

## **BLOQUES DE TIERRA COMPRIMIDA CON TRITURADO DE LLANTA DE DESECHO**

**Rubén Salvador Roux Gutiérrez; Yolanda Guadalupe Aranda Jiménez MAC**

Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo de la Universidad Autónoma de Tamaulipas  
[roux@uat.edu.mx](mailto:roux@uat.edu.mx) ; [yoli212@yahoo.com.mx](mailto:yoli212@yahoo.com.mx) - Tel. y Fax 52 833 2 27 28 28

**Palabras clave:** BTC, llantas, reciclado

### **RESUMEN**

México enfrenta importantes problemas en el sector de la vivienda. El Gobierno de México ha dado prioridad nacional a la vivienda y ha establecido la meta de construir 750,000 viviendas por año en el marco de un programa sectorial para el período 2001-2006".

"Según el censo de vivienda y población realizado en el 2000, México contaba con 21.5 millones de viviendas para 22.3 millones de familias. El déficit de vivienda absoluto al año 2000 era de 756 000 unidades. Además las previsiones demográficas para los próximos 30 años indican que se necesitará una media de 732 000 nuevas viviendas por año durante los próximos diez años para satisfacer la creciente demanda de viviendas debido al crecimiento de la población. Se prevé que entre 2010 y 2030 la demanda de viviendas aumentará a 800 000 unidades por año. Las viviendas en arriendo a un precio asequible están muy poco desarrolladas en México, por lo que los sectores más pobres de la sociedad que no reúnen las condiciones para los programas estatales de financiación de la vivienda disponen de muy pocas opciones (Miloon Kothari, 2006).

Por otra parte la demanda de vivienda en Tamaulipas es de aproximadamente 37, 254 unidades *CONAFOVI. 2005*, este volumen de viviendas representan un gran consumo energético para construirlas por los sistemas de construcción convencionales.

Otro problema importante que enfrenta la zona norte del país donde se ubica Tamaulipas son los tiraderos de llantas de desecho que presentan un problema ambiental ya que son un riesgo a la salud y al ambiente por las emisiones de los incendios de llantas a cielo abierto, difíciles de extinguir, y porque sirven como criadero para la propagación de mosquitos.

La problemática de la construcción de vivienda, es que cada día es más cara, lo que abre un campo en la investigación de materiales alternativos regionales y el uso de materiales de desecho como es el caso de la llantas

Como una alternativa para la producción de vivienda se tienen los materiales de tierra, una de las problemáticas que tienen estos materiales es su durabilidad por lo cual la presente investigación pretende demostrar que la utilización del triturado de llanta reciclado puede mejorar dicha característica sin incrementar su costo, por otra parte se puede solucionar una problemática importante de contaminación al encontrarle un uso adecuado a las llantas de desecho. Ya que hasta el momento no existen estudios a este respecto.

### **INTRODUCCION:**

La construcción con tierra es tan antigua como la humanidad, siendo el material primordial en aquellas regiones donde hay escasez de recursos y vivienda. En la actualidad, un tercio de la humanidad vive en viviendas de Tierra y en países donde su desarrollo está en proceso, más de la mitad de sus viviendas son de Tierra. Se estima por el Centro para Asentamientos Humanos de las Naciones Unidas (UNCHS) que el suministrar vivienda de bajo costo y de materiales durables es uno de los principales retos en aquellos países.

Dentro de la múltiples técnicas para construir con tierra existe la variante, adobes tecnificados dentro de los cuales se encuentran: Los BTC o bloques de tierra comprimidos, donde una vez analizada la tierra se puede o no estabilizar con cemento para mejorar las características de la arcilla y la diferencia básica entre estos y los adobes, es que como su nombre lo indica son

comprimidos por medios mecánicos, tales como prensas manuales o prensas eléctricas u de otros medios de compresión.

En lo que se refiere a los BTC, sin embargo tienen algunos inconvenientes:

El sismo y el agua son los dos enemigos fundamentales de las construcciones con tierra.

1. Problemas de durabilidad. Degradación ante los fenómenos atmosféricos, en especial el agua (erosión y humedades).
2. Fragilidad frente a desastres naturales. Sismos e inundaciones (Maldonado, Rivera y Vela, 2002, p. 107).

Por otra parte se tiene el problema de contaminación de residuos sólidos, como es el caso de las llantas de desecho, el problema es muy grave como se menciona a continuación:

*“Las llantas de desecho son un problema ambiental en nuestro país, y más enfáticamente en la región fronteriza, dado el gran número de vehículos que circulan en las localidades fronterizas. Las llantas de desecho se depositan en patios de casas, tiraderos clandestinos, vía pública y en centros de acopio públicos y privados. Estas llantas, ya sea que se encuentren solas o acumuladas, son el refugio de plagas, roedores e insectos que son vectores de enfermedades, además que constituyen un riesgo para el entorno y la salud humana si se presenta la contingencia de un incendio en los sitios donde se acumulan estas. Para mejorar la problemática de la llanta de desecho se han generado planes y programas que guían a las autoridades municipales para mejorar su capacidad para manejar llanta de desecho”. (Comisión de Cooperación Ecológica Fronteriza, 2008)*

El reciclaje de estos materiales para producir materiales de construcción, sería una buena alternativa para acabar con el problema, uno de esos usos puede ser el usar el triturado de llanta como elemento que permita mejorar las características mecánicas de los Bloques de Tierra Comprimida (BTC), sustituyendo una parte de arena.

Es lo anteriormente expuesto la presente investigación busca poder demostrar las mejoras de las características mecánicas de los materiales de tierra así fabricados y así poder producir un material económico y de calidad que reduzca el costo de la vivienda actual.

#### **JUSTIFICACION:**

A nivel mundial, existe la preocupación no tan solo por vencer el reto del financiamiento de vivienda para los más pobres, sino la auténtica preocupación por abatir el costo de los materiales en aras de hacer la vivienda más accesible, llegando a la conclusión de que la vivienda auto-producida con supervisión es la respuesta más idónea, sin dejar a un lado el costo del suelo.

A nivel nacional según el censo de vivienda y población realizado en el 2000, México contaba con 21.5 millones de viviendas para 22.3 millones de familias. El déficit de vivienda absoluto al año 2000 era de 756 000 unidades. Además las previsiones demográficas para los próximos 30 años indican que se necesitará una media de 732 000 nuevas viviendas por año durante los próximos diez años para satisfacer la creciente demanda de viviendas debido al crecimiento de la población. Se prevé que entre 2010 y 2030 la demanda de viviendas aumentará a 800 000 unidades por año. Las viviendas en arriendo a un precio asequible están muy poco desarrolladas en México, por lo que los sectores más pobres de la sociedad que no reúnen las condiciones para los programas estatales de financiación de la vivienda disponen de muy pocas opciones.

La demanda de vivienda en Tamaulipas es de aproximadamente 37, 254 unidades (CONAVI, 2006), este volumen de viviendas representan un gran consumo energético para construirlas por los sistemas de construcción convencionales.

La conveniencia de llevar a cabo la presente investigación se vierte en dos factores:

Desde el punto de vista de la problemática de la vivienda:

Sería una contribución importante en el campo de la tecnología constructiva de la vivienda, en el área de producción social, ya que se aportará un material mejorado y económico que coadyuvará a bajar los costos de las viviendas, esto podría redundar en espacios más amplios y por ende viviendas habitables y dignas.

Desde el punto de vista tecnológico:

Poder demostrar que los BTC utilizando triturado de llanta, pueden mejorar sus características físicas y mecánicas.

### OBJETIVO GENERAL

Demostrar que los BTC fabricados con triturado de llantas de desecho mejoran significativamente las características físicas y mecánicas de los mismos.

### OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Evaluar las características de los BTC con respecto al porcentaje de absorción de agua, mediante bloques testigo y a diferentes concentraciones de triturado de llantas.
2. Determinar las propiedades físicas y mecánicas de los BTC triturado de llantas.
3. Evaluar el grado de toxicidad de los BTC elaborados con triturado de llanta, mediante pruebas químicas.

### METODOLOGÍA

El proceso de fabricación se inicia desde la selección del suelo adecuado, en este caso al no encontrar en la zona de estudio un suelo con las características ideales, se decidió fabricar uno con la mezcla de una arcilla de baja plasticidad (CL) y una arenal limosa en las siguientes proporciones 60% y 40%, a esta mezcla se le incorporo 6% de cemento como primer estabilizador, las variables fueron las concentraciones de mucilago y triturado de llanta, a continuación se dan los datos exactos de las proporciones para producir 14 BTC de 14 x 28 x 10 cm.

**Tabla 1: Cantidades de los materiales para la fabricación de los BTC.**

Material	Cantidad	Unidad
Arcilla de baja plasticidad	21.00	Kg
Arena limosa	23.00	Kg
Cemento	8.00	Kg
Agua	6.00	Lts

### Preparación de muestras

Con el triturado de llanta se hicieron cuatro (4) poblaciones con 5, 10, 15 y 20% y este porcentaje se le fue restando a la cantidad de arena limosa original, también se hizo una muestra control con 0% de triturado a continuación se dan los datos en peso del triturado según el porcentaje y la relación con la arena.

**Tabla 2: Cantidades de los materiales para la fabricación de los BTC.**

Porcentaje triturado de	Peso de triturado	Peso de arena	Peso total
5%	1.15 Kg	21.85 Kg	23.00 Kg
10%	2.30 Kg	20.70 Kg	23.00 Kg
15%	3.35 Kg	19.55 Kg	23.00 Kg
20%	4.60 Kg	18.40 kg	23.00 Kg

## **PRUEBAS REALIZADAS**

### **Resistencia a la compresión simple.**

Máquina de prueba:

De acuerdo con la norma NOM-C-36-ONNCCE-2004 la cual dice:

“La máquina de prueba debería estar equipada con dos bloques de acero, cuya dureza Rockwell C, no sea menor de 60 y de dureza Brinell N 620; una de las cuales tendría asiento esférico que transmitiera la carga a la superficie de la probeta, y el otro en un bloque plano rígido en el cual se destacó la probeta.

Cuando el área de aplicación de la carga de los bloques de acero no fue suficiente para cubrir el área que va cargar en la probeta deben colocarse placas adicionales de acero que cumplieran con los requisitos que se anotaron en el párrafo siguiente, estas se colocaron entre los bloques de carga y la probeta cabeceada de modo que el centroide de la superficie a la cual se le aplicó la carga y se alineó con el centro de los bloques de la máquina.

### **Placas y bloques de prueba**

Las superficies de los bloques y placas de carga no deberían diferir de un plano en más de 0.025mm. en cualquiera de las dimensiones y en 152.4mm. en el centro de la esfera del bloque superior, deberían coincidir con el centro de la carga. Si se usara placa de carga, el centro de la esfera, debería caer en una línea que pasara verticalmente en el centroide de la carga de la probeta.

El bloque con asiento esférico debería mantenerse fijo en su sitio, esto obliga ría a girarlo ligeramente en cualquier dirección. El diámetro de la cara de la carga de los bloques, debería entonces ser cuando menos de 16cm. Cuando se emplearan placas de acero entre los bloques de carga y la probeta, estos deberían tener un espesor igual, por lo menos de la tercera parte de la distancia de la orilla del bloque de carga a la esquina mas distante de la probeta” (ONNCCE, 2004)

### **PROCEDIMIENTO**

De acuerdo con la norma NOM-C-36-ONNCCE-2004 para hacer la prueba de resistencia a la compresión simple, se colocó la probeta con el centroide de su superficie para recibir una carga alineada verticalmente con el centro del bloque de carga –de acero--, de la máquina de prueba con las características que se describieron.

Una vez colocada la probeta se aplicó la mitad de la carga que se esperaba como máximo, a una velocidad conveniente, para posteriormente ajustar los controles de la máquina y dar una velocidad uniforme de traslado de la cabeza móvil, de tal manera que el resto de la carga no fuera aplicada en menos de un minuto, ni en más de dos.

### **CÁLCULOS DE RESULTADOS**

Para calcular los resultados se tomó la carga máxima en Kg., y se dividió entre el área transversal de la probeta, siendo esta, la total de una sección perpendicular a la dirección de la carga, incluyendo los huecos, a menos que estos estuvieran ocupados por porciones de unidades adyacentes. También se pudo obtener la resistencia a la compresión al área neta; calculándola de la siguiente manera (ONNCCE 2004):

$$AN = At - Ah$$

Donde:

An= área neta

At= área total de la superficie de la carga.

Ah= área de los huecos. “

**Especificaciones:**

Según la norma NMX-C-404- ONNCCE-1997, la resistencia a la compresión simple debía de ser como mínimo para tabiques recocidos de 60 Kg/cm<sup>2</sup>.

**Determinación de la absorción del agua**

Según la norma mexicana: NOM-C-37-ONNCEE-2005

**PROCEDIMIENTO**

Se registró el peso seco de 5 muestras y posteriormente se sumergieron en agua a una temperatura entre 17 y 23 grados centígrados, por un tiempo máximo de 24 horas; una vez terminado el periodo, se retiraron, se deshumedecieron, incluyendo el de las sendas y finalmente se secaron. Posteriormente a esto se obtuvo el peso específico sumergiendo el espécimen atado con un alambre, o bien con un cordón de nylon, de un diámetro pequeño, cuyo peso no debió ser mayor al 0.5% del peso de la pieza; posteriormente se colocó en una canastilla, la cual pendió de un brazo de la balanza, el proceso anterior se realizó evitando que tocara las paredes y el fondo del recipiente. (ONNCCE,2005)

**Especificaciones**

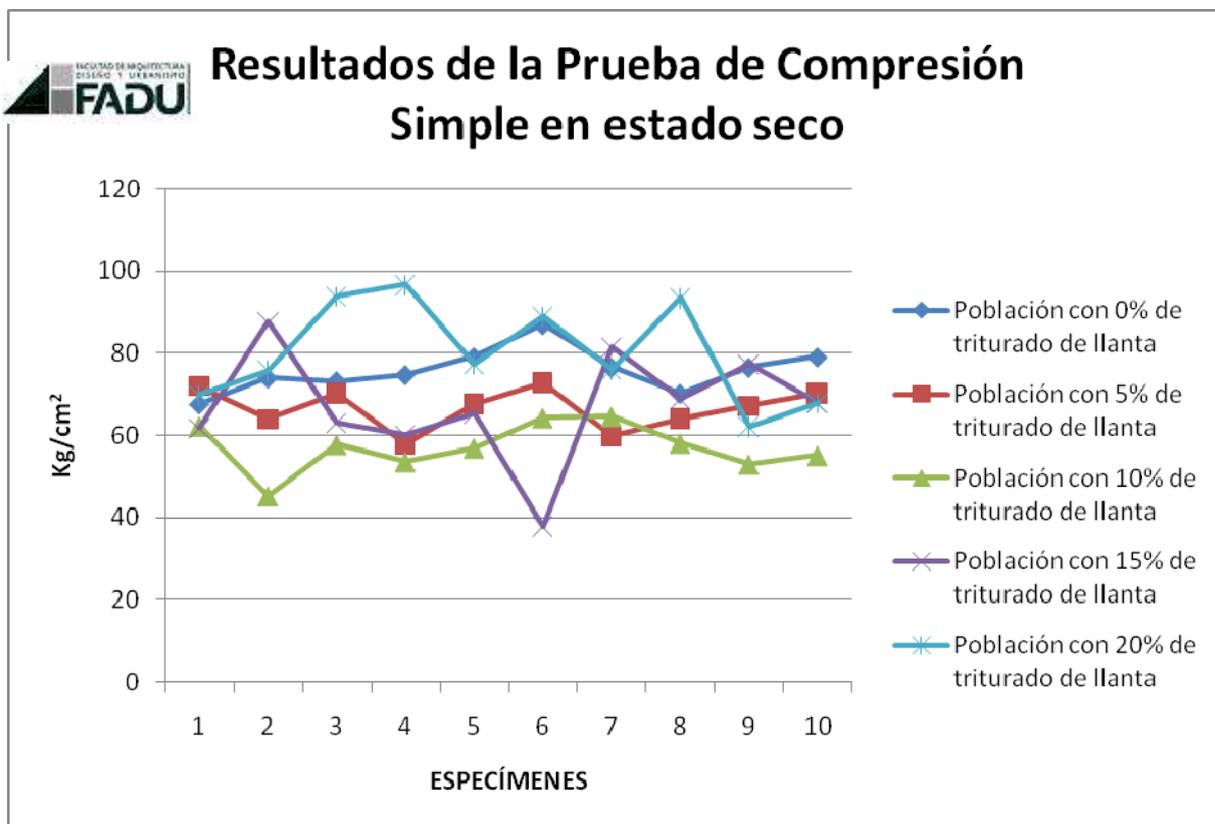
Según normas mexicanas NMX-C-404- ONNCCE-1997; para tabiques recocidos, la absorción debería de ser del 13 a 21%.

Obteniéndose los siguientes resultados para las diferentes pruebas practicadas:

		CONDENSADO DE RESISTENCIA DE BTC A LA COMPRESION ESTADO SECO CON DIFERENTES PORCENTAJES DE TRITURADO DE LLANTA				
<b>PROYECTO:</b>		<b>SUPERVISION:</b>				
<b>LOCALIZACION:</b>		<b>MUESTREADO POR:</b>				
<b>CONSTRUCTORA:</b>	FACULTAD DE ARQUITECTURA	<b>FECHA:</b>	DEL 10 AL 12 DE JUNIO DE 2008.			
<b>ELABORADO POR:</b>	PERSONAL DE LA FACULTAD DE ARQUITECTURA	<b>RESIST. PROY. :</b>	60 KG/CM <sup>2</sup>			
<b>MATERIAL:</b>	40% ARENA LIMOSA, 60% ARCILLA, 6% DE CEMENTO	<b>NORMA DE REF.:</b>	NMX-C-404-ONNCCE-1997			
		<b>ENSAYADOS POR:</b>	MANUEL ESTRADA	MONROY		
	<b>BLOQUE</b>	<b>0</b>	<b>5%</b>	<b>10%</b>	<b>15%</b>	<b>20%</b>
	1	67.60	71.96	62.27	61.71	69.90
	2	73.98	63.93	45.18	87.60	75.84
	3	73.21	70.18	57.76	62.98	93.90
	4	74.74	57.83	53.57	60.13	96.66
	5	79.08	67.58	56.91	65.36	77.45
	6	86.99	72.91	64.31	37.78	89.03
	7	76.53	59.82	64.62	81.56	76.02
	8	70.15	64.08	58.14	68.83	93.32
	9	76.53	67.19	52.96	77.35	62.19
	10	79.08	70.31	55.10	67.93	67.96
	<b>PROMEDIO</b>	<b>75.79</b>	<b>66.57</b>	<b>51.70</b>	<b>67.12</b>	<b>80.22</b>

Tabla 3: Condensado de resistencia a la compresión seca de los BTC con triturado de llanta.

Figura 1 Gráfica del comportamiento de las muestras en la prueba de compresión simple en estado seco



CONDENSADO DE RESISTENCIA DE BTC A LA COMPRESION ESTADO HÚMEDO PORCENTAJES DE TRITURADO DE LLANTA	
<b>PROYECTO:</b>	<b>SUPERVISION:</b>
<b>LOCALIZACION:</b>	<b>MUESTREO POR:</b>
<b>CONSTRUCTORA:</b> FACULTAD DE ARQUITECTURA	<b>FECHA:</b> DEL 10 AL 12 DE JUNIO DE 2008.
<b>ELABORADO POR:</b> PERSONAL DE LA FACULTAD DE ARQUITECTURA	<b>RESIST. PROY. :</b> 60 KG/CM <sup>2</sup>
<b>MATERIAL:</b> 40% ARENA LIMOSA, 60% ARCILLA, 6% DE CEMENTO	<b>NORMA DE REF.:</b> NMX-C-404-ONNCCCE-1997
	<b>ENSAYADOS POR:</b> MANUEL MONROY ESTRADA
<b>BLOQUE</b>	<b>0</b> <b>5%</b> <b>10%</b> <b>15%</b> <b>20%</b>
<b>1</b>	43.62      42.68      44.23      63.21      43.60
<b>2</b>	52.63      46.30      36.38      60.89      27.07
<b>3</b>	40.97      30.71      41.63      35.56      41.07
<b>4</b>	48.62      25.33      43.67      51.05      36.30
<b>5</b>	47.80      28.29      46.51      57.98      57.12
<b>PROMEDIO</b>	<b>46.73</b> <b>34.66</b> <b>42.48</b> <b>53.73</b> <b>41.03</b>

Tabla 4: Condensado de resistencia a la compresión húmeda de los BTC con triturado de llanta.

Figura 2 Gráfica del comportamiento de las muestras en la prueba de compresión simple en estado húmedo

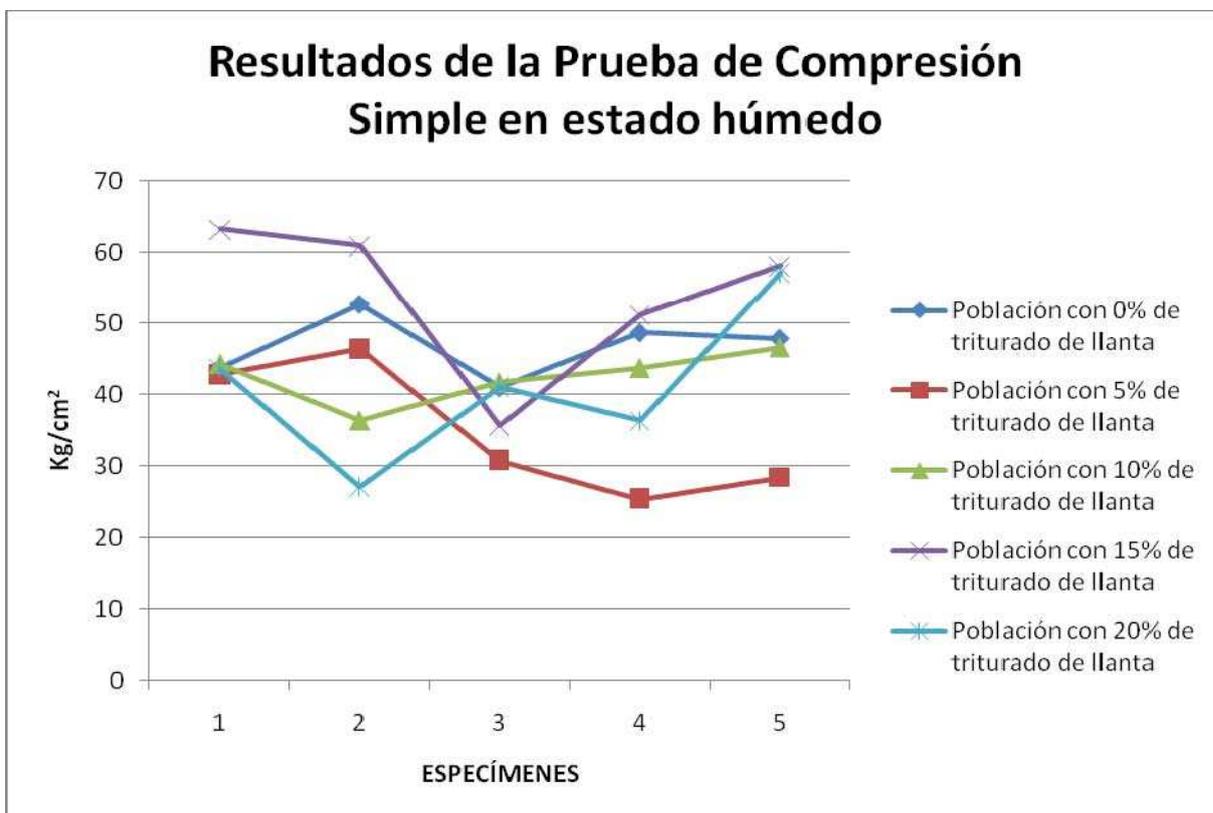
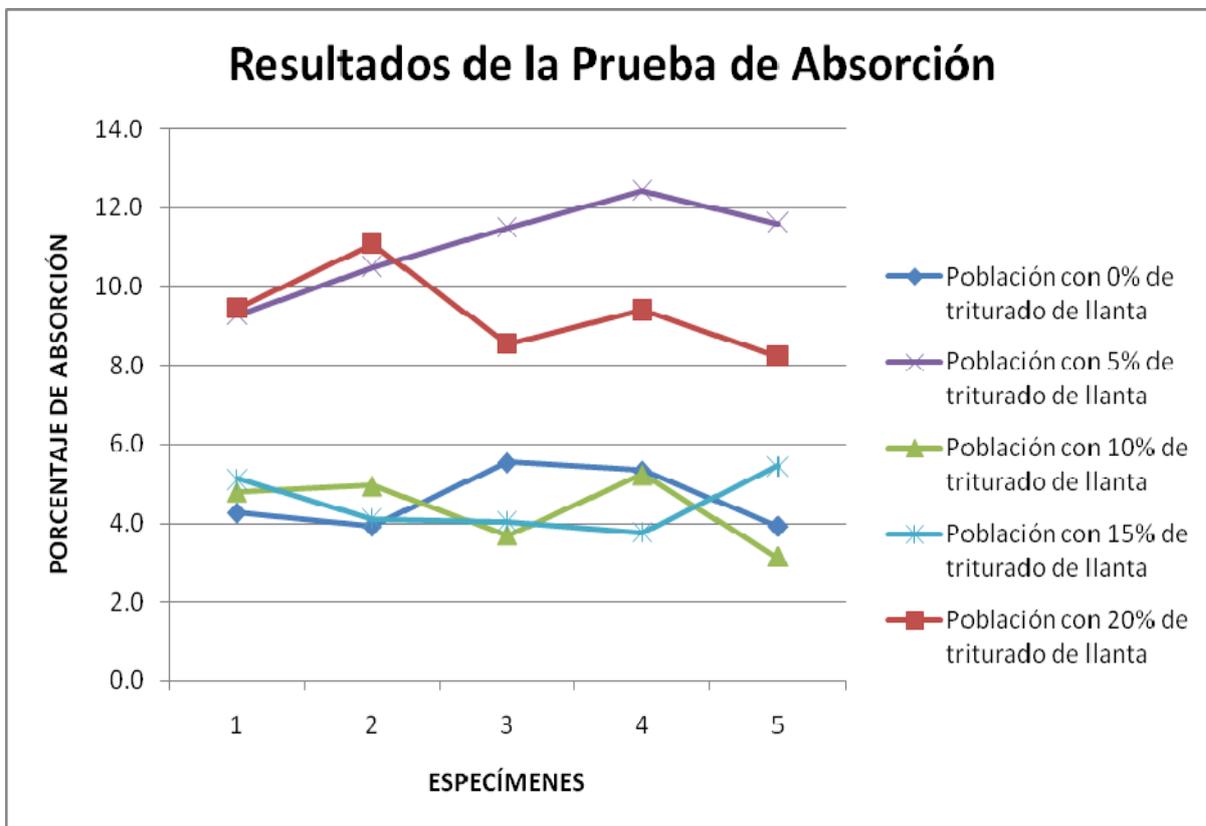


Tabla 5: Condensado de absorción de agua de los BTC con diferentes concentraciones de triturado de llanta.

 FACULTAD DE ARQUITECTURA DISEÑO Y URBANISMO		CONDENSADO DE ABSORCIÓN DE AGUA				
PROYECTO:		SUPERVISION:				
LOCALIZACION:		MUESTREO POR:				
CONSTRUCTORA:	FACULTAD DE ARQUITECTURA	FECHA:		DEL 10 AL 12 DE JUNIO DE 2008.		
ELABORADO POR:	PERSONAL DE LA FACULTAD DE ARQUITECTURA	RESIST. PROJ. :				
MATERIAL:	40% ARENA LIMOSA, 60% ARCILLA, 6% DE CEMENTO	NORMA DE REF.:				
		ENSAYADOS POR:		MANUEL MONROY ESTRADA		
	<b>BLOQUE</b>	<b>0</b>	<b>5%</b>	<b>10%</b>	<b>15%</b>	<b>20%</b>
	1	4.27	9.28	4.80	5.12	9.45
	2	3.93	10.51	4.95	4.12	11.09
	3	5.54	11.50	3.70	4.04	8.55
	4	5.33	12.44	5.23	3.77	9.41
	5	3.93	11.62	3.14	5.44	8.24
	<b>PROMEDIO</b>	<b>4.63</b>	<b>11.07</b>	<b>4.36</b>	<b>4.49</b>	<b>46.74</b>

Figura 3 Gráfica del comportamiento de las muestras en la prueba de absorción



#### ESTUDIO DE TOXICIDAD DE LOS BTC CON TRITURADO DE LLANTA.

A los BTC elaborado con triturado de llanta se les hizo un análisis toxicológico en base a las pruebas C.R.I.T. según las normas NOM-052-SEMARNAT/2005 y NOM-053-SEMARNAT/93. A la muestra se le realizaron las pruebas de: Corrosividad, Reactividad e Inflamabilidad, cuyos resultados se presentan a continuación:

Tabla 6: Toxicidad de los BTC con triturado de llanta.

	NUMERAL (NOM-052-SEMARTAT-2005)	ALCANCE	RESULTADO	LMP NOM-052-SEMARNAT-2005	LÍMITS DETENCIÓN DEL MÉTODO
<b>CORROSIVIDAD</b>	7.2.1/7.2.2.	A	10.75 UpH	2 – 12.5 UpH	No Aplica
	7.2.3	A	No Aplica	6.35 mm/año	No Aplica
<b>RECTIVIDAD</b>	7.3.1.	B	Negativo	Negativo	No Aplica
	7.3.2.	B	Negativo	Negativo	No Aplica
	7.3.3.	B	Negativo	Negativo	No Aplica
	7.3.4.	A	N.D.	250 mg HCN/Kg	< 2.0
	7.3.4	A	N.D.	500 mg H <sub>2</sub> S/Kg	< 2.0
<b>EXPLOSIVIDAD</b>	7.4.	C	Negativo	Negativo	No Aplica
	7.5.1	A	Ver resultados para los parámetros de la tabla 2 de la NOM-SEMARNAT-2005, en el informe de resultados anexos	Ver tabla 2 (NOM-052-SEMARNAT-2005)	Ver LDM en tabla 2 de la Norma NOM-052-SEMARNAT-2005, en el informe de resultados anexos
<b>INFLAMABILIDAD</b>	7.5.1.	A	No Aplica	Liq. > 60.5°C	No Aplica
	7.5.2.	B	N.D.	Negativo	No Aplica
	7.5.3.	C	N.D.	Negativo	No Aplica
	7.5.4.	C	N.D.	Negativo	No Aplica
<b>BIOLOGICO INFECCIOSO</b>	7.7	C	N.D.	Negativo	No aplica

### CONCLUSIONES

Se obtuvieron las siguientes conclusiones: con referencia a la compresión simple en estado seco la población con mejor resultado fue la de 20% de triturado ya que incremento la resistencia en un 5.84%, también se puede concluir que solo la población con 10% de triturado de llanta dio por debajo de lo que indica la norma mexicana que es de 60 kg/cm<sup>2</sup> y en estado húmedo la población que dio los mejores resultados fue la del 15% de incorporación con triturado de llanta ya que esta incremento su capacidad de carga en un 14.97%.

Con referencia a la absorción de agua dos poblaciones dieron una menor absorción de agua, la de 10% con un decremento del 5.83% y la del 15% con un decremento del 4.10 %.

Por último en el análisis de toxicidad resulto negativo para los BTC con triturado de llanta, para este análisis se utilizo la población con mayor cantidad de triturado, es decir la del 20%.

Por último se concluye que la incorporación de triturado de llanta a los BTC si mejora las características físicas y mecánicas con lo cual resulta una alternativa viable para la producción de un material de buena calidad y de bajo costo.

Así mismo el volumen a utilizar de triturado de llanta en los BTC en una producción masiva de viviendas permitiría reducir considerablemente el número de llantas tiradas y con lo cual se reduciría la contaminación y los focos de infección de enfermedades como el paludismo y el dengue.

## BIBLIOGRAFÍA

- Avita G., Rodolfo C (1997). *Suelo Cemento*, México: IMCYC.
- Azconegui, Francisco (et Al.). (1998), *Guía práctica de la cal y el estuco*, Editorial de los oficios, León.
- Bardou, Patrick, y Arzoumainian, Varoujan (1981). *Tecnología y Arquitectura, Arquitectura de adobe*. Barcelona: Gustavo Gili.
- Boyle-Bodin, F., et. Al (1989). *Estudios de la influencia del género de las arcillas en la elaboración de productos de "barro" estabilizado por mortero hidráulico, Vol.I, ponencia 11* (pp 207-216) en: Tercer Simposium CIB/RILEM MÉXICO '89, sobre materiales y tecnología para la construcción de vivienda de bajo costo. México: INFONAVIT.
- Chandra S., Eklund L., and R.R. Villarreal, "Use of cactus in mortars and concrete," *Cement and concrete research*, 28 (1998) 41.
- Comisión de Cooperación Ecológica Fronteriza. (2008). *Guía Municipal para el Manejo Integral de Llantas de Desecho*. México: Comisión de Cooperación Ecológica Fronteriza.
- CONAVI. (2006). *Necesidad de Vivienda 2006 - 2012*. MÉXICO: CONAVI.
- CONAVI. (2006). NECESIDAD DE VIVIENDA 2006 - 2012. En CONAVI, *NECESIDAD DE VIVIENDA 2006 - 2012* (pág. 223). MÉXICO: CONAVI.
- CONAVI. (2001). *REZAGO HABITACIONAL*. MÉXICO: SEDESOL.
- Conde, M. (22 de Enero de 2007). *Ambiente Plastico. com*. Recuperado el 13 de agosto de 2008, de [http://www.ambienteplastico.com/suscriptores/article\\_698.php](http://www.ambienteplastico.com/suscriptores/article_698.php)
- Fernández Loaiza, Carlos (1992). *Mejoramiento y estabilización de suelos*. México: Limusa.
- Hoffmann, Márcio. (2002), *Efeito dos argilo-minerail do solo na matéria prima dos sistemas construtivos com solo cal*, Tesis de Grado de Maestria, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal da Bahia, Salvador.
- Houben, Hugo; Rigassi, Vicebti, y Gamier, Philippe (1996). *Serie Technologies No. 5, Blocs de terre comprime, équipements de production*. Bruxelles: CRAterre – EAG.
- Houben, Hugo, y Dr. Oyejola O.A (1998). *Serie Technologies No. 11, Blocs de terre comprime, normes*. Bruxelles: CRAterre – EAG.
- Houber, Guillaud; Joffroy, Thierry, y Odul Pasca (1995). *Blocs de terre comprime, Volume II. Manuel de conception et de construction*. Alemania: CRAterre – EAG.
- GARCIA, N. (SEPTIEMBRE de 2003). *ENTREPRENEUR EN ESPAÑOL. COM*. Recuperado el 17 de AGOSTO de 2008, de <http://www.entrepreneurespanol.com/pagina.hts?N=14010>
- INEGI. (2007). *CONTEOS 2005*. MÉXICO: INEGI.
- INFONAVIT. (2008). *INFONAVIT, Vivienda económica*. Recuperado el 2008, de [http://www.infonavit.com.mx/infonavit\\_ampliado/oferentes/vivienda\\_economica/vivienda\\_economica.shtml](http://www.infonavit.com.mx/infonavit_ampliado/oferentes/vivienda_economica/vivienda_economica.shtml)
- Ramsey, 1999 en Cuadernos Técnicos de la FAO. Producción industrial de productos no alimentarios. Recuperado el: 29/08/2007 en: HYPERLINK "ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/009/a0534s/a0534s01.pdf" <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/009/a0534s/a0534s01.pdf>
- Roux Gutiérrez, R. S. (1990). *Utilización del Material Adobe para la Vivienda Popular en la Zona Conurbada de la Desembocadura del Río Pánuco*. Tampico: Universidad Autónoma de Tamaulipas.

ONNCCE (2004). *Norma Mexicana, NMX-C-036-2004 Industria de la construcción – Bloques, tabiques o ladrillos, tabicones y adoquines – Resistencia a la compresión –Método de prueba*. México: ONNCCE

ONNCCE (2005). *Norma Mexicana, NMX-C-037-2005 Industria de la construcción – Bloques, ladrillos o tabiques y tabicones – Determinación de la absorción de agua y absorción inicial de agua*. México: ONNCCE

**Rubén Salvador Roux Gutiérrez:** Arquitecto por la Facultad de Arquitectura de la Universidad Autónoma de Tamaulipas, Maestro en Ingeniería por la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Tamaulipas, Doctor Arquitecto por la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de la Universidad de Sevilla, Jefe de Investigación de la Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo de la UAT y Investigador Nacional Nivel I.

**Yolanda Guadalupe Aranda Jiménez MAC:** Arquitecta por el Instituto de Estudios Superiores de Monterrey, Campus Monterrey, Maestra en Administración de la Construcción por la Facultad de Arquitectura de la Universidad Autónoma de Tamaulipas, Doctorante por la Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo de la UAT, Jefa de Tutorías de la Facultad de Arquitectura Diseño y Urbanismo de la UAT.