



Universidad de Valladolid

Escuela Técnica Superior de Arquitectura
Máster en Investigación de Arquitectura

Investigación y propuestas de mejora del uso de la tierra y materiales de reciclado en la construcción

Habitabilidad básica en Guatemala

Lucía Lainez Carrasco

Dirige Dr. Arquitecto Félix Jové



Agradecimientos

A la vida por darme la oportunidad de venir a estudiar a este bello país, en donde la experiencia de crecimiento personal y profesional ha sido invaluable.

A mi familia. Mis padres Luis Lainez y Doris Carrasco, por formarme como la mujer que soy, educarme y enseñarme los valores que fundamentan todas mis acciones. A mis hermanos Zairy y Jorge, que para mí siempre han sido un ejemplo a seguir, por su tenacidad y por sus valores como personas.

A la Universidad de Valladolid por darme esta oportunidad de estudios, principalmente a mi tutor Félix Jové que me guió en este camino de la investigación, compartiendo sus conocimientos.

A todos mis amigos, tanto los de Guatemala como a los que tuve el privilegio de conocer durante mi estadía en España: Carla, Ale, Maru y Martín. Que fueron mi familia temporal, dándome su amor y cariño.

A mi prometido José Manuel Divas que me acompañó de cerca en toda esta experiencia, apoyándome en los momentos más importantes e incentivándome a ser mejor cada día y cumplir mis metas.

Índice

Introducción.....	4
Planteamiento del problema.....	5
Justificación de la investigación.....	6
Objetivos.....	8
1. Habitabilidad básica en Guatemala.....	8
1.1. Contexto general.....	9
1.2. Contexto social	10
1.3. Situación de la vivienda en Guatemala.....	11
2. Vivienda tradicional den Guatemala.....	14
2.1. Arquitectura popular maya.....	15
2.2. Adobe.....	16
2.3. Bajareque.....	18
2.4. Caña.....	19
2.5. Pajón.....	19
2.6. Palma.....	20
3. La cultura de lo desechable y sus repercusiones.....	21
3.1. Una reflexión sobre el consumismo.....	22
3.2. Cómo enfrentarnos al desecho.....	25
3.3. Aprender a valorar el desecho como componente necesario de la vida.....	27
3.4. Repercusiones medio ambientales.....	29
3.5. Acuerdos internacionales para afrontar el cambio climático.....	31

4.	Otra manera de entender la arquitectura.....	34
4.1.	Arquitectura Low Tech.....	35
4.2.	Experiencias con reciclado de cartón.....	36
4.3.	Experiencias con reutilización de botellas.....	37
4.4.	Experiencias con reutilización de palés.....	38
4.5.	Experiencias con reutilización de neumáticos.....	39
5.	El uso de la tierra y los materiales de reciclaje en la construcción.....	41
5.1.	Construcciones antisísmicas con tierra	44
5.2.	El adobe como elemento estructural	46
5.3.	La tierra como material de revoque.....	48
5.4.	El PET como relleno de muro.....	50
5.5.	Materiales de relleno para las botellas PET.....	51
6.	Proyecto de investigación y propuesta de muro mixto de fábrica de Adobe y PET.....	53
6.1.	Características generales de la botella PET utilizada.....	54
6.1.1.	Ensayos de laboratorio.....	55
a.	Muestra A: Botella vacía.....	56
b.	Muestra B: Botella rellena de plástico y bolsas de fritura.....	57
c.	Muestra C: Botella rellena de arena de miga.....	59
d.	Muestra D: Botella rellena de tierra.	61
6.1.2	Comparación de resultados con distintos rellenos.....	63
6.2.	Muro de mixto de fábrica de Adobe y PET.....	64
7.	Propuesta de Proyecto de habitabilidad básica.....	67
8.	Conclusiones.....	77
9.	Bibliografía.....	80

Introducción:

La arquitectura *Low tech* es una corriente que busca proyectar de una forma más responsable y armoniosa con el medio ambiente, a través de la reducción de los impactos ambientales y del consumo de recursos naturales no renovables en la construcción. Dentro de esta línea se centra el trabajo de investigación que une dos sistemas constructivos de bajo impacto ambiental: la construcción con tierra y la implementación de los desechos como material de construcción.

Esta corriente también busca aportar alternativas frente a grandes problemas a nivel mundial como el cambio climático y sus graves consecuencias para la vida y el desarrollo humano. En este sentido, el manejo y reciclaje de los desechos sólidos es un aporte importante.

Guatemala es un país sumamente rico en diversidad cultural, tradiciones y recursos naturales, sin embargo, también está sufriendo los impactos del cambio climático, sumado a otros problemas históricos y estructurales como la pobreza, la inequidad y la falta de acceso a vivienda. Además, se adolece de un sistema eficiente de recolección de basura, por lo que muchas comunidades se encuentran gravemente contaminadas. Esto afecta de forma directa a los recursos naturales, sobre todo el agua, el cielo y la atmósfera, lo que impacta negativamente en la calidad de vida de millones de guatemaltecos.

Es por ello que es de gran importancia contar con profesionales que se interesen por mejorar las condiciones de vida de la mayoría de la población mediante aportes de conocimiento intelectual de avanzada en base al contexto guatemalteco. En este sentido, este proyecto busca profundizar en la investigación sobre construcción sostenible y

accesible con materiales locales, que pueda darle a las personas posibilidades de autoconstruir su vivienda aprovechando los recursos locales.

Planteamiento de problema:

La creciente generación de desechos no biodegradables es un problema mundial, el cual se ve agravado por la falta de reciclaje o su disposición adecuada de forma que no sean contaminantes para el medio ambiente. Este es el caso de Guatemala, donde solamente el 36% de la población tiene acceso al servicio de recolección de basura que es un servicio privado, con un costo de aproximadamente 2 euros al mes. Además, no cuenta con un proceso de separación de desechos para un posterior tratamiento como el reciclado, sino que la mayoría terminan contaminando las fuentes hídricas, o en vertederos sin tratamientos adecuados para que estos no contaminen la tierra.

La contaminación generada afecta a todos los recursos naturales, entre los que destacan los recursos hídricos, ya que éstos son esenciales para garantizar la sostenibilidad de la vida, además de que la economía guatemalteca depende fuertemente del sector agrario. Frente a esta realidad, es imperante encontrar en estas amenazas nuevas oportunidades.

Guatemala también experimenta un acelerado crecimiento demográfico (2.39% anual), lo que impacta en el aumento de la demanda de recursos de todo tipo y en una situación de déficit de vivienda. Otras de las dificultades que existen son la pobreza, la inequidad, la falta de acceso a tierra y la falta de certeza jurídica. Esto provoca, entre otras cosas, problemas como el hacinamiento y hogares sin los mínimos requisitos para habitar.

Todo lo anterior resulta en una alarmante situación para muchos guatemaltecos y guatemaltecas que no cuentan con condiciones de vida digna en un país donde el Estado

no cuenta con la capacidad ni la voluntad para responder a las necesidades de las grandes mayorías.

Después de analizar este panorama se plantea el aprovechamiento de un recurso local como la basura, en este caso, las botellas PET, para implementarlo como un material accesible en la construcción que puede contribuir a la mejora de viviendas. Esto combinado con la arquitectura en tierra que forma parte de la riqueza natural y cultural del país.

Justificación de la investigación:

Este trabajo es importante porque a través del avance en la línea de una arquitectura de un impacto ambiental menor se abren las posibilidades para profundizar en nuevas líneas de investigación que no se centran en la utilización de recursos convencionales, sino que más bien en el aprovechamiento de desechos sólidos para la construcción y en aportar a la reducción de los impactos del cambio climático y a respetar el medio ambiente

Si bien esta propuesta busca brindar alternativas y oportunidades frente a este tipo de problemáticas actuales, es importante tener claro que la construcción con envases PET es una opción temporal, pues no se pretende justificar ni incentivar el consumo de los productos que vienen en estos envases. Más bien se busca crear conciencia en las personas y sus comunidades sobre la contaminación, los efectos del consumo y del desecho, pues el consumir siempre dejará a su paso basura y ésta interactúa con el medio ambiente contaminando la tierra, el agua y el aire que son fundamentales para el desarrollo de la vida.

El proyecto de investigación se apoya en la nueva tendencia de la arquitectura Low tech, que busca diseñar y crear soluciones a base de los recursos disponibles localmente y no gastar energía ni recursos en una fabricación elaborada ni en el transporte de los materiales. Asimismo, busca valorar la arquitectura tradicional y la sabiduría de las prácticas en la construcción que se han tendido en Guatemala, en este caso la construcción con tierra, para unir una tradición con una nueva forma de emplear los desechos, dándoles un mayor aprovechamiento y volverlos un recurso importante en vez de una amenaza contaminante.

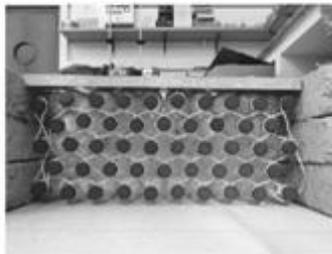
Este trabajo pretende también crear conciencia en todas las personas que lo puedan leer, para difundir las consecuencias y los peligros que conlleva la sociedad de consumo en la que vivimos, recobrando el sentido de responsabilidad social que compete desde las acciones individuales que cada uno podamos tomar, como a nivel local y comunitario.

Objetivos:

- Desarrollar una propuesta de habitabilidad básica con recursos sustentables como la tierra, y la reutilización de las botellas PET, dando así una alternativa para la autoconstrucción de vivienda.
- Investigar sobre la construcción con tierra, sus ventajas, características, posibilidades constructivas y el modo de empleo para países con incidencia sísmica.
- Investigar sobre propuestas en la arquitectura sobre la construcción con materiales de reciclaje, como los neumáticos, el cartón y botellas, para que sean la base en cuanto a una nueva propuesta constructiva.

Capítulo 1

Habitabilidad básica en Guatemala



1. Habitabilidad básica en Guatemala

1.1. Contexto General

Guatemala se ubica dentro del Continente Americano, en la región de Centro América. Tiene una población de 15.8 millones de habitantes¹ de los que alrededor de 3 millones viven en la capital: Ciudad de Guatemala, mientras que los otros centros urbanos del país –más pequeños- no alcanza ninguno de ellos 1.2 millones de habitantes por centro. El crecimiento demográfico es del 2.39 por ciento anual² y la densidad poblacional es de 145 habitantes por km². Pero tal vez el dato de población más importante para poner de relieve este trabajo es que aproximadamente el 51 % de la población vive en áreas rurales.

En cuanto al clima, es el característico de las latitudes bajas: un clima cálido y húmedo debido a su proximidad con el mar. Esto se traduce a que el sol incide de forma perpendicular, y las oscilaciones de temperatura durante el día son mínimas, por lo que generalmente el clima es agradable y benévolo. Por otra parte, debido a sus cadenas montañosas, se pueden encontrar a lo largo de todo el país diferentes microclimas generados por sus características orográficas.

Guatemala está propensa a desastres naturales de tipo geológico; como terremotos y huracanes que producen inundaciones y corrimientos de tierras. Los fenómenos naturales que han afectado con mayor fuerza en los últimos años han sido, el huracán Mitch en el año 1998³ y las tormentas tropicales Stan en 2005 y Bárbara en el 2007. En cuanto a los recursos hídricos el país cuenta con numerosos recursos naturales y fuentes



(1). Mapa Guatemala con divisiones departamentales.

Fuente:<http://www.mapaplanisferio.com/256/mapa-de-guatemala.html>

¹ Instituto Nacional de Estadística 2014 (INE)

² IDEM

³ Comisión Económica para América Latina (CEPAL)

de agua, sin embargo el 90%⁴ de los ríos, manantiales y lagos están contaminados con desechos -generalmente fecales- debido a la falta de infraestructura para el tratamiento de los residuos. Así mismo muchos basureros, tanto municipales como clandestinos, se ubican en zonas cercanas a los cauces de los ríos causando contaminación.

Además, solamente el 36%⁵ del total de la población de Guatemala, tiene acceso al servicio de recolección de basura. El problema de los desechos ha aumentado con el paso de los años. Al analizar un período de 9 años (2001-2010) se puede observar que los desechos no metálicos como el papel, vidrio, plástico y otros, aumentaron en un porcentaje del 18% durante este período, mientras que el desecho que más aumentó fue el caucho debido a los neumáticos, el cual aumentó en un 81% en 9 años. El 57%⁶ de los residuos producidos en Guatemala son incinerados o simplemente arrojados en algún lugar sin manejo alguno.

1.2. Contexto Social

Guatemala está dividida en 22 departamentos, y éstos comprenden 333 municipios. El 32%⁷ de la población vive en situación de pobreza y el 27%⁸ vive en situación de pobreza extrema. Esta pobreza extrema se da principalmente en las zonas rurales donde se concentran los mayores problemas como desnutrición, falta de vivienda y falta de servicios sanitarios e infraestructuras adecuadas.

⁴http://maternoinfantil.org/archivos/smi_D286.pdf

⁵ INE 2011

⁶ Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente (IARNA). Perfil ambiental de Guatemala 2010-2012

⁷ Instituto de Investigaciones Económicas y Sociales (IDÍES)

⁸ IDEM

Tabla 1. Cuenta de Residuos no metálicos (Toneladas)

tipo	año 2001	año 2010
papel	209,685.30	246,464.90
vidrio	22,039.00	25,904.00
caucho	600,238.50	1,097,814.70
plástico	127,196.50	149,507.20
otros (textil)	53,523.30	62,911.50
total	1,012,682.60	1,582,602.30

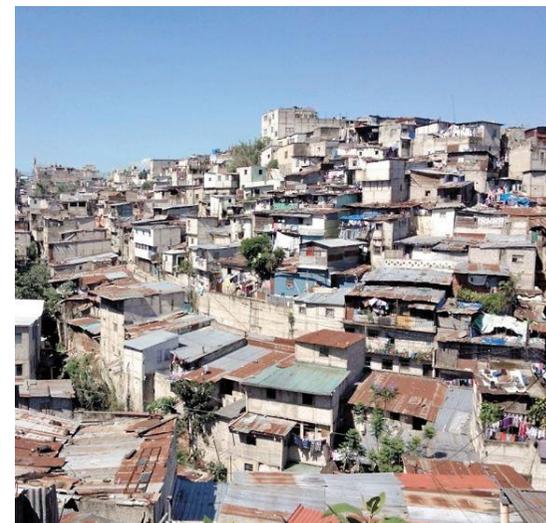
*Fuente: Sistema de Contabilidad Ambiental y Económica de Guatemala 2001-2010

En todo el país se hablan un total de 23 idiomas. Esta riqueza cultural resulta en realidad una barrera en cuanto a la transmisión de conocimientos y la comunicación entre distintas etnias y comunidades. A este dato se suma el porcentaje total de analfabetismo, que alcanza el 16.6%, aunque este dato varía según la región y la etnia del país, en donde los porcentajes pueden llegar a incrementar hasta un 30% en las áreas más rurales.

Durante los años de 1954 a 1985, Guatemala vivió un conflicto armado interno que afectó de gran manera a la población civil, dejando pérdidas humanas y destrucción de la infraestructura y vivienda. Durante este período de tiempo muchos fondos destinados a cubrir las necesidades básicas de la población, como la infraestructura, salud y educación fueron desviados hacia la defensa y la seguridad nacional. Por todo ello aún existen comunidades en el país que están afectadas y el proceso de recuperación está sido lento afectando a su desarrollo.

1.3. Situación de la vivienda en Guatemala

Una gran parte de las viviendas en Guatemala son construidas por el sector informal. Sólo en el área metropolitana la vivienda informal constituye casi el 40% de la totalidad de las viviendas, por lo que no se puede negar que este sector es un importante componente en la provisión de vivienda. Los asentamientos informales se producen mayormente por invasiones de terreno. El 89% de la población cuenta con una casa o apartamento, mientras que el 11% de la población vive en cuartos, en ranchos, o en viviendas improvisadas⁹. En cuanto a los materiales de construcción, el material predominante son las paredes de block que conforma el 56.92% de las construcciones, el 36.08% de las viviendas están construidas con muros de adobe, madera, bajareque y



(2). Barrio la Limonada, Ciudad de Guatemala

Fuente:

<http://especiales.prensalibre.com/revistad/2012/09/09/educacion.html>

⁹ Encuesta Nacional de Condiciones de Vida 2011 (ENCOVI)

caña, el ladrillo constituye un 0.96%, la chapa metálica un 4.82% y el resto con otros materiales conforma el 1.23%. Los techos de las casas están contruidos en su mayoría con chapa metálica 72%, y el segundo material más empleado son los techos de hormigón que conforman el 19%, y el resto están techados con paja, palma, lámina de asbesto y otros. La mayoría de los pisos de las casas son de losa de cemento o tierra.

El tamaño promedio de una vivienda mediana es de 38 m², y el espacio habitable por persona en la vivienda es tan solo de 8m². Si comparamos estos datos con el resto de países de América Latina, en la que una vivienda media tiene una superficie de 67 m², y el espacio por persona es de 15.6 m²¹⁰ llegamos a la conclusión de que en Guatemala las viviendas no cumplen con la superficie necesaria por persona. Actualmente el 43%¹¹ de la población vive en una situación de hacinamiento donde más de 3 personas duermen en una habitación. Además la población urbana se ha duplicado desde 1995 lo que ha provocado una presión muy alta en la demanda de vivienda y en consecuencia el hacinamiento anteriormente mencionado.

Sin embargo las condiciones del sector de la vivienda muestran que existen abundantes terrenos y una densidad poblacional baja, pero el acceso a la compra de terrenos está limitado por los bajos niveles de ingresos. Los terrenos en la zona metropolitana se dividen en dos clases; los llanos, que generalmente los utilizados por el sector formal de la vivienda, y los terrenos en pendiente y barrancos, que son ocupados por el sector informal de la vivienda. Debido a la falta de acceso a tierras, muchas personas se ven obligadas a invadir terrenos. Esta es una de las causas de la precariedad de la vivienda, ya

¹⁰ SHOLMO, Angel. Políticas y programas de vivienda en Guatemala: Diagnósis, evaluación y guías de acción. Banco internacional de desarrollo. 2000.

¹¹ IDÍES

Material predominante en el piso

	<i>Frecuencia</i>	<i>Porcentaje</i>
Ladrillo de cemento	166,073	5.57
Torta de cemento	1,103,908	37
Tierra	907,297	30.41
Piso de Cemento	245,916	8.24
Piso de Granito	259,280	8.69
Piso Cerámico	284,422	9.53
Madera	12,181	0.41
Otro	4,466	0.15
Total	2,983,543	100

Material predominante en el techo

	<i>Frecuencia</i>	<i>Porcentaje</i>
Lámina Metálica	2,136,356	71.6
Concreto	567,050	19.01
Teja	178,926	6
Paja, palma o similar	65,864	2.21
Lámina de asbesto	22,840	0.77
Otro	12,507	0.42
Total	2,983,543	100

que al habitar un terreno invadido las probabilidades de que sean desalojados son altas y por esta razón las personas no invierten en sus viviendas, dado el carácter temporal que adquieren.

Con relación a los servicios que tienen las viviendas, se cuenta con que solamente 60.2%¹² del total de las viviendas cuentan con conexión al agua potable, y la mayor parte de hogares afectados por la falta de este servicio se encuentran en las zonas rurales del país, siendo el departamento de Alta Verapaz el más afectado, donde solamente el 22.6% de las viviendas cuenta con este servicio.

Esta situación tiene consecuencias sociales, ya que la falta de acceso al agua, hace que muchas personas, en su mayoría mujeres y niñas, dediquen una gran parte de su tiempo a acarrear agua, lo que las limita para emplear este tiempo en trabajo o estudio.

Material predominante en las paredes exteriores

	<i>Frecuencia</i>	<i>Porcentaje</i>
Block	1,698,152	56.92
Madera	405,785	13.6
Adobe	556,638	18.66
chapa metálica	143,829	4.82
Bajareque	40,431	1.36
Lepa, palo o caña	73,423	2.46
Ladrillo	28,499	0.96
Otros	36,786	1.23
Total	2,983,543	100

Tipo de vivienda en Guatemala

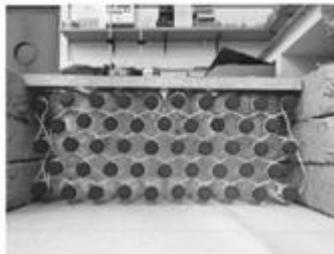
	<i>Frecuencia</i>	<i>Porcentaje</i>
Casa	2,621,531	87.88
Apartamento	42,918	1.44
Cuarto de vecindad	80,633	2.7
Rancho	65,916	2.21
Improvisada	172,252	5.77
Total	2,983,543	100

*Fuente: Encovi 2011

¹² INE 2011

Capítulo 2

Vivienda tradicional en Guatemala



2. Vivienda tradicional en Guatemala

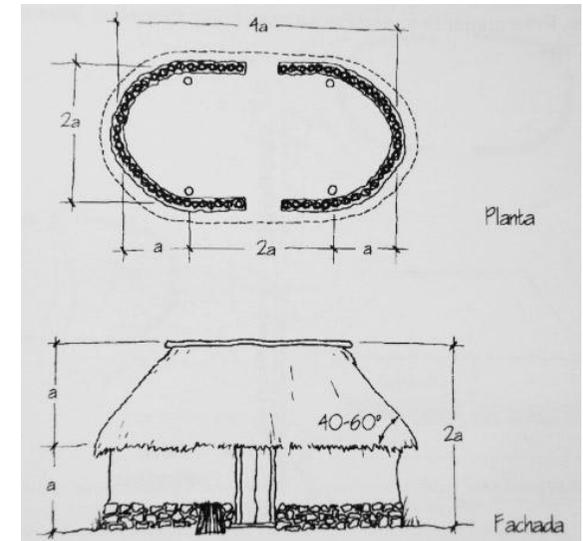
La arquitectura local se ha dado como respuesta al clima y a los materiales disponibles en la zona, por lo que en la región de Guatemala las dos estrategias básicas de la arquitectura, (según el clima cálido húmedo) son la protección de la radiación solar y la ventilación. Por lo que se procuran los espacios amplios y trazado regular de las calles para facilitar la circulación del aire. Implementación de vanos en los muros, así como la utilización de paredes y techos ligeros y la búsqueda de la sombra por medio de vegetación.

2.1 Arquitectura popular Maya

La Arquitectura tradicional Maya en la vivienda, aun se puede encontrar en ciertas regiones rurales de Guatemala. Dicha arquitectura está determinada por el clima ya que no tiene diversidad de ambientes interiores, si no que es un único espacio que puede ser utilizado como dormitorio y cocina. Esto está directamente relacionado con el clima benévolo de la región que permite que muchas actividades diarias se realicen en el exterior.

La vivienda generalmente tiene una planta rectangular o absidal, y el ancho es de 4 metros que es al ancho que ocupa una hamaca de colgar. El suelo de la vivienda es de tierra compactada, cuenta con un zócalo de piedras que mide un metro de altura por 50 centímetros de ancho. La estructura principal de la casa es de forma independiente a los muros de cerramiento, la cual consta de 4 palos u horcones¹³, en los cuales se apoya la

¹³ NEILA GONZÁLEZ, Francisco J. *Arquitectura Bioclimática; En Un Entorno Sostenible*. Madrid: Munilla-Lería, 2004. ISBN 84-89150-64-8; 9788489150645



(3). Planta y fachada típica vivienda Maya.

Fuente: Neila, 2004



(4). Vivienda de Bajareque de planta absidal. Nanukimí, Campeche.

Fuente: Sánchez, 2006

estructura del techo. Las paredes suelen ser de madera, o caña, con un revoque de barro y fibras vegetales¹⁴. La cubierta está conformada por una estructura de madera que se cubre con palma guano o tiras largas de césped llamadas *zacate*. La cubierta de palma puede tener una vida útil de hasta 25 años con un mantenimiento regular¹⁵. El techo, que es de 2 ó 4 aguas, tiene una pendiente de 40 a 60 grados, lo que es beneficioso por dos razones: la primera, porque debido a la inclinación es ideal para la rápida evacuación de las aguas de lluvia, y la segunda, porque la incidencia de los rayos de sol en la cubierta es parcial, lo que hace que la vivienda absorba menos calor.

2.2. Adobe

El adobe fue llevado a Guatemala, como resultado de haber sido colonizado por un país de Europa mediterránea: España. Que por ser un país seco, utilizaba la tierra como material de construcción. Actualmente el adobe constituye el 19% del inventario de la vivienda en Guatemala¹⁶. Cuya utilización en la construcción disminuyó después del terremoto sufrido en Guatemala en 1976, el cual dejó muchas víctimas y destrucción de viviendas. Sin embargo muchos estudios demuestran que lo que más determina la calidad de la vivienda es la mano de obra con la que se construye y el sistema constructivo, ya que el adobe ha demostrado ser un material adecuado en lugares afectados por terremotos.

La construcción con este material consiste en un sistema de mampostería, conformado por piezas prismáticas, hechas a base de una mezcla de: tierra limpia (formada de arcilla

¹⁴ SEPÚLVEDA, Blanco Rafael. Narváez, Enríquez Francisco. El desarrollo rural y la transformación del patrimonio arquitectónico tradicional. Revista *Estudios geográficos* LXVI, 2005, pp. 407-434. ISSN: 00141496

¹⁵ ÍDEM

¹⁶ ENCOVI 2011



(5). Preparación de la mezcla del barro

Fuente:http://edwintobias.com/index.php?p=1_10_4-Criterios-Tecnol-gicos



(6). Amasado del barro

Fuente:http://edwintobias.com/index.php?p=1_10_4-Criterios-Tecnol-gicos

y arena), fibras naturales como el *bagazo* de la caña, pino y/o paja, y agua. Las viviendas tradicionales de adobe son de un solo nivel, con planta rectangular o cuadrada, de techos a una o dos aguas de distintos materiales según de la región donde se encuentren.

Para la fabricación primero se debe ubicar una cantera de tierra, se elimina la capa vegetal y después se junta la tierra limpia en una base sólida que debe estar libre de piedras y de otros elementos ajenos a la mezcla. A la tierra limpia se le agrega suficiente agua hasta lograr que la tierra se convierta en barro. Cuando el barro ya ha absorbido toda el agua y se tiene una mezcla homogénea se le agregan las fibras naturales, las cuales sirven estabilizar la mezcla y que los adobes no presenten fisuras posteriormente¹⁷, también es común utilizar como estabilizadores productos industriales como la cal, el cemento y el asfalto. Después esta mezcla se vuelve a amasar con los pies y azadones y cuando se ha terminado se deja descansar durante 2 días, siempre protegidos del sol directo y de la lluvia, antes de verterlo en los moldes. Los moldes para el adobe, llamados adoberas se fabrican con madera y dimensiones de éstas varían, pero generalmente se fabrican de: 38 x 38 x 8 cm., o bien de: 10 x 20 x 40 cms. y 10 x 28 x 40 cms. Al rellenar las adoberas con la mezcla de barro, se debe cuidar de humedecerlas, para que éstas no absorban el agua de los adobes y en cada nuevo uso se les debe rociar arena para que el barro no se adhiera al molde. Después de haber rellenado los moldes, se dejan secar al aire libre por 3 días y se les cambia a una posición de canto para que el secado sea parejo, para luego de 3 semanas poderlos apilar. En este proceso es muy importante que los adobes estén protegidos de las inclemencias climáticas, tanto de la lluvia como del sol, ya que los adobes se pueden agrietar.

Al estar secos los adobes, se procede a realizar la construcción del cimiento para la vivienda, utilizando hormigón ciclópeo el cual debe tener un ancho mínimo 1 1/2 del



(7).Elaboración de adobes a mano

Fuente:<http://cattusguatemalensis.blogspot.com.es/2011/03/oficios-y-negocios-en-guatemala.html>



(8). Secado de adobes

Fuente: <http://octopus.org/guatemala/atitan>

¹⁷ MALDONADO RAMOS, Luis; and VELA COSSIO, Fernando. *Curso De Construcción Con Tierra 1, Técnicas y sistemas Tradicionales*. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid, 1999. ISBN: 8489977828

ancho del adobe, con una profundidad no menor a 0.40 mts. El hormigón ciclópeo se compone de una parte de cemento, 4 partes de arena y 6 partes de grava. O bien, 1 parte de cemento por 10 de grava.¹⁸ También se puede emplear cal si no se cuenta con cemento, pero en este caso, el cemento debe aumentar sus proporciones. Posteriormente se debe ejecutar un zócalo o *sobre cimiento* para proteger los muros de la erosión, y sobre éste empezar el levantado del muro de adobe. El sobre cimiento puede ser de hormigón del mismo ancho del muro, o bien de piedra mediana con un mortero de cemento o cal.¹⁹ Debido al peso propio del muro no se debe levantar más de un metro de altura del muro por día dado a que se puede vencer por el peso propio. El mortero utilizado para las uniones verticales y horizontales de los adobes es el mismo barro que se utilizó para la conformación de los adobes y debe tener un ancho de 2 cms. Éste mortero también sirve para realizar un enfoscado y de esta manera proteger al muro de las inclemencias del tiempo. Un muro protegido de esta manera, puede llegar a tener una vida útil entre 25 hasta 40 años, por lo que es muy importante la aplicación del revoque. Por último se deben unir todos los muros por medio de una viga tipo anillo, que puede ser de madera, hormigón armado, o malla soldada.

2.3. Bajareque

El bajareque es una estructura conformada por cañas amarradas y postes de madera como columnas principales recubierta por una mezcla de barro con fibras naturales. Para la construcción se ubican postes de madera, a no más de 1.20 mts, que están enterrados

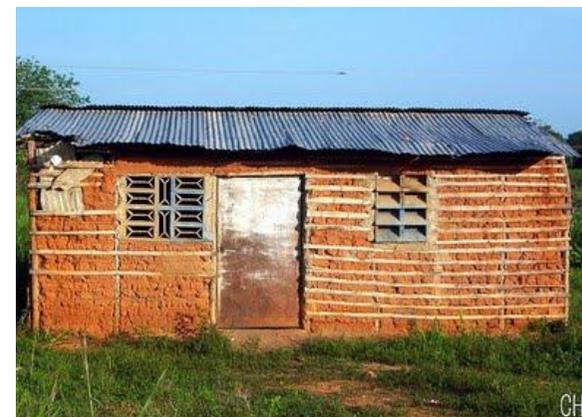
¹⁸ MORALES MORALES, Manuel de Jesús. *Construcción de Viviendas con Adobe. Recomendaciones para su Habitabilidad*. (Tesis), Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala 1997.

¹⁹ ÍDEM



(9). Construcción de viviendas con adobes cuadrados.

Fuente: <http://www.ecosur.org/index.php/ediciones-anteriores/37-edicion-4-junio-2004/98-revestimientos-para-combatir-enfermedad-conectando-la-ciencia-con-la-practica>



(10). Casa de Bajareque. Tradición de la etnia Xinca, Jutiapa.

Fuente: http://yosoyxinka.blogspot.com.es/2011_08_06_archive.html

0.50 mts. Luego, como viga, se coloca un travesaño de madera y se fija con fibra de *maguey* o pita.

Se cortan las varas de caña, de igual longitud a la viga del travesaño, y se colocan de forma horizontal, amarradas con una separación de 0.10 mts. Después se hace una mezcla de barro y fibras que pueden ser paja, acícula de pino y se rellenan los espacios vacíos entre las varas de caña con esta mezcla.

2.4. Caña

Sistema que utiliza como materia prima la caña de maíz, que se aprovecha al pasar la época de cosecha, y se utiliza en el occidente de Guatemala. No se considera como una construcción formal debido a su naturaleza vegetal se deteriora con el tiempo. La estructura consiste en horcones, varas, vigas y caña. Los horcones, sirven como columnas y se coloca posteriormente el travesaño, y se asegura con fibra de *maguey*. Se amarran varas a los horcones para conformar marcos, en los que posteriormente irán amarradas las cañas. Éstas se amarran en puñados de 3, y se colocan paralelas a los horcones, y se amarran con fibras a las varas que hacen los marcos.

2.5. Pajón

El pajón se localiza en regiones de Guatemala que se encuentren por encima de los 2,300 metros de altura sobre el nivel del mar. El pajón se utiliza como material de cubierta, la cual debe tener una estructura principal con una retícula de 0.50 x 0.50 mts. con varas de madera, amarrados con fibra de *maguey* o *mecate*. Dicha estructura debe tener mucha



(11). Casa con techo de pajón. Tradición de la etnia Xinca, Jutiapa.

Fuente:http://yosoyxinka.blogspot.com.es/2011_08_06_archive.html

pendiente para ayudar a evacuar las aguas de lluvia. Posteriormente se hacen los fajos de pajón y se van instalando en forma de hileras, quedando unos encima de otros. Este tipo de techado es un buen aislante térmico y tiene una durabilidad promedio de 20 años.

2.6 palma

Este tipo de cubierta, es utilizado en regiones de clima cálido, se utiliza la hoja de la palmera y ramas secas de árboles para conformar la estructura del techo. El techo se realiza a dos o cuatro aguas, con una pendiente elevada para evacuar rápidamente el agua de lluvia, con una estructura reticular de 0.50 x 0.50 mts. Se colocan las hojas de palma en capas bien tupidas, y se amarran con pita. La construcción de este techo admite varias capas superpuestas de palma ya que su peso no es significativo.



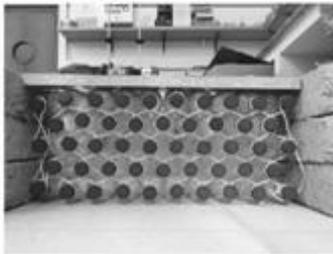
(12). Techo de palma *guano*.

Fuente:<http://cronicahouston.com/?p=474>

5

Capítulo 3

La cultura de lo desechable y sus repercusiones



3. La cultura de lo desechable y sus repercusiones

El predominio de la sociedad de consumo en la actualidad, ha sido llamada “La modernidad líquida”²⁰ esta genera cada vez más basura, la vida de las sociedades es cada vez más rápida y cambiante, donde todo es momentáneo y pasajero, desde los valores morales hasta los artículos de consumo, que son diseñados para convertirse en obsoletos rápidamente y así ser desechados. La publicidad y el mercadeo nos invitan constantemente a consumir pero se deja de lado las consecuencias de este consumo: la generación de basura, los tratos injustos a los trabajadores, la energía y los recursos necesarios para producir estos bienes.

3.1 Una reflexión sobre el consumismo

La sociedad de producción y consumo nace con la segunda revolución industrial (1870-1914) donde la producción en masa de bienes y la electricidad como fuente de energía dan paso a la fabricación en serie de artículos para utilización de la vida diaria.

Esta influencia tecnológica se reflejó en el nacimiento de la arquitectura moderna que se inspiraba en el sueño industrial enraizado en un cambio económico y cultural, liderado por los arquitectos Le Corbusier, Mies Van der Rohe, Rietveld, y Melnikow, sin embargo, mucha de la arquitectura moderna temprana, dejó de un lado los problemas de impacto ambiental²¹ que conllevaba las construcciones de estas revolucionarias obras arquitectónicas.

²⁰ MONTANER, Josep M; and MUXÍ, Zaida. *Arquitectura y Política: Ensayos Para Mundos Alternativos*. Barcelona: Gustavo Gili, 2011, ISBN 9788425224379

²¹ WINES, James; and JODIDIO, Philip. *Green Architecture*. Hong Kong: Taschen, 2008. ISBN 9783836503211



(13). Revolución industrial

Fuente: <http://sobrehistoria.com/todo-sobre-la-revolucion-industrial/>

Los precios relativamente bajos de la materia prima potenciaron a que las fábricas dejaran la práctica de la recuperación de materiales, que fue una característica positiva hacia el medio ambiente de la primera revolución industrial²². Y por otra parte, el crecimiento de poder adquisitivo de ciertos sectores de la sociedad, hacía posible el consumo de diversos bienes. En este momento es donde el capitalismo se posiciona como modelo económico. Si bien, la sociedad estaba acostumbrada a vivir de una manera más modesta, con exigencias de renuncia y austeridad, dichos valores fueron reemplazados con el tiempo por normas de satisfacción y deseo²³, infundadas por masivas campañas de publicidad, que hasta la actualidad, siguen promoviendo el consumo, lo que ha generado la explotación de los recursos del planeta y la pérdida de valores.

Varios filósofos, entre ellos Jean Baudrillard²⁴, reflexiona sobre cómo la cultura del consumo, separa a los individuos de la realidad, creando estados peligrosos de ilusión, donde la simulación pasa a ser la nueva realidad. Así mismo, el dramaturgo Douglas Coupland, en su novela Generación X, aborda temas relacionados al comportamiento de la sociedad frente al consumo y la pérdida de valores. El consumismo también genera otro problema importante aparte del de los desechos; el de la demanda de más espacio, ya que las familias requieren más ambientes para albergar sus bienes. En la actualidad una familia pequeña promedio estadounidense, necesita un espacio de 220 metros cuadrados de vivienda, mientras que en 1970 una familia con las mismas características demandaba solamente 158 metros cuadrados.²⁵

²² LYNCH, Kevin; and SOUTHWORTH, Michael. *Echar a Perder: Un Análisis Del Deterioro*. Barcelona: Gustavo Gili, 2005. ISBN 84-252-2044-0

²³ HERNANDEZ López, Rafael (2012) *Los recursos medioambientales aplicados a la arquitectura contemporánea en vivienda aislada*. Tesis (Doctoral) E.T.S Arquitectura (UPM)

²⁴ WINES, James; and JODIDIO, Philip. *Green Architecture*. Hong Kong: Taschen, 2008. ISBN 9783836503211

²⁵ GOLDSMITH, Sara. *Vitamin Green*. London: Phaidon, 2012. ISBN 978-0-7148-6229-3.



(14). “una pequeña historia sobre el consumo”. Consumo y desecho, solo es cuestión de tiempo

Fuente:<http://wronghands1.wordpress.com/>



(15). Fotografía de supermercado

<http://www.pbase.com/image/136700090>

El entorno social actual valora sobre todo, la importancia de la riqueza material y el dinero. Por lo cual las relaciones sociales y familiares se han deteriorado, y los valores como el compromiso y la responsabilidad frente a generaciones posteriores, son sustituidos por la satisfacción de las necesidades personales. La sociedad se encuentra en un estado colectivo de negación donde no se responsabilizan por las consecuencias destructivas del despilfarro y consumo.

Kevin Lynch (1998) aborda este problema proponiendo desarrollar una ética del bajo consumo que encuentra elegancia en la escasez, lograda mediante una obligación de reducción de consumo por la subida de precios o carestía, o incluso por la vergüenza ante las desigualdades del mundo. También no se debe olvidar que el consumo de bienes es necesario, pero se puede abordar de una forma distinta: siendo consumidores responsables²⁶ evitando el consumo excesivo de envases como latas, tetra bricks, envases plásticos, etc. Analizando antes de hacer una compra la disposición final de lo que se adquiere, sus posibilidades de reutilización de reciclaje y qué daños podrá causar al medio ambiente. Es decir hacer las compras de una manera sostenible. Por lo tanto el consumo nos permite hacer elecciones, acerca de lo que compramos, dónde y cuál es su envoltorio y de esta forma aportar de forma positiva como consumidores conscientes.

²⁶ MONTANER, Josep M; and MUXÍ, Zaida. *Arquitectura y Política: Ensayos Para Mundos Alternativos*. Barcelona: Gustavo Gili, 2011, ISBN 9788425224379

3.2 Cómo enfrentarnos al desecho

Aunque a veces los desechos nos repelen e incluso pueden causar enfermedades y la muerte, también pueden proporcionarnos placer, enriquecer nuestro sentido del pasado y ayudar a la vida misma (LYNCH, K., 1998 p.153)

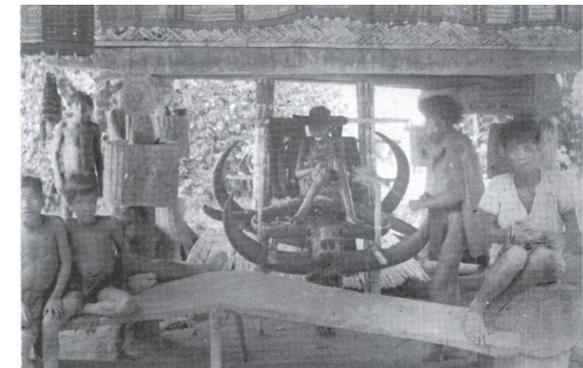
Los desechos siempre han formado parte inherente de la vida humana, es parte de un proceso biológico de nuestro propio cuerpo. El deterioro en el cuerpo humano lo experimentamos al pasar de los años cuando las funciones del cuerpo se empiezan a dañar, lo que eventualmente terminará en la muerte. Dependiendo de la cultura así es la forma de enfrentarse a este suceso natural, como ocurre en la cultura filipina de los Ifagao, que exponían por más de quince días el cadáver en una silla mortuoria, o en la cultura india, que suelen cremar los cadáveres como símbolo del inicio de una nueva vida en la cual seguirá una reencarnación. En la actualidad nos alejamos de esta forma de tratar con nuestra propia muerte y se contratan a compañías que se dedican exclusivamente al entierro o incineración de los cuerpos humanos.

Por tanto, el tratar con los desechos va desde lo personal y familiar hasta hacerse cargo de los subproductos que quedan del consumo de bienes diarios, pues bien no hay que olvidar que el consumir produce desechos, pero que el ciclo no acaba al depositarlos en los contenedores de basura, o en el peor de los casos en basureros clandestinos donde la basura contamina suelos, recursos hídricos y el aire, por mencionar unos cuantos. Esta situación actual de contaminación exige una nueva forma de enfrentarnos a lo que nosotros mismos producimos, de una forma más responsable, que va desde consumir productos que no generen tantos residuos o tener una convicción y responsabilizarse por los propios desechos y no relegar esta actividad a las administraciones o a los servicios de limpieza pública. Ya que una ciudad limpia no es la que cuenta con el mejor servicio de



(16).Rito mortuorio en India

Fuente:<http://www.flickr.com/photos/cesarangel/5108005197/>



(17).Rito mortuorio de tribu filipina

Fuente:LYNCH, 2005

recolección de basura, sino aquella cuyos ciudadanos se responsabilizan por sus desechos, con una mayor cooperación y un mayor cuidado.

Se ha definido el desecho como todo bien que no tenga utilidad para quien lo posea²⁷. Pero tratar con los desechos supone liberarnos de la idea de que estos ya no son útiles, en cambio se ha de formular la siguiente pregunta: ¿Desecho para quién?, ya que los desechos ofrecen infinidad de usos una vez que su objetivo primario ha sido cumplido y puede ser la semilla para una nueva actividad. Cuando se habla de desecho, se refiere a algo que deja de ser útil, que puede ser desde objetos, embalajes de productos, hasta lugares que han dejado de ser ocupados por personas o han dejado de ser útiles para cierta actividad humana.

Actualmente se pueden ver distintos movimientos en arquitectura que van desde la recuperación de lugares que han sido abandonados, hasta recuperación de elementos que quedan de los productos de uso diario como la reutilización de botellas PET para la construcción, que fue investigada en un inicio por el técnico Alemán Andreas Froese. Un ejemplo de la recuperación de un lugar que había dejado de ser útil, es el caso de Ferrópolis (1997-2000), ubicado en Dessau, Alemania, que en su tiempo fue una mina de explotación a cielo abierto de carbón, y que al dejar de ser productivo fue abandonado, dejando en el lugar gigantes maquinarias y un gran agujero en la tierra producto de la explotación. La intervención de Rainer Weisbach, Martin Brück, consistió en darle un nuevo uso a este lugar, rellenando el espacio vacío con una laguna artificial, creando en el centro un escenario que es ahora utilizado para distintas actividades culturales, como conciertos de música.

²⁷HERRÁEZ, Isabel. *Residuos Urbano y Medio Ambiente*. Madrid: Ediciones de la Universidad Autónoma de Madrid. 1989. ISBN 8474771943



(18). Agbogbloshie, Ghana. El botadero más grande del mundo de residuos electrónicos.

Fuente:<http://www.aljazeera.com/indepth/inpictures/2014/01/pictures-ghana-e-waste-mecca-2014130104740975223.html>



(19). Agbogbloshie, Ghana. Animales enfermos de la contaminación por residuos electrónicos.

Fuente:<http://www.aljazeera.com/indepth/inpictures/2014/01/pictures-ghana-e-waste-mecca-2014130104740975223.html>

Recoger desechos y buscar nuevas oportunidades en ellos puede ser, lejos de una actividad degradante, una oportunidad para mostrar habilidad e ingenio, o bien para adquirir conocimientos.²⁸

3.3 Aprender a valorar el desecho como componente necesario de la vida

El deterioro del cuerpo humano, la muerte, el deterioro de las plantas y de las cosas son componentes necesarios de la vida y el crecimiento, por lo que se debe aprender a valorarlos, más que tratar e ignorarlos o dejarlos en el olvido. El desear una vida no percedera es algo irreal, pues no es posible detener el crecimiento, así como los cambios positivos y negativos que esto conlleva.²⁹ Valorizar los residuos que nos rodean, supone dejarlos de ver como algo inútil, y reforzar una filosofía de la recuperación en todos los sentidos³⁰, para que estos vuelvan a tener un ciclo, y este no se rompa al depositarlos en un vertedero.

En ámbito de la arquitectura, también es posible valorar los desechos, un ejemplo de eso es el parque de las rocas, ubicado en Chandigarh, India, realizado durante 12 años por el artista Neck Chad. Se inició en 1951 cuando se empezaba con la construcción de la nueva capital para India, encargada a Le Corbusier. Chad, era encargado del cuidado de un terreno donde empezó a recolectar diversos materiales restantes de construcciones y

²⁸ LYNCH, Kevin; and SOUTHWORTH, Michael. *Echar a Perder: Un Análisis Del Deterioro*. Barcelona: Gustavo Gili, 2005. ISBN 84-252-2044-0

²⁹ ÍDEM

³⁰ HERRÁEZ, Isabel. *Residuos Urbanos y Medio Ambiente*. Madrid: Ediciones de la Universidad Autónoma de Madrid, 1989. ISBN 8474771943



(20). Ferrópolis, vista aérea de la playa artificial, donde tienen lugar las actividades culturales.

Fuente:<http://www.ferropolis.de/ferropolis.html>



(21). Ferrópolis, Dessau Alemania.

Fuente:<http://www.alemaniaparati.diplo.de/Vertretung/mexiko-dz/es/02-AlemaniparaViajeros/Este/Ferropolis.html>

demoliciones, como botellas, brazaletes, mosaicos, lavabos, vasijas de cerámica, entre otros. Empezando a crear con éstos, grupos de esculturas. El jardín se inauguró en 1976, donde alberga 20.000 esculturas que representan personajes y animales de la zona a base de material reutilizado.

Al mirar hacia atrás en la historia de la arquitectura, a finales del siglo XIX, el movimiento Arts and Crafts y el Art Nouveau, fueron estilos que lograron la relación entre el arte de construir y las formas naturales.³¹ Más adelante, Frank Lloyd Wright en el siglo XX, cambió la forma de concebir la arquitectura, integrando sus casas al contexto natural donde se construían, creando armonías entre naturaleza y arquitectura con un alto valor estético. Sin embargo, en 1930, la corriente del minimalismo promovía tecnologías que fueran rápidas, funcionales y baratas, dejando a un lado el esfuerzo por la integración al contexto donde se desarrollaban sus obras. De igual forma, la arquitectura también ha servido como ícono de poder, convirtiéndose en un símbolo imponente del antropocentrismo, es decir demostrando la supremacía del hombre sobre la naturaleza.

Sin embargo, se tienen ejemplos desde el siglo pasado de diseños y formas de concebir el arte y la arquitectura más conscientes con el medio ambiente, donde es posible dejar los excesos motivados por el ego, que se asocian con la mayoría de la arquitectura del siglo XX³², y transformarlos en un cambio positivo hacia una arquitectura socialmente más responsable y justa con el medio ambiente, sin dejar a un lado la fusión de la naturaleza y el arte³³, creando edificios estéticos que sean dignos para sus habitantes y que valga la pena el preservarlos.

³¹ WINES, James; and JODIDIO, Philip. *Green Architecture*. Hong Kong: Taschen, 2008. ISBN 9783836503211

³² ÍDEM

³³ ÍDEM



(22). Parque de las Rocas, Chandigarh, India

Fuente:<http://moleskinearquitectonico.blogspot.com.es/2010/07/el-jardin-de-las->



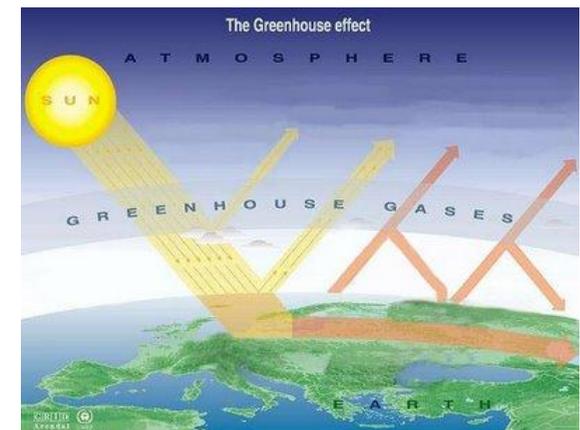
(23). Parque de las Rocas, Chandigarh, India

<http://moleskinearquitectonico.blogspot.com.es/2010/07/el-jardin-de-las-rocas-chandigarh.html>

3.4 Repercusiones medio ambientales

Es evidente que el planeta ya no es capaz de asimilar ni la utilización excesiva de sus recursos, ni las grandes cantidades de desechos, que van desde los orgánicos hasta los tóxicos. La devastación del medio ambiente se empezó a sentir a principios de los 70's, y fueron perceptibles a cualquier persona que fuera parte o no de la cadena de producción y consumo, donde los efectos eran ya una realidad en forma de olas de calor, contaminación de la tierra, sequías, derrames de petróleo y el incremento de enfermedades³⁴. Una de las consecuencias es el calentamiento global que es producido por los gases de efecto invernadero, se produce debido a la retención de la radiación solar, lo que produce un aumento en la temperatura del planeta, y se da cuando en la tropósfera donde la radiación no pueda salir de la misma manera que entra, provocando entonces este aumento. Los gases que propician este efecto son el dióxido de carbono, el metano, el óxido nitroso, y los clorofluorocarbonos. Las emisiones de dióxido de carbono han ido en aumento desde la segunda revolución industrial, donde la demanda de producción de bienes ha ido en aumento según las personas aumentan sus ingresos y tienen expectativas de confort más elevadas. Aunado al uso de aparatos eléctricos, la utilización de combustibles fósiles y la destrucción de los bosques, entre otros.

Las repercusiones del calentamiento global se traducen en una inestabilidad en el clima, que produce lluvias, tormentas intensas, sequías. Lo cual afecta directamente en el sistema agrario, pues se dan pérdidas de cultivo como de suelos fértiles para la producción de alimentos. El aumento de temperaturas, produce el deshielo de los casquetes polares, lo que incrementa el nivel del mar, alterando corrientes y liberando el dióxido de carbono que albergan los casquetes polares. El segundo gas causante del



(24).Diagrama del efecto invernadero.

Fuente:<http://vanguardiasiglo21.blogspot.com.es/2008/12/calentamiento-global.html>

³⁴ WINES, James; and JODIDIO, Philip. *Green Architecture*. Hong Kong: Taschen, 2008. ISBN 9783836503211

efecto invernadero en volumen emitido es el metano, el cual aumenta un 1% cada año en todo el mundo, y parte de este crecimiento es a causa del aumento en los residuos domésticos³⁵. Para reducir las emisiones de metano, se pueden reducir los desechos en sí, y reutilizar los materiales, en vez de depositarlos en vertederos, también hay otras formas de utilizar el gas metano, que es aprovechándolo como un gas para cocinar, o para producir energía; una energía sustentable. La acumulación de residuos es un problema muy grande, un claro ejemplo es lo que pasa con los envases de plástico luego de consumir los productos que envasan. El 80%³⁶ de ellos son depositados en basureros donde quedarán por cientos de años, o bien son incinerados, generando polución tóxica. Y solamente el otro 20% es reciclado. Pero el problema más grave es que muchos de estos plásticos son enviados a India, donde se tiran los restos que no son reciclables, formando grandes montañas de plástico en la comunidad de Madrás, en India.

Todas estas acciones, entre otras propician el calentamiento global, y sus efectos más trascendentales:³⁷

1. Elevación del nivel del mar
2. Aumento de las tormentas
3. Incremento local de las temperaturas
4. Expansión de los desiertos
5. Aumento de las canículas, especialmente en zonas donde no eran habituales
6. Aumento de la acción convectiva (que conlleva una mayor aridez del suelo)
7. Presión sobre los bosques mundiales.

³⁵ EDWARDS, Brian; and HYETT, Paul. *Guía Básica De La Sostenibilidad*. Barcelona: Gustavo Gili, 2008. ISBN 9788425222085

³⁶ <http://storyofstuff.org/movies/story-of-bottled-water/>

³⁷ EDWARDS, Brian; and HYETT, Paul. *Guía Básica De La Sostenibilidad*. Barcelona: Gustavo Gili, 2008. ISBN 9788425222085



(25). Madrás, India.

Fuente:http://kairosphotos.photoshelter.com/image/I0000_rOBd_BU14U

Muchas de estas consecuencias climáticas se manifestado en Centro América afectando fuertemente a Guatemala, un país que apoya gran parte de su economía en la agricultura, lo que perjudica de forma directa a las personas que tienen como única fuente de ingresos el cultivo y venta de alimentos, pues dependen de las lluvias para el riego de sus cultivos ya que hay pocas fuentes de agua confiables para el riego. Aunado a esto se ha dado un incremento en sequías y así como de huracanes y tormentas. La más reciente fue la Tormenta tropical Agatha (2010), que causó deslizamientos de tierra, ríos desbordados, cobrando la vida de decenas de personas. Así mismo fue la tormenta Stan que se desató en el 2005, y el huracán Mitch (1998) que fue el desastre natural más fuerte de las últimas décadas y fue uno de los ciclones tropicales que han causado más daños que azotó comunidades enteras en Centro América.

3.5 Acuerdos internacionales para afrontar el cambio climático

Como medida de acción ante los problemas medioambientales actuales, se han celebrado en el mundo, varias cumbres que pretenden hacer un compromiso entre países para frenar y tratar de revertir los daños causados por la explotación de recursos naturales. Durante la década de los 70's y 80's resurgió el movimiento verde, como resultado de una generación que había vivido desastres medio ambientales como fugas de residuos nucleares, inundaciones y pérdida de cosechas. La Naturaleza estaba ya enviando mensajes de la destrucción provocada por las acciones de los seres humanos.³⁸ Y nacieron organizaciones a lo largo de todo el mundo defensoras del medio ambiente como Greenpeace, ambiental Action, The Sierra Club, Friends If the Earth y The Nature Conservancy, entre otras. La primera conferencia sobre medio ambiente se



(26).La tormenta Agatha, causó grandes pérdidas en los cultivos de San Marcos, Guatemala. 2010.

Fuente:http://208.96.32.249/noticias/pma-alimentos-hambre-corredor_seco_0_272372932.html

³⁸ WINES, James; and JODIDIO, Philip. *Green Architecture*. Hong Kong: Taschen, 2008. ISBN 9783836503211

realizó en 1969, (www.un.org/es). En 1972 se celebra en Estocolmo la Primera conferencia de Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo (PNUMA). Posteriormente la ONU, organiza la comisión de Brundtland “Nuestro Futuro Común” en 1987, donde se define el desarrollo sostenible como aquel que “satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras de satisfacer sus propias necesidades”. También en este informe se propuso los tres tipos principales de capital: que son el capital social, el capital económico y el capital medioambiental. En 1992 se celebra la cumbre de la tierra en Rio de Janeiro, donde Se trataron cuatro áreas principales: ahorro energético, conservación y gestión ecológica de los bosques tropicales, biodiversidad y planes de acción para fomentar la recuperación del medio ambiente. En 1996 se realiza la Conferencia de Kioto sobre el Calentamiento Global (ONU), en la cual se establecieron los objetivos para la reducción de los gases de efecto invernadero, a base de un sistema de canje de emisiones entre las naciones. En el 2002 se celebra la cumbre de Johannesburgo sobre el Desarrollo Sostenible (ONU) en donde se introdujo el concepto de “consumo y producción sostenibles”, el principio clave era establecer una relación entre la productividad, el consumo de recursos y los grados de contaminación, y se trataron los siguientes puntos: Garantizar que el crecimiento económico no cause contaminación ambiental en el ámbito regional y global; aumentar la eficiencia en el consumo de recursos; analizar el ciclo de vida completo de un producto; proporcionar a los consumidores más información sobre productos y servicios; utilizar los impuestos y la normativa para fomentar la innovación en el campo de las tecnologías limpias.

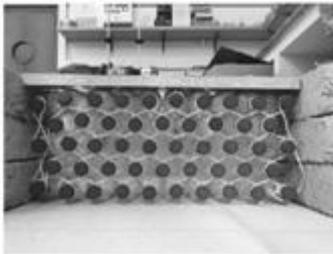
Todos estos acuerdos y movimientos defensores del medio ambiente, dan un panorama alentador, pues ya desde varios años se están tratando estos temas. Según el filósofo Arne Naess tenemos una misión, por modesta que sea para formar un mejor futuro, y

ninguna acción es remota³⁹. La arquitectura no queda fuera de este contexto, pues necesita una base filosófica para lograr comprometerse con los problemas actuales y lograr diseños con acercamientos más sanos a la ecología.

³⁹ WINES, James; and JODIDIO, Philip. *Green Architecture*. Hong Kong: Taschen, 2008. ISBN 9783836503211

Capítulo 4

Otra manera de entender
la Arquitectura



4. Otra manera de entender la Arquitectura

El panorama tan distinto que se nos presenta en el siglo 21, tiene nuevos retos y preocupaciones; la contaminación, el cambio climático y la creciente población que demanda más recursos deben ser afrontados de una manera distinta. En la arquitectura se plantea la utilización de los desechos en la construcción como un recurso sostenible y económico. Una forma sostenible de proyectar y construir, ya que se utilizan recursos locales, no se utiliza más energía en su fabricación o traslado y al mismo tiempo se le da un nuevo uso a los mismos, evitando que queden en la comunidad como contaminante del ambiente, tanto como el paisaje.

En países como Guatemala, aún no se le da la suficiente importancia al tema de la basura y la contaminación, e implementar en alternativas de construcción que ayuden al reciclado de la basura, resulta bastante apropiado.

4.1 Arquitectura Low tech

El termino *Low tech* en arquitectura es relativamente nuevo y es una contraposición a la arquitectura denominada *High tech*, que tiene como enfoque ecológico la utilización de recursos tecnológicos e informáticos para el uso eficiente de la energía y el confort climático, pero que puede caer en un uso excesivo de energía que luego no desagravia con el ahorro energético logrado. En cambio, la arquitectura *Low tech* está vinculada a la ecología y a la sencillez, donde se proyecta desde una economía de medios⁴⁰ en la cual se busca lograr más y mejores resultados con una menor cantidad de recursos. La materia

⁴⁰BAN, Shigeru; and MCQUAID, Matilda. Shigeru Ban. London etc.: Phaidon, 2003. ISBN 0-7148-4194-3

prima que se utiliza son recursos locales que sean accesibles para la población a la que va dirigida ya que muchas veces se proyecta desde la escasez, la construcción con tierra se puede catalogar dentro de este concepto pues se puede construir con una baja tecnología y un nulo impacto ambiental.⁴¹ Trabajar con lo existente exige una capacidad de adaptación y optimización de recursos, el concepto de sencillez se aplica desde la materia prima, la implementación de la construcción y el mantenimiento que pueda tener ya el edificio terminado. Las soluciones constructivas no dependen de una mano de obra especializada ni de una industria sofisticada. Es así como se da la concepción de la arquitectura como un proceso reversible de tiempo limitado, ya que una arquitectura de larga duración no tiene por qué ser un sinónimo de sustentable en esta sociedad que cambia en un tiempo relativamente rápido. Por lo tanto, este tipo de arquitectura tiene como resultado una eficiencia en el coste, un menor consumo energético y una menor generación de residuos.

4.2 Experiencias con reciclado de cartón

El reciclado de papel y cartón para formar cilindros de cartón llamados mandriles ha ido ganando campo en la construcción de viviendas temporales, siendo un pionero en su utilización el arquitecto japonés Shigeru Ban, quien ha enfocado gran parte de su trabajo a la vivienda social y de emergencia. La construcción de casas e instituciones con cilindros de cartón han resultado muy útiles en ocasiones donde se requiere una vivienda rápida y no se cuentan con muchos recursos materiales. Las viviendas que diseñó para las víctimas del terremoto de Kobe, en 1975, constan de 4 metros cuadrados

⁴¹ JOVÉ, Félix. *Tecnologías Low Tech en base a Tierra aplicadas a la construcción de viviendas*. IV Jornadas Low Tech, Escola Politecnica superior d'edificació de Barcelona. UPC



(27). Shigeru Ban, casa de mandriles de cartón, Kobe, 1,975

Fuente: Ban, 1997



(28). Cottrell & Vermeulen. Escuela hecha con elementos de cartón reciclado. Reino Unido.

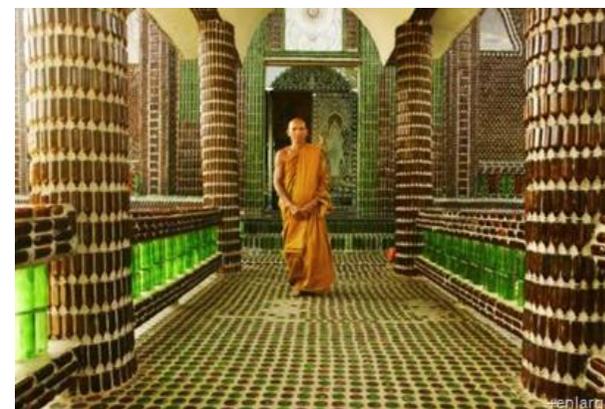
Fuente: Bahamón, 2008

con paredes hechas de mandriles de cartón, con cimientos de cajas plásticas rellenos de arena. Estas casas son fáciles de trasladar y si se desean desmontar, los materiales son reutilizables. Según la localidad donde se han implementado, el techo y la estructura han variado según los materiales disponibles, ya sea implementando una membrana de PVC, o bien una estructura de bambú. También se han tenido otras experiencias con este material, en el Reino unido con los arquitectos Cottrell & Vermeulen, en la construcción de un salón para una escuela donde los muros y cubiertas se hicieron con cartón reciclado, y mandriles de cartón sirvieron como pilares estructurales.

4.3 Experiencias con reutilización de botellas

Inicialmente el tereftalato de polietileno, más conocido como PET, se empleó para la fabricación de fibras como un sustituto del algodón en los años 40's. Sin embargo, a partir de 1976 se empezó a utilizar en la industria como envase para productos líquidos ya que su fabricación era más económica que el vidrio, tenía gran resistencia a los agentes químicos podía adquirir cualquier forma color, e incluso la transparencia. Desde entonces el envasado con PET se ha generalizado en todo el mundo, produciendo grandes cantidades de residuos, pues éste a diferencia del papel, vidrio o metal no se oxida ni se desintegra con el tiempo, y se calcula que tarda más de 200 años en degradarse. Al comparar el número de años de vida contra el poco tiempo que es útil, resulta cuestionable el consumo y la producción de este material.

Entonces por la abundancia de este material como desecho se ha empezado a emplear para la construcción en forma de ladrillos aparejados. La construcción con botellas tiene sus inicios en la década de los 1970, con el arquitecto Estadounidense Michael Reynolds quien empezó a experimentar con la construcción con botellas de vidrio, latas de cerveza y botellas. El técnico Alemán Adreas Froese en el 2001 inventó el sistema de los eco-tec



(29).Templo budista hecho de botellas de vidrio Wat Pa Maha Chedi Kaew, Tailandia 2007

Fuente:<http://www.arquitectitis.com/2012/02/botellas-de-cerveza-y-budismo-beer.html#.U30IBvIDtRI>



(30).Amarre de botellas en muro de PET

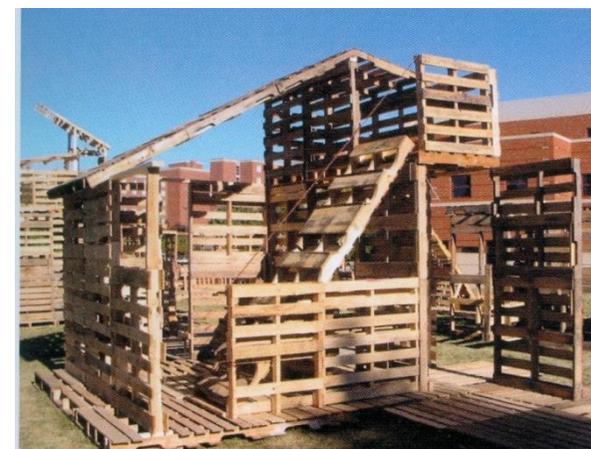
Fuente: http://www.feelgreen.de/bauen-mit-muell-haeuser-aus-plastikflaschen-ueberstehen-sogar-erdbentests/id_51156818/index

que son botellas rellenas con tierra. De igual forma, en Serbia en el año 2005 se edificó una casa de 60 m² con botellas PET rellenas con tierra. En el año 2007, los monjes budistas de Tailandia, construyeron un impresionante templo de Wat Pa Maha Chedi Kaew con botellas de vidrio, con el cual pretendían hacer conciencia sobre la generación de residuos. En Guatemala, la primera construcción con botellas PET, llamada ecoladrillos se da en el año 2004, realizada por la fundación *Pura vida*. Donde abordaban dos problemas importantes en Guatemala que era la falta de infraestructura para vivienda y escuelas y la generación de basura.

La construcción con PET, tiene diferentes variantes que han sido estudiadas a lo largo del tiempo, se han empleado vacías, como un relleno de muro macizo, rellenas de tierra, o de basura limpia compactada. Las botellas son arriostradas ya sea con hilo de nylon o malla galvanizada, la cual le da un mejor confinamiento a las botellas al mismo tiempo que mejora la adherencia del revoco. De preferencia, cada 5 hiladas de botellas se incorpora a modo de solera intermedia una mezcla de cal y cemento, para estabilizar el muro. Por último el revoque puede ser a base de barro, cal o cemento. En el caso de haber utilizado malla galvanizada el primer recubrimiento debe de ser a base de un mortero de cemento para evitar la corrosión de la malla galvanizada ocasionada por la cal. Como acabado final, se puede aplicar desde un mortero de cal, hasta morteros tradicionales de barro con los que cuente la región a sus alrededores.

4.4 Experiencias con reutilización de palés

Los palés son pequeñas estructuras que sirven universalmente para transportar mercancías para la industria y en situaciones post-desastre para enviar ayudas a los afectados. La construcción con palés surge como una respuesta a crear unidades de



(31). Construcción de Casa de palés. I- Beam Design. Casa de Palés
Fuente: Bahamón, 2008



(32). Distintos rellenos para casas de palés
Fuente: Bahamón, 2008

vivienda, con un material abundante después de un desastre natural. El tipo de diseño en su ensamblaje permite que soporten grandes cargas y lo hacen adecuado para conformar la estructura de una vivienda. Los palés pueden estar rellenos de escombros, tierra, papel, o textiles. Una variante que ha proporcionado una mayor inercia térmica es la de rellenar los palés con botellas PET, ya sea rellenas o vacías.

Para construir una casa de 3.00 x 6.00 mts. se necesitan 80 palés, se rellena con un material que se tenga cerca, y posteriormente los acabados pueden ser con barro, estuco o planchas de diversos materiales. En cuanto a la cubierta, para protegerla del agua se puede utilizar materiales de desecho como goma, planchas de plástico o teja.



(33). Estructura de Palés. Universidad de Valladolid.

Fuente: Propia

4.5 Experiencias con reutilización de neumáticos

En las últimas décadas, el desarrollo mundial que ha tenido el transporte por carretera ha provocado uno de los mayores desechos generados por esta actividad: los neumáticos. Dado a que actualmente es un material abundante, se ha empezado a emplear como materia prima para diversos usos, entre estos la construcción.

El arquitecto Estadounidense Michael Reynolds ha sido un pionero en la construcción de casas con neumáticos. A estas viviendas les llamó *earth ships* (barcos de tierra) con los que se han construido viviendas auto suficientes, que han sido utilizadas tanto como viviendas permanentes, como viviendas construidas en situaciones de emergencia. Estas viviendas, recolectan el agua de lluvia, generan su propia electricidad por medio de paneles solares y no utilizan sistemas de enfriamiento o calefacción, debido a la inercia térmica de los neumáticos. Los muros de estas casas se conforman por neumáticos rellenos de tierra, que se disponen en hiladas encadenadas, las cuales se van rellenas con tierra que es compactada con mazos dentro de los neumáticos. Cada bloque relleno

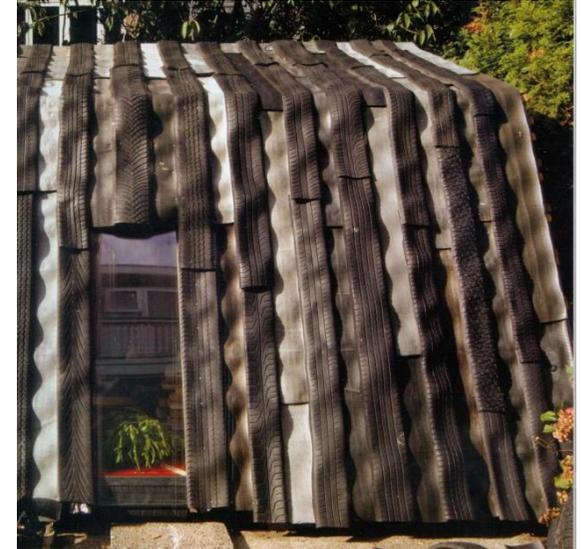


(34). Construcción de casas Earthships. Michael Reynolds.

Fuente: <http://unlugarparaconvidar.blogspot.com.es/>

de tierra comprimida puede llegar a pesar más de 100 kg, y en los remates superiores del muro se utiliza cemento. Como acabado final los muros se revocan con barro directamente en los neumáticos, ya que por la superficie rugosa y desgastada de los mismos, no es necesario el empleo de una malla para facilitar la adherencia.

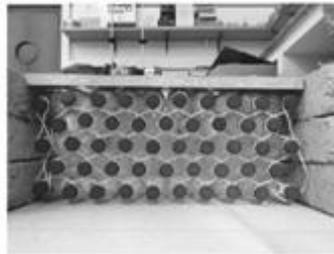
Los neumáticos también se han utilizado como recubrimiento final de estructuras, como la realizada por los Arquitectos REFUNC.NL/Denis Oudendijk, Jan Körbes, en el proyecto *Maisongomme*, donde los neumáticos se utilizaron como revestimiento final, el cual resultó un excelente material impermeable y aislante del viento.



(35). Casa con forro exterior de neumáticos cortados. Arquitectos: REFUNC.NL/Denis Oudendijk, Jar Körbes. Maisongomme. Fuente: Bahamón, 2008

Capítulo 5

El uso de la Tierra y los materiales de reciclaje en la construcción



5. El uso de la tierra y los materiales de reciclaje en la construcción

La construcción con tierra ha sido parte de la historia de la construcción en muchas culturas del mundo. Las primeras construcciones encontradas con este material son de hace más de 9.000 años⁴² empleándose tanto en construcciones monumentales como palacios, mezquitas, iglesias y por supuesto en viviendas. Dicha utilización de la tierra va desde adobes, muros de tapial y revoques aplicados en muros a base de barro.

La tierra como material de construcción sigue siendo un material válido para la arquitectura contemporánea pues tiene múltiples ventajas tales como: ser un material de bajo coste, simplicidad en su ejecución pues no requieren maquinaria sofisticada, de carácter reciclable, con aislamiento térmico y acústico, no contaminante en el proceso constructivo y en su fabricación, consume menos energía en su fabricación que otros materiales contemporáneos como el hormigón y por lo tanto resulta ser un material sustentable. Al utilizar la tierra como materia prima, se utiliza un recurso local; lo cual no conlleva energía en su transporte ni en su producción. Además, la tierra tiene un ciclo en la naturaleza, y cuando termine el uso de la vivienda ésta puede ser demolida y el material restante nunca será un desecho, si no que regresará de nuevo al ciclo natural pudiéndose emplear en una nueva función, de este modo no se agotan recursos si no solo cambian de función. No existe el concepto de “residuo”, ni el concepto de “daño medioambiental”⁴³. Además la tierra como materia prima para la construcción es la más abundante en el planeta, pues constituye el 70% de la corteza terrestre.⁴⁴

⁴² MINKE, Gernot. *Manual De Construcción en Tierra: La tierra como Material de Construcción y Su Aplicación En La Arquitectura Actual*. Montevideo: 2001. ISBN 9974-42-078-4.

⁴³ DE GARRIDO, Luis. *R4 House: La Referencia En Arquitectura Sostenible*. Valencia: Anavif, 2007.

⁴⁴ MALDONADO RAMOS, Luis, et al. *Arquitectura y Construcción Con Tierra: Tradición e Innovación*. Madrid: Mairia, 2002. ISBN:849323673x



(36). Gran Mezquita de Djenné, en Mali. Completada en 1907.

Fuente:<http://www.traveler.es/viajes/rankings/galerias/lugares-que-ver-antes-de-morir-cinco/181/image/8341>



(37). Vivienda de Adobe en Guatemala

Fuente:<http://www.ecosur.org/index.php/ediciones-antiores/37-edicion-4-junio-2004/98-revestimientos-para-combatir-enfermedad->

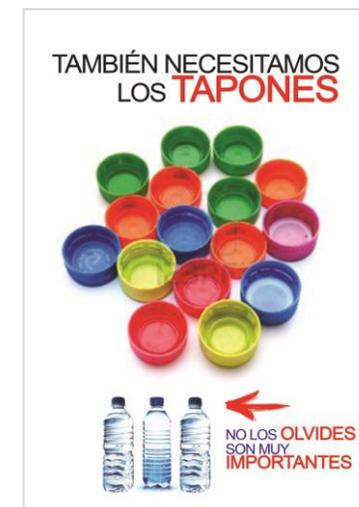
Del mismo modo, la construcción con desechos en la actualidad ha empezado a tomar fuerza, ante la gran necesidad de vivienda. La utilización de los desechos como materia prima es un recurso sostenible y económico. Cambiando el modo de ver la basura como algo inútil y contaminante. Una forma sostenible de ejercer la construcción, ya que se utilizan materiales de desecho dándoles un nuevo uso, evitando que queden en la comunidad como contaminante de la tierra como del paisaje, reforzando la idea de hacerse cargo de los desechos que producimos, enseñando que todo en la Naturaleza tiene un ciclo y no desaparece cuando depositamos los desechos en algún vertedero.

Como parte del trabajo de investigación, se realizó una recogida de envases PET en la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de la Universidad de Valladolid. Donde se pretendía hacer participar a la comunidad estudiantil en la recolecta de estos envases y al mismo tiempo hacer conciencia sobre la contaminación generada por el consumo de envases PET, mediante una interrogante e imágenes de una playa llena de envases plásticos. Como se ha explicado los envases plásticos en particular, tardan cientos de años en degradarse en el ambiente. Por lo cual la campaña planteaba la interrogante de: *¿A dónde van los envases que consumes?*, esto con el fin de hacer pensar a la comunidad estudiantil sobre la disposición final de lo que se suele consumir diariamente, como estos envases. Realzando una actitud de responsabilidad y de compromiso ante el consumo. También se tuvo que reforzar la idea de entregar los envases con su tapón, pues estos sin el tapón que mantenga la presión dentro de la botella y que contenga los residuos en el interior, resultan inútiles para el tipo de construcción con botellas plásticas que se plantea en esta investigación.



(38). Campaña de recogida de envases PET en E.T.S.A de Universidad de Valladolid.

Fuente: propia



(39). Campaña de recogida de tapones

Fuente: Propia

5.1 Construcciones antisísmicas en tierra

Como se ha comentado, Guatemala es un país con muchas fallas geológicas y expuesto a movimientos sísmicos. En un sismo o terremoto los edificios son afectados mayormente por la aceleración horizontal ocasionada por el movimiento de la tierra, que por las aceleraciones verticales. El riesgo en las construcciones de 1 ó 2 niveles es que el techo colapse hacia adentro porque con los movimientos sísmicos los muros tienen a caer hacia afuera. Las soluciones antisísmicas buscan evitar estas acciones.

En Guatemala, dos años después del terremoto de 1976, se realizaron proyectos de investigación para la construcción antisísmica con tierra, implementados por la Universidad Francisco Marroquín (UFM), y el Centro de Tecnología Apropiada (CEMAT). El proyecto que se experimentó y construyó consiste en muros de tapial hechos con encofrado de metal en forma de T. Cada elemento tiene unas dimensiones de 80 cm de largo, 40 cm de alto y 30 cm de espesor, se reforzó con 4 varillas de bambú de 2 ó 3 cm de espesor. Estos refuerzos estaban anclados a un encadenado de bambú con un cimiento de hormigón ciclópeo. Estos elementos, por su geometría y sus refuerzos demostraron tener mucha resistencia a los movimientos horizontales generados por sismos. La estructura del techo se realizó de forma independiente a los muros para lograr una frecuencia de vibración diferente en el momento de un sismo, lo cual se explicará más adelante.

Las recomendaciones según Hernot Minke⁴⁵, para construcciones con tierra en lugares sísmicos son las siguientes:

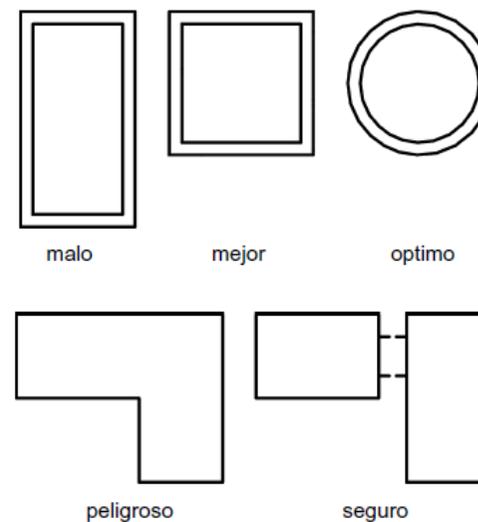


(40). Vivienda de tapial reforzada con bambú. Guatemala. 1978

Fuente: MINKE, 2001.

⁴⁵ MINKE, Gernot. *Manual De Construcción en Tierra: La tierra como Material de Construcción y Su Aplicación En La Arquitectura Actual*. Montevideo: 2001. ISBN 9974-42-078-4.

- a) Si el edificio es de dos plantas, la primera debe ser sólida y la segunda planta más ligera
- b) Evitar las cubiertas pesadas
- c) Los muros deben estar encadenados en la parte superior con una viga superior de anillo.
- d) Las aberturas de puertas o ventanas causan el debilitamiento del muro. En un sismo, las fuerzas se concentran en las esquinas de los vanos creando grietas.
- e) No es recomendable construir una vivienda sólida sobre una base sólida pues se busca que la frecuencia de resonancia de la vivienda no sea la misma que la frecuencia del movimiento telúrico durante el sismo.
- f) En la vivienda, los ambientes deben de tener las mismas alturas y niveles para que tengan las mismas frecuencias de resonancia. Si no es así deben estar separadas estructuralmente para que tengan una oscilación independiente.
- g) La forma de la planta de la vivienda que mejor reacciona ante un sismo es la circular, por lo que la vivienda debe de ser en planta lo más compacta posible, de preferencia cuadrada o circular.
- h) Los cimientos deben estar bien encadenados y reforzados, muy bien fijados con los muros y techos.
- i) Las juntas entre bloques deben estar bien rellenas y el mortero debe de ser lo suficientemente aglutinante.
- j) Los muros portantes de mampostería deben tener un espesor mínimo de 40cm. y la altura no debe sobrepasar 6 veces el espesor del muro.
- k) Los muros deben de ser reforzados con columnas ancladas al cimiento a cada 3 ó 4 mts.
- l) Las aberturas se recomienda que sean sin dintel, utilizando mejor la viga de anillo.



(41).Geometría de plantas adecuadas para la construcción antisísmica

Fuente: MINKE, 2001

- m) Las cubiertas de preferencia deben estar sostenidas por una estructura independiente a los muros para que tengan un movimiento diferente al de los muros en un sismo.

5.2 El adobe como elemento estructural

Los adobes son bloques de barro producidos a mano, que se obtienen relleno de barro moldes llamados adoberas y se secan al aire libre⁴⁶. Están conformados principalmente de tierra, la cual está compuesta por: a.) Arcillas, partículas menores a 0.004 mm., b.) Limos, gránulos entre 0.004 – 0.625 mm., c.) Arenas, granos entre 0.0625- 2mm. Una de las mejores características de los adobes, es que cuentan con una gran inercia térmica, la cual se define como la resistencia que presentan los cuerpos a aumentar su temperatura, acumulando en su interior la energía térmica que reciben⁴⁷. Dicha característica hace del adobe un material idóneo para la construcción de viviendas, porque esta capacidad permite al material retener la energía recibida por el sol, y mantener así la temperatura fresca en el interior de la vivienda cuando se trata de un clima cálido. Mientras que en los climas fríos, los adobes distribuyen la energía recibida durante el día, haciendo que el interior de la vivienda sea más confortable durante las noches, es decir que los calentamientos y enfriamientos del muro son lentos.

En cuanto a la fabricación de los adobes, el rendimiento de la mano de obra para la elaboración de adobes es de 300 adobes por día, incluyendo la preparación de la mezcla,

⁴⁶ MINKE, Gernot. *Manual De Construcción en Tierra; La Tierra Como Material De Construcción y Su Aplicación En La Arquitectura Actual*. Montevideo: 2001. ISBN 9974-42-078-4

⁴⁷ MALDONADO RAMOS, Luis, et al. *Arquitectura y Construcción Con Tierra: Tradición e Innovación*. Madrid: Mairera, 2002. ISBN:849323673x



(42).Muro de adobes. Grupo Tierra de Universidad de Valladolid.

Fuente: Elaboración propia



(43).Adobes. Grupo Tierra de Universidad de Valladolid.

Fuente: Elaboración propia.

el transporte y el apilado. Al momento de proceder con el levantado de los muros de adobe, es preciso protegerlos de la lluvia. La mezcla debe tener suficiente arena gruesa y fibras naturales para evitar fisuras al momento del secado, el contenido de arcilla puede variar desde 4 a 10% ⁴⁸ para asegurar la cohesión que permita la manipulación de los adobes. El mortero de unión para las juntas entre los adobes puede ser de barro o de cal, pero no se recomienda un mortero solamente de cemento pues la mezcla es muy rígida y se pueden producir fisuras en el muro.

Existen otros productos en base a la tierra como los bloques de tierra compacta (BTC) que utilizan prensas manuales y requieren el trabajo de 3 a 5 personas simultáneamente sin embargo, el rendimiento de la mano de obra se reduce en un 50%. Aunque la ventaja con las prensas manuales es que se puede utilizar solo la tierra con la humedad natural, lo que permite apilarlos inmediatamente. Al fabricar los BTC, se le puede agregar a la tierra un 4 a 8% de cemento para lograr una mayor resistencia. Del mismo modo, los minerales de la arcilla no activan sus fuerzas aglutinantes sin un buen amasado de la mezcla de barro.

La resistencia a la tracción en el barro en estado plástico se denomina cohesividad, depende tanto del contenido de arcilla de la tierra, como el tipo de minerales arcillosos y el contenido de agua. Según la normativa de construcción alemana, el valor de la cohesividad debe ser mayor a 50 g/cm².⁴⁹ La resistencia a la compresión de elementos secos hechos de tierra varía desde los 5 kg/cm² a 50 kg/cm². Estos valores dependen de la cantidad y el tipo de arcilla, la distribución granulométrica del limo, arena y agregados mayores y del método de preparación y compactación de los elementos. La resistencia se

⁴⁸ MINKE, Gernot. *Manual De Construcción en Tierra; La Tierra Como Material De Construcción y Su Aplicación En La Arquitectura Actual*. Montevideo: 2001. ISBN 9974-42-078-4

⁴⁹ MINKE, Gernot. *Manual De Construcción en Tierra; La Tierra Como Material De Construcción y Su Aplicación En La Arquitectura Actual*. Montevideo: 2001. ISBN 9974-42-078-4



(44).Prensa para elaboración de Bloques de Tierra Compactos. Grupo Tierra de Universidad de Valladolid.

Fuente: Elaboración propia



(45).Elaboración de Bloques Compactos de Tierra, Vellalapatty, India.

Fuente: Bahamón, 2008

calcula con un factor de seguridad de 7, y la resistencia permisible a la compresión de elementos de construcción con tierra es de 3 a 5 kg/cm².⁵⁰ La resistencia a la flexión en el estado seco de la tierra no tiene gran importancia en los elementos constructivos de tierra, sin embargo si es importante para establecer la calidad del mortero de barro y la rigidez de los bloques de barro, la resistencia va a depender básicamente del tipo de arcilla y el tipo de minerales de arcilla que se encuentren en la mezcla. La adhesión es una característica importante únicamente para los morteros de barro, depende de la aspereza de la superficie a la cual se vaya a aplicar, y la resistencia a la flexión del mortero. Se puede realizar una prueba sencilla para verificar la adhesión que consiste pegar dos ladrillos con mortero, y aplicarle a uno de éstos peso hasta que el ladrillo caiga. El módulo de elasticidad del barro es generalmente entre 600 y 700 kg/cm².

5.3 La tierra como material de revoque

Los revoques de tierra son muy ventajosos ya que no son abrasivos a la piel como la cal, también su precio es barato pues se puede sacar la materia prima directamente de la excavación para los cimientos de la construcción, y no requiere una mano de obra muy especializada como lo requieren los revoques de yeso. Se pueden aplicar en distintas superficies como ladrillo cocido, piedra, hormigón y superficies de tierra, es importante que la superficie donde se aplique sea lo suficiente rugosa para lograr que el revoque se adhiera correctamente, esto se puede lograr si es una pared de barro, humedeciendo la superficie y rayándola diagonalmente, o bien si son bloques de barro grandes, haciendo ranuras a 45 grados entre bloques. Los revoques están compuestos por arena, limo y



(46).Revoque de barro. Grupo Tierra de Universidad de Valladolid.

Fuente: propia

⁵⁰ MINKE, Gernot. *Manual De Construcción en Tierra; La Tierra Como Material De Construcción y Su Aplicación En La Arquitectura Actual*. Montevideo: 2001. ISBN 9974-42-078-4

arcilla entre 5– 12%⁵¹. Para que la mezcla tenga una buena cohesividad y adherencia y activar los minerales de la arcilla, se debe tener una buena cantidad de agua y amasar bien. Al aplicarlo se recomienda que la superficie esté seca por los efectos de la retracción y se debe quitar el material suelto de la superficie. Los revoques exteriores se pueden proteger con pintura impermeabilizante, ya que estos están expuestos a la lluvia, y se le pueden añadir pelos humanos o de animales, fibras de coco o paja.

Para los revoques interiores, si es necesario aplicar una capa mayor a 15 mm. es mejor aplicarlo en dos capas donde la primera debe tener más arcilla y más agregados gruesos que la segunda y si en la primera capa aparecen fisuras es mejor pues la adherencia de la segunda capa será mayor. Se le puede agregar granzas de cereal, aserrín o fibras de celulosa. La harina de centeno hace que el revoque sea más trabajable y le da una mayor resistencia a la abrasión, la adición de urea a la mezcla aumenta la resistencia a la compresión y a la flexión. También se han hecho estudios en Guatemala por parte de la Universidad San Carlos⁵², que la cal aumenta la adherencia y la resistencia a la humedad, estos estudios se han realizado como parte de un programa de prevención para la enfermedad de Chagas, el cual su transmisor es un insecto que habita en agujeros de techos y paredes de las casas, y el barro es un material excelente para los revoques en las casas de adobe.

⁵¹ MINKE, Gernot. *Manual De Construcción en Tierra; La Tierra Como Material De Construcción y Su Aplicación En La Arquitectura Actual*. Montevideo: 2001. ISBN 9974-42-078-4

⁵² <http://www.ecosur.org/index.php/ediciones-antteriores/37-edicion-4-junio-2004/98-revestimientos-para-combatir-enfermedad-conectando-la-ciencia-con-la-practica>



(47). Andreas Froese. Casa con Eco ladrillos.

Fuente: http://www.clarin.com/buena-vida/vida-eco/Ecoladrillos_0_939506327.html



(48). Columna de botellas PET

Fuente: <http://michellinegc.wix.com/bioconstruye#!servicios>

5.4 El PET como relleno de muro

La utilización de los envases PET tiene muchas ventajas como la duración, ya que la vida de un envase se calcula en más de 200 años, es un material económico que se encuentra localmente ya que como se ha mencionado anteriormente, el porcentaje de reciclado de las botellas es muy bajo y es fácil de encontrarlo; la comunidad puede aprender de manera muy práctica este tipo de construcción para fomentar la autoconstrucción y así satisfacer sus propias necesidades sin depender de materiales que no están económicamente a su alcance.

Existen diversas propuestas para la construcción con PET, una de ellas es la técnica desarrollada por Andreas Froese⁵³ que dispone de las botellas en forma horizontal a modo de ladrillos apilados, rellenos de tierra. Como cimiento un hormigón ciclópeo que como mínimo soporte el peso propio del muro, un sobrecimiento capaz de aislar el agua al interior de la construcción que puede ser de ladrillo, piedra combinado con un impermeabilizante. Para la construcción de los muros después de nivelar el sobrecimiento se van colocando las botellas de forma horizontal, y a cada hilada se van amarrando con lazo plástico por la cintura de las botellas y posteriormente se amarran también los tapones de las botellas formando un amarre biométrico⁵⁴ los espacios vacíos se rellenan con una mezcla ya sea de arena-cemento, cal-tierra, o solamente tierra combinada con escombros de mediano tamaño. Como columnas se pueden emplear también botellas, dispuestas de forma radial, amarrando siempre los tapones y reforzando el centro. De igual manera se pueden utilizar columnas de concreto o

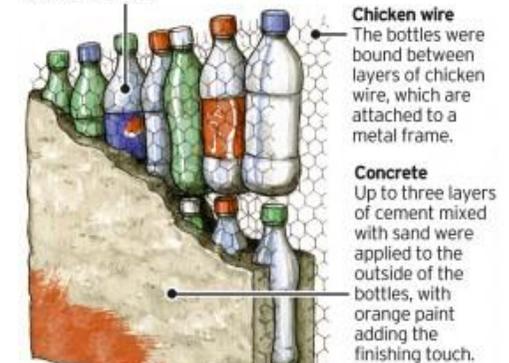
⁵³ RUIZ, D., López, C., Cortes, e., Forese, A. (2012) Nueva alternativa de construcción: Botellas PET con relleno de tierra. En apuntes 25: 292-303

⁵⁴ RUIZ, D., López, C., Cortes, e., Forese, A. (2012) Nueva alternativa de construcción: Botellas PET con relleno de tierra. En apuntes 25: 292-303

Building a bottle wall

Bottles

Students and volunteers stuff the plastic bottles with plastic bags and other insulating trash. More bags fill in the gaps between bottles.



ERIC BAKER/THE OREGONIAN

(49). Muro relleno de Botellas PET

Fuente: <http://www.thesharelordproject.org/>



(50). Construcción de muro en San Marcos La Laguna, Guatemala.

Fuente: Sistema Constructivo Pura Vida, 2011

madera, cuidando siempre que estén bien ancladas tanto al cimiento como a la viga de anillo superior.

Otra manera de construir con los envases PET, es la de utilizarlos en forma vertical, para esta se requieren menos cantidad de botellas para el relleno del muro, y se necesita una malla octogonal de alambre para que el revoque se puede adherir. Primero se debe determinar con qué tamaño de botella se trabajará ya que los elementos estructurales deberán ser del mismo ancho para que el muro quede uniforme. Como las botellas solamente tienen una función de relleno en muro, se deben colocar columnas de madera a cada 1.50 mts. como máximo, debidamente ancladas al cimiento y a la viga superior. Como refuerzo a los movimientos sísmicos se colocan elementos de madera colocados a 45 grados entre las columnas y vigas en las 4 esquinas de la pared. La malla de alambre, se emplea para poder estabilizar la colocación de las botellas ya rellenas de bolsas de frituras, asimismo le da una rigidez horizontal al muro, por lo que también se deben poner refuerzos horizontales de madera para poder tensar la malla, y por último también sirve para poder fijar el revoque.

5.5 Materiales de relleno para las botellas PET

Desde la invención del sistema por Andreas Froese, se han experimentado con distintos rellenos para las botellas PET, en un inicio se empleó la tierra dando muy buenos resultados por la capacidad de aislamiento térmico. En este proyecto de investigación se plantea investigar el comportamiento de las botellas con distintos rellenos para posteriormente analizarlos y compararlos. Los materiales propuestos, son: 1. La tierra, 2. Arena, 3. Bolsas de frituras y bolsas plásticas, 4. Sin relleno. Cada material responde a necesidades diferentes, pues el utilizar bolsas de frituras, o bolsas plásticas en una



(51). Proyecto Pura Vida Guatemala.

Fuente: Sistema Constructivo Pura Vida, 2011



(52). Bolsas de frituras

Fuente: <http://www.elrepaso.net/2013/05/habia-una-vez-la-historia-del-tortrix.html#.U4slhvlDtRI>

comunidad muy contaminada y sin acceso a un servicio adecuado de recolección de basura, ayudará a limpiar la comunidad y a educar a sus habitantes sobre la contaminación y diferentes alternativas para manejar sus desechos ya que la botella se convierte en un sumidero de residuos. La utilización de la tierra y la arena es un buen relleno cuando no se necesitan resolver problemas de acumulación de basura, o cuando está este recurso más accesible que los anteriores.

Capítulo 6

Proyecto de investigación y prouesta de muro mixto de fábrica de Adobe y PET



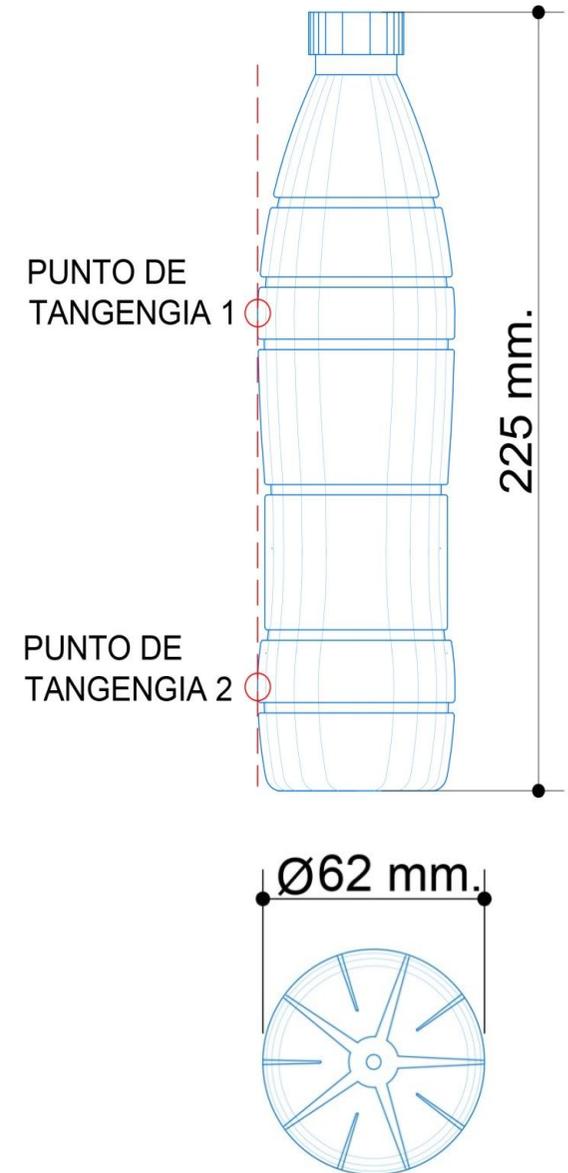
6 Proyecto de investigación y propuesta de muro mixto de fábrica de Adobe y PET

6.1 Características de la botella PET utilizada:

La característica principal de los plásticos es su buena resistencia a los ácidos, álcalis y solventes. Hay tres grandes grupos de clasificación para los plásticos los cuales son los termoplásticos, los termoestables y los elastómeros. El PET (tereftalato de polietileno) pertenece al grupo de los termoestables, que solo es posible moldearlos en estado líquido pues al enfriarse se vuelven irreversiblemente en sólidos⁵⁵. Tienen una gran resistencia al calor. Por tales características su uso principal es para el embalaje, tanto de productos alimenticios, como químicos de diversos usos. Sus propiedades químicas no reaccionan con el medio ambiente, pero resulta un problema al tratar de eliminarlos, pues pueden tardar más de 200 años en degradarse.

Las botellas empleadas para este trabajo de investigación son las denominadas *AquaBona*, para envasado de agua mineral natural del manantial *Santolín*, de la compañía *Coca Cola* en España.

- Peso de la botella sin líquido: 16.58 gr.
- Capacidad de líquido: 500 ml.
- Color: Transparente



(53).Botella AquaBona

Fuente: Elaboración propia

⁵⁵ FRÍAS, Arturo Cristián. Et al. La situación de los envases de plástico en México. En Gaceta ecológica No. 69. Pp.68-82.

6.1.1 Ensayos de laboratorio

En el laboratorio de Construcción de la Escuela Técnica Superior de Arquitectura, se realizaron pruebas con la máquina de resistencia a compresión *Ibertest*. Se realizaron ensayos de compresión a botellas rellenas de bolsas plásticas y frituras, tierra, arena y vacías. A continuación se presentan los resultados obtenidos.

En primer lugar se trataba de determinar la resistencia a compresión de la botella vacía como punto de referencia. Para las pruebas con arena y tierra, se realizaron 3 probetas con el mismo material, para observar el comportamiento de las botellas con distintas cantidades de relleno y compactado.



(54). Comparación de botella sin relleno y con relleno de bolsas de plástico y frituras

Fuente: Elaboración propia

(55). Ensayos de Laboratorio.

Fuente: Propia

a. Muestra A: Botella vacía:

Al momento de realizar las pruebas de compresión para la botella vacía, se notó que ésta se deformaba, llegando a la carga de 0.6 kN aplicada, hasta que era tal la deformación que las placas que ejercen la fuerza se estaban por tocar, y se paró de aplicar carga, pues la resistencia si no se detenía la carga iba a ser la que hacían las placas entre ellas. Sin embargo, al estar la botella bien sellada, solamente se comprimió el aire dentro de la misma, y al retirar el peso ejercido, la botella recuperó el 65% de su tamaño inicial.

Diámetro después de la prueba: 4 cm

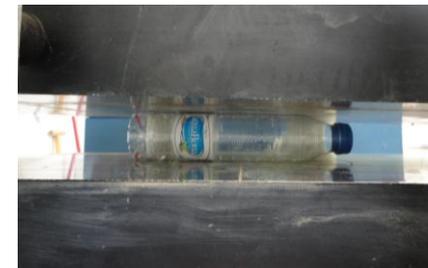
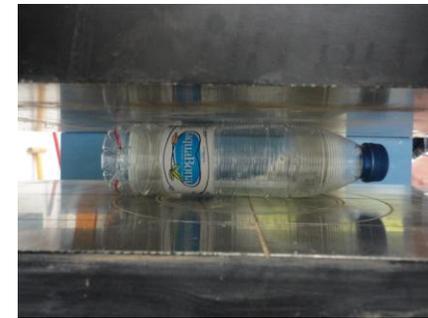
Carga de rotura: 0.5 – 0.6 kN sin romper

El acortamiento de la botella también va a depender del tipo de plástico utilizado en la botella, el tapón es muy resistente y hermético luego de estar abierta la botella, porque tras aplicarle la carga el aire volvió a tomar el lugar que ocupaba inicialmente. Si la botella no está bien cerrada, no resiste ninguna carga, pierde aire poco a poco, y se puede llegar a aplastar en un 100%.



(56). Botella después de la prueba. Recupera un porcentaje alto de su tamaño inicial.

Fuente: propia



(57). Secuencia de imágenes al aplicar la fuerza.

Fuente: propia

b. Muestra B: Botella rellena de plástico y bolsa de frituras

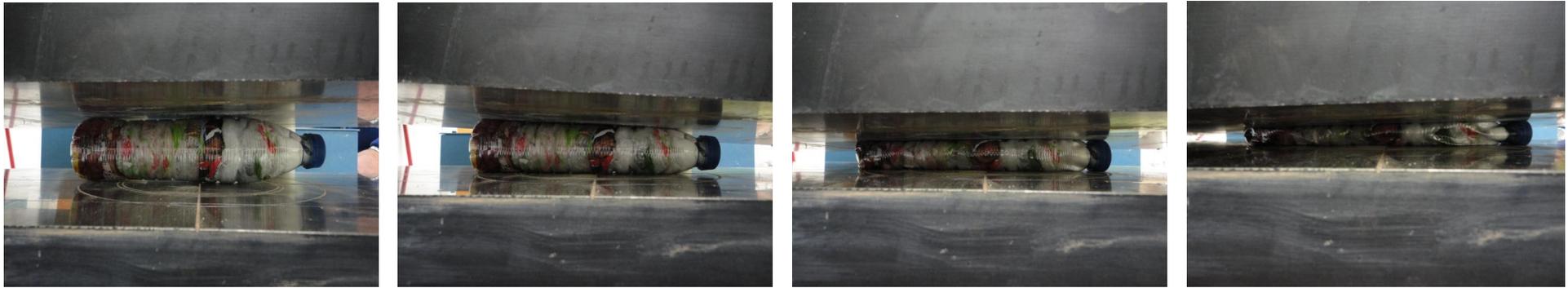
Al aplicarle carga a la botella llena de bolsas plásticas, ésta no se rompió, tuvo un comportamiento similar a la que estaba sin rellenar (solo con aire), pues a pesar de haber tenido un gran acortamiento mientras se le aplicaba la carga, al retirarle el peso, la botella recupero el 56% de su tamaño inicial. El acortamiento que pueda sufrir la botella en este caso depende de la cantidad de material plástico o bolsas de frituras que haya sido posible introducirle, ya que varía según cuánto se puedan compactar las bolsas ya dentro de la botella al momento de estarla rellenando.

Se puede establecer una comparación entre la botella que no estaba rellena y la que se rellenó con bolsas plásticas y de frituras, que aunque las dos tienen la capacidad de recuperar un porcentaje alto de su geometría inicial, la que está rellena, está limitada por que la cantidad de aire en su interior ha sido reemplazada por el relleno, es por eso que se compacta más ya que contiene menos cantidad de aire, ya que la rellena logró recuperar un 56% de su forma y la vacía un 65% de su forma inicial.



(58). Materiales de relleno para la botella. Bolsas de plástico y de frituras

Fuente: Elaboración propia



(59). Secuencia de imágenes de aplicación de fuerza:

Fuente: propia



(60). Comparación de muestra A con muestra B al finalizar la prueba

Fuente: propia

c. Muestra C: Botella rellena de arena de miga

Para realizar las pruebas con arena de miga se elaboraron 3 probetas. La probeta 1, consistió en llenar la botella con arena suelta, la probeta 2 con arena compactada a 3 capas, con 25 golpes en cada capa, utilizando la varilla con la que se hacen los golpes para los testigos de hormigón. Y la probeta 3 se rellenó con un 30% menos de arena que la probeta 2.

Tipo de arena: arena de miga gruesa de 0.5 mm

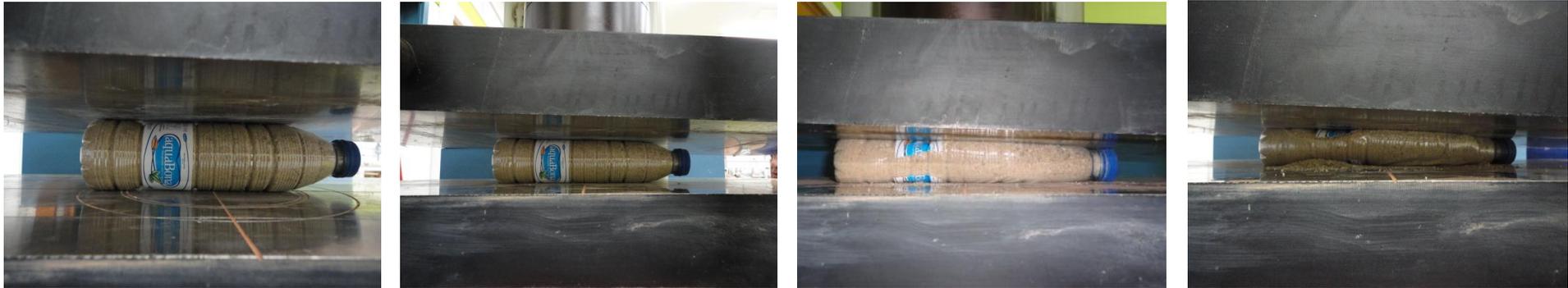
Probeta No.	Material de relleno	total (gr.)	carga que soporta (kN)	acortamiento (cm)
1	arena	871.5	6.2	4.9
2	arena	904.42	4.2	5.6
3	arena	633.09	7.5	4.0

Los resultados de las pruebas muestran que entre menos llena esté la botella es más resistente a las cargas, sin embargo, la deformación es mayor. El acortamiento en las botellas en este caso sí depende de la cantidad de relleno, pues las botellas se rompen, pero logran mantener su diámetro según la cantidad de relleno que tengan. En cuanto a la recepción de las cargas, la botella no recibe la carga uniformemente, solo en la tangencia de la botella. No apoya en una superficie hasta que se empieza a deformar.



(61).Arena utilizada

Fuente: Elaboración propia



(62).Secuencia de imágenes de aplicación de fuerza:
Fuente: propia



(63).Comparación de las tres probetas llenas de arena al finalizar la prueba
Fuente: propia

d. Muestra D: Botella rellena de tierra:

Para las botellas rellenas de tierra se procedió de la misma manera que con las de arena. La probeta 1 está rellena con tierra suelta, la probeta dos rellena con tierra compactada a 3 capas, y la probeta 3 tiene un 30% menos del relleno de la probeta 2.

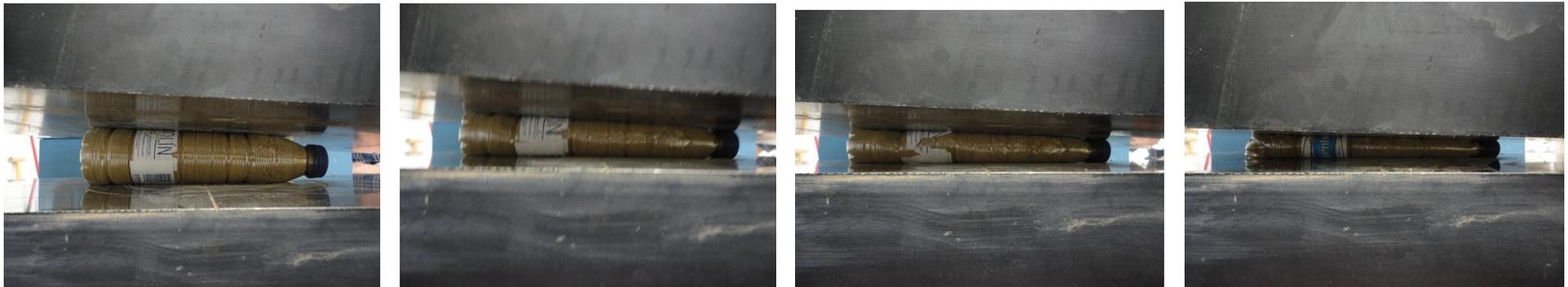
Al aplicarle la carga a la botella, fue muy difícil determinar cuándo se rompía la botella, pues, la tierra, al tener un alto contenido de arcilla se iba comprimiendo, y al estar rota la botella el material no salía por los agujeros como en el caso de la arena si no que el embase le servía como formaleta a la tierra, dando como resultado un bloque de tierra compacta, con la forma de una botella de plástico aplastada.

Probeta No.	Material de relleno	total (gr.)	carga que soporta (kN)	acortamiento (cm)
1	tierra	674.91	14	3.4
2	tierra	797.49	25	3.5
3	tierra	558.24	35	2.9



(64).Arena utilizada

Fuente: Elaboración propia



(65).Secuencia de imágenes de aplicación de fuerza:

Fuente: propia



(66).Comparación de las tres probetas llenas de arena al finalizar la prueba

Fuente: propia

6.1.2 Comparación de resultados con distintos rellenos:

Las pruebas efectuadas en el laboratorio, demostraron que la botella es capaz de deformarse hasta quedar aplastada, y dependiendo de la cantidad que tenga adentro de aire, será posible recuperar un porcentaje de su forma inicial. Se le puede aplicar una fuerza hasta de 100 kilos y la botella no se rompe si no tiene ningún árido adentro que la haga romperse. La botella se rompió cuando estuvo rellena de tierra y de arena, la diferencia fue que cuando tenía el relleno de tierra, la botella se rompía y era muy difícil identificar el momento exacto ya que la tierra en el interior del envase se seguía compactando, mientras que al aplicarle fuerza a la botella rellena de arena, y ésta se rompía, inmediatamente la arena se salía del envase. También se identificó que el tapón es muy resistente, pues éste nunca se desprendió de ninguna botella en todas las pruebas realizadas. Como se presentó en el inicio de esta sección, la botella tiene dos puntos de tangencia donde la carga empieza a apoyar, y cuando estos puntos de tangencia han sido aplastados la botella empieza a recibir la fuerza de manera uniforme y responderá a esta según el relleno que contenga.

En cuanto a los rellenos se obtuvieron resultados muy distintos, ya que la que estaba rellena con tierra fue la única que se compactó con la fuerza que recibía y la botella no recuperó su forma, si no que adoptó la forma de la tierra compactada, esto debido a la capacidad de cohesividad de la arcilla, la rellena con bolsas plásticas y frituras se compactó con la fuerza aplicada pero luego el relleno volvió a recuperar su forma, y en cuanto a la arena, esta no es capaz de comprimirse y al aplicarle determinada cantidad de fuerza rompe la botella por que las partículas se dispersan.



(67).Comparación de las 3 probetas de arena después de la aplicación de la fuerza

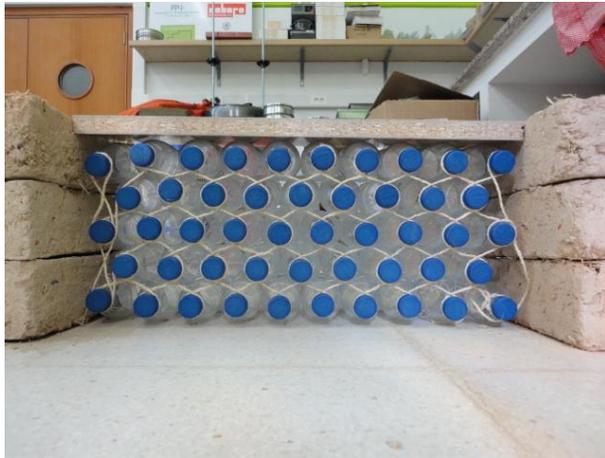
Fuente: Elaboración propia

6.2 Muro de mixto de fábrica de Adobe y PET:

Se procedió a construir un módulo del muro el cual consistió de 5 hiladas de botellas de alto, por diez botellas de ancho (0.62m) amarradas con lazo en ambas caras del muro, las botellas se confinaron con dos módulos de bloques de adobe se probaron vacías para comprobar la carga que era capaz de resistir sin ningún material de relleno. La carga fue probada por cilindros de hormigón, teniendo cuidado de ubicar los cilindros en el centro de los dos puntos de tangencia de la botella. Los cilindros fueron identificados y pesados antes de incluirlos en la prueba, se comenzó colocando 4 cilindros sobre una tabla de madera para poder distribuir el peso uniformemente en las botellas, luego, se agregaron otros 4, haciendo un total de 8 cilindros, el resultado mostró que esta sección de muro soporta hasta 97,062 Kg. Se determinó por tanto la carga por metro lineal que soporta el muro, es de 12,703 Kg/ml. Con la carga aplicada, el muro presentó un acortamiento de 18.30%, y luego al retirar la carga recuperó su altura inicial.

cilindro No.	peso (Kg)
A	11958.00
B	12219.00
C	11829.00
D	12484.00
E	12217.00
F	12219.00
G	12093.00
H	12043.00
total	97062.00

Fotografías de las pruebas de resistencia de sección de muro:



(68). Construcción de muro



(69). Construcción de muro



(70). Aplicación del 50% de la carga



(71). Aplicación del 50% de la carga



(72). Aplicación del 100% de la carga



(73). Aplicación del 100% de la carga

Capítulo 7

Propuesta de Proyecto de Habitabilidad básica



7. PROPUESTA DE PROYECTO DE HABITABILIDAD BÁSICA:

“Sin unas condiciones mínimas de habitabilidad, de cobijo decente o acceso a los servicios básicos indispensables, se puede ser superviviente pero no ciudadano en pleno derecho” DEL CAZ Enjuto, R., 2014, pp.252.

El proyecto de habitabilidad básica responde a la creciente necesidad de una vivienda digna, para miles de guatemaltecos que actualmente no tienen acceso a una, o como se mencionó anteriormente, viven en condiciones de hacinamiento. Según la declaración de los derechos humanos, toda persona tiene el derecho a una vida digna, que cumpla con los requisitos para vivir de una forma plena, los cuales incluyen: acceso a vestido, alimentación, asistencia médica, salud. Cuando estas necesidades básicas no son cumplidas es muy difícil el desarrollo de la sociedad, pues no existen condiciones mínimas para el desarrollo integral de las personas.

El contar con una vivienda significa tener un resguardo contra las inclemencias del tiempo, la posibilidad de tener intimidad, de proteger a los seres queridos y asimismo a su bienes.⁵⁶ La persona que posee una vivienda, tiene motivos para luchar por su futuro, por su familia y por su patrimonio; la vivienda. El cual a su muerte será el bien material físico que podrá dejar a sus descendientes. Sin embargo, con el creciente aumento de la población la demanda de recursos y vivienda va en aumento, el reto a asumir principalmente por los arquitectos es fundamental. Y es aquí donde se basa la propuesta para el proyecto de habitabilidad básica. Se trata entonces, de ofrecer alternativas para la autoconstrucción, que sean fáciles de adoptar por la comunidad proponiendo materiales

⁵⁶ NAVAPALOS, 1987. Madrid: Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Servicio de Extensión Agraria, 1990. ISBN 8434106973



(74). Construcción de muro mixto de fábrica de adobe y PET

Fuente: Propia



(75). Muro mixto de fábrica de adobe y PET

Fuente: Propia

viables que cumplan con tres características: 1.) De bajo coste, 2.) De uso fácil, 3.) De amplia disponibilidad.⁵⁷

El proyecto se basa en la arquitectura Low tech, la cual se fundamenta en la economía de medios, el ahorro energético y el aprovechamiento de recursos locales. En este caso, se diseñó un módulo de bloques de adobe con botellas PET, tomando en cuenta el diseño antisísmico que debe ser primordial para una vivienda en un lugar afectado por los sismos como Guatemala. El proyecto contempla las condiciones básicas para la vivienda: Tener una superficie mínima por habitante, evitando de esta forma el hacinamiento, iluminación y ventilación natural, el uso de materiales locales que den confort a la vivienda, posibilidad de crecimiento. Además de incorporar sistemas constructivos tradicionales como la técnica del adobe. Y un recurso contemporáneo de gran impacto ambiental como los residuos plásticos. Fomentando de esta manera el recurrir a la tradición y a responsabilizarse por la disposición final de nuestros desechos.

La propuesta de vivienda se ajusta al concepto de “vivienda de crecimiento progresivo” JOVÉ (2012), de manera que a partir del diseño de una unidad mínima de vivienda, insertada en un lote determinado de terreno, ésta puede ir creciendo y completando su programa habitacional en base a los requerimientos de la unidad familiar. Este proceso de crecimiento progresivo puede ser realizado por el propio usuario replicando los sistemas constructivos aprendidos en la construcción de la unidad mínima. De este modo, la unidad mínima se convierte en “escuela” y campo de aprendizaje donde el usuario, con su participación activa en el proceso de construcción, adquiere las destrezas necesarias para poder hacer crecer su propia vivienda de manera segura, al tiempo que llevar a cabo las necesarias labores de conservación y mantenimiento.



(76). Muro mixto de fábrica de adobe y PET
Fuente:Propia

⁵⁷ NAVAPALOS, 1987. Madrid: Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Servicio de Extensión Agraria, 1990. ISBN 8434106973

El lote o parcela que se propone tiene unas dimensiones de 8,00m de frente de fachada por 16,00m de fondo (128,00m²). La vivienda se construirá dando frente a la calle y adosada a una de las esquinas de la parcela, dejando el resto de la parcela libre.

Inicialmente se proyecta una unidad mínima de 22 m² con una longitud de fachada de 3,49m, compuesta por un espacio multifuncional que hace las veces de sala-dormitorio, un baño y la cocina exterior en el patio. Posteriormente, la vivienda se completa replicando el mismo volumen con la construcción en prolongación hacia el fondo de la parcela, de otra unidad mínima de las mismas dimensiones que la anterior, quedando el baño entre una y otra. Esta nueva unidad permite la diferenciación de usos en la vivienda, de manera que la primera unidad queda como salón y la segunda como dormitorio. La superficie total de la vivienda es de 38 m²

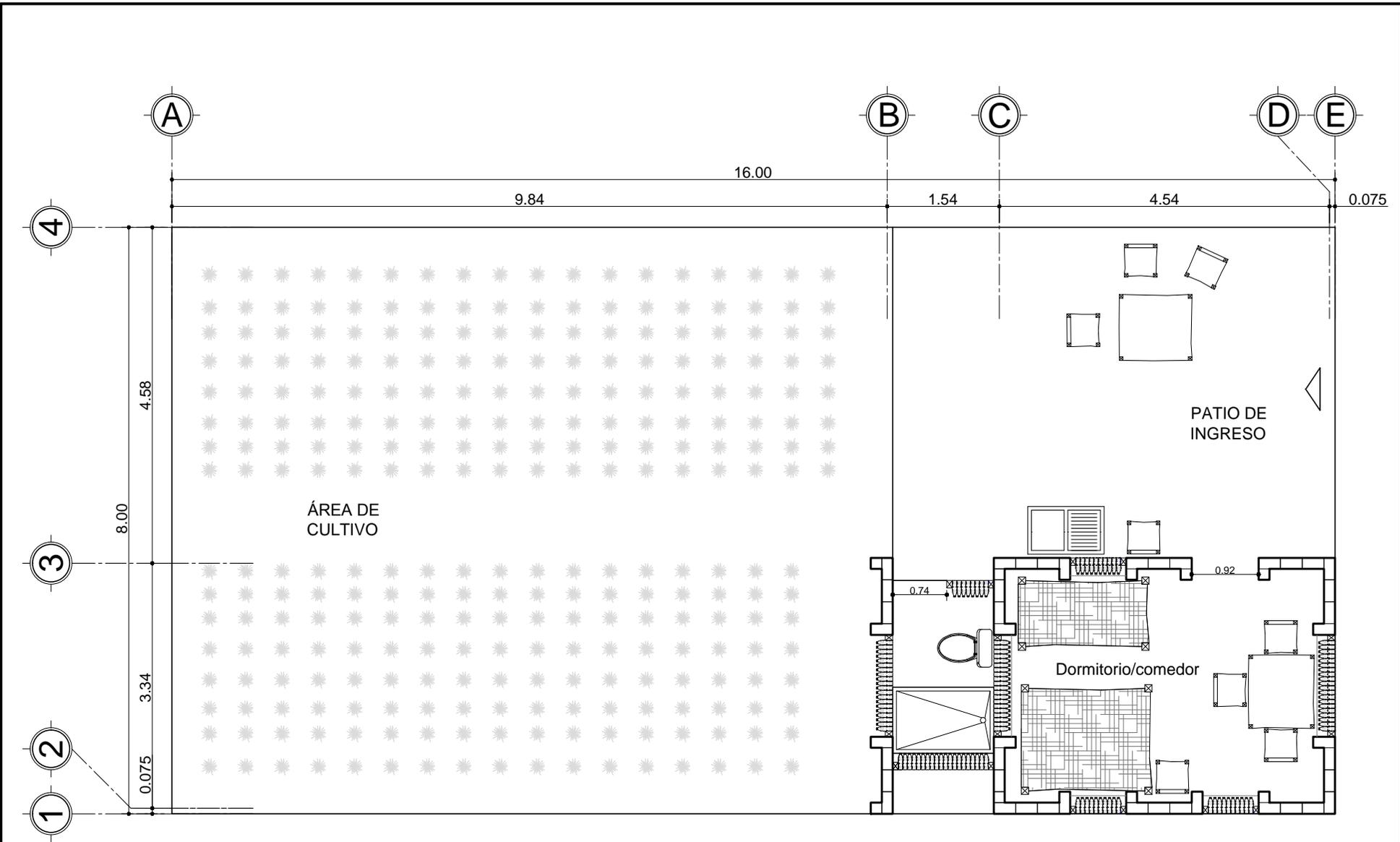
Un posterior crecimiento de la vivienda irá ocupando parte del patio inicial. La mayor o menor importancia de la actividad de la unidad familiar dará mayor o menor importancia al patio en detrimento del espacio ocupado por la explotación agrícola...

Se completa finalmente el crecimiento de la vivienda con otro espacio para dormitorio, en este caso el dormitorio de padres, que cierra la vivienda respecto del fondo de la parcela que queda con uso de huerta. Esta nueva unidad de dormitorio de padres puede ser de menor tamaño y ocupar una posición variable en función de las necesidades de uso del patio, deslizando longitudinalmente sobre la otra pieza.

El patio delantero se constituye como pequeña unidad de producción; puede ser taller artesano (carpintero, chatarrero, etc...), de alimentación (comidas, venta de tortillas, etc...) o de venta de productos de la huerta...

“La construcción del prototipo busca incorporar nuevas tecnologías constructivas al tiempo que continuar con las técnicas locales tradicionales mejorándolas mediante

proyectos I+D+i. La sostenibilidad se configura como el eje transversal obligado de la propuesta, junto con la innovación y transferencia tecnológica a través de la Universidad. Por último el proyecto busca aprovechar la participación comunitaria y propiciar la constitución de cooperativas de ahorro, crédito y construcción popular”.
Jóvé, F., 2012, pp.338



PLANTA VIVIENDA PROGRESIVA
ETAPA 1

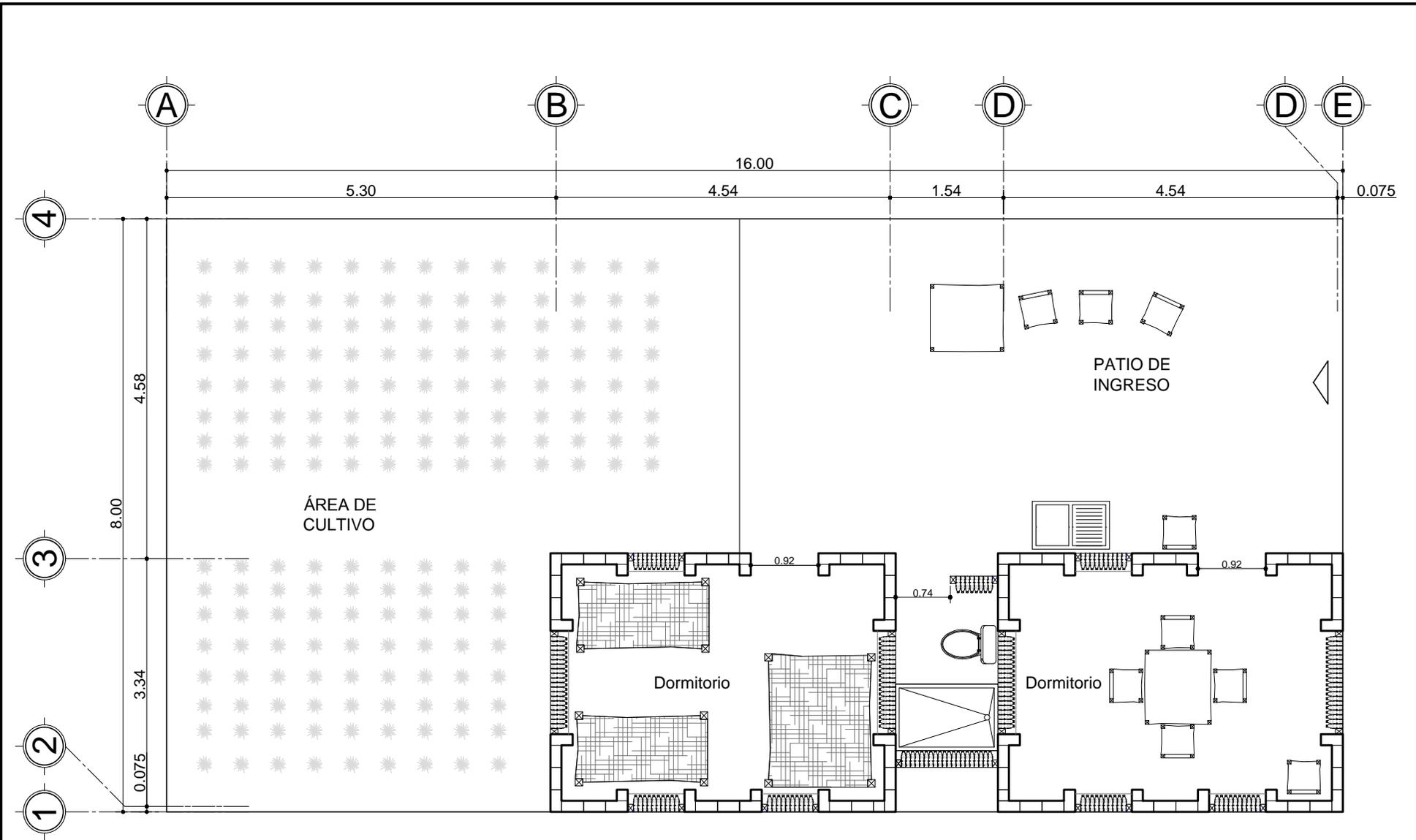


PROYECTO: Proyecto de habitabilidad básica en Guatemala

CONTIENE: Planta Amueblada

ESCALA: 1.75

FECHA: Julio 2014



PLANTA VIVIENDA PROGRESIVA ETAPA 2

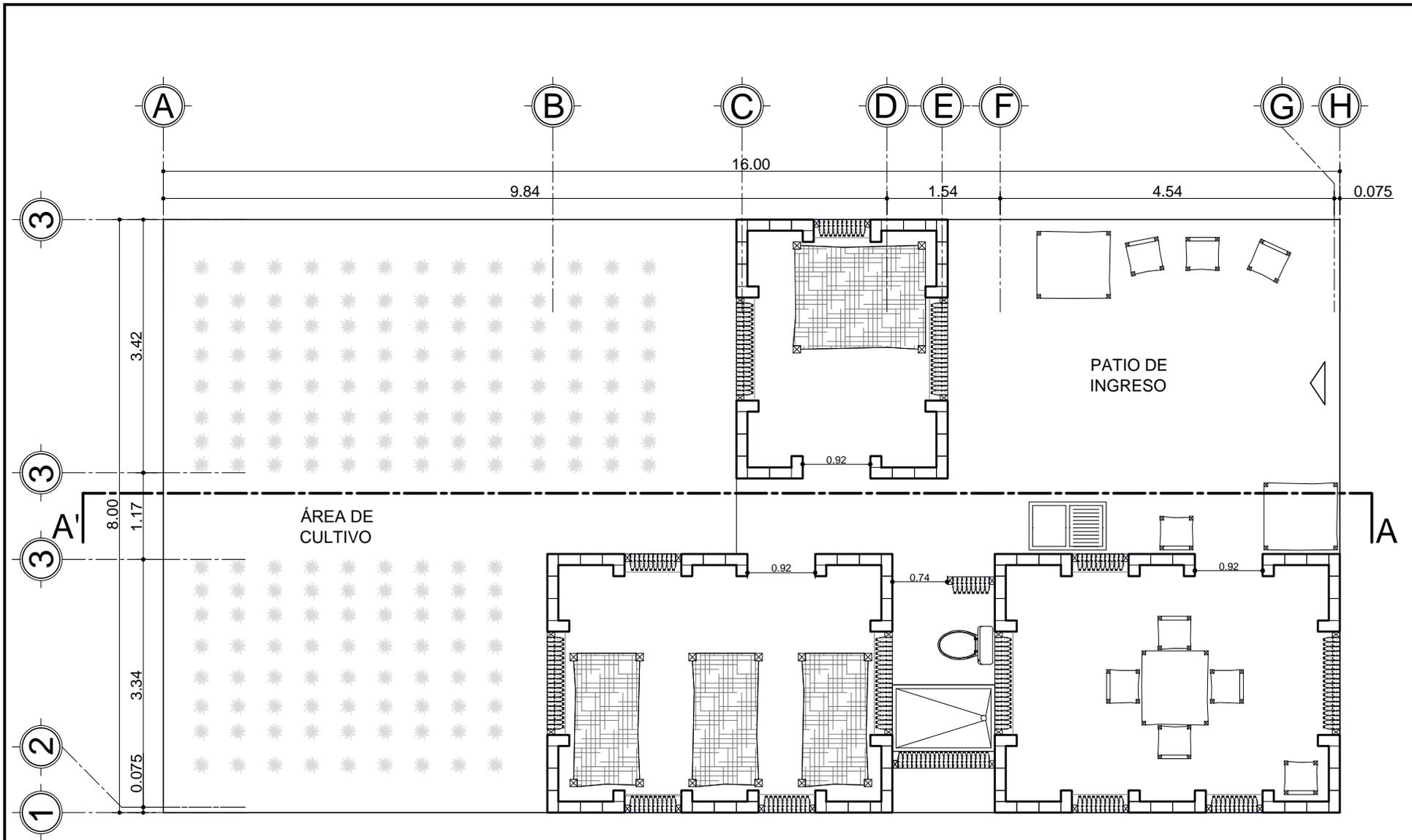


PROYECTO: Proyecto de habitabilidad básica en Guatemala

CONTIENE: Planta Amueblada

ESCALA: 1.75

FECHA: Julio 2014



PLANTA VIVIENDA PROGRESIVA ETAPA 3



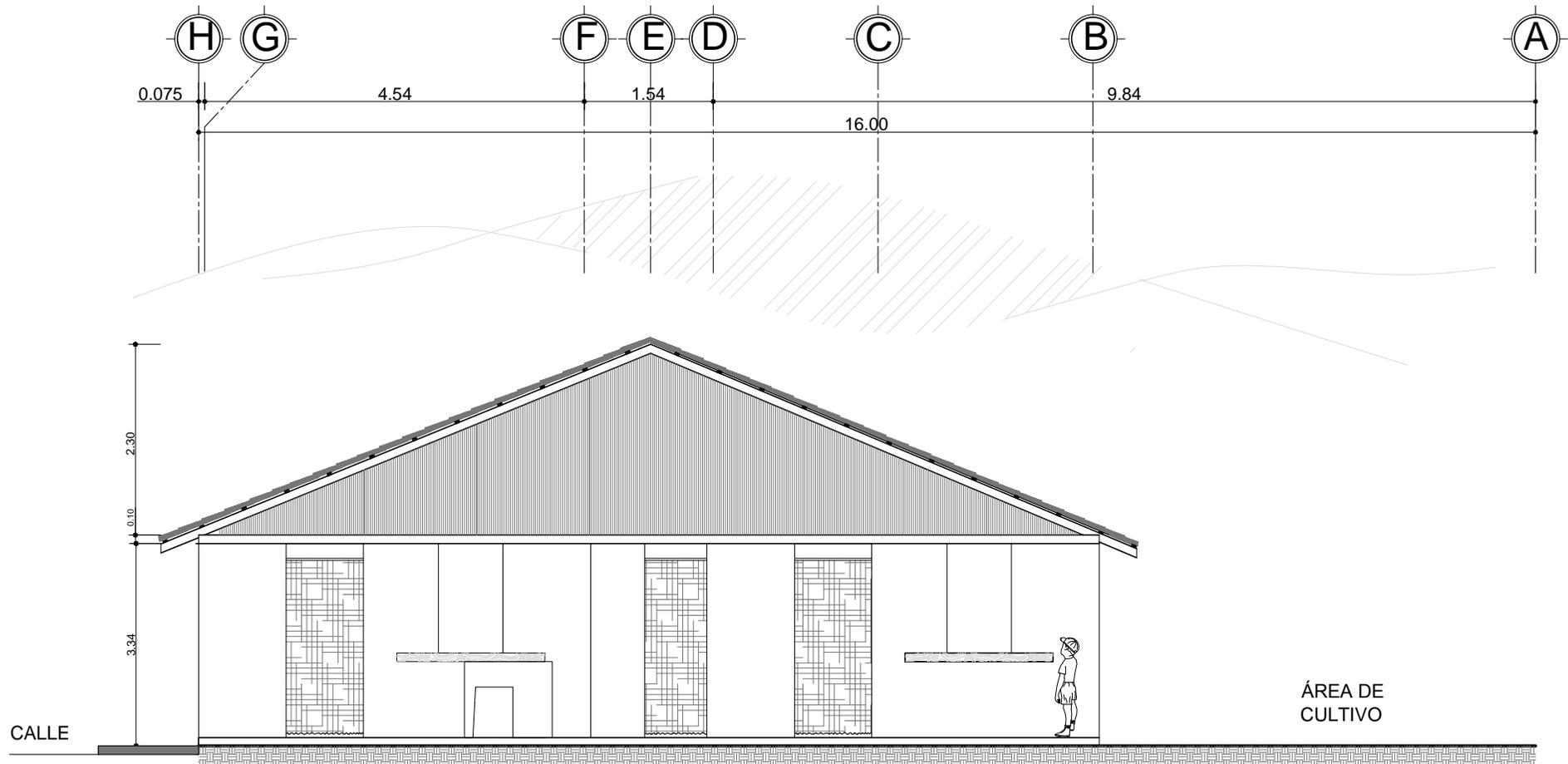
PROYECTO: Proyecto de habitabilidad básica en Guatemala

CONTIENE: Planta Amueblada

ESCALA: 1.75

FECHA: Julio 2014

3
5



SECCIÓN A-A'

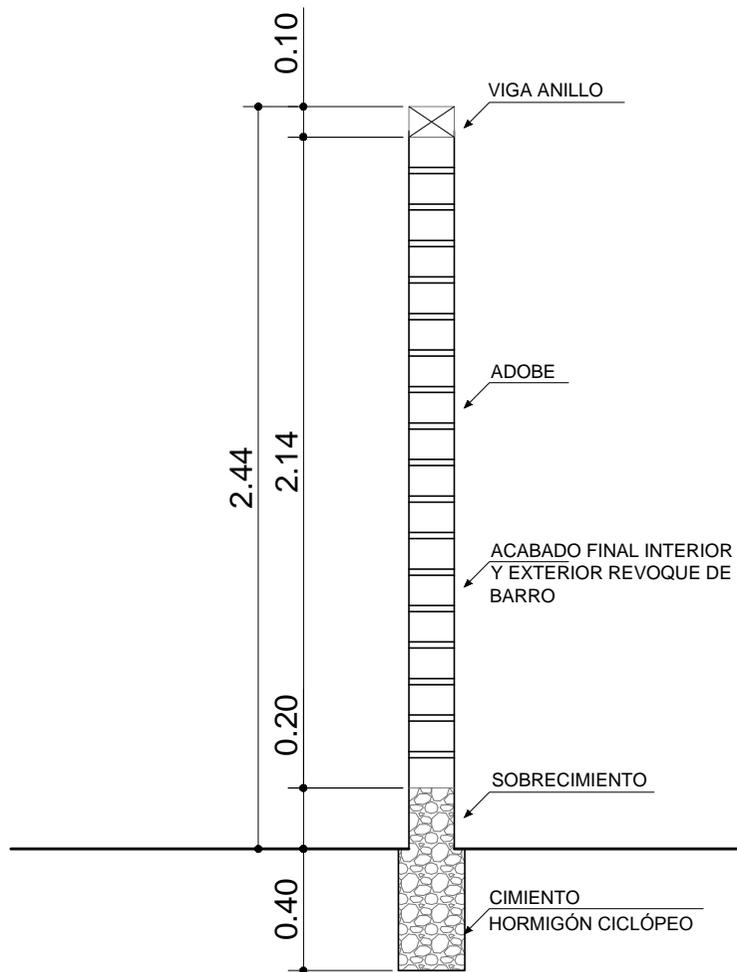


PROYECTO: Proyecto de habitabilidad básica en Guatemala

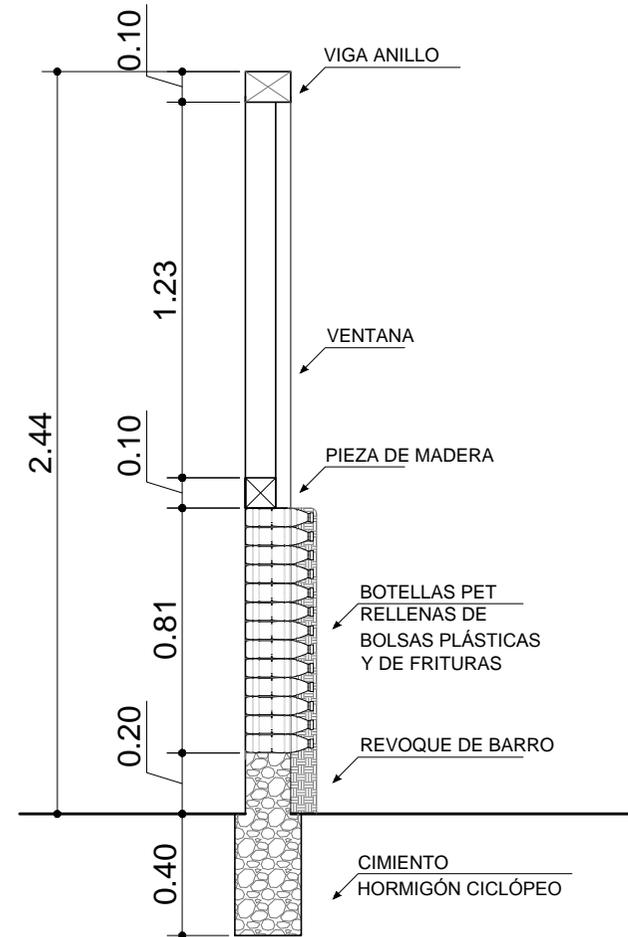
CONTIENE: Sección A-A'

ESCALA: 1.75

FECHA: Julio 2014



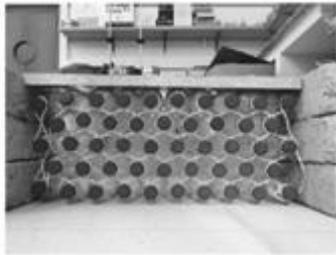
SECCIÓN TÍPICA DE MURO DE ADOBE



SECCIÓN TÍPICA DE MURO DE PET CON VENTANA



Conclusiones



Conclusiones

1. Con la segunda revolución industrial, que tenía de su lado la tecnología para la producción masiva de bienes y con el crecimiento del poder adquisitivo de ciertos sectores de la sociedad, se hizo posible acceso a distintos bienes, donde el nivel de confort de las personas iba en aumento y asimismo la demanda de más espacio para albergar estas nuevas adquisiciones. Todo consumo de bienes, ya sean necesarios para la sobrevivencia o bien sean para la satisfacción de un deseo, generan basura, consumo de energía y recursos. Si bien el consumo es necesario para el diario vivir, éste a su vez nos da el poder de la elección en cuanto a qué se va a consumir, si el embalaje que tiene es excesivo y si éste puede reciclar o reutilizar posteriormente. Como consumidores se tiene el poder de premiar a ciertas marcas y ciertos productos, ya que con la compra se alienta a que haya más producción o que esta disminuya. Por tanto, no se debe olvidar que si no hay quien consuma un bien éste se dejará de producir. De esta manera, se puede abordar el tema del consumo de una forma más responsable con el medio ambiente y hacia las generaciones futuras.
2. Todo en la naturaleza tiene un ciclo, donde nunca hay desperdicios ni desecho, pues todo es transformado para una nueva disposición. Es imperante que este concepto se aplique a la arquitectura y la construcción, pues en vez de ser un sistema lineal con un final, se pueda cambiar esta concepción ya sea empleando materiales como la tierra, que cuando se finalice su utilización, este no pasará a ser un residuo, si no que puede ser utilizado de nuevo.
3. El reforzar la idea de tratar con los desechos de una forma positiva y responsable, resulta muy adecuado, pues en el siglo XXI, el mundo enfrenta un problema muy grave de contaminación, que va desde los desechos orgánicos hasta los tóxicos. Se debe entonces comprender que los desechos y el deterioro forman parte de la vida y es preciso buscar alternativas para ayudar a paliar esta situación, sin dejar toda la responsabilidad a las entidades administrativas pues ninguna acción es remota para lograr un mejor futuro.

4. La utilización de materiales de desecho en la construcción está ganando interés e importancia entre la construcción contemporánea, ya sea para cubrir las necesidades de vivienda y refugio ante un emergencia, o bien para ser una solución definitiva de vivienda. De cualquiera de las dos maneras, el estudio de nuevas técnicas de construcción combinado con una materia prima que le dé un nuevo uso a los desechos, es importante para el avance de la investigación en la arquitectura.
5. El problema de la falta de vivienda y de las condiciones de hacinamiento que se viven en Guatemala, debe ser tomada como una responsabilidad que incluya a los profesionales en el ámbito de la arquitectura. Es necesario fomentar la creación de modelos de construcción que se adecúen a recursos locales y accesibles. Educando a la población y dándoles las herramientas para que sea posible la autoconstrucción y que estas familias no dependan de una ayuda externa para poder acceder a una vivienda digna, que los resguarde de las inclemencias del tiempo y donde puedan proteger a su familia y sus bienes.
6. El implementar en la construcción de vivienda botellas PET, tiene muchos beneficios, desde ayudar a la limpieza de una comunidad, la posibilidad de educar a las personas sobre la contaminación y la autoconstrucción. Las botellas demostraron ser lo suficientemente resistentes como para emplearse en los muros, combinado con un muro de fábrica de adobe que funciona como elemento estructural antisísmico dado a su geometría.

Bibliografía

1. ARGUETA, José Guillermo. *Caracterización de los materiales usados en construcciones de vivienda en el área rural y periurbana*. Universidad de San Carlos. Guatemala. 1999.
2. BAHAMÓN, Alejandro; and SANJINÉS, María C. *Rematerial :Del Desecho a La Arquitectura*. Barcelona: Parramón, 2008. ISBN 9788434233652.
3. BAN, Shigeru; and MCQUAID, Matilda. *Shigeru Ban*. London etc.: Phaidon, 2003. ISBN 0-7148-4194-3.
4. BAN, Shigeru; BUCK, David N.and MESTRE, Montserrat. *Shigeru Ban*. Barcelona etc.: Gustavo Gili, 1997. ISBN 8425217210.
5. DE GARRIDO, Luis. *R4 House: La Referencia En Arquitectura Sostenible*. Valencia: Anavif, 2007.
6. DE HOZ ONRUBIA, Jaime; MALDONADO RAMOS, Luisand VELA COSSÍO, Fernando. *Tierra:Diccionario De Construcción Tradicional*. San Sebastián: Nerea, 2003. ISBN 8489569800.
7. DEL CAZ Enjuto, Rosario, CAMINO Solórzano, Miguel. La vivienda en enfoque de habitabilidad básica y dignidad. En: *Hábitat Social, Digno, Sostenible y Seguro en Manta, Manabí, Ecuador*. 2da. Edición, 2014, pp.251-257.
8. Documental El Guerrero de la Basura. Productor Rachel Wexler, director Oliver Hodge, editor Pihl Reynolds. Open Eye media Ltd. <https://www.youtube.com/watch?v=ZfqGQXzIAAE>
9. EDWARDS, Brian; and HYETT, Paul. *Guía Básica De La Sostenibilidad*. Barcelona: Gustavo Gili, 2008. ISBN 9788425222085.
10. Encuentro de trabajo sobre 'La tierra como material de construcción'(1º. *Navapalos 85 :I Encuentro De Trabajo Sobre 'La Tierra Como Material De Construcción'*. Soria: Inter-Acción, 1986. ISBN 8439869207.

11. GOLDSMITH, Sara. *Vitamin Green*. London: Phaidon, 2012. ISBN 978-0-7148-6229-3.
12. HERRÁEZ, Isabel. *Residuos Urbanos y Medio Ambiente*. Madrid: Ediciones de la Universidad Autónoma de Madrid, 1989. ISBN 8474771943.
13. JOVÉ, F., HERNÁN, L., SOLANO, J. Prototipo de vivienda construida con BTC y caña guadua para su aplicación en la región de Manabí (Ecuador). *Construcción con tierra. Pasado, presente y futuro*. Jové, F. & Sainz Guerra, JL. (coord.) Valladolid, 2012.
14. JOVÉ Sandoval, Félix, et al. Prototipo de vivienda urbana para Manta. En: *Hábitat Social, Digno, Sostenible y Seguro en Manta, Manabí, Ecuador*. 2da. Edición, 2014, pp.259-269.
15. LENTINI, Emilio. Servicios de agua potable y saneamiento en Guatemala: Beneficios potenciales y determinantes del éxito. Comisión económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). 2010. Naciones Unidas. Santiago de Chile.
16. LIGORRIA, Vanessa; and QUAN, Oscar. *Catálogo nacional de Alojamiento. Albergues de transición*. Universidad Rafael Landívar. Guatemala, 2012.
17. LYNCH, Kevin; and SOUTHWORTH, Michael. *Echar a Perder: Un Análisis Del Deterioro*. Barcelona: Gustavo Gili, 2005. ISBN 84-252-2044-0.
18. MACDONALD, Stephen O.; and MYHRMAN, Matts. *Edifique Con Fardos :Una Guía Paso Paso Para La Construcción Con Fardos De Paja*. Buenos Aires: Nobuko, 2007. ISBN 9871135602.
19. MALDONADO RAMOS, Luis; and VELA COSSIO, Fernando. *Curso De Construcción Con Tierra. 1, Técnicas y Sistemas Tradicionales*. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid, 1999. ISBN 8489977828.
20. MALDONADO RAMOS, Luis, et al. *Arquitectura y Construcción Con Tierra: Tradición e Innovación*. Madrid: Maireta, 2002. ISBN 849323673x.
21. MAY, John. *Casas Hechas a Mano y Otros Edificios Tradicionales : Arquitectura Popular*. Barcelona: Blume, 2011. ISBN 9788498015232.

22. MINKE, Gernot. *Manual De Construcción En Tierra: La Tierra Como Material De Construcción y Su Aplicación En La Arquitectura Actual*. Montevideo: , 2001. ISBN 9974-42-078-4.
23. MINKE, Gernot. *Manual De Construcción para viviendas antisísmicas de Tierra*. Alemania: , 2001.
24. MONTANER, Josep M.; and MUXÍ, Zaida. *Arquitectura y Política: Ensayos Para Mundos Alternativos*. Barcelona: Gustavo Gili, 2011. ISBN 9788425224379.
25. MORALES MORALES, Manuel de Jesús. *Construcción de Viviendas con Adobe. Recomendaciones para su Habitabilidad*. (Tesis), Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala 1997.
26. MUÑOZ, María Jesús. “Ecosofía y sostenibilidad”, en *Arquitectos, Bajo consumo*, No.3, 2007, pp. 66-70.
27. *Navapalos 1987*. Madrid: Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Servicio de Extensión Agraria, 1990. ISBN 8434106973.
28. NEILA GONZÁLEZ, Francisco J. *Arquitectura Bioclimática :En Un Entorno Sostenible*. Madrid: Munilla-Lería, 2004. ISBN 84-89150-64-8; 9788489150645.
29. RUIZ, D., LÓPEZ, C., CORTES, EL, FROESE, A. (2012). Nueva alternativa de construcción: Botellas PET con relleno de tierra. En: *Apuntes 25 (2)* 292-303.
30. SALAS SERRANO, Julián; FERRERO, Aurelio and LUCAS ALONSO, Patricia. Utilización De Componentes Neutros De Construcción En Latinoamérica. Revista *INVI*, 2012, vol. 27, no. 76, pp. 147-175.
31. SALAS, Julián. GESTO, Belén. GÓMEZ, Guillermo. “Arquitecturas sin recursos... Herramientas de lucha contra la pobreza”, en *Arquitectos 186, Sin recursos*, No.1, 2009, pp. 34-37.
32. SÁNCHEZ SUÁREZ, Aurelio. La casa maya contemporánea. Usos costumbres y configuración espacial. Revista *Península*. Vol.1, Núm. 2, 2006, pp. 81-106. ISSN: 1870-5766

33. SEPÚLVEDA, Blanco Rafael. NARVÁEZ, Enríquez Francisco. El desarrollo rural y la transformación del patrimonio arquitectónico tradicional. Revista *Estudios geográficos LXVI*, 2005, pp. 407-434. ISSN: 0014 1496
34. SHOLMO, Angel. Políticas y programas de vivienda en Guatemala: Diagnósis, evaluación y guías de acción. Banco internacional de desarrollo. 2000
35. *Terra Incognita :Discovering & Preserving European Earthen Architecture*. Portugal, etc.: Argumentum etc., 2008. ISBN 978-972-8479-55-8; 978-2-9600527-4-9.
36. WINES, James; and JODIDIO, Philip. *Green Architecture*. Hong kong: Taschen, 2008. ISBN 9783836503211.

Ponencias:

1. ARIAS Madero, Javier. BLANCO Martín, Javier. (2013) “La tierra en la construcción de cerramientos con materiales de reciclaje”. Ponencia en: X Congreso internacional de arquitectura en tierra. Tradición e innovación 2013. Valladolid España
2. JOVÉ, Félix (2013). “Tecnologías Low Tech en base tierra aplicadas en la construcción de vivienda”. Ponencia en: IV Jornadas técnicas Low Tech. Escola Politecnica superior d’edificació de Barcelona.

Fuentes Web

1. <http://www.ine.gob.gt/np/poblacion/index.htm> (consultado 14 dic. 2013)
2. http://maternoinfantil.org/archivos/smi_D286.pdf

3. <http://puravidaatitlan.org/images/Manual%20%20Sistema%20Constructivo%20Pura%20Vida.pdf> (sábado 14/dic/2013)
4. <http://www.derechos.org/nizkor/guatemala/doc/vivgtm.html>
(vivienda en Guatemala, consultado 08 dic 2013)
5. <http://www.ine.gob.gt/np/poblacion/index.htm> (consultado 14 dic. 2013)
6. http://maternoinfantil.org/archivos/smi_D286.pdf
7. http://www.ecoportal.net/Temas_Especiales/Habitat_Urbano/Arquitectura_sustentable_no_solo_una_pancarta_verde
8. http://www.ecoportal.net/Temas_Especiales/Basura_-_Residuos/El_problema_del_Reciclaje_en_America_Latina
9. <http://storyofstuff.org/movies/story-of-bottled-water/>
10. http://www.eldiario.net/noticias/2011/2011_05/nt110523/3_04ecn.php
(consultado 15 de enero 2014)
11. Video botellas de agua 17 enero 2012
<http://storyofstuff.org/movies/story-of-bottled-water/>
12. <http://www.ecosur.org/index.php/ediciones-anteriores/37-edicion-4-junio-2004/98-revestimientos-para-combatir-enfermedad-conectando-la-ciencia-con-la-practica>
13. <http://www.un.org/es/documents/udhr/> (consultado el 29 de junio 2014)