



## CALENTAMIENTO DE AGUA CON USO RACIONAL DE LA ENERGIA: LA UNIDAD INTEGRADA COCINA-HORNO EFICIENTE COMO SISTEMA ALTERNATIVO

Garzón, Beatriz (1); Fernández Abregú, Luis (2)

(1) Directora Proyecto Facultad de Arquitectura y Urbanismo - Secretaría de Ciencia y Técnica, Universidad Nacional de Tucumán -UNT-. Investigadora CONICET. Argentina. E-mail: bgarzon@gmail.com

(2) Docente Escuela de Agricultura y Sacarotecnia de la UNT Investigador Proyecto Facultad de Arquitectura y Urbanismo - Secretaría de Ciencia y Técnica, UNT. Argentina. E-mail: lferabregu@gmail.com

**PROPUESTA:** Introducir una innovación en la Unidad Integrada Cocina Horno Eficiente -UICHE- para que cumpla con una quinta función: el calentamiento de agua y con el objeto de continuar aprovechando su eficaz comportamiento térmico-energético. **METODOLOGÍA:** El trabajo se inscribe en el marco de la Investigación-Acción Participativa y del Uso Eficiente y Racional de la Energía. **RESULTADOS:** Se han diseñado participativamente alternativas para el subsistema de calentamiento de agua de la UICHE, se han determinado los materiales y componentes más convenientes, se construye un modelo demostrativo y se realizarán las mediciones y evaluaciones pertinentes. **CONTRIBUCIONES:** Esta propuesta permite la satisfacción globalizadora de requerimientos ambientales sanitarios, funcionales, tecnológicos, educativos de los sectores de escasos recursos para la elevación de su calidad de vida.

**Palabras claves:** Calentamiento de agua. Uso racional de la energía. Sistemas tecnológicos no convencionales.

### ABSTRACT

**Proposal:** To introduce an efficient cooker-oven integrated unit (UICHE: Unidad Integrada Cocina-Horno Eficiente) to fulfil a fifth function: water boiling, and to continue exploiting its effective thermo-energetic behaviour. **Methodology:** This work is done following the Participative Action Research and the Efficient and Rational Use of Energy. **Results:** Alternatives for the water boiling subsystem UICHE have been designed with participation from the community; more convenient materials and components have been determined: a demonstrative model is being built and measures and evaluations will be done. **Contributions:** This proposal allows the globalizing satisfaction of environmental, sanitary, functional, technological and educational requirements of people with low economic resources for the improvement of their quality of life

**Key words:** Water Boiling. Rational Use of Energy. Unconventional Technological Systems

### 1 INTRODUCCIÓN

En los sectores de escasos recursos los sistemas sanitarios, en general, y la provisión de agua caliente, en particular, son una necesidad sentida.

Los métodos precarios de calentamiento de agua, generan múltiples problemas como posibles accidentes domésticos por quemaduras, especialmente de los niños, por la probabilidad de vuelco de los recipientes inestablemente soportados sobre leños en combustión o piedras o ladrillos.

A esto se suma, los daños en la salud por la inevitable inhalación del monóxido de carbono, humos y otros gases provenientes de la combustión, según sea el tipo de combustible usado.

El riesgo de incendios es una posibilidad cierta de elevada factibilidad. Anualmente, se producen cientos de estos dolorosos siniestros.

Algunas maderas tienen productos irritantes que causan mareos, náuseas, irritación en las mucosas respiratorias, de los ojos, etc.

La combustión de materiales plásticos, de cauchos y otros rezagos combustibles que se queman en estas situaciones, generan humos altamente tóxicos, perjudicando la salud de las personas y el ambiente.

Por otro lado, las redes de distribución de gas natural no tienen la expansión necesaria y, si bien algunas familias usan el gas licuado de petróleo envasado (GLP) como combustible, muchas veces no pueden comprarlo por lo que recurren a usar leña liviana o carbón. La primera proviene de la muy escasa recolección y madera de cajones, que han sido usados para embalar hortalizas pues el carbón resulta, también, de costo elevado.

Según los relevamientos efectuados, el 75 % de las familias de los sectores populares usa leña para cubrir sus necesidades de cocción, horneado, higiene y calefacción.

También, sabemos que la exposición a altas temperaturas afecta los órganos internos, produciendo daños acumulativos en las personas, arruinando la salud, afectando sus condiciones de vida, su capacidad de trabajo y de productividad, etc.

Recordemos, además, las graves consecuencias del calentamiento global, que está produciendo los cambios climáticos, soportando tormentas cada vez más violentas, o tremendas sequías, por lo que es imprescindible realizar todos los esfuerzos posibles para disminuir el impacto sobre el clima, que significan estos miles de hogares consumiendo leña.

Para dar respuesta a lo antes mencionado, los autores hemos diseñado y transferido, sistemas alternativos y no convencionales para el calentamiento de agua, construidos mediante la participación y colaboración de los usuarios, vecinos, etc.

Uno de estos diseños es la "Unidad Integrada Cocina-Horno Eficiente -UICHE- (Foto 1) y es el sistema que aquí se propone.

Tiene las siguientes ventajas:

- Posee 5 usos simultáneos: cocer, hornear y calentar los alimentos, calefaccionar y calentar agua.
- Puede instalarse en el exterior y, también, en el interior. En este último caso, la chimenea debe salir hacia el exterior.
- Reduce el tiempo necesario para cocinar y hornear.
- Reduce el consumo de leña. Aprovecha todo el calor producido y permite que este calor quede acumulado en su interior, en sus paredes, para ser "recuperado", aún cuando no quede leña adentro del hogar.
- Reduce los riesgos de salud de las personas que lo usan. No permite que reciban el calor directo del fuego, ni que respiren gases venenosos, ni humo, pues éstos salen por la chimenea.
- Reduce los efectos negativos sobre el ambiente. Se genera menor cantidad de humos, hollín, gases tóxicos, que son los que producen calentamiento global. Además, disminuye el consumo de leña.
- Es de bajo costo y permite la re-utilización de materiales.
- Es de construcción sencilla.



**Foto1: Unidad Integrada Cocina Horno Eficiente –UICHE-**

## **2        OBJETIVO**

- Introducir una innovación en la Unidad Integrada Cocina Horno Eficiente -UICHE- para que cumpla con una quinta función: el calentamiento de agua y con el objeto de continuar aprovechando su eficaz comportamiento térmico-energético.

## **3        METODOLOGÍA:**

El trabajo se inscribe en el marco de:

1. la Investigación-Acción Participativa “como una práctica social de producción de conocimientos que busca la transformación social y que se produce en la propia acción”<sup>6</sup>.
2. del Uso Eficiente y Racional de la Energía.

La investigación es aplicada ya que pretende la utilización y consecuencias prácticas de los conocimientos con el propósito de proporcionar un aporte a la problemática habitacional y sanitaria que experimentan los sectores de menores recursos y promover los procesos de autogestión y un desarrollo sostenido de estas comunidades.

## **4        PROPUESTA**

La capacidad de generar calor, en la cámara de combustión del sistema UICHE, posibilita usar la misma para calentar agua simultáneamente con los trabajos de horneado. Por lo cual, hemos diseñado un sistema de calefacción, para instalar en dicha cámara.

El sistema trabaja por termosifón, de modo que el agua fluye por disminución de su peso específico, desde el sector de calentamiento, hasta un tanque acumulador ubicado a mayor nivel.

El agua ingresa a un depósito de entrada o auxiliar, ubicado a la par del tanque acumulador, desde donde circula hasta ingresar al sector de calefacción. El nivel de agua es constante, mediante una válvula reguladora a flotante. Desde el sector de calentamiento, existe una tubería hasta el tanque acumulador, donde el agua ingresa descargando a un nivel conveniente, aproximadamente a dos tercios de la altura total del depósito, para lograr el mayor rendimiento posible en cuanto a las temperaturas alcanzadas.

Desde el tanque acumulador, tenemos otra tubería que retorna agua desde la parte inferior del depósito llegando al sector de calentamiento. En trabajo normal existe un circuito de agua con menor temperatura, proveniente del tanque acumulador, que pasa a través del sistema de calentamiento y retorna al tanque acumulador con temperatura más elevada. Este circuito funciona constantemente, en base a la diferencia de temperaturas entre las zonas inferior y superior del tanque acumulador.

El agua caliente destinada a consumo se retira de la parte superior del tanque. Puede fluctuar ligeramente el nivel, pero es rápidamente equilibrado mediante el funcionamiento de la válvula a flotante, que produce el ingreso de agua fría desde la red, alimentando el sistema desde una conexión existente en el sector de calentamiento, en la zona de agua a menor temperatura.

### **4.1      Depósito de Entrada**

Es un tanque de acero capacidad 200 litros, reciclado, usado previamente para transporte de jugos cítricos o aceites no tóxicos. Puede ser también uno proveniente del transporte de aceites minerales, pero previamente debe ser descontaminado. Más adelante describimos el procedimiento más conveniente para descontaminarlos.

Desde la cañería de alimentación, instalamos una tubería hasta la parte superior, con una válvula a flotante, para que el sistema trabaje con nivel máximo siempre. Conviene usar caños diámetro nominal  $\frac{3}{4}$ ", para compensar la baja presión disponible en la red de distribución.

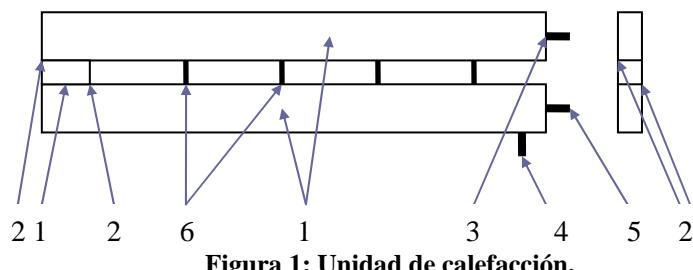
En la zona inferior del tanque instalamos una tubería que alimenta al circuito de agua caliente, diámetro nominal  $\frac{3}{4}$ ", con una válvula tipo esférica. Esta tubería se conecta al sistema de calefacción en la zona donde retorna el agua desde el tanque acumulador. El material más apropiado sería Polipropileno bicapa o similar.

Es imprescindible que el tanque trabaje con su correspondiente tapa, para evitar el ingreso de elementos contaminantes o insectos.

#### 4.2 Sistema de Calefacción

Consiste en un conducto de acero ubicado en la parte superior de la cámara de combustión de la UICHE- Unidad Integrada Cocina Horno Eficiente. Para mejor comprensión, recordemos que el sistema UICHE logra su eficiencia en el rendimiento del combustible, por su diseño basado en el ingreso de corrientes de aire primario y secundario precalentadas a la zona de combustión. El aire primario ingresa por un conducto ubicado debajo de la parrilla, pasa debajo del piso de la cámara de combustión e ingresa desde la parte inferior de las parrillas. El aire secundario circula por trayectos similares, pero rodeando a la cámara e ingresando luego en forma diametralmente opuesta, por abertura ubicadas a nivel con las parrillas de fuego. Podemos observar más detalles en el gráfico.

Para su construcción, usamos tubos de acero sección rectangular de  $50 \times 30 \times 1,6$  [mm], con un trayecto de entrada y otro de salida, distanciados 40 [mm] entre sí, de modo que la altura total es de 140 [mm], coincidente con dos hiladas de ladrillos, facilitando así su instalación y la construcción. El espesor de pared adoptado para este tubo de acero, que es de 1,6 [mm], facilita su realización, en cuanto a la realización de las soldaduras de unión y de colocación de los extremos roscados.



**Figura 1: Unidad de calefacción.**

En la **Figura 1** vemos la disposición del conjunto, con las siguientes aclaraciones:

1. Tubo estructural de  $30 \times 50 \times 1,6$  [mm].
2. Soldaduras.
3. Tubuladura roscada de conexión para salida de agua caliente.
4. Tubuladura roscada de conexión de ingreso de agua fría.
5. Tubuladura roscada de entrada de agua de retorno desde el tanque acumulador.
6. Separadores. Tramos de barra  $\varnothing 6$  [mm], para absorber esfuerzos estructurales.

Las soldaduras producen esfuerzos mecánicos en el material, especialmente las soldaduras con arco eléctrico, por las acciones de dilatación cuando tenemos el metal líquido a elevada temperatura y luego su posterior contracción al enfriarse, lo cual produce efectos de tracción o "tiro" sobre las zonas circundantes del metal base o piezas soldadas. Estos esfuerzos mecánicos internos en la estructura del metal, producen un notable incremento en los fenómenos de corrosión, cuando actúan conjuntamente el oxígeno del aire en presencia de humedad. En nuestro caso con acción de temperaturas moderadas, las tensiones mecánicas internas desaparecerán, facilitando la conservación del material.

Asimismo, para la fabricación de estos tubos estructurales se utilizan procedimientos de laminación. El metal es laminado para obtener chapas y luego las chapas son plegadas para conformar los tubos de sección cuadrada o rectangular y posteriormente unidos mediante soldaduras continuas. En estos procesos de laminado para la fabricación de las chapas de acero, el espesor del material se disminuye progresivamente sometiéndolo a procedimientos de grandes fuerzas de tracción y compresión simultáneas, donde surgen importantes tensiones mecánicas internas, que generalmente subsisten, salvo que el fabricante aplique tratamientos térmicos adecuados para su eliminación. En nuestro caso, consideramos que el calentamiento aplicado en este trabajo, eliminará las tensiones mecánicas residuales en el material.

Por lo anterior, consideramos que el acero trabajará satisfactoriamente en nuestro caso.

En cuanto a las posibilidades de corrosión, tenemos en el tubo una cara expuesta a la acción de los gases calientes y las otras paredes del tubo están embutidas en la mampostería. La presencia de oxígeno es reducida, porque los gases calientes de combustión tienen dióxido de carbono, nitrógeno y sobre todo, porque el diseño de la cámara de combustión facilita la interacción de los gases combustibles con el oxígeno del aire. Del lado interior tenemos la acción del agua, que trabaja con una muy pequeña inclusión de aire. Para evitar en lo posible la permanencia de bolsones de aire, el sistema es alimentado desde el Tanque de alimentación, ubicado a una altura mínima recomendable de 3,50 metros. Este nivel posibilita además el uso de agua caliente obtenida para ducha.

El cobre y sus aleaciones más importantes de uso industrial, es decir los broncees y los latones, son materiales con muy elevada capacidad de conducir el calor, muy resistentes a la corrosión y de gran duración. Fácilmente trabajables, muy adecuados para la fabricación de intercambiadores térmicos. Pero su elevado costo los torna inaccesibles para este diseño, destinado especialmente a personas de escasos recursos, por lo cual hemos adoptado el tubo de acero citado, como material para construir el sector de calentamiento.

El recinto de la cámara de combustión tiene 700 [mm] x 700 [mm], de modo que el largo de los conductos de calefacción será de 900 [mm], para atravesar la pared posterior o de fondo de la Unidad, que es de 150 [mm] e instalar en los extremos las tubuladuras roscadas de conexión de tubos. Para mejor fijación del conjunto, se sueldan tramos cortos de barra diámetro 4 o 6 mm o “pelos” que trabajan embutidos en la mampostería.

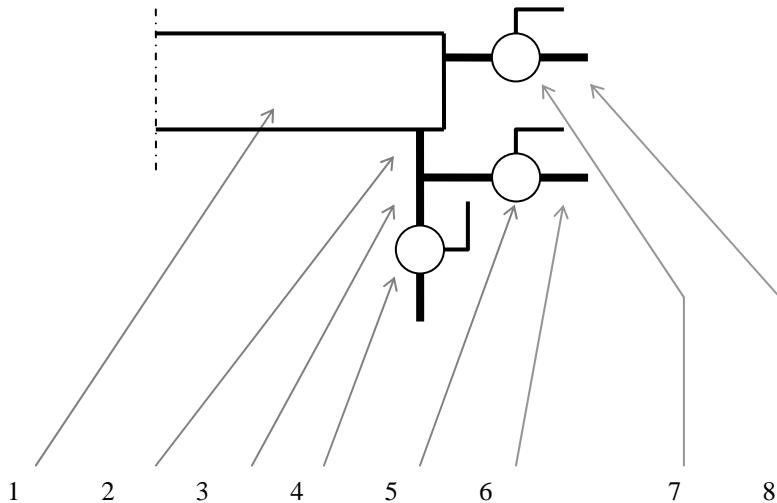
Las dilataciones se producen libremente, en el sentido longitudinal, sin producir esfuerzos adicionales de origen térmico, los cuales podrían afectar a la mampostería asentada con barro de la Unidad.

Para lograr un funcionamiento más eficiente, está ubicado en la cámara de combustión correspondiente al sector de horneado de la UICHE, embutida en la pared, con una profundidad suficiente para que una cara esté expuesta a la corriente de gases calientes. El extremo izquierdo del calefactor queda expuesto totalmente a los gases; es decir no se embutirá en la pared opuesta del recinto de horneado de la UICHE y el extremo derecho sale al exterior, donde están ubicadas las conexiones de tubos

La altura más conveniente de ubicación la establecemos de modo que su centro coincida con el centro de la ventana de paso de gases calientes provenientes del sector de cocción. Es decir, coincidente con la altura del centro del deflector, aproximadamente a 550 [mm], medidos desde la base.

Conviene que el sistema sea vaciado cuando la Unidad permanecerá un tiempo considerable sin trabajar. Para descargar el agua, instalamos una válvula de purga en la tubuladura de ingreso de agua fría.

La tubería de alimentación de agua fría no es indispensable que sea con material Polipropileno (PP) para alta temperatura, pero conviene usar de este tipo porque también se produce cierto calentamiento en este tramo.



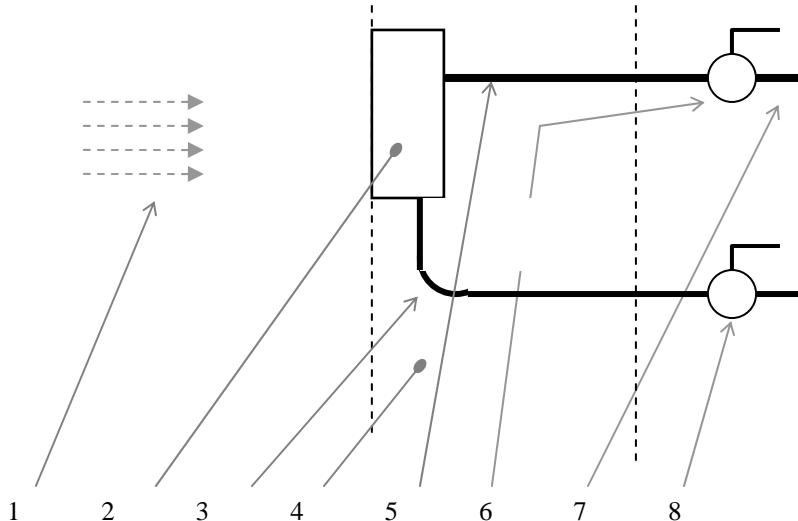
**Figura 2: Ingreso de agua.**

En la **Figura 2** vemos las conexiones del ramal inferior, con las aclaraciones siguientes:

1. Tubo de 50 x 30 x 1,6.
2. Niple de hierro  $\phi \frac{3}{4}''$ , extremo roscado, soldado al anterior
3. Derivación Te HH de hierro  $\phi \frac{3}{4}''$
4. Válvula de Purga, tipo esférica, de metal,  $\phi \frac{3}{4}''$
5. Válvula de Entrada de Agua Fría, tipo esférica, de metal,  $\phi \frac{3}{4}''$ .
6. Tubería de Polipropileno  $\phi \frac{3}{4}''$  proveniente del Tanque de agua fría.
7. Válvula de Entrada de Agua, tipo esférica, de metal,  $\phi \frac{3}{4}''$ .
8. Tubería de Polipropileno apta para agua caliente  $\phi \frac{3}{4}''$  proveniente del Tanque Acumulador.

El croquis está indicado para cuando disponemos espacio en la parte posterior de la UICHE, por donde saldrán las tuberías, pero a veces se instala la Unidad en una pared medianera o no se puede acceder a esta parte posterior.

Entonces las derivaciones se harán en forma perpendicular, con salidas al exterior en lateral y la conexión para la salida de purga se soluciona mediante una curva de 90°.



**Figura 3: Ingreso de agua para UICHE sin acceso a la parte posterior.**

En la Figura 3 tenemos lo siguiente:

1. Radiación térmica incidente
2. Tubo de 50 x 30 x 1.6 mm
3. Tubería de salida para purga. De hierro  $\phi \frac{3}{4}$ ", con Curva 90°  $\phi \frac{3}{4}$ ". No conviene usar codo por su escaso radio de curvatura.
4. Mampostería de 15 cm asentada en barro. Lado exterior de la UICHE.
5. Niple largo, de hierro diámetro  $\frac{3}{4}$ " con extremo roscado.
6. Válvula esférica
7. Tubería de PP proveniente del tanque Acumulador
8. Válvula de Purga. Tipo esférica  $\phi \frac{3}{4}$ "

En el caso de salida lateral, el largo total del calentador será de 850 [mm].

Lo mismo tenemos posibilidad de dilatación longitudinal sin obstáculos, como en el caso anterior.

#### 4.3 Tuberías de Interconexión

Todas las tuberías son de PP aptas para agua caliente, de diámetro  $\frac{3}{4}$ " para disminuir pérdidas de carga, ubicando a los Tanques inmediatamente encima o cerca de la Unidad UICHE. En caso de necesitarse una distancia mayor, entre el Sector calentamiento y éstos, será necesario usar tuberías diámetro 1", pues las diferencias de alturas de carga disponibles para la circulación son muy pequeñas.

Para optimizar el sistema es imprescindible obtener un aislamiento térmico muy eficiente. Para lograrlo, proponemos realizar un aislamiento envolviendo los tubos con cintas de un producto constituido con aluminio puro, con elevado grado de pulimento, del orden de 10 micrones [ m], más polietileno de baja densidad, con burbujas de aire estanco, otra capa de polietileno, encapsulando el aire y finalmente otra capa de aluminio.

La radiación térmica infrarroja es reflejada en alto grado por la capa de aluminio y el aire encapsulado es de baja conductividad térmica. Se fabrican en anchos de 50 [mm], lo cual facilita su colocación. Para su sujeción mecánica usamos cinta de papel de embalar, que tiene un adhesivo muy eficiente.

Completabamos el aislamiento, con sectores de poliestireno expandido o tergopol de 2 cm de espesor. En caso de no resultar factible su obtención, podemos usar tiras de 2 cm de ancho y también de 2 cm de espesor. Para aislar el tubo colocamos cuatro tiras, diametralmente opuestas, fijándolas con cinta de embalar en los extremos. Luego rellenamos los intersticios con tergopol molido y completamos la envoltura con cinta de embalar. Los tramos a proteger son relativamente cortos, de modo que este aislamiento no resulta exageradamente caro.

El aspecto exterior puede mejorarse con pintado.

#### 4.4 Tanque de Acumulación

Para recibir y acumular el agua caliente necesitamos un depósito, para lo cual proponemos usar dos tanques de ex – jugo cítrico, capacidad 200 litros cada uno o bien, provenientes de aceites industriales. Recordemos que es necesario proceder a su descontaminación previamente.

Ambos tanques se conectan en paralelo, montados en posición vertical. Al primero conectamos la tubería de agua calentada, proveniente del sistema de calefacción. El ingreso lo hacemos a nivel de la mitad de altura del tanque, para facilitar la acumulación de agua con mayor temperatura en la parte superior y el retorno de agua al calentador, será desde su parte inferior. Las interconexiones entre ambos tanques serán en la parte inferior y, para asegurar la homogeneidad de temperaturas, también en la parte media haremos una conexión, siempre usando tuberías de diámetro  $\frac{3}{4}$ " como mínimo.

La tubería de entrada de agua caliente conviene que se prolongue en el interior del tanque, de modo que la descarga sea en el centro, aproximadamente. Con esto logramos minimizar las pérdidas y lograr que el funcionamiento de las corrientes de termosifón, provengan desde todas las zonas del tanque, es

decir, mejorar la homogeneización de temperaturas y lograr un más rápido calentamiento, al producir corrientes de circulación más dinámicas, consecuencia de producir la mayor diferencia de altura de carga, o sea, con la mayor diferencias de temperaturas posibles.

En este caso también necesitamos extremar las condiciones de aislamiento térmico, para lo cual proponemos un procedimiento similar al aplicado a las tuberías. Es decir un aislamiento con las membranas aislantes con láminas de aluminio pulido, polietileno de baja densidad, con aire encapsulado y otra capa de aluminio. Se fabrican en rollos de 1 [m] de ancho, con lo cual es factible realizar fácilmente su aplicación.

Si resulta imposible disponer de este material, podríamos aplicar membrana asfáltica, con capa se aluminio, de 3 [mm] de espesor como mínimo. Pero en este caso resulta imprescindible pintar los depósitos con pintura asfáltica de secado rápido, base solvente, para asegurar que la membrana estará firmemente adherida a las paredes metálicas. El funcionamiento es similar, pero de menor capacidad aislante.

Para completar, colocamos encima telgopor de 3 cm de espesor. Para su aplicación, lo cortamos en tramos o fajas de 10 cm de ancho y las instalamos alrededor de los tanques, en sentido longitudinal, sosteniéndolos con envueltas de alambre galvanizado Nº 16 o similar. El aislamiento debe cubrir las paredes cilíndricas y ambas tapas.

La tubería de salida de agua al consumo, se instala en al parte superior del tanque, a un nivel ligeramente inferior al nivel que tiene la válvula de entrada a flotante, de modo que al consumirse agua caliente, ingrese simultáneamente agua fría.

#### **4.5 Descontaminación de tanques ex aceite mineral**

El agua caliente será usada para uso humano, de higiene personal y limpieza de vajilla, por lo cual es imprescindible efectuar trabajos de descontaminación, en caso de usar tanques usados para aceites minerales.

El procedimiento es simple: se lavan los recipientes con detergente, cepillo y agua. Luego se calientan moderadamente, para que la dilatación posibilite la salida de contaminantes que estén en los pliegues y poros del metal. Se lava nuevamente con detergente. El procedimiento se repite tres veces, para asegurar que no existen elementos químicos contaminantes en los recipientes.

### **5 CONTRIBUCIONES**

Esta propuesta permite la satisfacción globalizadora de requerimientos ambientales sanitarios, funcionales, tecnológicos, educativos de los sectores de escasos recursos para la elevación de su calidad de vida.

Por otro lado las experiencias podrán ser replicables a otras realidades geográficas y culturales similares, efectuando las modificaciones y adaptaciones correspondientes a las particularidades de cada caso.

### **6 BIBLIOGRAFÍA**

- Garzón, B., Fernández Abregú, L. Unidad Integrada Cocina-Horno Eficiente: Manual para su Construcción y Recomendaciones para usarla. Formulario 74402 ISBN 987-43-9069-7. Tucumán, Argentina. 2005.
- Garzón, B. Cocinas Económicas a Leña. CONICET. 1996.
- Garzón, Beatriz Proyecto FAU – SeCyT, UNT 2005 – 2008 “Estrategias y Tecnologías para un Hábitat Popular Sostenible y Saludable” del Programa “Evolución de la Vivienda y su Problemática en Argentina y el NOA”.