

SISTEMA DE CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDA SUSTENTABLE A BASE DE TABIQUE DE PLÁSTICO RECICLADO

Sustainable system of construction housing
based on recycled plastic

ARQ. OSCAR FERNANDO SALCEDO
Maestría en Diseño Arquitectónico,
Universidad De La Salle, Bajío. León, Guanajuato, México.
arqoscarfernando@gmail.com

Fecha de recibido: 4 julio 2013
Fecha de aceptado: 8 octubre 2013

pp: 109-126



FAD | UAEMéx | Año 9, No 15
Enero - Junio 2014

Resumen

En este documento se presenta una alternativa de sustentabilidad en la construcción de la vivienda partiendo de un innovador sistema constructivo hecho a base de tabiques de plástico reciclado, en el cual se realiza un análisis de la composición del material, un análisis de laboratorio y se establecen las propiedades físicas con las que cuenta este material; además de mostrar cómo se desarrolla el proceso constructivo. Se mencionan algunas posibles desventajas que se presentan al utilizar este sistema, así como algunas acciones que podemos implementar para su solución; mostrando, también, un análisis comparativo en cuanto a costos, tiempo de ejecución y una comparación de su eficiencia respecto de otro sistema constructivo tradicional.

Palabras clave: construcción, materiales de plástico reciclado, sistemas sustentables.

AbstrAct

This paper presents an alternative of sustainability in the construction of the house made from an innovative building system partitions made from recycled plastic, showing an analysis of the composition of the material, laboratory analysis and what are the physical properties that comprise this material, and shows how he develops this constructive process and providing some possible disadvantages that we can implement to use this system, showing a comparative analysis on cost, execution time and what is its efficiency compared to other traditional construction system.

Key words: construction, recycled plastic materials, sustainable systems.

INTRODUCCIÓN

Cuando hablamos de sustentabilidad nos referimos siempre a buscar la mejoría del medio ambiente utilizando recursos que no pongan en riesgo las generaciones futuras, preservando los recursos naturales y buscando establecer patrones de reutilización de elementos y de energías renovables para mejorar el medio ambiente. Cuando nos referimos a la industria de la construcción siempre la concebimos como contaminación, pues, a decir verdad, la industria de la construcción es una de las principales fuentes de contaminación por su propia naturaleza, pues desde la extracción de materias primas, la fabricación de elementos constructivos, su transportación, el gasto energético, el agotamiento de combustibles fósiles y hasta los últimos acabados en la construcción afectan directamente a nuestro entorno.

Frente a esta problemática, con el inminente crecimiento de la demanda de construcción de la vivienda, se requiere de un enorme esfuerzo por parte de los diseñadores y constructores para satisfacer las necesidades de los usuarios, las cuales deben encaminarse hacia la producción de nuevas tecnologías, desarrollo de investigación de nuevos materiales, implementando la innovación en los sistemas constructivos e impulsando nuevas normas y procesos de certificación, que permitan que el diseño y gestión de la vivienda sean de manera rápida, económica, segura y de buena calidad, buscando siempre la mejoría de la calidad de vida de las personas y la preservación del medio ambiente.

Bajo estos antecedentes nace un nuevo proyecto de construcción de vivienda, que innovan los ingenieros ambientalistas Mariano Núñez Vargas y Jorge Armando Gutiérrez Muñoz. Este proyecto es llamado “Sistema de construcción de vivienda a base de tabiques de plástico”. Actualmente, la empresa Tabiques y Estructuras Reciclables S.A de C.V. tiene la patente de este innovador sistema continuando a la fecha con el desarrollo y la construcción de proyectos que implementan este método¹.

SISTEMA CONSTRUCTIVO A BASE DE TABIQUE DE PLÁSTICO REICLADO

Inicialmente el proyecto fue llamado “Casa ecológica para emergencias”, por la gran rapidez de su construcción. La importancia de éste radica en que los muros son hechos con piezas huecas de plástico reciclado (tabiques de plástico); este material es básicamente polietileno

¹ La empresa nacional Tabiques y Estructuras Reciclables nace en el año 2000 bajo el concepto de dar una solución al manejo de botellas de tereftalato de polietileno (PET), conforme fue avanzando el desarrollo de esta empresa se logró establecer que es más fácil obtener el polietileno de alta densidad (PEAD), aplicándolo así en sus nuevas investigaciones para la creación de los tabiques de plástico reciclado.

de alta densidad (PEAD) o PEHD -por sus siglas en inglés *High Density PolyEthylene*- y se obtiene de la basura mediante programas de acopio.

TABIQUE DE PLÁSTICO RECICLADO

COMPOSICIÓN DEL TABIQUE

Los tabiques de plástico son elaborados a partir de PEAD, el cual es un termoplástico fabricado a partir del etileno; actualmente se define así solamente por su rango de densidad y sólo es posible lograrlo con la presencia de un catalizador a base de presión y temperatura. El proceso de transformación de la materia prima consiste en utilizar una técnica llamada extrusión-soplo. Este proceso consiste en clasificar, lavar, moler y paletizar el plástico para, finalmente, fabricar los tabiques de plástico.



Imagen 1. Máquina de fabricación de tabique de plástico.

Fuente: empresa G.M. Proyectos y Edificaciones S.A. de C.V.

Por su condición de ser un material resultado del aprovechamiento de plástico de desecho, lo podemos obtener mediante empresas recicladoras y/o con ayuda de programas de acopio de productos reciclables, dicho programa puede incluir elementos como las botellas de shampoo, botellas de aceite para motor de cualquier tipo, envases de leche, cualquier tipo de cosmético, de alimento para consumo humano (grado alimenticio), vasos plásticos para uso general (limitado), mangueras destinadas a sistemas de riego, tinacos de captación y almacenamiento, sólo por mencionar algunos.

El tabique posee características especiales como ser hueco y tener postes de ensamble que sobresalen en la parte superior. Los postes de ensamble tienen la función de anclar y traslapar los tabiques, uno con otro, como en un sistema tradicional y, al mismo tiempo, funcionan en conjunto como conductos para recibir las instalaciones eléctricas e hidráulicas.

Este material plástico tiene una sección efectiva terminada de 4.5 x 9 x 18 cms. Su sección es hueca con postes estructurales de carga (huecos) de 3/4" interiores y de 1" de diámetro exterior, cuenta con un peso efectivo de 60 a 65 gramos por pieza. En la tabla 1 se pueden observar la relación de las dimensiones y en la imagen 2 la sección efectiva con la que cuenta el tabique de plástico reciclado.

CARACTERÍSTICAS	MODALIDAD UNITARIO PAR TRIPLE
ALTURA (cm)	4.5
ANCHO (cm)	9.0
LARGO (cm)	9.0 18.0 27.0
ALTURA DE POSTE DE ENSAMBLE (cm)	1.25
DIAMETRO INTERIOR DEL POSTE DE ENSAMBLE (cm)	2.0
PESO (Kg)	35 70 105
MATERIAL	PEAD RECICLADO
CONDICION DE LA PIEZA	HUECA

Tabla 1. Características del tabique de plástico.
Fuente: elaboración propia.



Imagen 2. Tabique de plástico reciclado.
Fuente: elaboración propia realizada en 3ds Max.

Este sistema nos permite la re-utilización integral del 100% de sus piezas, haciéndolo totalmente sustentable; lo cual no sucede con cualquiera de los materiales existentes en el mercado destinado para la industria de la construcción actual; además de ser hueco, es un material térmico, acústico y reciclable.

ANÁLISIS DE LABORATORIO

Para fines de adoptar este sistema constructivo como una alternativa válida para la edificación de vivienda, se tomaron diferentes iniciativas, las cuales comenzaron por llevar pruebas a un análisis de laboratorio para tener resultados certeros sobre este planteamiento, obteniendo valores determinantes para su factible construcción.

Se inició por mandar una sección efectiva de un muro de 1.00 x 1.00 mts. de tabique de plástico reciclado al laboratorio, con razón social

de “Laboratorio de Análisis de Materiales y Suelo”, en la ciudad de León, Guanajuato, por medio del Instituto Municipal de Vivienda de León, obteniendo valores indicativos del modulo a la compresión. Éstos se mencionan a continuación: la sección efectiva fue de 100.00 cm de largo por 100.00 cm de ancho, con un espesor de 12.50 cm, brindándonos una área de contacto de 1250.00 cm² y dándonos una capacidad de carga de 19,880 kg y una resistencia a la compresión de 15,904 kg/cm². Los resultados obtenidos mediante la prueba de laboratorio nos indican que la resistencia a la compresión es 23.5% mayor al valor mínimo que establece el reglamento de construcción de Aguascalientes, que es de 12166.50 kg/cm² (Arnal y Betancourt, 1999). Los documentos del análisis de laboratorio se presentan en el anexo A y B.

Además del análisis de laboratorio de 1.00 x 1.00 m de tabique de plástico mandado a la ciudad de León, Guanajuato, se mandaron otros tres muretes de dimensiones de 40 x 40 x 11.5 cm al laboratorio de la UNAM, los cuales arrojando indicadores de una fuerza cortante de 4.42 kg/cm² y un módulo de elasticidad de 19430 kg/cm².

PROPIEDADES FÍSICAS

Algunas de las propiedades físicas de los tabiques de plástico que pueden interesar principalmente al arquitecto, al ingeniero civil, o cualquier otro profesionista dedicado a la construcción son las siguientes:

1. Peso volumétrico

Debido a su diseño, el tabique de plástico (hueco) posee un peso de 60 a 65 gramos por pieza, lo cual permite reducir las fuerzas sísmicas sobre una estructura, pues se sabe que estas fuerzas son proporcionales al peso de la misma. Esta característica de liviandad también tiene otra ventaja en comparación con materiales tradicionales, pues es más fácil de manipular por parte del constructor, disminuyendo el esfuerzo físico al trabajar con este tipo de material.

2. Inertes

Por su composición, los tabiques de plástico son químicamente inertes, es decir, incapaces de reaccionar químicamente con otros materiales, por ejemplo, con el mortero de recubrimiento que se les aplica, además de que no son tóxicos al contacto humano.

3. Impermeables

Los tabiques plásticos son impermeables ya que la absorción de agua de las piezas es nula, lo que representa una ventaja para el mortero de recubrimiento, el cual conserva su humedad durante el tiempo de fraguado.

4. Acústicos y térmicos

Debido a la cámara de aire que tienen los tabiques de plástico, ésta absorbe las ondas sonoras, ofreciendo una adecuada resistencia frente al paso del ruido, al mismo tiempo que no permite la transmisión de calor.

5. Resistencia al fuego

Con el recubrimiento de mortero de 1.5 cm que se aplica por ambas caras del tabique de plástico se logra un índice de resistencia al fuego de una hora aproximadamente. Este índice fue resultado de la exploración del material en una prueba a un muro de 1.00 m por 1.00 m Cabe mencionar que bajo la condición en que se encuentran los tabiques al estar recubiertos por mortero y recibir fuego directo, sólo se alcanza la temperatura de reblandecimiento del material que oscila entre los 90 y 120 grados C. Bajo esta condición las piezas sufren solamente una desconfiguración geométrica; sin embargo, en un incendio es importante evaluar la cantidad calorífica y la conductividad térmica que aportan los componentes de la edificación, así como la toxicidad de los gases que emanan durante la combustión. Lo anterior se encuentra fuera de los objetivos de este documento.

PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO

Para desarrollar el sistema constructivo es necesario plantear un análisis de elementos constructivos de este sistema, empezando por establecer la concepción del diseño y los elementos determinantes para la construcción del mismo; de tal manera que se puedan conocer los elementos necesarios en la construcción con el sistema de tabiques de plástico reciclado. Por ello, se tomó en cuenta como referencia el libro Ciencia y materiales para arquitectos e ingenieros (James, 1995), sustentándose en las cualidades constructivas que desarrollan otros sistemas tradicionales de construcción, tomadas en cuenta por la similitud en el proceso constructivo con el de tabique de plástico reciclado y únicamente sustituyendo la mampostería de tabique de barro rojo recocido por la mampostería de tabiques de plástico reciclado. Los elementos determinantes en este sistema se enlistan a continuación y los detalles constructivos mediante una sección tipo son mostrados en el anexo C.

a. Acero

- Perfil C formado en frío CF 102 mm x 14 (CF 4" x 14)
- Varillas de 3/8"
- Malla electro soldada 6x6 - 10/10
- Metal desplegado calibre 26 (10kg)

b. Concreto

- Concreto reforzado $f'c = 200 \text{ kg/cm}^2$

- c. **Mortero**
 - Cemento - arena, proporción 1:3
 - Cemento - cemento de albañilería - arena, proporción 1:1:5 ½
- d. **Plástico**
 - Tabiques de plástico

Al iniciar la construcción con este sistema, se comienza con los procedimientos tradicionales como son:

- Limpia y desyerbe del terreno
- Trazo y nivelación del terreno
- Despalme de capa vegetal

CIMENTACIÓN

El tipo de cimentación que se utiliza en el sistema es a base de zapatas corridas, mismas que se componen de concreto y malla electro soldada con dala de desplante. El proceso se inicia con la excavación de cepas que se hacen en los puntos previamente marcados con el trazo del terreno, definidos por el proyecto; sus dimensiones son de 40x40x12 cm por la profundidad con que se encuentre el estrato del suelo resistente. Una vez concluida esta actividad, se procede a colocar la malla electro soldada en conjunto con los armex de 10x10-3 previamente ubicados, además de armar la dala de desplante con armex de 15x20-4; en conjunto con esta dala se adhieren unos elementos de hierro en forma de U para después fijar una canaleta (imagen 4) donde se ensamblan los tabiques de plástico correspondientes a los muros previamente fabricados y poder desplantar el muro; en seguida se procede a poner la cimbra para el habilitado de estas zapatas para posteriormente vaciar el concreto con una resistencia de $f'c = 200 \text{ kg/cm}^2$ hasta alcanzar el espesor requerido (Braja, 2001).

DRENAJE SANITARIO

Antes de compactar la superficie de terreno para recibir el firme, se realiza el trazo, excavación y colocación de la tubería del drenaje, de acuerdo con las especificaciones que se establecieron en el proyecto.

FIRME DE CONCRETO

Esta actividad se realiza con la compactación manual de la superficie del terreno sobre el cual se desplanta la vivienda y, posteriormente, se realiza un tendido de malla electro soldada para recibir un firme de concreto de 10 cm de espesor.

LEVANTAMIENTO DE MUROS

Para generar el levantamiento de muros, se parte de crear un perfil en U a base de lámina calibre 20, en el cual se comienza por colocar los tabiques en esta canaleta haciendo que con su forma logren un machihembreado (imagen 3). Esto permite que el ensamblado sea de mayor rapidez y facilidad, cumpliendo con las especificaciones del plano estructural, tomando en cuenta la posición de los tabiques y anexando varillas de 3/8" a cada metro introducidas por los orificios del poste estructural del tabique, soldadas por ambos partes para dar mayor resistencia estructural. Los muros cuentan con dos secciones de una altura de 1.25 m como máximo, que son soldadas para lograr obtener la altura total de la vivienda (parte inferior y parte superior de muro ver imagen 4). Los muros son plomeados después de su instalación y antes de colar los castillos, los cuales tienen como dimensiones máximas 2.5 m de largo, uniéndose con los otros muros mediante castillos armados con armex de 10x10-3 colados con concreto $f'c = 200 \text{ kg/cm}^2$ y soldados de la parte inferior con el herraje en U previamente puesto en la dala de desplante obteniendo el anclaje de los muros y no permitiendo que tengan movilidad estos mismos.

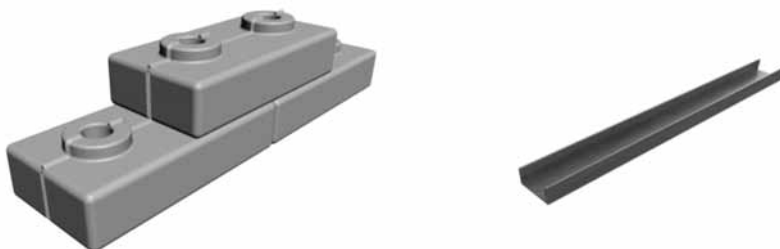


Imagen 3. Colocación de los tabiques de plástico y canaleta de desplante de muro.
Fuente: elaboración propia realizada en 3ds Max.



Imagen 4. Detalle de muros de tabique de plástico.
Fuente: elaboración propia realizada en 3ds Max.



Concluyendo esta actividad, se coloca en ambas caras de los muros malla de metal desplegado (malla de acero), sujeta mediante pijas y ganchos de alambre en forma de U, cuya finalidad es permitir la adherencia del recubrimiento de mortero o acabado final que se aplica. Cabe mencionar que esto es indispensable porque de esta forma se evita la degradación del material plástico por la acción de los rayos solares, además de lograr la rigidez de los muros.

MUROS CON PENDIENTE

La pendiente de muros se logra colocando tabiques de plástico completos hasta donde sea posible, mismos que son previamente fabricados y llegan a la obra para ser ensamblados de acuerdo con el incremento de la pendiente; posteriormente, se sigue con el mismo procedimiento de colocación de malla para recibir el acabado, cortando la malla de acuerdo con el incremento de la pendiente; específicamente, la pendiente que se utiliza en este sistema es inferior al 5%.

VENTANAS Y PUERTAS

Para la construcción de las ventanas se parte de construir los muros hasta la altura donde inicia la ventana continuando con el levantamiento del muro en las partes laterales, dejando la forma únicamente de la ventana y reforzando con perfiles CF de cerramiento en las cuatro partes de la ventana; posteriormente, se sueldan los perfiles y se colocan los detalles de herrería. Para las puertas se sigue el mismo procedimiento, pero en ellas se coloca un perfil lateral y otro superior para poder permitir la realización del ensamblaje de las puertas.

SISTEMA DE TECHO

Esta actividad se realiza mediante la colocación de vigueta y bovedilla a cada 70 cm, sosteniéndose de los muros previamente ya fijados y reforzándose con el levantamiento de los castillos, logrando así su resistencia estructural.

La vigueta tiene la función de soportar el sistema de techo y una losa de concreto de 15 cm de espesor, cuyo refuerzo a temperatura es a base de malla electro soldada (GALVAMENT, 2001).

INSTALACIONES

Para habilitar los ductos de instalaciones eléctricas e hidráulicas se deslizan tubos de bronce por los orificios de los postes que permiten el ensamble de los tabiques; los perfiles de cerramiento de los muros cuentan con unos orificios que previamente son calculados y prefabricados, permitiendo ensamblar la tubería (ver imagen 6) desde la parte superior del muro. La geometría de estos orificios en los tabiques permite traspasar ductos hasta de 3/4".

Respecto de las instalaciones sanitarias, se corta el material plástico en los puntos en los que se alojan estas instalaciones, de acuerdo con lo que se establezca en el proyecto.

APLANADO EN MUROS

El recubrimiento final de muros se aplica manualmente utilizando una mezcla de mortero de cemento -cemento de albañilería- arena proporción 1:1:5 $\frac{1}{2}$ hasta alcanzar 1.5 cm de espesor en dos etapas de la siguiente forma:

La primera etapa consiste en aplicar mortero hasta que haya sido cubierto el metal desplegado; éste se deja secar a temperatura ambiente para, posteriormente, recubrir la segunda aplicación (segunda etapa) hasta alcanzar los 1.5 cm de espesor.

Con esta actividad se termina la construcción de la vivienda con el sistema constructivo a base de tabiques de plástico reciclado en su etapa conocida como obra negra. Posteriormente, se logra concluir la obra en sus acabados finales, como es la colocación de cancelaría, puertas, pinturas, pastas e instalaciones de mobiliario.



Imagen 5. Fotos del proceso constructivo.
Fuente: elaboración propia, tomadas en Aguascalientes, México.

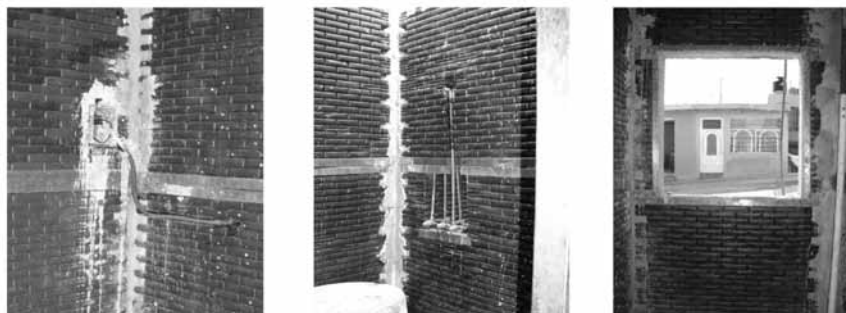


Imagen 6. Fotos de instalaciones.
Fuente: elaboración propia, tomadas en Aguascalientes, México.



Imagen 7. Foto del sistema de techo (Vigueta y Bovedilla).
Fuente: elaboración propia, tomada en Aguascalientes, México.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Debido a la alta demanda de vivienda que se ha presentado en los últimos años, se han tratado de implementar nuevos sistemas de construcción que sean amigables con el medio ambiente, tratando de preservar la naturaleza y su entorno. Por ello, el innovador método de construcción a base tabiques de plástico reciclado es una verdadera muestra de que se trabaja con elementos y herramientas sustentables para la generación de vivienda, pues está comprobado que con éste sistema podemos lograr un gran ahorro económico comparándolo con algún otro de los sistemas tradicionales de construcción. Este sistema logra un gran ahorro ya sea económico o de calidad medioambiental, pues su principal elemento de composición tiene como base plástico reciclado (PEAD).

En esta última sección se presentan los resultados y algunas posibles recomendaciones que se pueden implementar en el uso de este innovador sistema a partir del análisis del proceso constructivo a base de tabiques de plástico, mostrándonos una comparativa de costo, tiempo de construcción y los resultados de las pruebas de laboratorio frente a otro sistema tradicional como es el de tabique de barro rojo recocido, arrojándonos valores indicativos que refuerzan la factibilidad de implementar el primer sistema como una alternativa válida en la construcción. Además, en la tabla 2 se muestra la comparativa entre estos dos materiales (Salcedo, 2006; BIMSA, 1994).

	DIMENSIONES	MATERIAL	CONDICION DE PIEZA	PRECIO POR MILLAR (APROX. 2012)	TIEMPO DE CONSTRUCCION DE UNA VIVIENDA DE INTERES SOCIAL	RESISTENCIA A LA FUERZA CORTANTE	MODULO DE ELASTICIDAD	PRECIO POR METRO CUADRADO (APROX. 2012)
TABIQUE DE PLASTICO RECICLADO 	4.5 X 9.0 X 18.0 CMS	PEAD RECICLADO	HUECA	\$1,300.00 PESOS	52 JORNADAS	4.42 KG/CM2	7410/4322 KG/CM2	\$3,404.00 PESOS
TABIQUE BARRO ROJO RECOCIDO 	7.0 x 14.0 x 28.0 CMS	BARRO	SOLIDA	\$1,4500.00 PESOS	84.3 JORNADAS	3 KG/CM2	6000/3500 KG/CM2	\$4,600.00 PESOS

Tabla 2. Descripción comparativa entre tabique de plástico reciclado y tabique de barro rojo recocido.
Fuente: elaboración propia.

De la tabla podemos desprender lo siguiente:

1. La construcción de un metro cuadrado de muro con mampostería de plástico es más económico que la construcción de un metro cuadrado con mampostería de tabique de barro rojo recocido.
2. El costo por metro cuadrado de construcción del modelo hecho con el Sistema de Tabiques de Plástico resultó de \$ 3,404.00 pesos mexicanos a la fecha del 2012, según empresa de construcción G.M. Proyectos y Edificaciones S.A. de C.V., a contra del de tabique de barro rojo recocido y de block que es de \$4,600.00 pesos mexicanos aproximadamente, resulta ser 26% más económico que el costo por metro cuadrado de los modelos tradicionales, el cual nos indica que este es el más barato de los sistemas tradicionales de construcción de vivienda.
3. El tiempo total de la construcción del modelo hecho con los sistemas tradicionales y con el sistema de tabiques de plástico resultó en promedio 84.3 jornadas y 52.0 jornadas respectivamente. Esto significa que cuando se termina una vivienda con cualquiera de los sistemas tradicionales, se pueden construir en el mismo tiempo 1.62 viviendas con el sistema de tabiques de plástico.
4. Las muestras obtenidas mediante laboratorio con razón social de “Laboratorio de Análisis de Materiales y Suelo” en la ciudad de León, Guanajuato, arrojaron que el sistema de tabiques de plástico tiene una resistencia a la compresión de 15,909 kg/cm² y una capacidad de carga de 19,880 kg en un metro cuadrado de construcción, siendo éste 23.5% mayor al valor mínimo que establece el reglamento de construcción de Aguascalientes, que es de 12,166.50 kg/cm².

5. Los resultados de las muestras obtenidas del laboratorio de la UNAM, nos proporcionan resultados que podemos comparar con otros sistemas constructivos como lo es el de tabique de barro rojo recocido donde nos envían valores indicativos acerca de la resistencia a la fuerza cortante es de 3 kg/cm^2 y su módulo de elasticidad es de $6,000/3,500 \text{ kg/cm}^2$ a comparación con la mampostería de plástico reciclado que no arroja que la resistencia a fuerza cortante mínima que es de 4.42 kg/cm^2 y por último el modulo de elasticidad de $7,410/4,322 \text{ kg/cm}^2$.

RECOMENDACIONES

En esta sección se describen algunas posibles recomendaciones que pudieran utilizarse en el Sistema de Construcción de Vivienda a Base de Tabiques de Plástico y Acero Estructural de Refuerzo, que por su importancia se considera necesario mencionar.

1. Los tabiques de plástico se deterioran al estar a la intemperie, por lo cual es necesario que sean almacenados para protegerlos de la acción solar cuando no se empleen durante la construcción.
2. La zapata corrida en la cimentación tiene una función estructural, por lo que no se permiten alteraciones subsecuentes.
3. Los muros de mampostería de plástico se deterioran al estar expuestos a la acción solar, por lo cual deben de protegerse necesariamente con algún tipo de recubrimiento.
4. La sección hueca de los muros dificulta la colocación de accesorios o muebles adosados a estos, por lo que es necesario proponer un mecanismo o dispositivos de conexiones que puedan hacer que los elementos a fijar sean de fácil acceso para los usuarios, que no necesariamente sean dispositivos de conexión o anclaje que atraviesen la sección del tabique.
5. El trabajo de soldadura en elementos de acero de pared delgada requiere de una ejecución especial, por lo tanto se debe emplear mano de obra especializada para la ejecución de este trabajo.

Por lo anterior, el Sistema de Construcción de Vivienda a base de Tabiques de Plástico Reciclado resulta ser una alternativa válida para la construcción de la vivienda, aportando ventajas tecnológicas-constructivas y elementos sustentables, brindándonos mejoras económicas y logrando grandes avances para la preservación del medio ambiente.

BIBLIOHEMEROGRAFÍA

1. Arellano A., H. (2000), *Diseño y construcción de casas de interés social a base de elementos prefabricados*. Universidad Autónoma del Estado de México, México.
2. Arnal S., L y Betancourt S., M. (1999), *Reglamento de Construcciones de la ciudad de Aguascalientes*, Trillas, México.
3. Braja, D. (2001), *Principios de Ingeniería de Cimentaciones*. México: Thompson, México.
4. BIMSA (1994), *Catálogo de precios unitarios del manual*. Southam, México.
5. GALVAMENT S.A. de C.V. (2001), *Manual técnico de instalación y diseño de Losas*, A.C., Limusa, México.
6. James, S. (1995), *Ciencia y Materiales para Arquitectos e Ingenieros*. Prentice Hall, México.
7. Salcedo, O. (2006), *Sistema de construcción de vivienda a base de tabiques de plástico reciclado y acero estructural de refuerzo (STPA)*. Tesis de licenciatura. Facultad de Arquitectura, Universidad Cuauhtémoc, plantel Aguascalientes, Aguascalientes, México.

MESOGRAFÍA

1. APREPET (2003), Asociación para promover el reciclado del PET, A.C. [Blog] Disponible en: <http://www.aprepet.org.mx> Consultado junio 2013.
2. Tabique y estructuras reciclables S.A. de C.V. (2006), Empresa Propietaria de Sistema de Construcción. [Blog] Disponible en: <http://www.tabiquesyestructuras.blogspot.mx/> Consultado 22 Junio 2013.

ANEXOS

1. ANEXO A. Carta de sometimiento a laboratorio de muro de tabique de plástico reciclado.



INSTITUTO MUNICIPAL DE VIVIENDA DE LEÓN

León, Gto., Junio 25 del 2006.
Oficio: D.G.D.T. 2369/06
Asunto: Pruebas de Laboratorio.

ING. JORGE ARMANDO GUTIERREZ MUÑOZ
DIRECTOR GENERAL DE GM PROYECTOS Y EDIFICACIONES, S.A. DE C.V.

Apreciable Ing. Gutiérrez, reciba con el presente un cordial saludo y a la vez le comunico que el muro muestra que le solicitamos con dimensiones de 1.00 x 1.00 mts. construido con tabique de plástico reciclado, ha sido sometido por parte del laboratorio de apoyo de este Instituto, con razón social "Laboratorio de Análisis de Materiales y Suelo", a la prueba de compresión, el resultado de dicha prueba se lo anexo a la presente.

Solicito también nos haga llegar el calculo estructural del sistema constructivo para que sea analizado por el calculista de apoyo que tenemos en el Instituto para que nos haga llegar el dictamen correspondiente.

Sin mas por el momento me despido de usted quedando como su seguro servidor.

A t e n t a m e n t e

"Unidos por un León Mejor"

"2006, AÑO DEL BICENTENARIO DEL NATALICIO DEL
BENEMÉRITO DE LAS AMÉRICAS, DON BENITO JUÁREZ GARCÍA"

ARQ. ROGELIO BRAVO OROZCO
SUBDIRECTOR DEL AREA TÉCNICA DEL IMUVI
RBO/svr.

c.c.p. Archivo

2. ANEXO B. Resultado de análisis de laboratorio.



LABORATORIO DE ANÁLISIS DE MATERIALES Y SUELOS



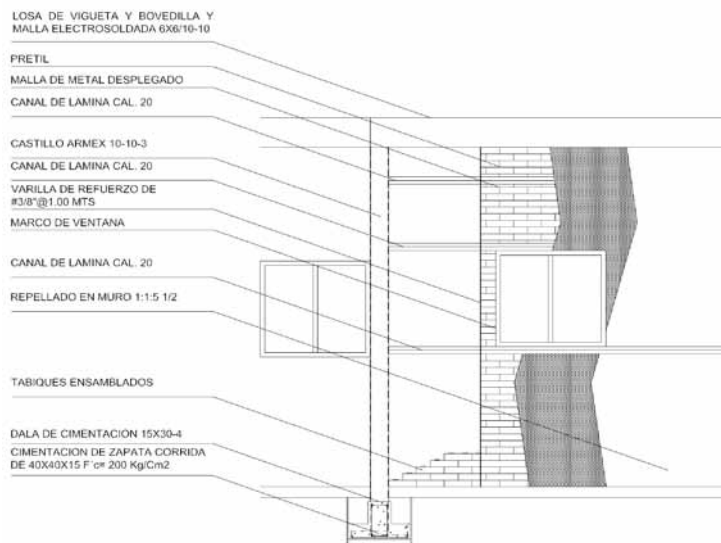
OBRA: ENSAYE A LA COMPRESION DE TABIQUE RECICLADO (SMPA)
LOCALIZACION: MUESTRA LLEVADA AL LABORATORIO
SOLICITÓ: INSTITUTO MUNICIPAL DE VIVIENDA DE LEÓN
ATENCION: ARO: ROGELIO BRAVO
FECHA: 16 DE MARZO DE 2006

ENSAYE DE MODULO DE TABIQUE RECICLADO (SMPA) A LA COMPRESION							
MTA. N°	PESO KG	ESPESOR CM	LARGO CM	ANCHO CM	AREA DE CONTACTO CM2	CARGA KG	RESISTENCIA A LA COMPRESION KG/CM2
1		12.50	100.00	100.00	1250.00	19880.00	15.904

OBSERVACIONES:

ING. GUSTAVO HERRERA ZUNIGA

3. ANEXO C. Detalle de sección tipo del procedimiento constructivo a base de tabiques de plástico reciclado.



Fuente: elaboración propia realizada en Autocad.