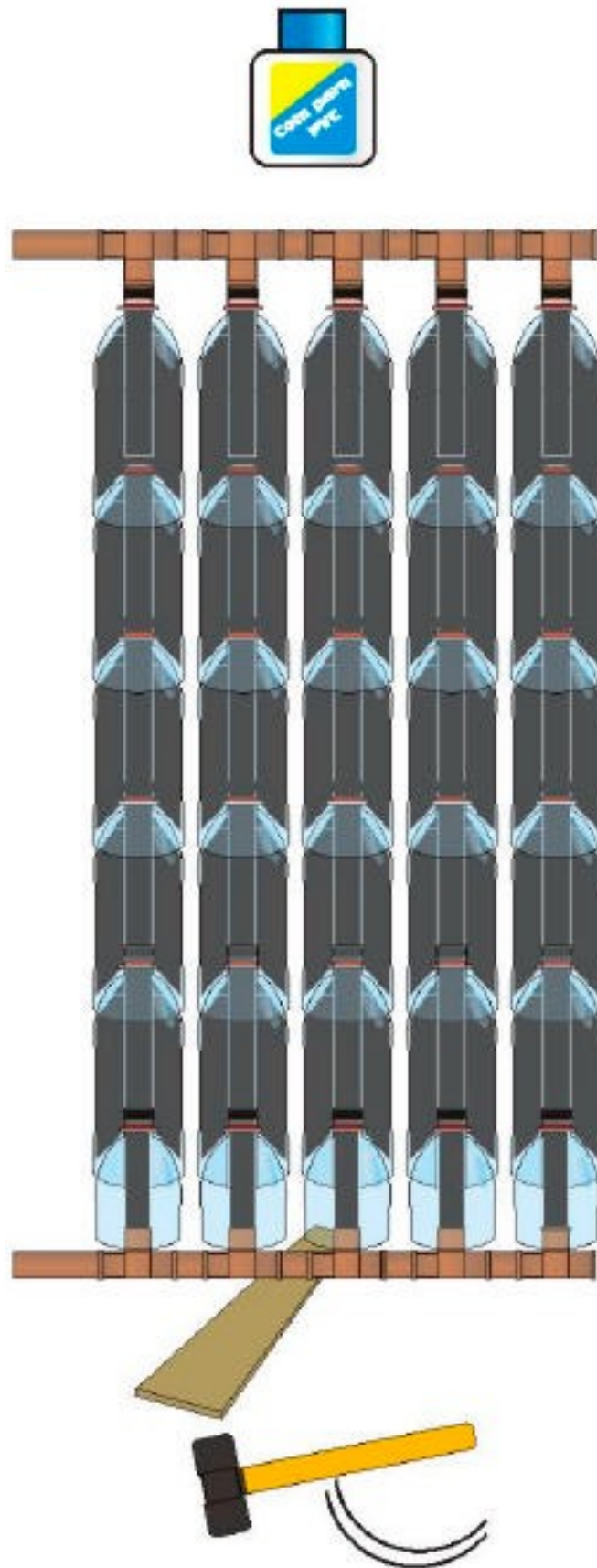
Recuerde que cada hilera debe tener cinco botellas de la misma forma y tamaño. Si tiene diferentes formatos de botellas, haga cada hilera con un tipo y alterne en el montaje.

Notará que incluso con las 5 botellas de plástico, todavía hay un espacio en el que solo se necesitará el cuello de una sexta botella para sellar el fondo de la quinta botella. Por lo tanto, el número de botellas y el número de envases larga vida será diferente.

Como en cada región las botellas se fabrican en diferentes tamaños, no existe un valor estándar para el corte de las mismas. Deberá medir el espacio que queda y cortar la botella a esa medida. Este corte se puede realizar con unas tijeras y cortando la botella de abajo hacia arriba siguiendo un recorrido en espiral. Aprovechando que la botella de plástico ya está sin fondo porque ya se cortó previamente.

Se recomienda que, para regiones muy frías, se deba llenar el fondo entre la botella de PET y el empaque larga vida, con **algún tipo de material isotérmico que no absorba humedad** (Por ejemplo: etiquetas o bolsas de plástico).





Una vez que esté bien ensamblada cada hilera, ahora para rematarla bastará con agregarle la columna inferior, la cual solo se debe acoplar a las hileras con la ayuda de un martillo de goma y un pequeño trapo para absorber la mayor parte del impacto y no agrietar o romper los tubos y conexiones en el momento del montaje. Para calentar agua para una persona se necesitan 2 módulos de cinco hileras como el que se acaba de construir.

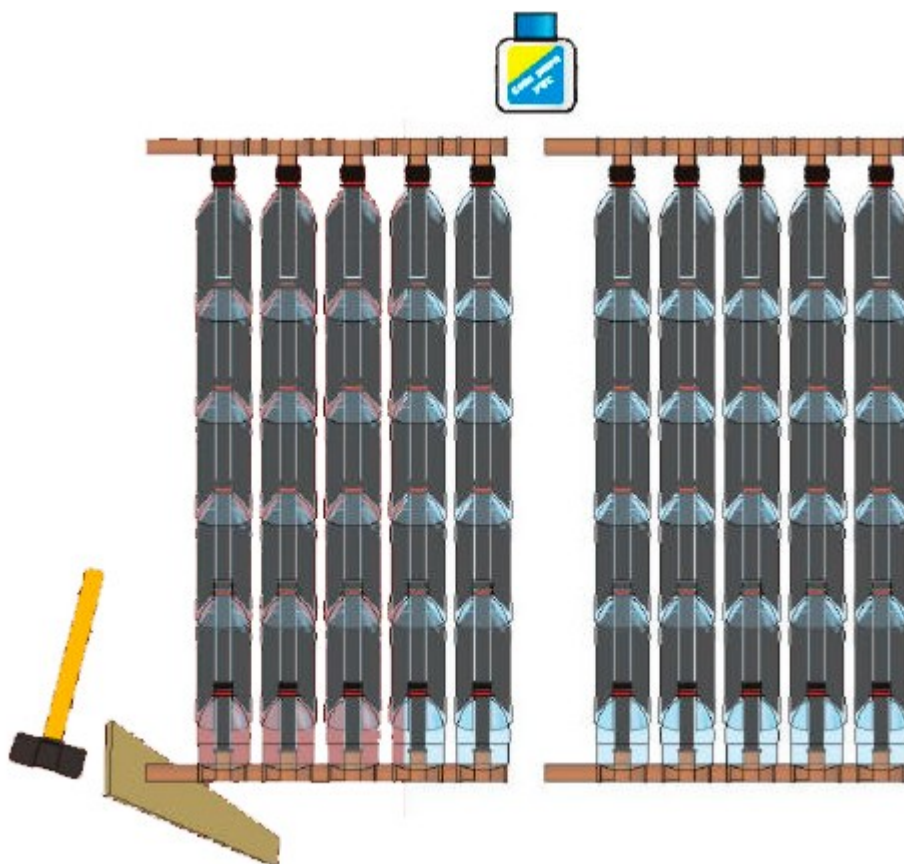
**Nota:** No use pegamento para unir la columna de la parte inferior, solo debe colocarse con apriete para facilitar el mantenimiento del dispositivo en caso de que sea necesario más adelante.

Una forma más práctica de garantizar este ajuste es colocar el módulo boca abajo y golpearlo verticalmente. Para ello, recuerde acuñar la parte que estará en contacto directo con el suelo para evitar roturas de tuberías o desmontaje de las hileras.

Al utilizar el martillo para encajar la parte inferior del módulo, que es la parte más resistente del sistema, si golpeas cualquier otra zona, es muy probable que termines rompiendo las tuberías o la conexión.

### Sellar con cinta aisladora

Ahora que las hileras están listas, asegúrese de que todos los envases de larga vida estén alineados y hacia arriba, y que no haya ningún pedazo de etiqueta o pegamento en las botellas de plástico que no esté hacia abajo. Si todo está correctamente alineado, aplique en la boca de la primera botella que está tocando la conexión en 'T' un trozo de cinta aisladora. **Esta cinta aislará y pegará la boquilla a la conexión en 'T', evitando que toda la hilera se mueva.** También puede reemplazar la cinta aisladora con tiras de goma (por ejemplo, cámaras de aire) sin pérdida de eficiencia. Este material evita que el calor se escape por el interior de la columna y que el viento gire las botellas, alejando los envases larga vida de la posición de cara al sol, comprometiendo así el rendimiento del calentador solar.



Ahora que todas las hileras están listas y selladas, **deben transportarse al techo o área donde estarán expuestas a la luz solar.** En ese momento, se podrá realizar el montaje de los módulos para componer el calentador solar en su conjunto.

Recuerde que la parte superior debe estar pegada y la parte inferior sólo debe encajarse con la ayuda de un mazo de goma. En la unión de los módulos es interesante utilizar un pequeño trapo para reducir el impacto del golpe de martillo sobre los tubos de PVC.

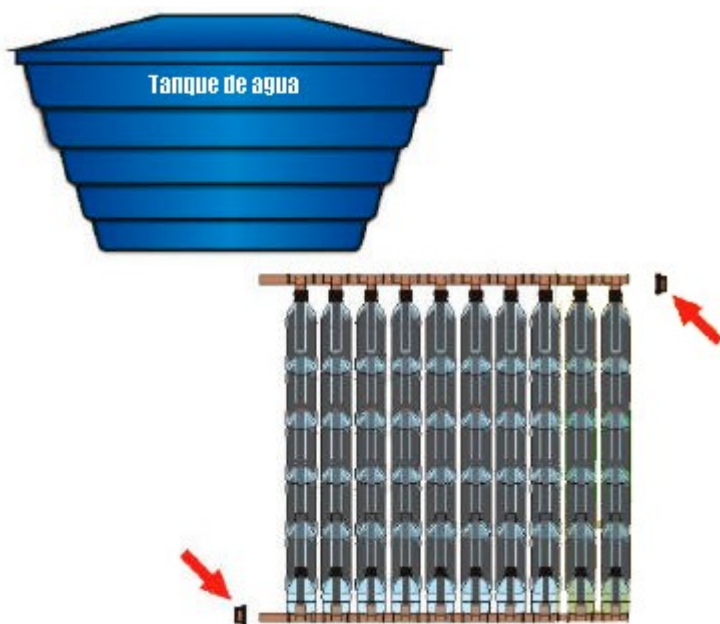
**Nota:** Ahora que los paneles solares están montados, protéjalos del sol bajo una sombra o cúbralos con una lona, porque sin el agua dentro de los tubos para enfriar el calentador, se pueden ablandar por la acción del sol. Cuando suceda esto por accidente o luego de años de funcionamiento, deberá cambiar los tubos y comenzar a construir el calentador nuevamente.

La razón por la que se opta por los módulos de 5 columnas se debe a términos de manejo, lo que hace que sea extremadamente fácil de transportar al lugar de instalación. Se debe montar cada panel solar con un máximo de **25 hileras**, es decir, **5 módulos**. Esta regla es para evitar tensiones en las columnas, fisuras en las conexiones y la posible acumulación de burbujas de aire en la columna superior, que comprometa la circulación del agua en el calentador solar con botellas. Puede construir varios paneles solares y conectarlos en serie con el tanque o depósito de agua.

**Nota:** Ahora que los paneles solares están montados, protéjalos del sol colocándolos en la sombra o cúbralos con una lona, porque sin el agua dentro de los tubos para enfriar el calentador, se pueden ablandar por la acción del sol. **Si sucede esto por accidente o luego de años de funcionamiento, deberá cambiar los tubos y comenzar a construir el calentador nuevamente.**

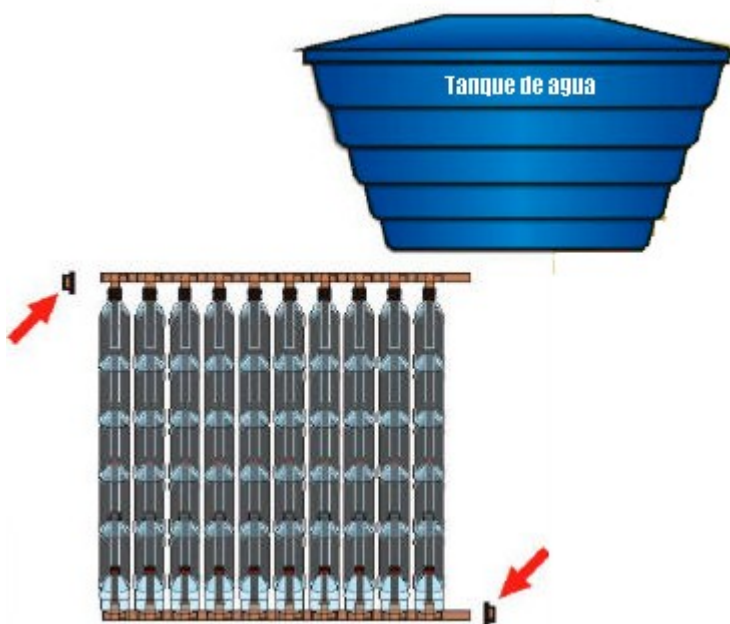
### Montaje de los módulos para formar el calentador solar con botellas

El Calentador solar debe colocarse en el techo de la residencia, o en un área que reciba luz solar directa, y sin incidencia de sombra de árboles, de edificios, o casas, etc.



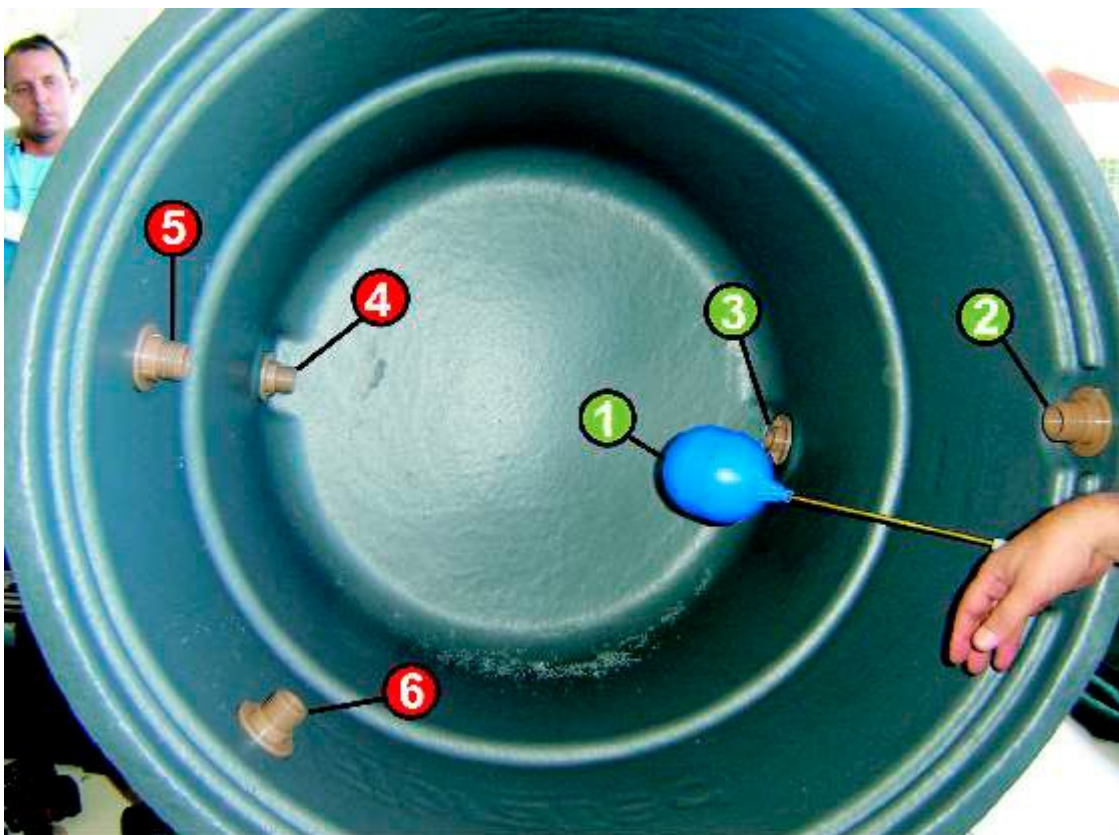
Ya se tiene un calentador solar completo, con las hileras todas interconectadas, y en los 4 extremos del calentador se tiene abierto el tubo de PVC para conectarlo al tanque de agua. **Verificar en qué posición estará el calentador en relación al tanque de agua.** Si el calentador estará a la derecha del tanque, deberá tapar el tubo inferior izquierdo del calentador con una tapa de PVC, para que cuando entre el agua al calentador, no escape por el otro lado. Hacer lo mismo en el tubo superior derecho, por la misma razón. Es decir, si el calentador solar está a la izquierda, debes tapar los tubos

inferior derecho y superior izquierdo. Si el tanque está en el lado derecho, debe cerrar las esquinas inferior derecha y superior izquierda.

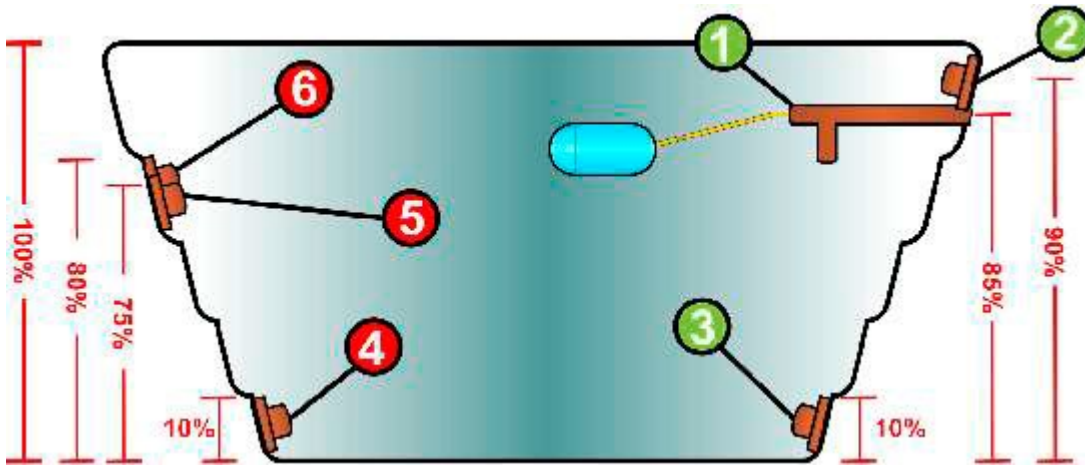


### Tanque o depósito de agua

Algunas modificaciones serán necesarias dentro del tanque de agua. La imagen de abajo ilustra los componentes originales del tanque y los nuevos junto con sus funciones propias:



*Componentes comunes*



**1 Flotador y entrada de agua:** Controla el nivel de agua del tanque, cuando está completamente horizontal impide la entrada de agua para no desbordar el depósito. Cuando comienza a inclinarse hacia abajo permite que entre más agua al tanque para nivelar el agua.

**2 Anti-desborde:** Como su nombre lo dice, se usa para evitar que el agua se desborde cuando esta sobrepasa el límite de la boya. Esto es para evitar que el tanque de agua se desborde por mal funcionamiento de la boya o por cualquier otra razón.

**3 Toma de agua:** Por aquí sale el agua fría que abastecerá a toda la casa.

Todos los componentes anteriores ya existen y ya funcionan en el hogar. Por lo que no habrá que meterse ni instalar ninguno de ellos.

### ***Agujeros en el tanque***

Como hay tanques de todos los tamaños y de distintas capacidades volumétricas, no hay forma de estandarizar una medida a seguir para los agujeros a realizar, por lo que se debe establecer las alturas en relación al porcentaje del tamaño del tanque. Por ejemplo: un tanque de un metro (100%) debe tener el orificio de retorno de agua caliente a 80 cm del fondo del tanque (80%).

### ***Componentes del calentador solar***

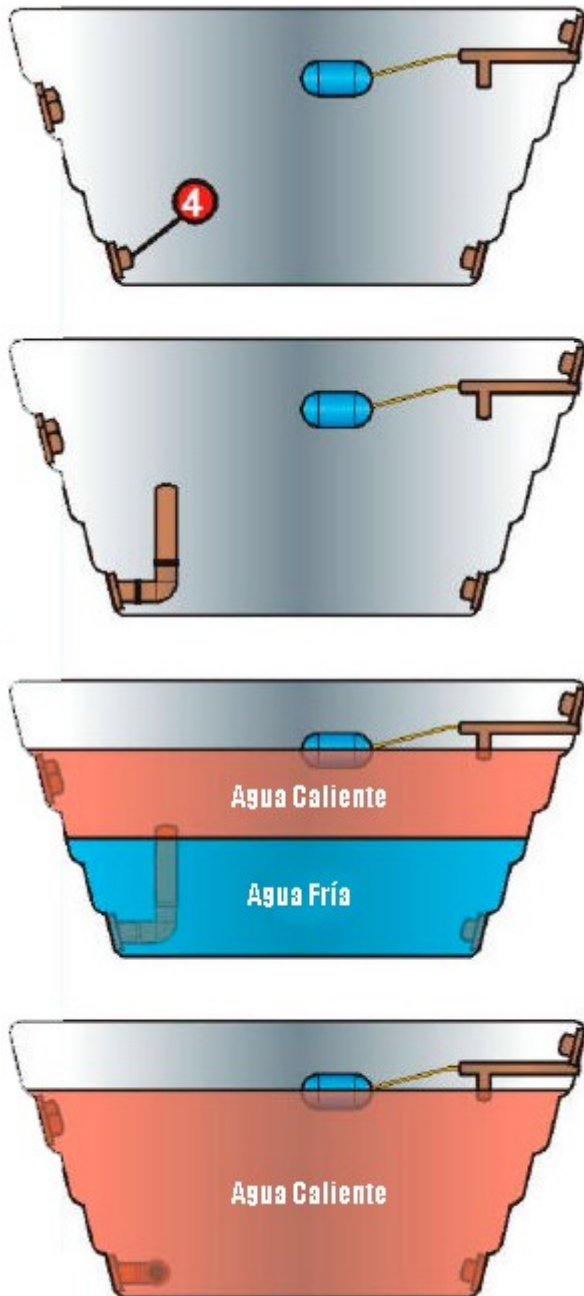
**4 Salida al calentador:** Por este orificio, el agua saldrá del tanque de agua y circulará por el colector solar para ser calentada.

**5 Retorno de agua caliente:** Después de ser calentada en el colector solar, el agua caliente regresa al depósito y se almacena en la parte superior del mismo. El agua fría no se mezcla con la caliente.

**6 Mezclador:** Se utiliza para regular la temperatura del agua. En posición vertical recogerá agua fría y caliente mezclándolas y dejando la temperatura más baja. Y en posición horizontal sólo recogerá agua caliente, dejando la temperatura del agua más alta.

**Nota:** Este sistema, en el que el depósito de agua suministra agua caliente y fría, sólo debe utilizarse en lugares donde el suministro de reposición sea fiable. Es decir, tenga en cuenta que la batidora se conecta por encima del retorno de agua caliente, por lo que, si no se repone el agua consumida, faltará agua para consumo, pero no en el colector solar. Sin embargo, el consumo de agua fría no se ve afectado de ninguna manera. En este caso, lo recomendable es agregar un tanque solo para agua caliente.

### Flotante de agua fría

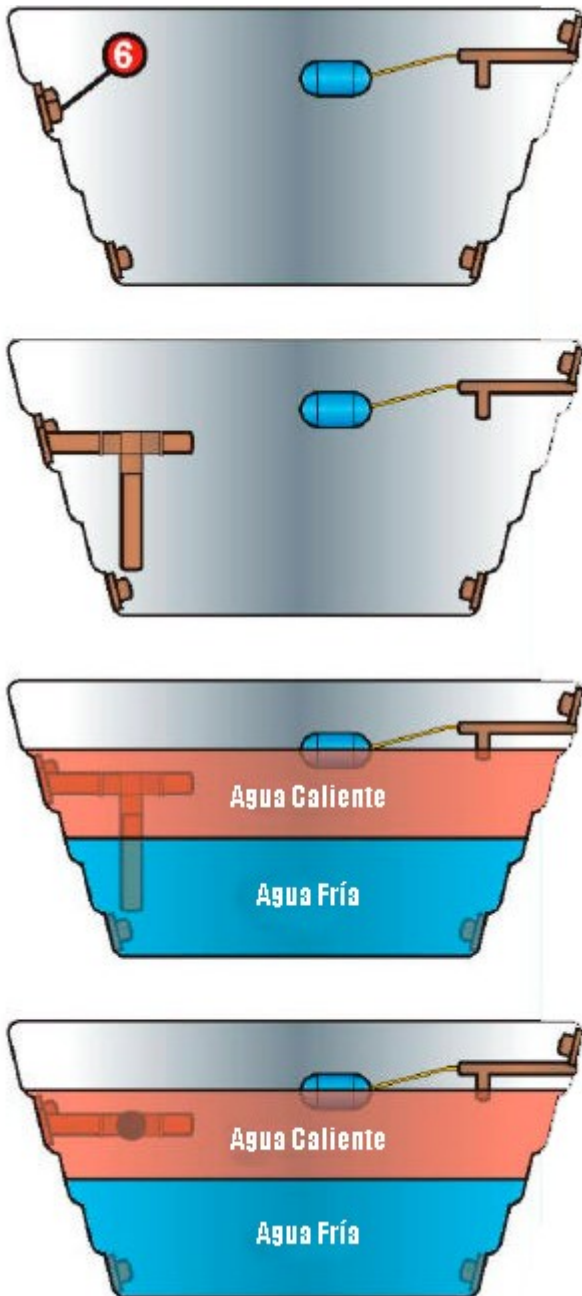


Aquí es donde el agua fría sale del tanque de agua y pasa por el colector solar para ser calentada. El flotante se puede montar con un codo de PVC y con un trozo de tubería, unido a la brida. Este componente estará completamente sumergido en la base del tanque de agua.

El funcionamiento de este flotante es bastante sencillo, cuando está en vertical recogerá agua únicamente de la parte más alta del tanque, por lo que el depósito se dividirá en dos partes: la superior con agua caliente y la inferior con agua fría. Como solo se estará calentando la mitad del tanque de agua, la temperatura del agua subirá más rápido.

Si giramos el flotante horizontalmente, recogerá agua de la parte más baja del tanque. Es decir, se calentará todo el tanque de agua. A medida que el volumen de agua sea mayor, la temperatura del agua será menor. Pero en este caso no tendremos agua fría en el depósito de agua.

### *Flotante de agua caliente*



Básicamente hace lo mismo que el flotante de agua fría, sin embargo, en lugar de que el agua vaya al colector solar para calentarse, este flotante llevará el agua hacia la casa. Este es el que distribuye el agua caliente a las habitaciones de la residencia.

Para construirlo se utiliza una conexión en ‘T’ y dos piezas de tubo de PVC, una pequeña de unos 10 cm y otra más grande de unos 50 cm de largo. Este flotante también tendrá la función de mezclador de agua.

Cuando este en uso, este flotante capturará agua de ambos extremos, por lo que debe estar completamente sumergido. Cuando está en posición vertical, captura agua caliente en la parte superior y agua fría en la parte inferior, mezclándolas. Sería **la opción equivalente para la ducha de “Verano”**. En posición horizontal sólo capta el agua caliente por la parte superior del tanque, como si fuera **la posición de ducha de “invierno”**.

### ***Reducción de la turbulencia***

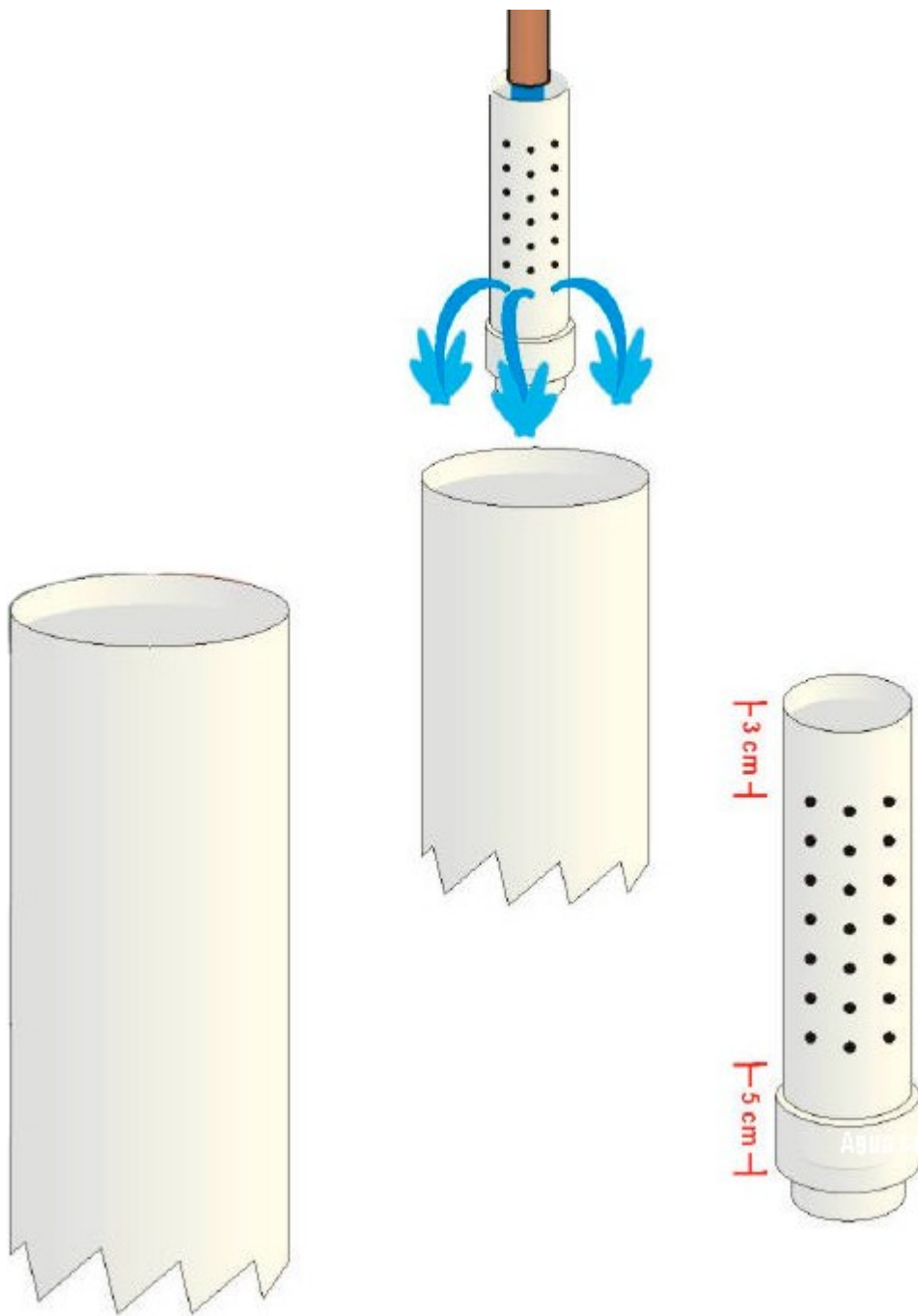
Ya se dispone de todo el sistema de salida del agua caliente construido e instalado correctamente en sus respectivos lugares dentro del tanque de agua.

Sin embargo, se deben tomar algunas precauciones con respecto al calentamiento del agua. Tomar de ejemplo el caso de una familia de cuatro personas, donde el consumo medio diario suele rondar entre los 250 litros de agua caliente.

Se recomienda que el depósito sea de **500 litros**, ya que se utiliza la mitad superior del tanque para el sistema de calefacción solar y suministro de agua caliente, y la mitad inferior para el suministro de agua fría. En este caso, el calentador solar no debe tener más de **250 botellas de plástico**, ya que cada botella es capaz de calentar un litro de agua. Si se agregan más módulos al calentador, la cantidad de agua calentada será mayor, lo que puede causar problemas si la capacidad del colector excede la cantidad de agua en el tanque de agua. Esto podría causar el ablandamiento de las tuberías de PVC.

La función del reductor es dirigir el agua fría de reemplazo directamente al fondo del tanque de agua, sin causar turbulencias, evitando que el agua fría se mezcle con el agua caliente, lo que evitará la reducción de la temperatura del agua en el compartimiento superior del tanque. La construcción de este aparato requiere **un trozo de tubo de unos 50 mm de diámetro además de un tubo de 100 mm**.

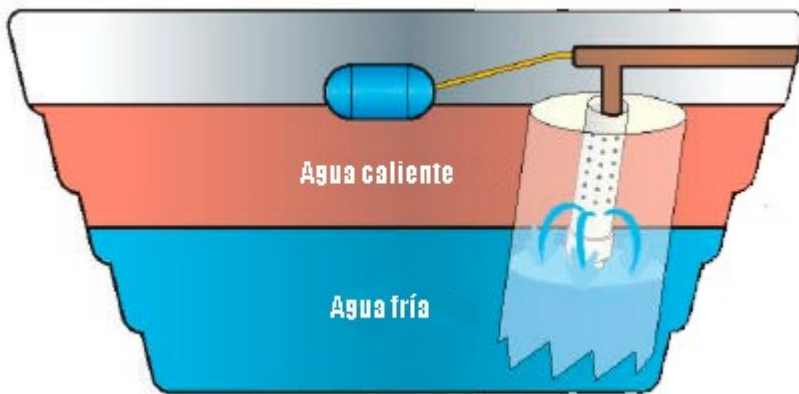




El tubo más delgado debe cerrarse en su base y alrededor de su cuerpo se deben perforar unos **20 orificios de 10 mm cada uno**, respetando un margen de 3 cm en el extremo superior y 5 cm en el extremo inferior.

El tubo de 100 mm no necesita taparse en ninguno de sus extremos, pero en el extremo inferior es conveniente **tallar varios dientes de unos 20 mm**.

El chorro de agua que suelta el flotador se dirigirá al fondo del tubo de 50 mm, a través de un tubo que estaba conectado a la entrada de agua formando una 'T' y provocando un remolino. A medida que se tapa el tubo, el nivel del agua aumentará rápidamente y se liberará a través de los orificios a lo largo del cuerpo del tubo.



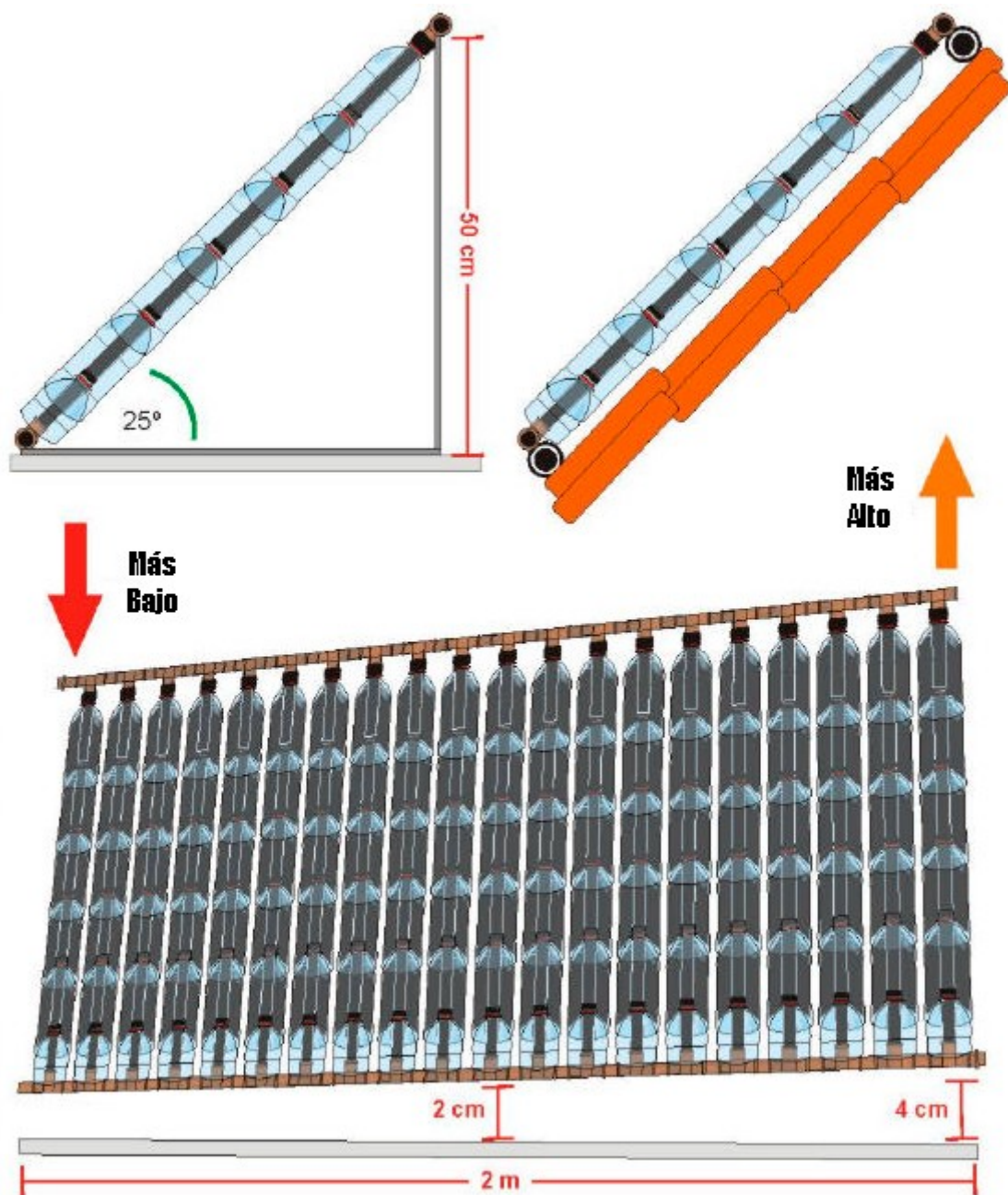
Esta agua, ya atenuada, se dirige al fondo del tanque, a través del tubo de 100 mm, debidamente cortado en forma de diente de sierra, apoyado en el fondo del tanque y apoyado en la parte inferior de la boya.

## **Posicionamiento del calentador solar con botellas**

Ahora queda instalar el calentador en el techo y **colocarlo de tal manera que absorba la mayor cantidad de radiación solar posible**. Para ello, será necesario posicionar el calefactor según la Latitud de su ciudad.

### **¿Para qué sirve la latitud?**

La latitud definirá el grado de inclinación que debe tener su calentador para captar la mayor cantidad de radiación solar posible. Esta pendiente es fundamental para el calentamiento continuo del agua y el mejor aprovechamiento del sistema. Para calcular esta pendiente basta con tener un transportador en la mano.



### Soporte de montaje del calentador solar con botellas

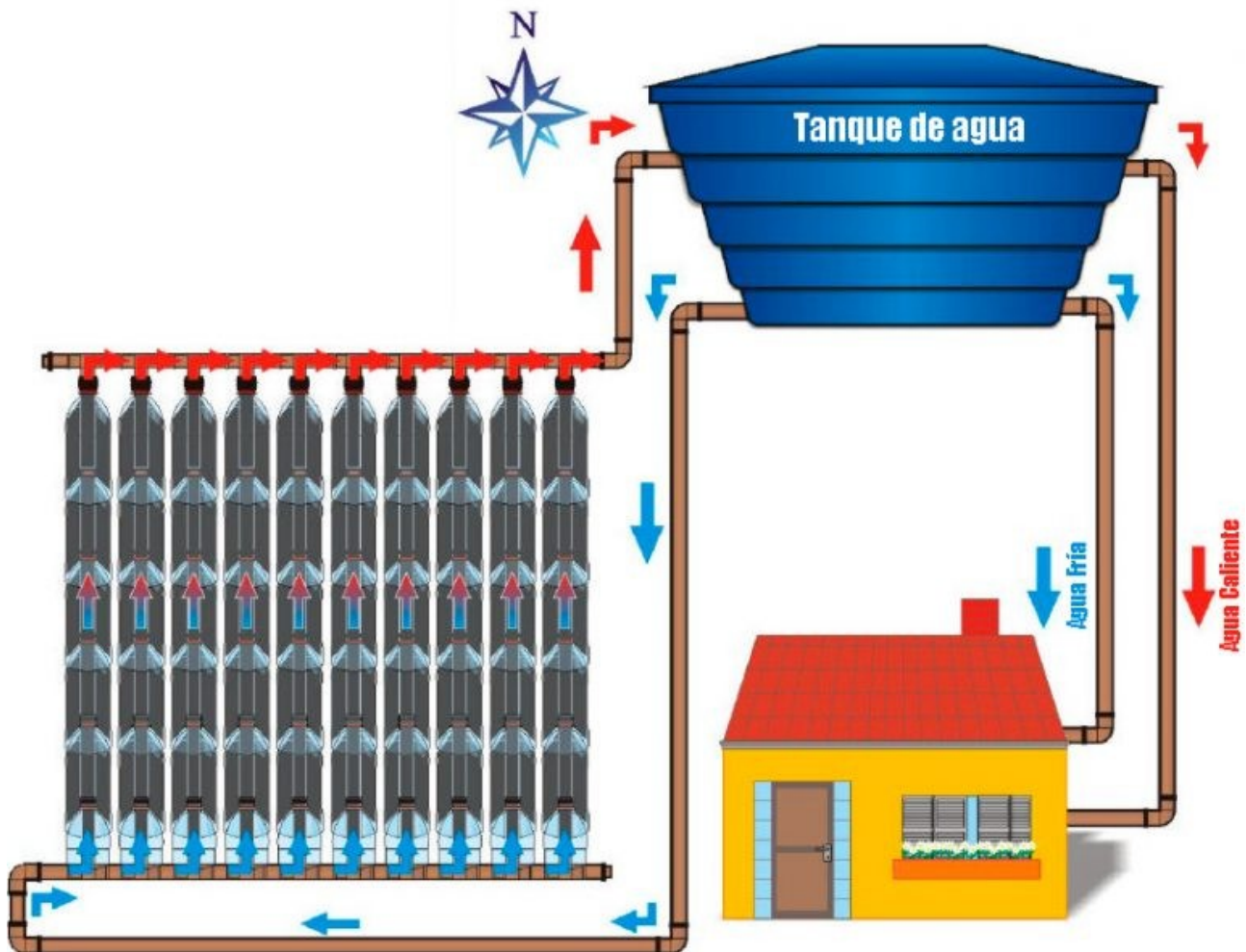
El material a utilizar como soporte de montaje del colector solar queda a criterio de cada uno, pero lo recomendable es que al menos las líneas superior e inferior de cañería PET estén amarradas a barras de tubo galvanizado de  $\frac{3}{4}$ , o a algo que garantice la alineación del calentador. Para evitar que las burbujas de aire comprometan la circulación del agua en el colector, se requiere un espacio de 2 cm por cada metro corrido, sin curvas en las columnas colectoras.

Si desea fijar directamente en el techo sin tener en cuenta la latitud local, y mucho menos el soporte para la fijación, simplemente ate una tubería de desagüe de 40 mm a las columnas colectoras superior e inferior.

Con ello garantiza una mayor estabilidad para la fijación, ya que las columnas llegarán a tocar las tejas. Sin esta cuña, las botellas de plástico PET quedarían aplastadas contra las baldosas.

Ahora solo atar las columnas superior e inferior y pasando la cuerda u otro material debajo de las tejas, fíjelo al marco en el techo.

Aun así, es necesaria una inclinación de al menos  $10^\circ$  y el calefactor debe estar orientado al norte geográfico lo más cerca posible (Si se reside en América del Sur). La eficiencia no será la misma que la establecida para la latitud de la ciudad, pero esto se puede compensar agregando más módulos para absorber la radiación solar.



Vale la pena señalar que casi todos los problemas de eficiencia térmica de cualquier calentador solar dejan de existir a medida que nos acercamos a la línea del ecuador. Cuando damos preferencia al sistema de circulación por termo sifón, es obligatorio que la parte inferior del tanque o depósito térmico esté siempre por encima de la parte superior del colector solar, lo que corresponde a cada uno elegir la mejor alternativa para el lugar, sin olvidar que cuando se habla de caja o depósito, se habla de peso, así que una vez más, no se debe improvisar en lugares dudosos que pueden derrumbarse y causar serios problemas (Recuerde que cada litro de agua pesa 1 kilo).

Correctamente colocado en el soporte o fijado al techo, solo queda conectar el calentador al tanque de agua para completar el sistema y así empezar a calentar el agua.

El tubo que se colocará en la parte inferior del calentador y que llevará el agua fría a la base del sistema puede ser tan grande como sea necesario, sin embargo, el retorno del calentador al tanque

de agua debe ser lo más corto posible para que el agua caliente no pierda calor a través de tuberías extensas y/o contacto prolongado con el aire y/o el ambiente fuera del calentador.

Si es posible, instale los puntos de consumo de agua cerca del tanque o depósito, lo que reducirá el desperdicio de agua caliente en la tubería hasta llegar al lugar de consumo. Dado que el tanque o depósito es el encargado de acumular el agua caliente, es necesario un buen aislamiento térmico en él.

Para potenciar aún más el calentamiento del agua, puedes pintar el bus superior y los tubos que regresan al tanque de agua con la misma pintura negra que se usó para pintar los envases larga vida y los tubos de cada columna de calentador.

Si es necesario, puede aislar el depósito de agua para que no pierda el calor de su interior hacia el entorno que lo rodea.

Este aislamiento se puede realizar de varias formas, como, por ejemplo: llenando varios envases larga vida con aserrín, cascarilla de trigo, cascarilla de arroz, pasto seco, entre otros.