

INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ESTUDIOS SUPERIORES DE OCCIDENTE

Reconocimiento de validez oficial de estudios de nivel superior según acuerdo secretarial 15018,
publicado en el Diario Oficial de la Federación el 29 de noviembre de 1976.

Departamento del Hábitat y Desarrollo Urbano

MAESTRÍA EN PROYECTOS Y EDIFICACIÓN SUSTENTABLES



CARACTERIZACIÓN DE BOTELLAS PET PARA SU USO COMO ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS DE MUROS DE CARGA

Trabajo recepcional que para obtener el grado de
MAESTRO EN PROYECTOS Y EDIFICACIÓN SUSTENTABLES

Presenta: Francisco Antonio Espinosa Guzmán

Tutor: Dr. Nayar Cuitláhuac Gutiérrez Astudillo

Tlaquepaque, Jalisco. Mayo de 2016.

Dedicatoria

*A ellos, para quienes es suficiente
que yo crea que puedo hacer cualquier cosa,
para creer también que puedo lograrla.*

*A los maestros más importantes de mi vida:
Marcela, Francisco, Megui, Gabriela y Jaime.*

Agradecimientos

A mis profesores y asesores: NG, DV, AM.

A las instituciones: ITESO y CONACYT

...La elección es nuestra: formar una sociedad global para cuidar la Tierra y cuidarnos unos a otros o arriesgarnos a la destrucción de nosotros mismos y de la diversidad de la vida. Se necesitan cambios fundamentales en nuestros valores, instituciones y formas de vida. Debemos darnos cuenta de que, una vez satisfechas las necesidades básicas, el desarrollo humano se refiere primordialmente a ser más, no a tener más. Poseemos el conocimiento y la tecnología necesarios para proveer a todos y para reducir nuestros impactos sobre el medio ambiente. El surgimiento de una sociedad civil global, está creando nuevas oportunidades para construir un mundo democrático y humanitario. Nuestros retos ambientales, económicos, políticos, sociales y espirituales, están interrelacionados y juntos podemos proponer y concretar soluciones comprensivas...

La carta de la Tierra (2000)

Contenido

RESUMEN:	1
INTRODUCCIÓN	2
1. PLANTEAMIENTO DEL TEMA	
1.1 Delimitación del objeto de innovación.....	5
1.2 Descripción de la situación problema que se aborda	8
1.3 Importancia del proyecto desarrollado	10
2. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL	
2.1 Utilización de residuos como materiales constructivos	15
Sistemas constructivos modulares	19
Reglamentación para la edificación sustentable.....	21
2.2 Referencias conceptuales del tema.....	22
3. DISEÑO METODOLÓGICO	
3.1 Supuesto de la investigación	29
3.2 Preguntas generadoras.....	29
Pregunta principal	29
Preguntas secundarias.....	29
3.3 Objetivos.....	30
Objetivo general	30
Objetivos Específicos	30
3.4 Elección metodológica.....	31
Planteamiento metodológico	31
3.5 Selección de técnicas y diseño de instrumentos	33
Revisión documental	33
Observación directa.....	34
Entrevista.....	34
Diseño de experimentos.....	35

4. ANÁLISIS, DESARROLLO DE LA PROPUESTA Y RESULTADOS

4.1 Síntesis interpretativa de los datos analizados	37
Visita a la vivienda con botellas PET en el municipio de San Pablo del Monte, Tlaxcala	46
Diseño experimental	48
4.3 Hallazgos aprovechables	53
4.4 Desarrollo de la propuesta	54
4.5 Diseño de la propuesta aplicativa de la solución	60
4.6 Factibilidad y validación técnica de la propuesta	66
Verificación de la resistencia de las botellas	66
Verificación de la resistencia de los muretes	69

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.3 Conclusiones	73
Mitigación del impacto ambiental generado por el PET	73
Desarrollo de alternativas constructivas no convencionales	74
5.4 Recomendaciones	75

FUENTES CONSULTADAS.....	77
--------------------------	----

ANEXOS

Resumen de tablas y figuras

TABLAS

Tabla 1. Información general de las entrevistas.	34
Tabla 2. Resumen de la técnica de observación directa.	47
Tabla 3. Factores controlados para el experimento.	48
Tabla 4. Análisis de Varianza para Resistencia - Suma de Cuadrados Tipo III.	50
Tabla 5. Recomendación para factores simples.	52
Tabla 6. Ponderación de las categorías y criterios.	54
Tabla 7. Valoración de los indicadores del sistema de evaluación para los sistemas constructivos.	56
Tabla 8. Puntuación obtenida por cada uno de los sistemas constructivos.	57
Tabla 9. Valores esperados para el sistema constructivo.	60
Tabla 10. Resultados de la resistencia de diseño a la compresión.	67
Tabla 11. Densidad promedio de los suelos utilizados.	67
Tabla 12. Análisis de varianza para el modelo de la resistencia.	68
Tabla 13. Resultados corregidos de las pruebas a la compresión de los muretes	69
Tabla 14. Resistencia de diseño a compresión de la mampostería f_m^* , para algunos tipos de pieza, sobre área bruta.	70
Tabla 15. Valores esperados para el sistema constructivo.	74

FIGURAS

Figura 1. Ladrillos WOBO a partir de botellas de cerveza Heineken.	15
Figura 2. Casa “El pulgar” construida con latas de cerveza.	16
Figura 3. Sistema constructivo pura vida.	17
Figura 4. Moldeado y armado del sistema constructivo Cero’s.	18
Figura 5. Sistema constructivo MagPanel	20
Figura 6. Sistema constructivo Pop up house	20

Figura 7. Categorías de la investigación.....	37
Figura 8. Localización del municipio San Pablo del Monte, Tlaxcala.	46
Figura 9. Colocación de la botella a ensayar en la prensa universal.....	49
Figura 10. Comportamiento de las botellas después de la prueba.	50
Figura 11. Gráfica de medias para el factor espesor.....	51
Figura 12. Gráfica de medias para el factor tipo de suelo de relleno.....	51
Figura 13. Gráfica de interacción espesor-relleno.	52
Figura 14. Esquematización de los principales hallazgos de la investigación.....	53
Figura 15. Gráfica comparativa de evaluación de indicadores.	58
Figura 16. Gráfica de desempeño global de los sistemas constructivos.....	59
Figura 17. Acomodo de las botellas para la conformación de muros.....	60
Figura 18. Colocación de espárragos para ejercer un presfuerzo.....	61
Figura 19. Detalle de las costillas de los tableros de madera.	62
Figura 20. Falla de la primera propuesta de murete.	62
Figura 21. Configuración del murete de la segunda propuesta.....	63
Figura 22. Comportamiento de la segunda propuesta de murete después de la prueba...	64
Figura 23. Comportamiento del murete después de la prueba de compresión diagonal...	64
Figura 24. Configuración del murete de la tercera propuesta.....	65
Figura 25. Comportamiento de la tercera propuesta de murete después de la prueba.....	66

Índice de anexos

- Anexo 1.** Diseño metodológico de la técnica de observación directa.
- Anexo 2.** Aplicación de la técnica de observación directa.
- Anexo 3.** Reporte de la visita a la vivienda construida con botellas PET en el municipio de San Pablo del Monte Tlaxcala.
- Anexo 4.** Diseño metodológico de la técnica de entrevistas.
- Anexo 5.** Transcripción de entrevistas.
- Anexo 6.** Análisis de entrevistas semiestructuradas con los profesionales relacionados con el tema.
- Anexo 7.** Diseño metodológico del diseño de experimentos.
- Anexo 8.** Desarrollo de la experimentación y análisis estadístico.
- Anexo 9.** Resultados de las pruebas de resistencia a la compresión simple.
- Anexo 10.** Sistema de evaluación de los sistemas constructivos.
- Anexo 11.** Resultado de las pruebas de laboratorio a los muretes.

CARACTERIZACIÓN DE BOTELLAS PET PARA SU USO COMO ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS DE MUROS DE CARGA.

RESUMEN:

Una solución viable para disminuir la presencia del material PET de desecho y retirarlo de su ciclo de contaminación es transformarlo en una opción útil y pertinente. El tema central de esta investigación es el convertir un material residual en un recurso disponible. A través del desarrollo de una propuesta de sistema constructivo para muros de carga elaborado a partir de botellas PET.

Desde una visión sustentable, se identificaron las características principales que debe cumplir el sistema constructivo. Se desarrollaron propuestas de innovación para el formato del mismo, partiendo de la visión de que cualquier persona pueda construirlo. Además se realizaron pruebas de laboratorio para validar técnicamente cada planteamiento.

Esta idea podría disminuir la cantidad de PET que actualmente se desecha y contribuir a mejorar la seguridad estructural de viviendas auto construibles en los próximos años, con esto se podrían beneficiar familias que viven en situación de pobreza y/o marginación.

PALABRAS CLAVE: sistema constructivo, botellas PET, muro de carga, reutilización de residuos, desarrollo sustentable.

INTRODUCCIÓN

Existen aproximadamente 2,500 millones de pesos tirados en los parques, calles y otros lugares públicos, ¡y ninguno quiere recogerlos! ¿O será que son invisibles a nuestros ojos? Se trata de todas las botellas y envases de plástico que alguna vez sirvieron como contenedores, y que ahora sólo son como vagabundos sin rumbo.

Según cifras de la Comisión especial para el desarrollo sustentable (2015), anualmente se producen alrededor de 800,000 toneladas de PET en nuestro país, de las cuales 550,000 no se depositan en contenedores ni botes de basura. Si tomamos en cuenta que los envases de PET tardan hasta 500 años en degradarse, ¿qué hacemos hoy con todos estos residuos?

La reutilización es una de las formas más eficientes de disminuir los residuos, sin la necesidad de recurrir a procesos industriales complejos. La construcción con materiales alternativos es un campo que en las últimas décadas ha aprovechado los materiales residuales para realizar diferentes edificaciones, resolviendo problemas de vivienda y disminuyendo la cantidad de desechos.

El PET es un material que debido a sus propiedades físicas y mecánicas puede ser reutilizado para la fabricación de elementos y sistemas constructivos de alta resistencia, remplazando las materias primas convencionales, por otros elementos que están presentes en mayor cantidad y que no tienen un destino final adecuado.

El trabajo realizado se enfoca en desarrollar una propuesta de sistema constructivo con base en la reutilización de material PET grado botella. Para realizarla se llevó a cabo una amplia exploración sobre la utilización de materiales residuales para la construcción, las características mínimas de un sistema constructivo sustentable y la comprobación de la viabilidad de la propuesta a través de pruebas físicas de laboratorio.

La investigación contiene un planteamiento que se relaciona con la sustentabilidad, englobando principalmente los aspectos ambientales, económicos y sociales. La problemática existente que se analizó se puede resumir en tres puntos principales que son: 1) la insuficiente oferta de materiales constructivos sustentables; 2) el rezago habitacional y 3) la gran acumulación de residuos sólidos urbanos. Para el desarrollo de la investigación se aplicó una metodología mixta, debido a que se analizaron factores cualitativos y cuantitativos.

El documento se estructura bajo cinco capítulos principales. El primer capítulo llamado planteamiento del tema establece la dirección de la investigación desde el punto de vista de la sustentabilidad, y relaciona la problemática existente con el medio dentro del cual aparece. Se delimita el objeto de estudio, y se describen los diferentes aspectos que justifican la investigación.

El capítulo dos tiene el propósito de dar a la investigación un sistema ordenado de antecedentes empíricos y referencias conceptuales que permiten abordar y entender el problema investigado. En el tercer capítulo se desarrolló el conjunto de estrategias que se emplearon en la ejecución del proyecto de investigación a través de los métodos, técnicas, procedimientos e instrumentos que nos permitieron comprobar el supuesto inicial, alcanzar los objetivos de la investigación y con esto dar respuesta al problema planteado.

El capítulo cuarto conforma la parte más importante de la investigación, toda vez que comunica la interpretación de los datos obtenidos, presenta el diseño aplicativo de la propuesta para la solución del problema, además de un análisis de factibilidad técnica para la resolución del mismo.

El último capítulo del documento incluye la interpretación de los datos observados en las pruebas físicas, las ideas finales y las recomendaciones del autor sobre los trabajos de futuras investigaciones relacionada con la utilización de envases plásticos como elementos constructivos.

El desarrollo de esta propuesta podría ayudar a resolver los problemas de rezago habitacional al ofrecer a la población de escasos recursos un sistema constructivo de bajo costo y de fácil uso, así como reutilizar millones de botellas plásticas que contaminan nuestro medio ambiente. El reto principal fue la adopción de un formato constructivo viable y que aporte beneficios competitivos a los sistemas ya existentes en el mercado.

1

PLANTEAMIENTO DEL TEMA

En este apartado se establece la dirección de la investigación desde el punto de vista de la sustentabilidad, englobando principalmente los aspectos ambientales, económicos y sociales. Relacionando la problemática existente con el medio dentro del cual aparece. Se delimita el objeto de estudio, y se describen los diferentes aspectos que justifican la investigación.

1. PLANTEAMIENTO DEL TEMA

1.1 Delimitación del objeto de innovación

El presente proyecto tiene como objeto conceptual un *sistema de construcción con base en materiales reciclados*, por lo que está directamente relacionado desde el punto de vista constructivo con la ingeniería civil y sus diferentes ramas, entre las cuales encontramos las siguientes: a) la ingeniería estructural, debido a que emplea conocimientos de diseño y cálculo de los elementos o componentes constructivos, con la finalidad de conseguir edificaciones seguras, resistentes y funcionales; b) la ingeniería de materiales, al estudiar las relaciones entre las propiedades físicas, procesamiento, funcionamiento y diseño de la estructura de un material; c) la ingeniería de la construcción, pues se desarrolló una técnica constructiva a partir de elementos de desecho que presentan factibilidad económica, que son compatibles social y ambientalmente.

También se relaciona con el diseño arquitectónico, ya que genera propuestas e ideas para la creación de espacios habitables, desde el punto de vista geométrico, tecnológico y estético. Comprende además los modelos constructivos, pues se realizó una investigación experimental sobre el sistema y componentes de la estructura, con el fin de evaluar su comportamiento bajo la aplicación de cargas.

Por el lado del aprovechamiento de residuos y cuidado del ambiente, el proyecto se involucra con disciplinas como la ingeniería ambiental, pues al aprovechar residuos sólidos se busca la prevención y control de problemas de degradación del medio ambiente y desarrollo sustentable. Además tiene que ver con la evaluación ambiental, al planificar opciones de desarrollo ambientalmente adecuadas y sustentables.

De igual forma, la investigación está directamente relacionada con el desarrollo sustentable pues busca consensar diferentes características que logren satisfacer de forma objetiva e incluyente las necesidades básicas para lograr el bien común y mejorar la calidad de vida de las personas, en este caso enfocado a la construcción de vivienda principalmente (sustentabilidad social). Así mismo, se relaciona con el reúso y reciclaje de residuos sólidos, al aprovechar y utilizar el material PET de desecho como materia prima base de la investigación y experimentación. Con esto se busca disminuir la extracción de materiales y explotación de recursos naturales (sustentabilidad ambiental).

Algunos conceptos adicionales que servirán como referencia para ubicar este proyecto de investigación son los siguientes:

Análisis estadístico: es un análisis de datos cuantitativos o cualitativos que surgen del estudio de una muestra poblacional. Consiste en describir, analizar e interpretar las características de la muestra con el objetivo identificar tendencias.

Construcción sustentable: se refiere a una forma de edificación en la que se aplican diferentes estrategias, criterios constructivos y elección de materiales que dan como resultado la minimización de los impactos ambientales generados por las edificaciones en todas las etapas de su ciclo de vida.

Diseño de experimentos: planeación de un conjunto de pruebas experimentales, de tal forma que los datos generados puedan analizarse estadísticamente para obtener conclusiones válidas con respecto al proceso.

Ensayos de compresión: son pruebas realizadas en un laboratorio de materiales con ayuda de la prensa universal. En estos ensayos se aplica una carga vertical a las muestras controlada por una computadora, obteniendo las propiedades mecánicas de los elementos ensayados.

Espacio habitable: conjunto de condiciones físicas y no físicas del espacio, que permiten la permanencia humana, su supervivencia y la gratificación de su existencia. Entre estas condiciones, se encuentran todas aquellas referentes al proceso de transformación del territorio y el ordenamiento espacial de las relaciones internas y externas del elemento humano con su ambiente (Saldarriaga, 2006).

Experimento: cambio en las condiciones de operación de un sistema o proceso, que se realiza con el fin de medir el efecto del cambio sobre una o varias propiedades del producto.

Hacinamiento: se refiere a relación entre el número de personas en una vivienda o casa y el espacio o número de cuartos disponibles. Se caracteriza por el amontonamiento o acumulación de individuos en un mismo lugar.

Material constructivo: es la materia prima que forma las obras de construcción, sin importar cuál sea su origen, composición, geometría o proceso de fabricación.

Muro: construcción lineal y vertical de forma prismática que es utilizada para delimitar un espacio arquitectónico o como soporte estructural de las edificaciones.

Normas Oficiales Mexicanas (NOM): serie de regulaciones técnicas que contienen la información, requisitos, especificaciones, procedimientos y metodología que permiten a las diferentes dependencias gubernamentales a establecer parámetros evaluables para evitar riesgos de todo tipo.

Normas Técnicas Complementarias (NTC): conjunto de pautas del reglamento de construcción del Distrito Federal que incluyen descripciones, requerimientos, procedimientos y metodología para: diseño y construcción de estructuras de mampostería, madera, concreto y metálicas; así como criterios y acciones para el diseño estructural de las edificaciones, cimentaciones, viento, sismo, hidráulicas, arquitectónico.

Responsabilidad ambiental: se definirá como la capacidad para entender y asumir que una acción o conducta ya sea directa o indirecta y relacionada con el medio ambiente, puede afectar de manera positiva o negativa. Principalmente está referida al daño ocasionado a otras especies o al medio natural.

Responsabilidad social: estará referido al compromiso que tienen los miembros que forman parte de una sociedad a trabajar y contribuir de forma activa y voluntaria en el mejoramiento de las condiciones de vida de los otros miembros.

Seguridad estructural: se refiere al conjunto de condiciones que deben cubrir las edificaciones, tanto en su período de construcción como para su uso, que certifiquen que las actividades para los que fueron diseñados y construidos se pueden realizar sin problema y de forma segura.

Sistema estructural: modelo físico formado por la unión de elementos independientes para conformar un elemento único y continuo. El objetivo del sistema es brindar una solución a un problema constructivo determinado, relacionado principalmente con las cargas actuantes y la forma.

Tecnología de la construcción: estará definida como el conjunto de métodos y procedimientos necesarios para llevar a cabo una edificación determinada, un espacio habitable organizado y seguro para el usuario. A partir del diseño, cálculo y desarrollo de sistemas estructurales.

1.2 Descripción de la situación problema que se aborda

Dos de los más importantes problemas urbanos que enfrenta la sociedad mexicana actual se relacionan con la falta de vivienda y con el deterioro ambiental generado por la gran acumulación de los residuos sólidos. Según estadísticas del INEGI (2013), en Jalisco se recolectan en promedio 6,524 toneladas diarias de residuos sólidos urbanos o desechos generados en las viviendas, parques, jardines y edificios públicos, principalmente, que representan 7% de la recolección nacional.

Informes de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (2013) señalan que una tercera parte de la población del país carece de acceso a vivienda digna (36 millones de mexicanos) y más de 2 millones 250 mil personas viven en hacinamiento o en espacios autoconstruidos precarios o poco seguros constructivamente, mientras las viviendas con materiales en deterioro se agrupan en un millón 100 mil y las que no tienen óptimas condiciones en 7 millones 300 mil unidades (Rodríguez I., 2013).

La falta de derecho a la vivienda afecta a diversos aspectos de la vida de las personas relacionados directamente con la calidad. Para Pisarello (2003): “su violación hace peligrar el derecho al trabajo... amenaza el derecho a la integridad física y mental... dificulta el derecho a la educación, a la salud y al libre desarrollo de la personalidad, impracticables en cobijos abarrotados, carentes de las condiciones mínimas de habitabilidad. Menoscaba el derecho a elegir residencia, a la privacidad y a la vida familiar, y condiciona incluso a los derechos de participación política” (p.25).

Como consecuencia del aumento de la población, el ritmo de vida actual y las diferentes actividades humanas muchas veces se opta por consumir productos que están contenidos en recipientes hechos por diferentes materiales como el plástico. El principal problema ambiental con este material es su disposición, ya que es generado a tal ritmo que no puede ser asimilado por los ciclos de la naturaleza, dando origen a graves problemas de contaminación. Además después de ser utilizado y convertirse en residuo, se puede notar con facilidad su presencia en calles, cauces de corrientes superficiales, bosques y zonas de recreación, sin dejar de lado que es un material que tarda cientos de años en degradarse.

Aunado a lo descrito en los párrafos anteriores, las edificaciones generan impactos ambientales que tienen lugar durante todas las etapas de su vida: que van desde el diseño, pasando por la ubicación, construcción, uso, renovación, hasta la demolición. Los impactos ambientales directos que resultan de la construcción y operación de las edificaciones incluyen mayormente gases de efecto invernadero. Los impactos secundarios están

relacionados principalmente con los ciclos de vida de los productos de la edificación, el desarrollo de infraestructura y los sistemas de transporte.

Según el informe de la Comisión para la Cooperación Ambiental¹ (CCA, 2008) en nuestro país la industria de la construcción es responsable de:

- 17% del consumo total de energía
- 5% del consumo total de agua
- 25% del consumo total de electricidad
- 20% de las emisiones de dióxido de carbono
- 20% de los desechos generados

En México existen algunas dificultades adicionales, por ejemplo: la falta de planes urbanos y reglamentos de construcción que incluyan asuntos relacionados con la sustentabilidad; la ausencia de un sistema de certificación de uso generalizado para las prácticas de edificación sustentable, y la falta de datos estadísticos sobre consumo de energía y agua en los inmuebles (CCA, 2008).

A todo lo anterior se le agrega una insuficiente oferta de soluciones constructivas con materiales sustentables y un gran desconocimiento de los sistemas existentes de este tipo. Esto parte de una falta de educación y cultura ambiental y está directamente relacionado con la cultura nula en reutilización y reciclaje.

Por otro lado, una de las ventajas que se tiene en México en el tema de la separación y aprovechamiento de residuos es la participación de los pepenadores, cuyo trabajo consiste en la recuperación de materiales reciclables en la etapa de disposición final, dichos materiales pueden ser integrados a procesos productivos al ser utilizados como materias primas de bajo costo. Por lo que es de suma importancia incentivar el desarrollo y participación de estos grupos, pues tienen una labor social útil, económicamente productiva y ambientalmente beneficiosa.

En muchos países en desarrollo el reciclaje informal mejora la competitividad industrial en dos formas principales. En primer lugar, los materiales recuperados por los recicladores son generalmente más baratos que el material virgen y en segundo, el reciclado requiere menos

¹ La Comisión para la Cooperación Ambiental (CCA) es un organismo internacional creado por Canadá, Estados Unidos y México en el marco del Acuerdo de Cooperación Ambiental de América del Norte (ACAAN) para abordar los asuntos ambientales de preocupación común.

energía que la obtención de materias primas vírgenes, lo que reduce los costos de operación de la industria (Agamuthu, 2010).

Tomando en cuenta la descripción anterior el presente proyecto de investigación tiene como objetivo desarrollar un sistema constructivo de muros para edificar inmuebles de vivienda, a partir de la reutilización de residuos sólidos (botellas PET). Con el fin de reducir costos en los procesos constructivos, disminuir los efectos negativos que trae la acumulación de residuos y avanzar en la cultura del reciclado. Esto representa una oportunidad cercana para reducir de manera significativa las emisiones causantes del cambio climático y crear ambientes más sanos y seguros.

1.3 Importancia del proyecto desarrollado

Durante mucho tiempo la industria ha generado una gran cantidad de residuos producto de la forma de vida consumista que llevamos actualmente (capitalismo). Esto ha ocasionado un problema a la población en general, ya que no sé encuentra la forma de reintegrarlo en las cadenas de producción.

De las mejores soluciones frente al impacto generado por los residuos sólidos son la reutilización y el reciclaje. México en la actualidad es el principal consumidor de bebidas embotelladas. Se estima que los mexicanos consumimos alrededor de 800 mil toneladas de PET al año (Sesma, 2014). Por la cantidad de botellas que se desechan a diario, se busca la forma de emplearlas como un sistema constructivo.

La utilización de botellas de PET podría representar una solución viable para la construcción de viviendas que se encuentren ubicadas en zonas donde exista escases de materiales constructivos. Esto debido a que son de fácil transporte por su ligereza, además de que el proceso de relleno se puede realizar en el sitio del proyecto.

Actualmente tenemos en Jalisco un déficit de vivienda, que afecta principalmente a personas de escasos recursos, debido a la falta de oportunidades para conseguir una vivienda por los altos costos de la misma. Según el censo de población y vivienda del INEGI del 2010, el porcentaje de individuos en Jalisco que reportó habitar en viviendas de mala calidad de materiales y espacio insuficiente fue de 9.1%, es decir, 694.8 miles de personas (SEDESOL, 2014).

Otro aspecto a tomar en cuenta es la autoconstrucción. Debido a la falta de financiamiento por parte de las instituciones de vivienda correspondientes, el 63% del millón de viviendas que se calcula se construyen en México cada año son construidas por los mismos habitantes (González S., 2015). Por lo que se ve la necesidad de generar soluciones a corto plazo que contribuyan a resolver la problemática con el rezago habitacional, brinden seguridad estructural a y ayuden a mitigar la contaminación ambiental.

El desarrollo de la propuesta del sistema presenta varias ventajas importantes como son:

- Accesibilidad del material, en México solamente se recicla entre el 10 y 15% de PET que se consume (Sesma, 2014), por lo que se tiene una amplia oportunidad en la obtención de la materia prima.
- La durabilidad del material, debido a su composición las botellas de PET se degradan después de un período que va de 200 a 500 años. Al tener un recubrimiento se espera que las botellas no sufran daños o desgaste por exposición al sol u otros factores.
- Económicamente viable, ya que puede alcanzar un ahorro en la compra de material para construcción bastante significativo.
- Presenta propiedades de aislamiento térmico y resistencia sísmica (Ruíz, 2012).
- Aportan a la vivienda aspectos de confort para los habitantes de la misma.

El cumplimiento de las leyes, políticas públicas y tratados internacionales es de suma importancia. En este caso para brindar certificaciones y lineamientos que permitan la implementación de sistemas constructivos con materiales alternativos.

El artículo 4° de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos menciona que: toda familia tiene derecho a disfrutar de vivienda digna y decorosa, la ley establecerá los instrumentos y apoyos necesarios a fin de alcanzar tal objetivo.

A nivel internacional los países miembros de la ONU firmaron un compromiso denominado Agenda 21 (modelo de desarrollo sustentable para el siglo XXI), en el cual los miembros se responsabilizan a aplicar políticas de diferentes índoles como ambientales, sociales y económicas en el ámbito local para lograr un desarrollo sustentable.

De acuerdo al capítulo 21 de esta agenda, el marco de acción necesaria se centra en 4 áreas principales de programas relacionados con los desechos sólidos urbanos: a) reducción al mínimo de los desechos; b) aumentar al máximo la reutilización y reciclaje de los desechos;

c) promoción de la eliminación de y el tratamiento de desechos; d) ampliación del alcance de los servicios que se ocupan de los desechos.

El marco rector de las políticas públicas en México en materia de residuos se deriva de la Ley General Para La Prevención y Gestión Integral De Los Residuos (LGPGIR) que, a su vez, el Estado de Jalisco adapta para la creación de la Ley de Gestión Integral de los Residuos del Estado de Jalisco (LGIREJ), agregando una normatividad para promover la valorización de los residuos, mediante la NAE-SEMADES-007-SEMADES/2008, que establece los criterios y especificaciones técnicas bajo las cuales se deberá realizar la separación, clasificación, recolección selectiva y valorización de los residuos (Alencastro, 2009 p. 259).

La SEMARNAT otorga apoyos y subsidios a proyectos de residuos sólidos urbanos, financiando estudios o programas de prevención y gestión integral y proyectos para incrementar la capacidad instalada para la recolección, el aprovechamiento y la disposición final adecuada de dichos residuos. Los montos para el apoyo dependerán de la evaluación de los proyectos.

El aumento acelerado de la población en Jalisco, así como en nuestro país genera la necesidad de contar con espacios para viviendas, que satisfagan las necesidades de los habitantes, que sean seguras y de fácil acceso económico. Actualmente existe una gran cantidad de sistemas aplicables a la construcción de diferentes edificaciones, sin embargo, son viviendas de alto costo y generan un gran impacto ambiental al momento de su construcción.

La propuesta de investigación fue desarrollada con la finalidad de encontrar soluciones económicas, eficientes y seguras para la construcción de viviendas. Esto a través del análisis teórico, la experimentación y la modelación por computadora, lo que nos permitió conocer las propiedades mecánicas de estos elementos.

Dentro de las principales aplicaciones de la propuesta de sistema constructivo con base en la reutilización del material PET encontramos las siguientes:

- Implementar un sistema de autoconstrucción de viviendas, el cual estará destinado principalmente a personas de escasos recursos, o que viven en situación de marginación y hacinamiento. Por el tipo de material representará una larga duración y costo mucho menor que uno convencional.

- El sistema constructivo a partir de botellas PET podría contribuir a la elaboración de diseños prototipo de unidades habitacionales, tanto en la Zona Metropolitana de Guadalajara, como en todo el estado de Jalisco.
- Implementación de programas de concientización sobre el cuidado del ambiente, así como sistemas eficientes de separación, reutilización y reciclaje de los residuos sólidos (principalmente los desechos plásticos).
- Generar información y conocimiento a partir de esta investigación sobre materiales reutilizados o reciclados para la construcción, escribir informes sobre las propiedades y comportamiento de las botellas PET, crear manuales para la construcción de edificaciones.

Esta idea podría disminuir hasta una parte de la cantidad de PET que actualmente se desecha y contribuir a mejorar la seguridad estructural de las viviendas auto construidas en los próximos diez años.

Reducir la utilización de sistemas de construcción convencionales y creando componentes de edificación reutilizables o reciclables, traerá beneficios fundamentales que habrán de derivarse de un mayor énfasis en la edificación sustentable (CCA, 2008).

2

MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

La información que conforma esta parte del documento tiene el propósito de dar a la investigación un sistema ordenado de antecedentes empíricos y referencias conceptuales que permiten abordar y entender el problema de la investigación.



2. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

2.1 Utilización de residuos como materiales constructivos

La construcción sustentable contempla el uso de materiales reciclados o de “desecho”, para reducir el uso de energía en la creación de nuevos materiales. A lo largo de la historia, han existido diversos trabajos y proyectos que ilustran la utilización de residuos sólidos, los cuáles inician con las primeras civilizaciones humanas. Sin embargo, nos enfocaremos a la construcción con residuos sólidos industriales debido al gran impacto ambiental que produce su acumulación.

En primer lugar tenemos que, en el año 1963 fue desarrollado el Heineken WOBO (world bottle) por Alfred Heineken propietario de la cervecería y el arquitecto John Habraken. Se trata de un envase rectangular de cuello corto (*ver figura 1*), capaz de funcionar como ladrillo. El cuál fue creado especialmente para resolver el problema de la basura y a la vez ofrecer un material de construcción que estuviera al alcance de todos (Bokrn, 2008, p. 24, 25).

Figura 1. Ladrillos WOBO a partir de botellas de cerveza Heineken.



Fuente: Van Der Hoek (2008).

El envase era de vidrio grueso, con pequeñas protuberancias redondeadas a los lados para poder encajar en el cuello de las botellas contiguas y así producir un muro. Este elemento es considerado como la primera producción masiva diseñada desde el principio para tener un uso secundario como elemento de construcción.

Bokrn (2008) señala que fue edificada una pequeña cabaña utilizando las botellas como material de construcción funcionando de manera favorable. Sin embargo, el proyecto no prosperó debido a que los asesores comerciales y económicos de la empresa pensaban que no era una buena idea asociar la marca con basura y gente en situación de pobreza (p.26).

A principio de la década de 1970, el arquitecto norteamericano Michael Reynolds desarrolló la construcción de una casa llamada “Pulgar” (por la semejanza que presenta con el dedo de la mano, *(ver figura 2)*), utilizando latas de cerveza que funcionaron como ladrillos, los cuales fueron unidos con mortero y luego rellenos con tierra (Pinto, 2013).

Figura 2. Casa “El pulgar” construida con latas de cerveza.



Fuente: Hiser D (1974).

Este proyecto representó una evolución en la forma de construcción sustentable, pero también trajo consigo un escándalo que hizo que Reynolds perdiera su licencia para construir, pues se argumentaba que los diseños y proyectos de casas eran ilegales e inseguros. Reynolds es un defensor de la vida sustentable y crítico de la arquitectura, al argumentar que esta profesión tiene una gran incapacidad para reintegrar al medio los residuos generados a partir de la construcción.

La propuesta del nuevo sistema constructivo se basa principalmente en la reutilización de botellas PET como elementos estructurales. Por tal motivo, nos interesa conocer sistemas existentes que contemplen el aprovechamiento (reutilización o reciclaje) de los plásticos. Los sistemas identificados se agruparon en dos grupos principales que se describen a continuación:

a) Utilización de botellas PET como ladrillos.

Dentro de esta clasificación podemos encontrar dos sistemas principales: *el primero* surgió en Latinoamérica de la mano del ecologista alemán Andreas Froese, específicamente en Honduras en 2001 (Ruiz, 2012). El cuál utilizaba las botellas rellenas de tierra para la construcción de tanques de agua, muros perimetrales y columnas. Posteriormente esta técnica se extendió a otros países como Bolivia, Colombia y Guatemala.

El procedimiento de construcción es sencillo, parte del llenado de las botellas con tierra, que deberán estar debidamente compactadas. Posteriormente son colocadas de forma horizontal (se utiliza un aglomerante entre hiladas para asentarlas y nivelarlas) y son atadas entre sí para formar una red entre las tapas, lo que le da una mayor firmeza.

En México, se adoptó esta técnica y fue construida la primera vivienda (prototipo) en el municipio de San Pablo del Monte, Tlaxcala en el año 2010 (*ver reporte de observación directa en el anexo 3*), la cual benefició a una familia de escasos recursos a través de la Fundación Liderazgo Joven A.C. (Notimex, 2014).

El segundo sistema que utiliza las botellas PET como ladrillos, se basa en rellenar la botella con residuos sólidos inorgánicos limpios y secos, principalmente plástico en forma de bolsas o envolturas de comida (*ver figura 3*).

Figura 3. Sistema constructivo pura vida.



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

Con este sistema el proceso constructivo es diferente, según Heisse (2012): primeramente se deberán colocar los elementos estructurales de soporte o marcos a una distancia máxima de 1.5 m los elementos verticales y a 0.9 m los horizontales, ya sea metálicos o de madera. Posteriormente se colocan las botellas en forma vertical entre dos lienzos de malla metálica

que le darán mayor firmeza al muro. Los espacios vacío son rellenados con bolsas de plástico, para después hacer el repellado con mortero cemento-arena 1:5.

Esta iniciativa surgió en Guatemala en el 2004, como un proyecto piloto en la comunidad de San Marcos La Laguna, como solución a los problemas de basura presentes en la zona. En un principio este proyecto consistía en la construcción de bancas para sentarse.

b) Fabricación de elementos constructivos a partir del reciclaje de plástico.

Debido a que el consumo de plásticos ha aumentado en el mundo, la materia prima disponible para la fabricación de nuevos elementos también lo ha hecho. A través de los años se han desarrollado una gran variedad de materiales y elementos que buscan la construcción sustentable. Específicamente en México, se han desarrollado nuevos sistemas constructivos a través del reciclaje, dentro de los cuales se encuentran los siguientes:

En el año 2008, surgió el sistema constructivo llamado Cero's. Se trata de un tabique de 60 gramos hecho de PEAD reciclado, creado por el ingeniero Mariano Núñez Vargas. La gran atracción de este sistema es que los ladrillos se pueden ensamblar y formar paneles de acuerdo a las necesidades de la edificación (*ver figura 4*). Este sistema reduce hasta el 75% del peso estructural de la vivienda, y utiliza alrededor de 128 piezas por metro cuadrado (Aguilar D., 2012).

Figura 4. Moldeado y armado del sistema constructivo Cero's (ladrillos de PEAD reciclado).



Fuente: Aguilar, D. (2012)

El proceso de fabricación del tabique de PEAD reciclado se denomina extrusión-soplado. Este proceso tiene las etapas siguientes: 1) recolección y acopio de material; 2) molienda hasta obtener un tamaño de hojuela ≤ 4 mm; 3) lavado y secado; 4) moldeado, a través de

la inyección de aire; 5) al producto terminado se le cortan las orillas manualmente y 6) se empaca (Durón, 2007).

El otro sistema es desarrollado en 2009 por la empresa KUADRO, y se encarga de fabricar productos a partir de los tableros plásticos reciclados mediante el proceso HEATHmx. Las máquinas HEATmx procesan cualquier termoplástico reciclado o virgen, al que convierten en un tablero sólido. Dentro de las ventajas principales de este sistema se encuentran: su durabilidad (hasta 100 años), de construcción rápida, económica y con gran plusvalía (Cortinas, 2009).

Sistemas constructivos modulares

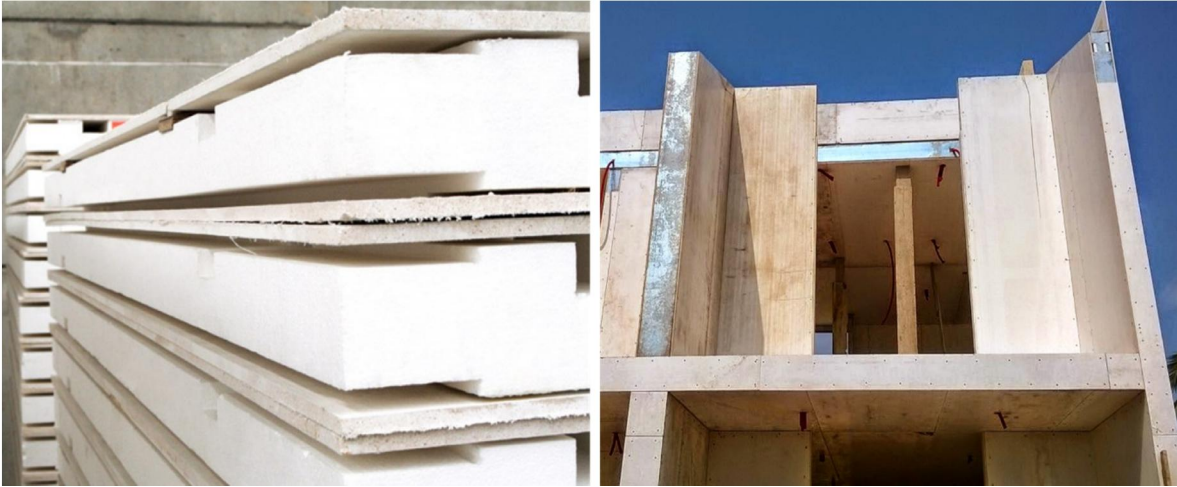
Los sistemas constructivos descritos en el apartado anterior que utilizan materiales residuales para la conformación de los mismos presentan algunas limitaciones principalmente en la parte técnica. Esto debido a que algunos no pueden ser utilizados para la conformación de muros estructurales o no existe una documentación suficiente para su utilización.

Por tal motivo, se tomaron en cuenta otros sistemas constructivos que se basan en el ensamblaje de unidades estructurales modulares prefabricadas. Las partes del sistema interactúan entre sí y trabajan en conjunto para la creación de espacios arquitectónicos.

El primer sistema es el más conocido de los tres por su gran utilización y comercialización. Se trata del panel W, que está basado en paneles estructurales formados por alambre de acero y un núcleo integrado de poliestireno expandido. Los paneles son rectangulares de dimensiones de 1.22 x 2.44 m, con espesores variable de 2 a 4 pulgadas. Estos se recubren en obra con concreto o mortero para obtener edificaciones completas de concreto armado. Es utilizado para construir muros de carga y losas de cubierta, presentan ligereza y buen aislamiento termo-acústico (Productos panel W, s.f.).

El segundo sistema está basado en paneles interconectables con dimensiones de 1.0 x 2.44 m, con espesores de 0.122 y 0.172 m. Se compone por dos placas de concreto de fórmula (magnesio y fibra de vidrio) y molde patentado con un alma de poliestireno expandido de alta densidad y se denomina MagPanel. Estos paneles conforman los muros y losas de la edificación que se unen a través de conexiones metálicas, creando un sistema de conexión avanzada y eficiente como se muestra en la figura 5 (MagPanel, s.f.).

Figura 5. Sistema constructivo MagPanel



Fuente: MagPanel (s.f.)

El tercer sistema modular se llama Pop Up House y fue originado en Francia. Está compuesto por un esqueleto de madera de chapa laminada y bloques de material aislante (poliestireno expandido) de 0.30 m de espesor. Para su montaje se van alternado las capas de madera y el material aislante (*ver figura 6*), son fijados con tornillos de 1 m de longitud y no se requieren herramientas especiales (Pop-up house, s.f.).

Figura 6. Sistema constructivo Pop up house



Fuente: Pop-up house (s.f.)

La idea de incluir estos sistemas constructivos modulares fue analizar características físicas y mecánicas que pudieran ser replicables en la propuesta.

Reglamentación para la edificación sustentable

Desde la cumbre de Río en 1992, cuando fue formulada la agenda 21, los conceptos de sustentabilidad y desarrollo sustentable han permeado de forma lenta pero consistente en las discusiones de las agendas ambientales de todos los países en el mundo (Del Toro, 2009).

En lo que respecta al tema de la edificación sustentable, la Agenda 21 ha sido interpretada por varias agendas locales y sectoriales. Una interpretación importante más específica para el sector de la construcción es la agenda Hábitat II, que fue resultado de la Conferencia de las Naciones Unidas de Estambul en 1996.

En nuestro país no existe un reglamento o código nacional que provea dentro de un marco legal prescripciones para el desarrollo de edificación sustentable. Sin embargo, existe una serie de normas emitidas individualmente por diversas entidades, orientadas al ordenamiento de problemas específicos, así como algunas leyes, que pueden aplicarse, ayudar o servir como lineamientos base (García, 2012).

Jalisco pretende ser uno de los primeros estados en desarrollar un marco regulatorio mediante el que las nuevas edificaciones se diseñen con criterios de sustentabilidad, a partir de una Norma Ambiental Estatal de Edificación sustentable para el Estado de Jalisco, que se aplicará a viviendas y que deberá ser observada por los ayuntamientos al momento de autorizar fraccionamientos y otorgar licencias de construcción.

Para el caso de esta investigación, se tomará el Reglamento de Construcción del Distrito Federal como base normativa constructiva, debido a que esta reglamentación es aplicable también en el estado de Jalisco. Sin embargo no se dejaron de lado los reglamentos municipales.

Para la fase experimental del trabajo, que consistió en pruebas de compresión a especímenes de material PET, se recurrió al procedimiento de las *Normas Técnicas Complementarias para diseño y construcción de estructuras de mampostería*; así como también en el manual de procedimiento para determinar la resistencia a la compresión simple en especímenes cilíndricos de concreto hidráulico, a que se refiere la Norma N-CMT-2-02-005, *Calidad del concreto hidráulico*.

2.2 Referencias conceptuales del tema

Actualmente escuchamos de forma muy frecuente que existen graves problemas provocados por la contaminación, que afectan de manera directa al medio ambiente y por consecuencia, la calidad de vida de todos los habitantes del planeta. Sin embargo, pocas veces nos detenemos a pensar en acciones o posibles soluciones para revertir los efectos de estos impactos negativos. Quizás podríamos pensar que no tiene que ver con nosotros o que es un asunto lejano y ajeno.

Sin embargo, como señala Castells (2000): “el medio ambiente podría definirse como el conjunto de sistemas físicos y biológicos que aparecen como resultado de la interacción del hombre moderno con el hábitat natural que lo rodea” (p. 3). Por lo que podemos decir que el medio ambiente satisface las necesidades básicas tanto del hombre como de los demás seres vivos, también se presenta como un recurso del cual se obtiene materia prima para la fabricación de diferentes productos y obtención de servicios.

En la interacción citada anteriormente, el principal beneficiado es el ser humano. Que debido a su nivel de vida actual, acción industrial, destrucción de áreas verdes y progresivo consumismo genera una gran concentración de gases de efecto invernadero y la acumulación gigantesca de residuos que afectan de gran manera el estado del medio ambiente, llevándolo a una situación de crisis.

Los *gases de efecto invernadero* (GEI) son definidos por Martín et al (2000) como: “cualquier gas que absorba y emita radiación infrarroja en la atmósfera” (p. 95). El vapor de agua (H₂O), dióxido de carbono (CO₂), óxido nitroso (N₂O), metano (CH₄), y ozono (O₃) son los principales gases de efecto invernadero en la atmósfera terrestre.

Los *residuos* son: “aquellas sustancias u objetos generados por una actividad productiva o de consumo, de las que hay que desprenderse por no ser objetos de interés directo de la actividad principal” (Castells, 2000, p. 15). Las ciudades, son responsables de una gran producción de residuos, debido a los niveles de consumo experimentados en estas zonas, dando lugar a los residuos sólidos urbanos.

Los *residuos sólidos urbanos* son los generados en las casas habitación, que resultan de la eliminación de materiales que utilizan en sus actividades domésticas, de los productos que consumen y de sus envases, embalajes o empaques; los residuos que provienen de cualquier otra actividad dentro de establecimientos en la vía pública que genere residuos

con características domiciliarias, y los resultantes de las vías y lugares públicos (Alencastro, 2009, p. 260, 261).

Es importante recalcar que la industria de la construcción es responsable de la generación de grandes cambios e impactos negativo que conducen a la pérdida del equilibrio natural y degradación del medio ambiente (*véase apartado 1.2 Descripción de la situación problema*). Esto debido a prácticas retrogradas y enfocadas mayormente al beneficio económico de desarrolladores y constructores. Sin interés por desarrollar nuevas propuestas alternativas de sistemas constructivos o materiales.

En el área de la ingeniería civil y la arquitectura un *sistema constructivo* es un conjunto de elementos, materiales, técnicas, herramientas, procedimientos y equipos, que son característicos para un tipo de edificación en particular.

Tomando como referencia los escenarios descritos anteriormente, podemos argumentar que la falta de información, el bajo nivel de cultura y educación ambiental hacen que no centremos nuestra atención en la solución de la grave problemática, que de seguir a este ritmo nos podría llevar a la extinción. La problemática no sólo se centra en la vida presente, sino que se extiende a las generaciones futuras.

Esta problemática requiere que los seres humanos tengamos una nueva actitud de respeto y cuidado por la naturaleza, es decir, crear conciencia sobre el cuidado y uso racional de los recursos y servicios ambientales, en otras palabras, buscar un desarrollo encaminado a la sustentabilidad.

La *sustentabilidad* es un término que surgió en 1987, en el Informe Brundtland, dentro de la acción de Naciones Unidas, quedando definida como: “la capacidad de satisfacer necesidades de la generación humana actual sin que esto suponga la anulación de que las generaciones futuras también puedan satisfacer las necesidades propias”.

Por otro lado, la *sustentabilidad* es un concepto que abarca un conjunto de características que forman un equilibrio, un progreso simultáneo y balanceado, que podemos definir de la siguiente manera: “Una construcción social, compleja y dinámica, en la que al menos seis dimensiones están estrechamente interrelacionadas con los procesos de desarrollo: la ecológica, la social, la cultural, la ética, la política y la económica” (Caporal y Costabeber, 2002, citado por Morales, 2004).

Tomando las definiciones anteriores podríamos decir que la sustentabilidad es la incorporación de diferentes aspectos y características que logran satisfacer de manera equilibrada e incluyente las necesidades básicas de la sociedad, llevándonos a un balance social que implica seis escenarios relacionados entre sí para lograr el bienestar común, estos son: el ecológico, el social, el cultural, el ético, el político y el económico, teniendo como punto de partida el cuidado y uso racional de los recursos existentes.

En la búsqueda para restablecer la relación entre el ser humano y el medio ambiente, es de suma importancia tomar en cuenta que el desarrollo sustentable, implica la reducción, reúso y reciclaje de materiales y productos.

El presente proyecto se enfocará en la reutilización de botellas plásticas, entendiendo *reutilizar o reusar* como “recoger los materiales e introducirlos de nuevo en los procesos de producción y consumo, en lugar de destinarlos estas sustancias a la corriente de residuos” (Castells, 2000, p. 23). Por otro lado Alencastro (2009) señala que *reutilizar* es: “volver a usar un producto o material varias veces sin tratamiento. Darle la máxima utilidad a los objetos sin la necesidad de destruirlos o deshacerse de ellos” (p. 275).

Por otro lado el *reciclaje* se define como: “una operación compleja que permite la recuperación, transformación y elaboración de un material a partir de residuos ya sea total o parcial en la composición definitiva” (Castells, 2000, p. 39). Otra definición de *reciclaje* es: “utilizar los mismos materiales una y otra vez, reintegrarlos a otro proceso natural o industrial para generar el mismo o nuevos productos, utilizando menos recursos naturales” (Alencastro, 2009, p. 275).

La reducción de desechos debido a la reutilización y el reciclaje de materiales, así como un mejor diseño de productos tendrá como resultado la disminución en el uso de materias primas, en los impactos ambientales asociados a los mismos, en el costo para el sector privado y los gobiernos locales de eliminar estos materiales.

Con estas prácticas de disminución y utilización de residuos para la construcción, se pretende aplicar los principios de la *edificación sustentable*, concepto relacionado directamente con esta investigación. La cual contempla una extensa gama de prácticas de diseño, construcción, operación y mantenimiento inmobiliario para ofrecer medios habitacionales y laborales más sanos y seguros, así como minimizar los impactos ambientales, principalmente la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero.

Para Del Toro (2009) la *edificación sustentable*: tiene como objetivo la reducción progresiva del impacto ambiental que produce, analizando aspectos que van desde los criterios de selección para los materiales de construcción, hasta el agua empleada y la energía. Este tipo de edificación tiene como fin último proporcionar a los ciudadanos un bienestar óptimo que, a su vez, garantice que las futuras generaciones gozarán del mismo (p. 32).

Otra forma de definir a la *construcción sustentable* es la siguiente: combinación de diferentes métodos y enfoques con la continua exploración de estrategias sólidas de ingeniería, planeación y desarrollo en lo que respecta a sociedad y medio ambiente. Una diversidad de enfoques que incorporen elementos ecológicos, económicos y estéticos positivos puede ofrecer a la sociedad la oportunidad de beneficiarse de las innovaciones y la experiencia (Holcim, 2011).

Como se menciona en el apartado 2.1 *Utilización de residuos como materiales constructivos*, uno de los pioneros en la construcción con residuos sólidos fue Michael Reynolds; arquitecto visionario que durante mucho tiempo ha impulsado una serie de iniciativas experimentales alrededor del mundo, desafiando lo establecido y promoviendo un nuevo tipo de arquitectura en base al reciclaje y la autosuficiencia.

La propuesta de sistema constructivo desarrollado utiliza *materiales sustentables*, es decir que el proceso de extracción, manufacturación, operación y disposición final tienen un bajo impacto ambiental (sustentabilidad ambiental). Que su elaboración, distribución y aplicación será económicamente viable (sustentabilidad económica). Así como también, que durante su vida útil no comprometerá la calidad de vida de las personas relacionadas con este (sustentabilidad social).

Para realizar este sistema constructivo se utilizaron botellas de material *PET*, que es: una materia prima plástica que se deriva del petróleo, denominado de forma técnica como tereftalato de polietileno. Es un material fuerte de peso ligero de poliéster claro. Se usa para hacer recipientes para bebidas suaves, jugos, agua, bebidas alcohólicas, aceites comestibles, limpiadores caseros, y otros. Los recipientes son 100% reciclables (SEMARNAT, 2014).

Debido a sus propiedades físicas y mecánicas las botellas de PET son consideradas como un material viable para su utilización como materia prima en la fabricación de elementos constructivos. Aunado a esto, podemos decir que el material ofrece una factibilidad positiva, ya que está disponible en el mercado, es de fácil reciclaje y de fácil transformación.

El proyecto también incluye un *sistema de evaluación* el cual consistió en hacer una comparación cuantitativa de diferentes variables seleccionadas de los sistemas constructivos, lo que nos permitió ver una tendencia que de alguna otra manera no es detectable. Al final, el sistema que obtuvo la mayor cantidad de puntos es el que presentó superioridad en esta metodología. Los sistemas constructivos a analizar están organizados en tres grupos: sistemas convencionales, sistemas prefabricados y sistemas que utilizan los plásticos como materia prima.

Un *sistema constructivo convencional* se definirá como: aquel sistema que emplea materiales y/o procesos constructivos que están reglamentados por normas nacionales o internacionales; por ejemplo: construcción con mampostería, concreto, acero, etc. El *sistema prefabricado* está definido como una fabricación antes de la puesta en obra. Es decir, la fabricación de elementos de construcción se realiza en taller o en el sitio de la obra, y después son instalados o montados.

Debido a que una tercera parte de la población en el país no cuenta con una vivienda, la propuesta de sistema constructivo resultante podrá aplicarse a la construcción de la *vivienda adecuada*. Este término está definido por el Comité de Derechos Económicos, Sociales y Culturales (1991) como: “disponer de un lugar donde poderse aislar si se desea, espacio adecuado, seguridad adecuada, iluminación y ventilación adecuadas, una infraestructura básica adecuada y una situación adecuada en relación con el trabajo y los servicios básicos, todo ello a un costo razonable”.

Este concepto presenta cierta complejidad y está directamente relacionado con otros elementos. La observación General N° 4 del Pacto Internacional de Derechos Económicos, Sociales y Culturales (1991) revisó los diferentes elementos constitutivos que debe reunir una vivienda adecuada: 1) seguridad de la tenencia; 2) disponibilidad de servicios e infraestructura; 3) posibilidad de manutención; 4) habitabilidad; 5) accesibilidad; 6) ubicación; y 7) adecuación cultural.

Al llevar a la práctica y aplicación este sistema constructivo sustentable se podrán atender los requerimientos básicos de los habitantes de la sociedad, con un uso menos intensivo y más consciente de la realidad de los recursos para tener un mínimo grado de deterioro ambiental. Será un proceso en el que no se trabaje en contra de la naturaleza o al margen de ella, sino será incluyente.

El Consejo Estadounidense de Edificación Sustentable (US Green Building Council, USGBC) calcula que en promedio, la edificación sustentable reduce 30% el uso de energía, 35% las emisiones de carbono y de 30 al 50% el consumo de agua, además de que genera ahorros de 50 a 90% en el costo del manejo de los desechos (CCA, 2008).

3

DISEÑO METODOLÓGICO

En este apartado se desarrollan el conjunto de estrategias que se emplearon en la ejecución del proyecto de investigación a través de los métodos, técnicas, procedimientos e instrumentos que nos permitieron comprobar el supuesto inicial, alcanzar los objetivos de la investigación y con esto dar respuesta al problema planteado.



3. DISEÑO METODOLÓGICO

3.1 Supuesto de la investigación

La problemática existente se puede resumir de la siguiente manera: el acceso limitado a materiales constructivos sustentables que se tiene actualmente, así como la incapacidad del gobierno y de la sociedad para solucionar los problemas de vivienda y de disposición adecuada de residuos sólidos, crea una gran problemática que integra la contaminación por transformación de materiales y una nula solución al tema habitacional.

Tomando en cuenta lo mencionado anteriormente, el supuesto de la investigación es el siguiente:

Las características constructivas que adoptará la propuesta del sistema son gran capacidad de carga, de fácil manejo e instalación, adecuado aislamiento térmico y acústico, físicamente esbelto y ligero, con respuesta aceptable a movimientos sísmicos. El sistema constructivo será sustentable en tanto que utilizará material de desecho (botellas PET), será económicamente viable y su proceso tanto de fabricación como de operación generará un bajo impacto ambiental.

3.2 Preguntas generadoras

Este trabajo debe contestar las siguientes interrogantes:

Pregunta principal

- ¿Qué características constructivas debe adoptar la propuesta de sistema constructivo sustentable para ser utilizado en la construcción de la vivienda en el estado de Jalisco y de qué manera se puede concretar esto en una propuesta útil?

Preguntas secundarias

- ¿Cuál es el volumen de residuos sólidos urbanos que se producen en el estado de Jalisco?
- ¿Cuáles son las características y especificaciones de la propuesta de sistema constructivo a base de material PET?
- ¿Cuál es el grado de sustentabilidad de los sistemas constructivos existentes evaluados a partir de un mismo método de cálculo?

- ¿Cuál es el comportamiento constructivo, de seguridad y de confort (funcionalidad) de una edificación hecha con botellas PET?
- ¿Cuáles son las características cualitativas y cuantitativas que debe adoptar el nuevo sistema constructivo?
- ¿Qué beneficios tiene este nuevo sistema constructivo a base de PET comparado con los ya existentes?

3.3 Objetivos

Objetivo general

Desarrollar una propuesta de sistema constructivo que pueda ser implementado en la edificación de muros de carga que sea esbelto, ligero y de alta resistencia, elaborado a partir de la reutilización de materiales residuales sólidos (botellas PET) para ser aplicado en la construcción de la vivienda adecuada, con el fin de reducir los desechos plásticos y ofrecer una tecnología ecológica-constructiva de bajo costo.

Objetivos Específicos

- Conocer el volumen de residuos urbanos sólidos que se producen en el estado de Jalisco y en México.
- Identificar las opciones alternativas existentes de sistemas constructivos con base en residuos sólidos reciclados.
- Analizar la funcionalidad de una construcción hecha con botellas PET rellenas de tierra.
- Identificar las causas y consecuencias de la escasez de vivienda y en condiciones precarias que existe.
- Desarrollar un sistema de evaluación que permita valorar y comparar diversos sistemas constructivos a través de diferentes indicadores.
- Determinar las características cualitativas y cuantitativas que debe tener un la propuesta del sistema constructivo para considerarse sustentable.
- Someter a pruebas de laboratorio la propuesta física de sistema constructivo y calcular las propiedades de capacidad de carga y resistencia de los materiales, referenciado a las NTC de diseño y construcción de estructuras de mampostería.

3.4 Elección metodológica

Este proyecto de innovación y desarrollo requiere llevar a cabo un trabajo de investigación sistemática que le dé fundamentación metodológica y validez científica. El proyecto estará basado en una mezcla de enfoques epistémicos que serán complementados unos con otros, es decir, se trata de una mezcla paradigmática que reúne:

- 1) El modelo descriptivo (o paradigma Científico-Realista) ya que está basado en datos numéricos, cuantificación y estadísticas de residuos, propiedades físicas, resistencia de materiales. Se obtuvo información tangible y comprobable a través de la experimentación, en este caso, se pusieron a prueba las botellas de PET y la propuesta del sistema constructivo.
- 2) El modelo explicativo (o paradigma Interpretativo-Constructivista) que nos permitió conocer y explorar las razones de aceptación social para la utilización de esta propuesta, la posibilidad de lanzar este producto al mercado con la aprobación de los consumidores (empresas constructoras, gobierno, sociedad).
- 3) El modelo implicativo (o paradigma Crítico-Transformativo) pues se pretende encauzarlo a modificar la situación de vivienda de personas que viven en un ambiente de pobreza, así como reducir la contaminación causada por desechos sólidos inorgánicos, impulsando acciones colectivas de transformación social.

De acuerdo a lo mencionado anteriormente, podemos argumentar que fue necesaria la aplicación de una triangulación metodológica que interrelacionó los conceptos cualitativos y cuantitativos.

Planteamiento metodológico

Este apartado se refiere al conjunto de pasos o actividades que incluyó el desarrollo de la investigación y trabajo de campo. Estas acciones se enumeran y describen a continuación:

1. Reconocer los sistemas constructivos existentes, convencionales y no convencionales de mayor importancia. Enlistar sus características constructivas principales y su grado de sustentabilidad.

La metodología utilizada fue *cualitativa*, pues la información y datos obtenidos serán subjetivos. Se basó en el método *deductivo*, ya que se analizó la realidad utilizando fuentes secundarias.

2. Hacer una comparativa de los sistemas constructivos analizados, a través de indicadores como refuerzo necesario, confort térmico, confort acústico, tiempo de construcción, precio/m² y emisiones de CO₂.

Aquí se utilizó una metodología *cuantitativa*, pues involucra datos numéricos. El método usado fue *analógico- deductivo*, pues en la comparación que se pretende realizar se tomarán los datos de las fichas técnicas de los sistemas constructivos.

3. Realizar la técnica de observación directa. Visita a la primera casa construida con botellas PET en México en el Municipio de San Pablo del Monte, Tlaxcala.

La metodología *cualitativa* se manejó para esta actividad, ya que al realizar esta técnica se obtuvieron datos subjetivos. El método a utilizado fue el *inductivo* pues es una fuente de investigación primaria.

4. Aplicación de entrevistas a personas relacionadas con el tema de utilización de sistemas constructivos sustentables para la vivienda. Por ejemplo: funcionarios públicos, miembros de organizaciones no gubernamentales y emprendedores sociales.

Se utilizó la metodología *cualitativa*, pues la información que se obtuvo está relacionada con la opinión de los expertos en el tema. Está basado en el método *inductivo*, ya que los resultados o referencias se obtienen de forma directa.

5. Realizar el diseño de experimentos que permita evaluar la capacidad de carga (resistencia a la compresión simple) que presenta el material PET (grado botella) a través de diferentes ensayos con cargas verticales, así como los mejores tratamientos experimentales.

En este caso se utilizó una metodología *cuantitativa*, pues los datos obtenidos a través de las pruebas de laboratorio fueron numéricos. La actividad se basa en el método *inductivo* o *empírico*.

6. Desarrollo de la propuesta del nuevo sistema constructivo, tomando en cuenta el análisis realizado en el punto 2 (comparativa de los sistemas constructivos).

Aquí se utilizó una metodología *cuantitativa*, ya que se tomaron en cuenta datos numéricos como: dimensiones, capacidad de carga, durabilidad (en años), capacidad de aislamiento, etc. Usando el método *analógico inductivo/deductivo*, al comparar una realidad obtenida con revisión documental y una realidad generada a través de la propuesta.

7. Hacer un análisis e interpretación de la información obtenida en las diferentes técnicas metodológicas. Escribir un reporte con los datos importantes y conclusiones.

Se utilizó la metodología cualitativa, ya que se trata de la interpretación de la información obtenida en el trabajo de campo. El método a utilizado fue el *inductivo*, ya que todos los datos obtenidos de la investigación de campo provienen de una fuente primaria.

8. Presentar informe de investigación de campo.

Para este último punto se optó por una metodología *cualitativa*. Por otro lado, está basado en el método *analógico inductivo/deductivo* al hacer la comparativa de la situación que se tiene actualmente con el problema de la vivienda y la contaminación por la gran acumulación de residuos con los datos obtenidos en la investigación de campo.

3.5 Selección de técnicas y diseño de instrumentos

Para llevar a cabo la investigación de este tema se realizaron las técnicas que se describen a continuación:

Revisión documental

Con esta técnica se obtuvo información relacionada con las diferentes técnicas constructivas a partir de residuos sólidos urbanos (principalmente con PET) que son utilizadas para edificación de viviendas; disponibilidad del material en la zona; así como los antecedentes históricos de la utilización de residuos tanto en México como en el resto del mundo. Esto con el fin de conocer la viabilidad y factibilidad de desarrollar un nuevo sistema constructivo sustentable, con base en el aprovechamiento de material de desecho.

Se consultó mayormente fuentes hemerográficas², como reportajes y artículos, debido a que documentan el resultado de la experimentación con residuos para la construcción y el

² Las fuentes hemerográficas son publicaciones impresas de aparición regular —como periódicos, revistas, boletines o reportes— que algunas instituciones, empresas y medios informativos editan consecutivamente.

trabajo de campo. De forma paralela, se revisaron algunos datos estadísticos de dependencias gubernamentales e instituciones relacionadas con el tema.

Es importante resaltar que es muy importante tomar en cuenta la normatividad para el desarrollo de este nuevo proyecto, es por eso que se revisaron algunos reglamentos y normativas de construcción.

Observación directa

En el desarrollo de este instrumento metodológico se aplicó una *observación directa ordinaria intencionada*, es decir, desde una perspectiva pasiva, también llamada exógena. La cual está centrada principalmente en la apariencia exterior para hacer el registro (enfoque fonético). En esta variante metodológica de la observación directa, el observador no interviene como actor sino solamente como testigo registrador que reconoce directamente en sitio los aspectos concretos de la realidad que interesan.

El objetivo fue reconocer directamente en campo la técnica constructiva y tecnología aplicada en la edificación de una vivienda construida con botellas de PET de desecho. La intención fue identificar los recursos constructivos empleados, registrar los agregados y materiales complementarios, documentar el estado de conservación de la construcción, así como evaluar y verificar la habitabilidad del inmueble (*ver diseño metodológico completo en el anexo 01*).

Entrevista

Para desarrollar esta técnica se aplicó una entrevista semiestructurada, es decir, que en su diseño se dejan abiertos o parcialmente definidos los contenidos que se abordarían, lo que permite tratar varios temas.

Tabla 1. Información general de las entrevistas.

NOMBRE DEL ENTREVISTADO	INSTITUCIÓN A LA QUE PERTENECE	FECHA DE ENTREVISTA
Lic. Rafael Salas Vázquez	Liderazgo Joven (emprendedor social)	02-jun-2015
Arq. Gerardo Monroy Castillero	Asociación Tu Techo Mexicano de Occidente A.C.	11-jun-2015
Mtro. Pedro Antonio Gaeta Vega Dra. Esmeralda Velázquez García	Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Territorial (SEMADET Jalisco)	16-jun-2015

Fuente: Elaboración propia.

El objetivo de estas entrevistas fue conocer la opinión de profesionales expertos relacionados con los temas de 1) vivienda; 2) la utilización de técnicas y sistemas constructivos sustentables, específicamente reutilizando material PET de desecho; 3) las ventajas y desventajas que el proyecto presenta; así como 4) la viabilidad del mismo (*ver diseño metodológico completo en el anexo 04*). La información general de los entrevistados se muestra en tabla 1.

Diseño de experimentos

Este instrumento se utilizó para evaluar la capacidad de carga (resistencia a la compresión simple) que presenta el material PET (grado botella) a través de diferentes ensayos con cargas verticales. Los factores que se consideraron más importantes para realizar la experimentación fueron dos: 1) el espesor de la botella de PET y 2) el material de relleno (*ver diseño metodológico completo en el anexo 07*).

Uno de los principios del diseño de experimentos es la aleatorización, la cual consiste en hacer las corridas experimentales en orden aleatorio y con material seleccionado también aleatoriamente. Es una manera de asegurar que las pequeñas diferencias provocadas por materiales, equipo y todos los factores no controlados (no estudiados), se repartan homogéneamente en todos los tratamientos.

De esta manera, tanto el llenado de las botellas como las pruebas de compresión cumplieron con este principio de aleatorización.

El diseño de experimentos se complementó con un ***análisis estadístico multifactorial***³ debido a que se estudió la influencia de dos factores sobre la variable de respuesta y se precisaron las condiciones óptimas para obtener una mayor resistencia a la compresión.

³ Es utilizado cuando en una investigación se pretende estudiar simultáneamente la influencia del cambio de nivel de varios factores sobre la variable de respuesta. En este tipo de diseño experimental cada repetición o replica completa del experimento incluye a todas las combinaciones posibles de los niveles de los factores bajo estudio. Este tipo de diseños permite estimar los efectos simples de los factores y el efecto de las interacciones de dichos factores.

4

ANÁLISIS, DESARROLLO DE LA PROPUESTA Y RESULTADOS

Este capítulo conforma la parte más importante de la investigación, toda vez que comunica la interpretación de los datos obtenidos, presenta una síntesis de los hallazgos aprovechables, el diseño aplicativo de la solución a la situación problema, además de un análisis de factibilidad para la resolución del mismo.

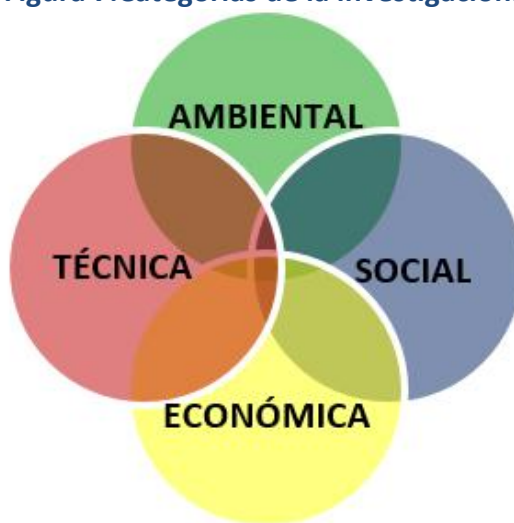


4. ANÁLISIS, DESARROLLO DE LA PROPUESTA Y RESULTADOS

4.1 Síntesis interpretativa de los datos analizados

A continuación se incluye la interpretación de todos los datos cualitativos y cuantitativos obtenidos a partir de la aplicación de las técnicas metodológicas. Lo que permitió un acercamiento a la realidad estudiada. Esta información se divide en cuatro grandes categorías como se muestra en la figura 7.

Figura 7. Categorías de la investigación.



Fuente: Elaboración propia.

A continuación se presentan los datos más importantes obtenidos de las entrevistas y la revisión documental, organizados según las categorías antes mencionadas.

Categoría social

Como se ha indicado previamente, uno de los problemas principales de la sociedad actual está relacionado con la falta de vivienda. En entrevista P. Gaeta hace la siguiente aportación:

... la gente a fin de cuentas se alberga dónde puede, en las condiciones en que puede y esas condiciones no van de acuerdo al concepto que tiene el gobierno de una vivienda digna. Y que tendríamos cualquiera de nosotros. Ese es un problema económico, es un problema social y es un problema cultural...

De acuerdo a los datos obtenidos en la revisión documental, la Comisión Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social CONEVAL (2010), hace estimaciones en las cuales el porcentaje de la población en viviendas con carencia por hacinamiento en el estado de Jalisco es de 7.3%. Considerando una situación de hacinamiento a las personas que residen en viviendas cuya razón de habitantes por cuatro es mayor que 2.5.

Por otra parte la Sociedad Hipotecaria Federal en su publicación Estado actual de la vivienda en México (2015), realiza una metodología para calcular el Rezago Habitacional (RH). El RH está integrado por: a) hogares en hacinamiento⁴; b) viviendas construidas con materiales deteriorados⁵; y c) las viviendas edificadas con materiales regulares⁶.

El rezago por hacinamiento fue de 538,385 hogares, mientras que el rezago por deterioro registró 876,111; por su parte el rezago por materiales regulares totalizó 7 533,423 hogares. Así, el RH ampliado es de 8 947,919 hogares, que representa el 28.3 % del total de hogares en el país. El estado de Jalisco representa un 2.93% respecto al total del rezago mencionado (SHF, 2015).

Sin embargo, en entrevista G. Monroy comenta sobre el tema del hacinamiento lo siguiente:

... en hacinamiento, a partir del censo del 2010 ya no se hacen diferencias entre el total de viviendas habitadas y total de hogares. Antes podías encontrar que había dos o tres hogares en una misma vivienda. Ahora estos hogares prácticamente siempre es el mismo número que de viviendas. Porque actualmente el concepto lo cambiaron y lo consideran un hogar censal. Al hacer este cambio, ya no sabes las condiciones de hacinamiento en nuestro país... hay cifras que hablan de las necesidades de la vivienda. Estas están definidas por un lado por el rezago habitacional, está la demanda nueva, también están los créditos que están solicitados y aprobados pero que no alcanzaron a tener liquidez. Son estos los que conforman el universo de las personas que son los demandantes...

Por su parte, P. Gaeta hace las siguientes afirmaciones:

... los números del rezago de vivienda son muy relativos, porque la estadística que se ha utilizado tradicionalmente para definir la demanda de vivienda ha sido el crecimiento demográfico... Cuando los desarrolladores de vivienda hacen su estadística consideran que el crecimiento demográfico en la ZMG o en un municipio en particular, es la demanda de vivienda que hay. Sin

⁴ Cuando en una vivienda particular habitada residen dos o más hogares.

⁵ En paredes: material de desecho, lámina de cartón, carrizo, bambú, palma, barro o bajareque. En techos: materiales de desecho, lámina de cartón, palma o paja.

⁶ En paredes: lámina metálica o de asbesto, madera o adobe. En techos: lámina metálica o de asbesto, madera, tejamanil o teja.

considerar toda la vivienda existente en renta o abandonada, ni tampoco toman en cuenta todo el mundo de la autoconstrucción...

El fenómeno del hacinamiento genera una gran problemática debido a que muchas personas viven en muy malas condiciones de hábitat y estos problemas pueden fácilmente permitir la circulación de enfermedades, de violencia, de agresividad, de conflictos, entre otros. Como lo argumenta en entrevista R. Salas:

... Cuando las familias viven hacinadas el índice de violencia doméstica se incrementa de manera exponencial, lo que se requiere son espacios decentes de dimensiones adecuadas para el desarrollo humano. Según la ONU las medidas para la vivienda básica deben ser mayor a 42 m²...

La Ley de la Vivienda (2006) de nuestro país en su artículo 2° menciona que: se considerará vivienda digna y decorosa la que cumpla con las disposiciones jurídicas aplicables en materia de asentamientos humanos y construcción, salubridad, cuente con espacios habitables y auxiliares, así como con los servicios básicos y brinde a sus ocupantes seguridad jurídica en cuanto a su propiedad o legítima posesión, y contemple criterios para la prevención de desastres y la protección física de sus ocupantes ante los elementos naturales potencialmente agresivos.

No obstante, para G. Monroy el término de vivienda digna no es apropiado argumentando lo siguiente:

... la palabra dignidad tiene una complicación muy fuerte porque no dice nada, no es clara para definir las cosas, vivienda digna no quiere decir nada, la dignidad es lo que uno merece. Como humanos, merecemos una vivienda humanizada, lo digno es muy vago... por lo que entonces yo considero mejor esta parte de la vivienda adecuada...

De esta manera, el título de la investigación está referido a la vivienda adecuada, al considerarse un término más apropiado. En tanto que, la vivienda debe estar adaptada a las necesidades de la familia que la habita.

Para ser considerada como una vivienda adecuada, este tipo de casas debe presentar ciertas características para que sea satisfactorio vivir en ellas, como lo argumenta E. Velázquez:

... el espacio interior debe tener flexibilidad a los cambios de la misma familia... que se adapte al clima en el sentido que esté construida con materiales que mitiguen los climas extremos, tener espacios públicos de esparcimiento y áreas verdes. Que tenga los servicios suficientes de mercados, salud, escuela, y lo que requieres. No te genere mucho tiempo de transporte hacia tu trabajo. Tener esa conformidad con los espacios dentro y fuera de tu casa...

Por otro lado G. Monroy menciona que:

... la mejor tipología de vivienda depende de la dinámica de vida... cualquier régimen puede ser bueno... yo encuentro preferencia en la casa unifamiliar por la libertad de acción... fundamentalmente las características que debe presentar una vivienda... debe ser un lugar que tenga suficiente luz... que sea fresca y templada cuando se requiere... es tener una sensación de estar refugiado sintiéndote como si estuvieras afuera... también son importantes la calidad de los materiales y la espacialidad...

El utilizar un material de desecho como elemento constructivo podría traer un gran número de beneficios. Dentro de los principales mencionadas por los entrevistados se encuentran los siguientes, como lo argumenta R. Salas:

... por un lado se reutilizan materiales y por otro se brinda hogares a las personas que lo necesitan, sería una propuesta muy integral... dentro de las ventajas de construir con este tipo de material se encuentran: su gran resistencia térmica y acústica, además su gran capacidad de carga...

De las principales limitantes para aplicar sistemas constructivos con materiales alternativos son la falta de difusión de la información y poca aceptación. Que está relacionado con temas culturales como lo comenta G. Monroy:

... pensando en las propiedades simbólicas o de significación podría generar problemas, pues la gente busca la construcción con concreto... la aceptación de los materiales, yo creo que va a depender de 4 factores esenciales: 1) la facilidad de acceso, que tan fácil es disponer de él o no; 2) el costo; 3) la facilidad de instalación y 4) la calidad del material. Eso son factores importantes para generar una valoración...

También R. Salas dice lo siguiente sobre el tema:

... es difícil convencer a los gobiernos y a la gente que opte por este tipo de alternativas, hay muchos paradigmas... pero con el desarrollo y construcción con materiales no convencionales la gente se ha dado cuenta de que es posible hacer cosas innovadoras en México es como un beneficio muy intangible, pero que a la larga da muchos frutos...

Categoría económica

Como se menciona en el apartado *1.2 Descripción de la situación problema que se aborda*, la falta de acceso a la vivienda es una cuestión grave en nuestro país. Esta es generada por un factor principal como lo menciona G. Monroy en la técnica de entrevista:

...el factor más importante o lo que genera que se tenga un problema significativo respecto a la vivienda tiene que ver más que nada con el *modelo económico*...

Por su parte R. Salas argumenta que el problema se genera debido a una falta de interés por parte de los desarrolladores:

...El actual modelo de producción de vivienda en México está caduco, no compartimos la idea de las constructoras que llegan y construyen 5 mil casas idénticas... además no les importa la calidad de vida de la gente, sólo les importa el negocio y el tema económico...

Por su parte P. Gaeta considera que existe un factor fundamental que no es responsabilidad directa de los desarrolladores de las viviendas actuales, aunque retoman este enfoque:

... la vivienda como mercancía... dentro del capitalismo más reciente se mercantilizó a tal grado que los que producen vivienda quieren venderla al costo que la gente pueda pagar. Como los salarios han perdido poder adquisitivo, hacen la vivienda cada vez más económica en el sentido tal cual mercantil, con la menor cantidad y menor calidad de los espacios y de los materiales. Eso hace que se construyan viviendas inhabitables...

Según el Centro de Estudios de Desarrollo Regional y Urbano Sustentable (CEDRUS, 2013), la mayoría de la población no tiene acceso a financiamientos que les permitan adquirir una vivienda, lo que genera que solo un pequeño sector tenga participación en ese mercado. La política del Gobierno trata de apoyar con subsidios la asequibilidad a la vivienda, sin embargo, gran parte de la población mexicana no tiene satisfecha esa necesidad. Por otra parte, desde el punto de vista económico, la vivienda es un motor de actividad económica, basado en la industria de la construcción y sus efectos de arrastre.

Dentro del tema de financiamiento se encuentra el INFONAVIT, que es una institución mexicana dedicada a otorgar créditos para la obtención de vivienda. G. Monroy comenta que es una herramienta viable para hacerse de una casa:

...es una de las mayores conquistas que se ha tenido en términos de los derechos sociales...una alternativa a las personas para poder acceder a una vivienda... tiene componentes muy interesantes por ejemplo, la hipoteca verde que es un subsidio particular que está dirigido para habilitar ecotecnias en las viviendas.

Por otra parte E. Velázquez opina lo siguiente:

...me parece una herramienta buena de financiamiento... pero creo que la política de INFONAVIT debe de ir encaminada también a la política federal de las ciudades en expansión... el INFONAVIT no tiene una integración con las políticas de vivienda de la federación en el sentido en que

debería tener también restricciones... y considerar factores importantes de la vivienda con la integración urbana...

P. Gaeta argumenta que también el INFONAVIT ha realizado malas acciones en cuanto al desarrollo de vivienda:

... se focalizó a construir viviendas de tipo popular como las anteriores pero ahora más pequeñas, en condiciones más depauperadas por el espacio disponible, por las amenidades de que disponen los fraccionamientos y se convirtió prácticamente en un problema no solamente habitacional sino social también la vivienda popular.

A pesar de que existen instituciones crediticias para la obtención de viviendas, la situación actual del país refleja una serie de problemas que las personas enfrentan para conseguir una casa. Respecto a esto G. Monroy dice:

... los principales retos para conseguir una casa, de entrada es tener un buen trabajo, el principal reto es el tema económico... en la ciudad no tienes tiempo y sólo puedes subsistir con dinero. En el campo subsistes con el medio y los ritmos están más marcados por el mismo, tú vas teniendo otro tipo de espacio...

P. Gaeta considera que los desafíos principales para hacerse de una casa son los siguientes:

... los retos que tienen es encontrar la vivienda adecuada a sus capacidades de compra o renta en el lugar que la quieres o que la necesitan. Ese es el reto fundamental... la capacidad de pagar una vivienda o de rentarla es muy baja y en esas condiciones sólo la puede encontrar en el mercado informal...

Instituciones como el INFONAVIT solo cubren la parte de los trabajadores formales, dejando descubierto a todo el mercado informal. Las familias de bajos ingresos obtienen su vivienda completa construyéndola por etapas, a menudo tomándoles hasta 20 años para alcanzar el objetivo soñado de tener una vivienda completa (Moraes et al., s.f.).

Por lo que se considera necesario el desarrollo de instrumentos que cubran las necesidades de vivienda de la mayoría de la población. Cuando se contemple ofrecer soluciones progresivas en vivienda, como menciona Moraes et al. (s.f.), es importante primero considerar las ventajas económicas específicas de las soluciones completas, incluyendo:

- Acceso al sector formal de financiamiento. Una vivienda completa establece un capital inmediato para una familia, permitiéndole “existir” en el mercado formal.

Pero para que este capital exista, es indispensable que las soluciones completas en vivienda incluyan la seguridad de tenencia⁷.

- Influencia en las decisiones económicas de la familia nuclear. Tener una casa propia influye, en muchas de las decisiones que la familia tiene que tomar sobre el corto y mediano plazo de su economía familiar.
- Autoestima e inclusión social. Uno de los factores más importantes de una vivienda adecuada y completa, es la imagen de la familia frente a la sociedad y a sí misma.

Un aspecto muy importante es la imagen que la mayor parte de la sociedad tiene de una vivienda fuera del contexto de pobreza. Se relaciona con la utilización de materiales convencionales como el block, el ladrillo o el concreto.

La aplicación de este nuevo sistema constructivo pretende mejorar la calidad de vida de sus habitantes, utilizando las botellas para la construcción de muros estructurales. De esta idea G. Monroy opina desde el punto de vista económico lo siguiente:

... considero muy importante el que se generen actividades productivas pequeñas de transformación... crear alternativas para generar el máximo aprovechamiento de las cosas que el hombre transforma desde la naturaleza y que pueden tener diferentes momentos de utilidad dentro de su ciclo de vida...

La viabilidad del proyecto está referida a la probabilidad de llevarse a cabo o de concretarse debido a las características presentadas. En cuanto a este tema G. Monroy opina:

... puede tener dos vertientes: una que tenga que ver más desde una conceptualización dirigida hacia el conservacionismo, que puede ser un poco más desarrollada en términos como económicos. Y otra que puede ser más desarrollada en términos técnicos...

Por su parte E. Velázquez comenta:

... permear todos estos beneficios que pueda otorgar este tipo de material en la vivienda y ponerlos como más accesibles a la gente. Se dice que el 60% de las viviendas es

⁷ Cualquier iniciativa relacionada con la vivienda, ya sea en el contexto de la renovación urbana, la gestión de la tierra u otros proyectos de desarrollo, o para hacer frente a las necesidades de reconstrucción después de conflictos o desastres, inevitablemente tendrá repercusiones en la seguridad de la tenencia. La falta de seguridad de la tenencia – en el derecho y en la práctica – hace muy difícil la protección contra el desalojo forzoso, dejando a los más vulnerables, tales como los habitantes de los asentamientos informales, en riesgo de padecer una serie de violaciones de los derechos humanos.

autoconstrucción, el mercado que debe conocer este tipo de materiales son estas personas que autoconstruyen su casa...

Categoría ambiental

Otro de los grandes problemas en los que se enfoca este documento es la gran acumulación de residuos sólidos urbanos generada por el actual modelo capitalista que tenemos, como lo argumenta P. Gaeta:

... el modelo de consumo que tenemos está orientado a consumir cosas que generan un desecho. Desecho de los que no nos hacemos responsables ni los consumidores, ni los vendedores. Al que hacemos responsable es a la autoridad pública, pero ellos no tienen recursos para darle alcance a este problema de los desechos, desde la recolección hasta su tratamiento y destino final...

Por su parte E. Velázquez dice:

... el consumismo ha sido uno de los factores importantes que han propiciado esas grandes cantidades de residuos donde hay un problema desde la misma separación de la basura, porque no nos hacemos cargo. Vamos trasladando los problemas, la dejamos en la esquina, esperamos que alguien lo delegue a otro espacio y después el Municipio se lo deje a otro Municipio. Entonces es un problema que los vamos trasladando... del que no nos queremos hacer responsables.

No hay que olvidar que parte de las zonas altas en biodiversidad se encuentran rodeadas por poblaciones rurales, alejadas de las cabeceras municipales. En la gran mayoría no hay servicio de recolección de basura, pero si existen las bebidas embotelladas. Las empresas distribuidoras de este tipo de productos no se hacen responsables de los desechos que generan. Creando un grave problema con la disposición final de este material.

La mayoría de los envases plásticos tiene como destino último tiraderos al aire libre, o terminan enterrados. Solamente un mínimo porcentaje se reusa. Aunque cada vez es más notorio el problema que estos residuos generan no existen estrategias claras para evitar la degradación del medio ambiente.

El PET es un material que tarda mucho años en degradarse, lo que hace que cada vez existan más envases plásticos, haciendo la degradación de los mismos cada vez más difícil. Estas grandes acumulaciones afectan de manera directa los espacios naturales, y fortalecen la proliferación de plagas de insectos rastreros.

Para mejorar la situación actual la propuesta más sensata es que los consumidores tomen conciencia de lo que significa comprar. Debemos darnos cuenta de que nuestros actos de consumo tienen consecuencias muy importantes, no solo en nuestras vidas, sino también en la sociedad y principalmente en el medio ambiente. Como lo menciona R. Salas:

Pero es necesario un cambio cultural, un cambio mental, un cambio social, una transformación de paradigmas. Hay que entender que no hay plan B porque no existe planeta B, entender que somos parte de un todo...

El proyecto de investigación está basado en la utilización y el aprovechamiento de materiales no convencionales para la construcción (botellas PET de desecho). Debido a que existe una gran generación de este tipo de residuos que pueden ser aprovechados, como lo menciona R. Salas:

... el 23% de los residuos sólidos son botellas de plástico, lo cual denota una inconciencia absoluta y una falta de interés en el tema del medio ambiente. México es el país que más refresco y agua embotellada consume en el mundo... las consecuencias son evidentes, una gran contaminación porque además de que se producen muchos desechos tenemos un mal sistema de limpieza...

Según el documento “Universidad de Guadalajara y la gestión sustentable de los residuos en Jalisco” los tapatíos acumulan 585 toneladas diarias de basura compuesta únicamente por plásticos, lo que representa 10% del total de los residuos sólidos urbanos generados en la ZMG cada día. Por su parte el presidente de la Industria Mexicana del Plástico (IMP), Rafael Blanco, afirma que en el país sólo se reutiliza 2% de los plásticos que se adquieren, pues anualmente la industria genera seis millones de toneladas de plástico, y cada año aumenta (El Informador, 2015).

Por lo que se considera una alternativa viable la reutilización de los desechos de PET grado botella en elementos constructivos. Los impactos más importantes de esta propuesta a corto y a largo plazo considerados por los entrevistados son:

...Sacar de un circuito contaminante un material que es de los más difíciles de degradar... Podría convertirse en una fuente de empleo si se comprobará su rentabilidad... (P. Gaeta)

... que aparezca en el mercado una alternativa más para poder construir... que fuera accesible a las personas en situación de pobreza, marginación o vulnerabilidad que son los que necesitan encontrar alternativas... (G. Monroy).

Visita a la vivienda con botellas PET en el municipio de San Pablo del Monte, Tlaxcala.

En este instrumento metodológico de observación directa, se obtuvo información que abona principalmente a la **categoría técnica**. Que es considerada la más importante de esta investigación, ya que a partir de los datos obtenidos se desarrolló la propuesta del nuevo sistema constructivo.

Para conocer el comportamiento de una vivienda construida con botellas PET rellenas de tierra se realizó una visita a la primera construcción de este tipo ubicada en el estado de Tlaxcala, en el municipio de San Pablo del Monte (*ver figura 8*). Con el objetivo de reconocer directamente en campo la técnica constructiva y tecnología aplicada en la edificación de la vivienda.

Figura 8. Localización del municipio San Pablo del Monte, Tlaxcala.



Fuente: INEGI. Elaboración propia

De esta observación se obtuvo información técnica-constructiva. El reconocimiento de campo se llevó a cabo el día lunes 18 de mayo de 2015 entre las 12:00 y 13:30 horas y se identificaron directamente cuatro focos de interés principales: a) materiales constructivos, b) diseño arquitectónico, c) estado de conservación y d) funcionalidad de la vivienda (*ver aplicación de la técnica de observación directa completa en el anexo 2*), que se resumen a continuación:

Tabla 2. Resumen de la técnica de observación directa.

RESUMEN: OBSERVACIÓN DIRECTA		
PUNTOS DE INTERÉS	DESCRIPCIÓN	FOTOGRAFÍAS
Materiales Constructivos	Botellas PET (2.0 L)	 
	Botellas de vidrio	
	Madera (ventanales)	
	Lámina galvanizada (cubierta)	
	Canaletas	
	Refuerzo (castillos y cadenas)	
	Mortero (cemento-arena)	
Diseño arquitectónico	Adecuado	 
	Distribución de espacios	
	Ventilación adecuada	
	Iluminación adecuada	
	Buena calidad constructiva	
	Visiblemente estable	
Estado de conservación	Bueno	 
	Estructura sólida	
	Gritas por proceso de pegado	
	No presenta problemas graves	
	No se detectaron deformaciones	
Funcionalidad de la vivienda	Sin necesidad de reparaciones	 
	Alta habitabilidad	
	Regular estado interior	
	Regular estado exterior	
	Alto aislamiento térmico	
	Alto aislamiento acústico	
	Sin presencia de humedad	

Fuente: Elaboración propia. Imágenes propias (2015).

De acuerdo a la información obtenida en esta técnica metodológica podemos decir que, el material PET es un material viable para la construcción de muros, al ser un material de gran disponibilidad, económico, con capacidad constructiva adecuada y al ofrecer características de estabilidad y versatilidad.

Se identificó también que los muros tienen un espesor que a consideraciones del autor está sobrado, porque aunque genera un alto aislamiento termo-acústico no tiene funciones estructurales.

Este sistema constructivo es sustentable en tanto que aprovecha las botellas plásticas de desecho a través de su reutilización, se reduce el consumo de energía y por tanto las emisiones de carbono, el consumo de agua es menor, así como la inversión económica para su construcción.

Diseño experimental

Al igual que el instrumento metodológico anterior, este abonará información a la **categoría técnica**. En el diseño de experimentos se obtuvo la resistencia a la compresión simple que presenta el material PET grado botella evaluado de forma vertical e individual.

También se evaluó la importancia del material de relleno y espesor de las botellas. A partir de esto se obtuvo la mejor combinación o mejor tratamiento experimental entre estas dos características mencionadas (*ver desarrollo de la experimentación y análisis estadístico completo en el anexo 8*).

Los factores experimentales controlados y sus niveles que fueron utilizados en el desarrollo de la técnica de diseño de experimentos y en el análisis estadístico, quedan establecidos como se muestra en la tabla 3.

Tabla 3. Factores controlados para el experimento.

FACTORES CONTROLADOS	
FACTOR	NIVELES
Espesor de la botella (mm)	0.25
	0.45
	0.60
Tipo de suelo para relleno	(SM) Arena limosa
	Jal (SW)g Arena bien graduada con grava
	Tepetate (SM) Arena limosa

Fuente: Elaboración propia.

La clasificación de los suelos elegidos para la experimentación parte de los porcentajes de los agregados y están clasificados de acuerdo al Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS)⁸.

⁸ Este sistema fue adoptado por la ASTM (American Society of Testing Materials) como parte de sus métodos normalizados sobre suelos y rocas. Dicha clasificación se vale de unos símbolos de grupo, consistentes en un prefijo que designa la composición del suelo y un sufijo que matiza sus propiedades. El sistema cubre los suelos gruesos y los finos, distinguiendo ambos por el cribado a través de la malla No 200; las partículas gruesas son mayores que dicha malla y las finas menores.

Es importante mencionar que el grado de compactación del suelo dentro del envase es una variable controlada en esta experimentación y está dado por la densidad del material en estado seco (sin presencia de humedad). De manera que se trató de aplicar la misma técnica, proceso y energía para el llenado de las botellas.

Para la propuesta del sistema constructivo se colocaran las botellas de forma vertical, lo que permitirá que los muros sean más esbeltos y ligeros, así como también que haya un mayor aprovechamiento del material en comparación con los muros que utilizan de las botellas de forma horizontal.

El equipo utilizado para la ejecución de las pruebas fue la prensa universal Shimadzu modelo UH 1000 KN. Los especímenes se colocaron verticalmente sobre la placa inferior de la prensa y a continuación se le aplicó la carga a una velocidad de 30 mm/min, como se muestra en la figura 9.

Figura 9. Colocación de la botella a ensayar en la prensa universal.



Fuente: Imagen propia (2015).

El comportamiento de las muestras después de someterlas a los ensayos de compresión simple se muestra en la figura 10. Los resultados de las pruebas de resistencia a la compresión simple de todos los especímenes se pueden consultar en el anexo 9.

Figura 10. Comportamiento de las botellas después de la prueba.



Fuente: Imagen propia (2015).

Debido a que se pretendía estudiar la influencia de dos factores sobre la variable de respuesta y precisar las condiciones óptimas para obtener una mayor resistencia a la compresión, se utilizó un **diseño multifactorial** (ver análisis estadístico en el anexo 8).

Este experimento se conoce como factorial 3×3 o diseño factorial 3^2 . Para validar el experimento se realizó una réplica, por lo que se realizarán 18 corridas experimentales. Los resultados del análisis estadístico se muestran a continuación en la tabla 4.

Tabla 4. Análisis de Varianza para Resistencia - Suma de Cuadrados Tipo III

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFECTOS PRINCIPALES					
A:Espesor	1862.54	2	931.272	118.95	0.0000
B:Relleno	661.379	2	330.69	42.24	0.0000
INTERACCIONES					
AB	155.072	4	38.768	4.95	0.0218
RESIDUOS	70.4619	9	7.8291		
TOTAL (CORREGIDO)	2749.46	17			

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a la tabla de ANOVA y comparando los valores de P con un valor de $\alpha=0.05$ podemos argumentar que: si influye el efecto del espesor de la botella; si influye el efecto del relleno y si influye la interacción entre el espesor y el relleno en la resistencia a la compresión, con un 95% de confianza.

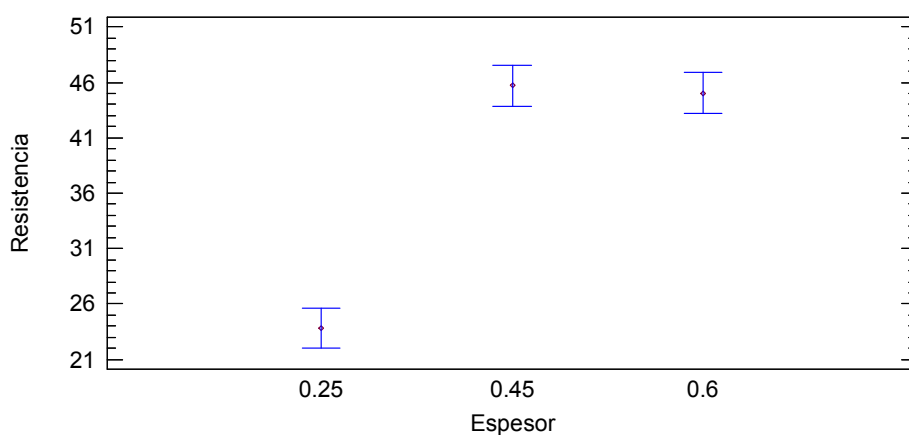
Siguiendo con la tabla 4 (ANOVA), al tomar en cuenta los datos de la razón-F se puede decir que es mucho más importante el efecto del espesor (valor 118.95) que el efecto del tipo de relleno (valor 42.24) en la resistencia obtenida.

Análisis de los efectos simples

Al realizar la comparación de las medias del factor espesor, se identificó que existen dos grupos homogéneos, el primero para el espesor de 0.25 y el segundo incluye los espesores 0.45 y 0.60. El espesor *menos recomendado* es el de 0.25 pues presenta un menor promedio que el resto. Si se desea maximizar la resistencia a la compresión, **se recomienda** utilizar las botellas PET con un espesor de 0.45 y 0.60 mm, como se muestra en la figura 11.

Figura 11. Gráfica de medias para el factor espesor

Medias y 95.0% de Fisher LSD

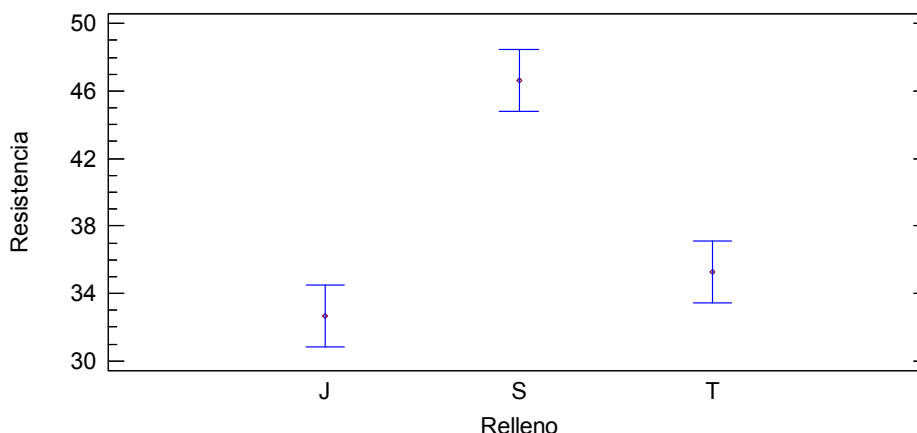


Fuente: Elaboración propia.

En la comparación de las medias del factor tipo de relleno existen también dos grupos homogéneos, el primero para los rellenos jal y tepetate y el segundo para el relleno suelo arenoso. Si se desea maximizar la resistencia a la compresión **se recomienda** utilizar el segundo grupo homogéneo formado por el suelo arenoso (SM arena limosa).

Figura 12. Gráfica de medias para el factor tipo de suelo de relleno

Medias y 95.0% de Fisher LSD



Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo al análisis anterior, se recomiendan las siguientes combinaciones de los factores simples para maximizar la resistencia a la compresión:

Tabla 5. Recomendación para factores simples.

ESPESOR	RELLENO
0.45 mm	S
0.60 mm	S

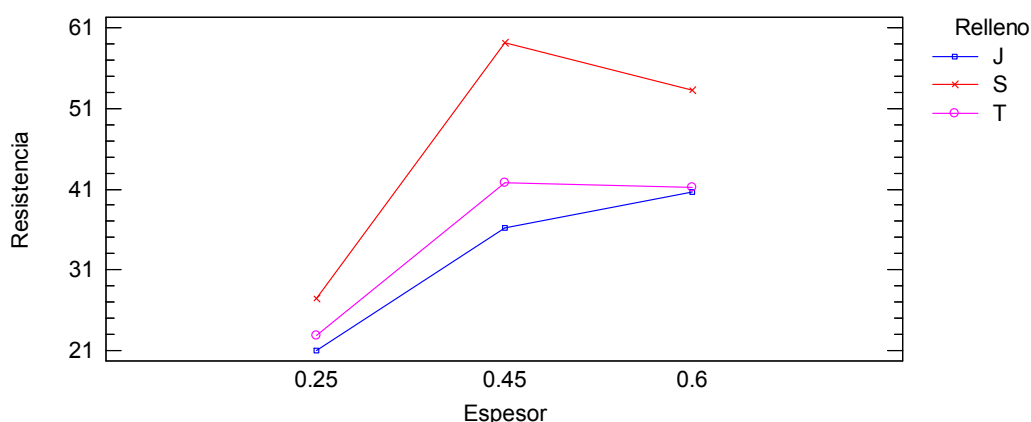
Fuente: Elaboración Propia

Análisis de la interacción de los efectos espesor y tipo de relleno

Después de realizar el análisis estadístico de la interacción de los efectos estudiados se determinaron los tratamientos para alcanzar una mayor resistencia a la compresión como se muestra en la figura 13.

Figura 13. Gráfica de interacción espesor-relleno.

Gráfico de Interacciones



Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a la gráfica anterior, al utilizar un espesor de 0.25 mm se obtiene una menor resistencia a la compresión en todos los tipos de relleno. Si se utiliza un espesor de 0.45 o 0.60 con un relleno de suelo arenoso, se puede observar que no existe una diferencia estadística significativa y se obtienen los valores máximos de resistencia a la compresión.

Sin embargo, tomando en cuenta otros factores como costos o disponibilidad del material se recomienda utilizar envases de PET con espesor de 0.45 mm. Las botellas que asemejan este espesor son las de refresco.

Se recomienda al lector revisar en el anexo 8. Desarrollo de la experimentación y análisis estadístico el apartado: Comportamiento de las botellas (deformaciones y fallas), dónde se describen y comparan las fallas de los especímenes.

4.3 Hallazgos aprovechables

A continuación se presenta de manera esquemática los principales hallazgos de la investigación.

Figura 14. Esquematzación de los principales hallazgos de la investigación.



Fuente: Elaboración propia

4.4 Desarrollo de la propuesta

La propuesta de sistema constructivo debe tener características adecuadas que lo hagan funcional, seguro y a la vez competitivo. Por lo que se desarrolló una herramienta de medición que acota y sugiere un conjunto de pautas para la evaluación de seis sistemas constructivos.

Esto se realizó a través de una comparativa de indicadores seleccionados y cuantificados que nos permitieron obtener una simplificación de la realidad a través de una estandarización y ponderación (*ver el sistema de evaluación completo en el anexo 10*).

Tabla 6. Ponderación de las categorías y criterios.

CATEGORÍA	REF	CRITERIO	INDICADOR	PONDERACIÓN CRITERIO	PONDERACIÓN RELATIVA
TÉCNICA 28.57%	T,01	Refuerzo necesario	Cantidad de elementos adicionales para refuerzo del sistema constructivo.	50%	14.29%
	T,02	Desplazamiento	Longitud en metros que el muro se desplaza al aplicarse una carga horizontal (simulación sísmica).	50%	14.29%
SOCIAL 28.57%	S,01	Confort térmico	Factor R, el cual indica el grado de resistencia de los materiales al flujo tanto del frío como del calor.	50%	14.29%
	S,02	Confort acústico	Niveles STC, valor que se utiliza para clasificar los materiales en función de su nivel de protección del sonido.	50%	14.29%
AMBIENTAL 14.29%	A,01	Huella de carbono	Cantidad de kg de CO ₂ producidos por cada kg de material a analizar	100%	14.29%
ECONÓMICA 28.57%	E,01	Tiempo de ejecución	Número de jornales requerido para llevar a cabo la construcción.	50%	14.29%
	E,02	Precio/m ²	Valor económico dado por construcción por metro cuadrado terminado	50%	14.29%
				TOTAL	100.00%

Fuente: Elaboración propia.

La metodología desarrollada es capaz de integrar conceptos cualitativos y cuantitativos, tomando en cuenta cuatro categorías principales: **técnica, social, ambiental y económica**. Esencialmente, el peso asignado a cada criterio dentro de una categoría se basó en la importancia dada a la misma. Para este caso todos los criterios tienen el mismo valor relativo como se muestra en la tabla 6.

Es importante mencionar que los criterios de evaluación tienen como premisa principal el mejoramiento de la calidad de vida de las personas en términos de vivienda. Para determinar el puntaje para cada sistema constructivo se estableció un sencillo sistema de cuantificación válido para todos los indicadores.

Este sistema de cuantificación consistió en establecer una escala numérica con valores entre 1 y 5, que dependen de las características de cada sistema constructivo. Entre mayor sea el número obtenido, significa que tiene un mejor desempeño. Cada criterio utiliza una unidad de medición diferente.

Los valores para los indicadores comparativos fueron obtenidos de dos principales fuentes: la revisión documental y con la utilización de software especializado. Se recomienda consultar el anexo 10 para entender de mejor manera la valoración y puntuación dada a los sistemas constructivos en la siguiente parte del documento.

Los sistemas constructivos seleccionados para ser evaluados con esta herramienta se agrupan en tres grupos principales:

- 1) Sistema constructivo convencional:** muro portante de ladrillo rojo recocido.
- 2) Sistemas constructivos prefabricados:** panel W, MagPanel, pop-up house.
- 3) Sistemas que utilizan material plástico como materia prima:** botellas PET rellenas de tierra, sistema ceros.

(Las fichas descriptivas de cada uno de los sistemas enlistados anteriormente se pueden ver igualmente en el anexo 10 de esta investigación).

A continuación se presenta de manera resumida, los principales datos obtenidos del sistema de evaluación.

Los indicadores comparativos del instrumento de evaluación así como los datos de los sistemas evaluados se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 7. Valoración de los indicadores del sistema de evaluación para los sistemas constructivos.

SISTEMA CONSTRUCTIVO	INDICADORES COMPARATIVOS						
	Refuerzo necesario	Desplazamiento (m)	Valor R (ft ² ·°F·h/Btu)	Valor STC	Emisiones CO ₂ / kg	Tiempo de construcción	Precio/m ²
Muro portante ladrillo rojo recocido	Castillos y cadenas (elementos perimetrales).	0.0124	5.1	40	0.254	3 jornales	\$287.24
Panel W (espesor 3")	Ninguno. Hasta dos niveles sin requerir soporte adicional.	0.034	7.92	50	4.57	1.2 jornales	\$450.00
Sistema MagPanel (W112)	Ninguno. El sistema utiliza un marco estructural integrado. Hasta seis niveles sin necesidad de refuerzos.	0.025	26.53	> 55 ⁹	4.56	1 jornal	\$1,170.00
Sistema Pop up house	Ninguno. Hasta dos niveles sin requerir soporte adicional.	0.074	56.202	> 55 ⁹	2.83	1 jornal	\$5,223.00
Botellas PET rellenas de tierra	Castillos y cadenas (elementos perimetrales)	0.0008	13.5	57	0.069	8 jornales	\$250.00
Sistema constructivo Cero's	Canaletas metálicas como elementos periféricos que le dan un marco estructural a los paneles.	0.4254	4.5	38	0.538	1.2 jornales	\$390.00

Fuente: Elaboración propia.

⁹ Al no contar con información suficiente sobre las unidades de STC de los sistemas MagPanel y Pop up house se les otorga un valor mayor a 55. Esto con base en los valores R, ya que presentan un alto aislamiento térmico debido a su espesor y materiales que los componen.

Aplicando la herramienta diseñada se le otorgó un puntaje a cada uno de los criterios seleccionados. En este caso como todos los criterios tienen la misma ponderación relativa, no será necesario multiplicarlos por ningún porcentaje. El resultado obtenido se observa a continuación:

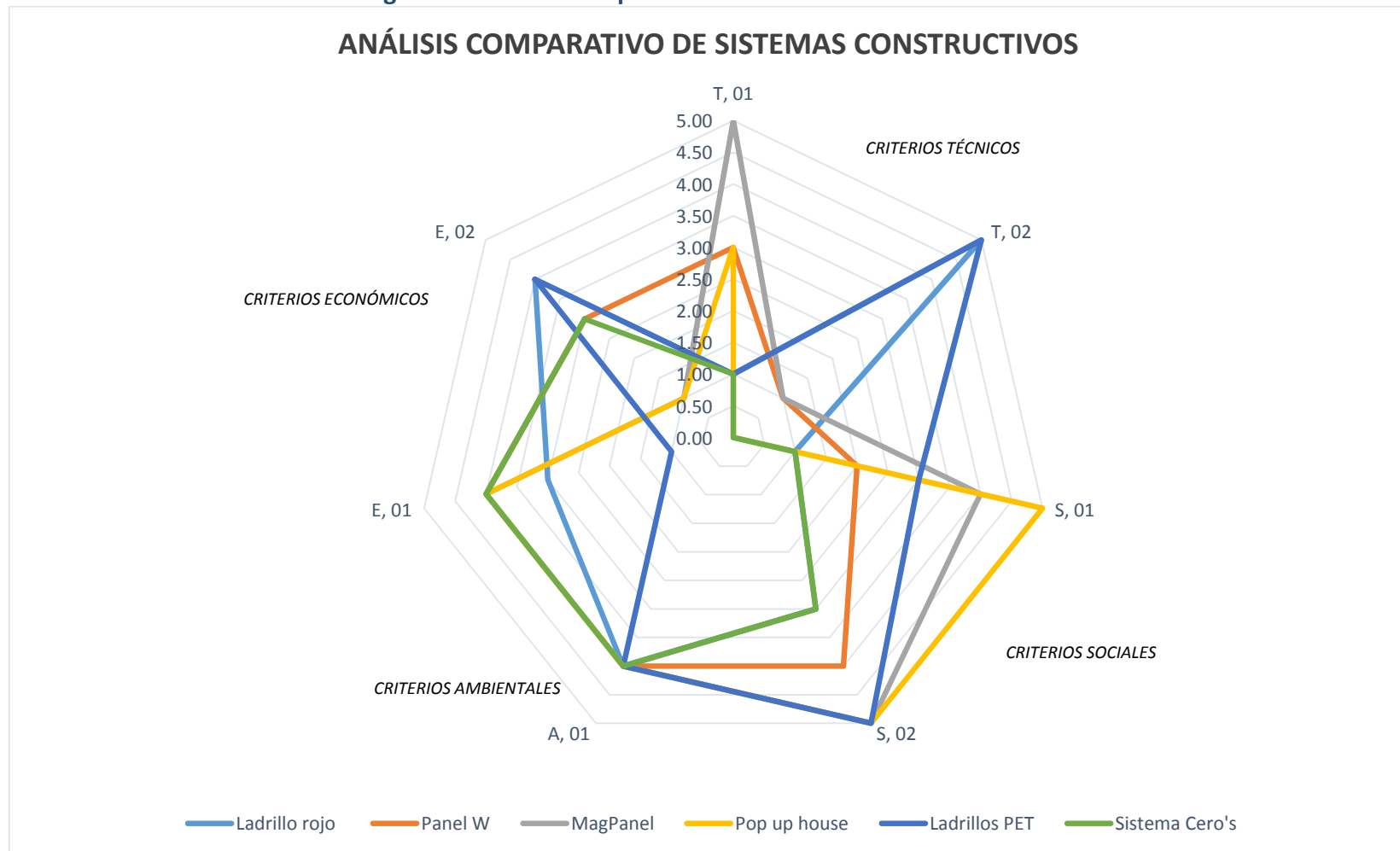
Tabla 8. Puntuación obtenida por cada uno de los sistemas constructivos.

CATEGORÍA	REF	CRITERIO	PONDERACIÓN RELATIVA	S I S T E M A S E V A L U A D O S					
				LADRILLO ROJO	PANEL W	MAGPANEL	POP-UP HOUSE	BOTELLAS PET	CERO'S
TÉCNICA	T,01	Refuerzo necesario	14.29%	1	3	5	3	1	1
	T,02	Desplazamiento	14.29%	5	1	1	0	5	0
			SUBTOTAL	6	4	6	3	6	1
SOCIAL	S,01	Confort térmico	14.29%	1	2	4	5	3	1
	S,02	Confort acústico	14.29%	3	4	5	5	5	3
			SUBTOTAL	4	6	9	10	8	4
AMBIENTAL	A,01	Huella de carbono	14.29%	4	4	4	4	4	4
			SUBTOTAL	4	4	4	4	4	4
ECONÓMICA	E,01	Tiempo de ejecución	14.29%	3	4	4	4	1	4
	E,02	Precio/m ²	14.29%	4	3	1	1	4	3
			SUBTOTAL	7	7	5	5	5	7
			TOTAL	21	21	24	22	23	16

Fuente: Elaboración propia.

Después de realizar la valoración de cada uno de los sistemas se obtiene la siguiente gráfica de araña o radial.

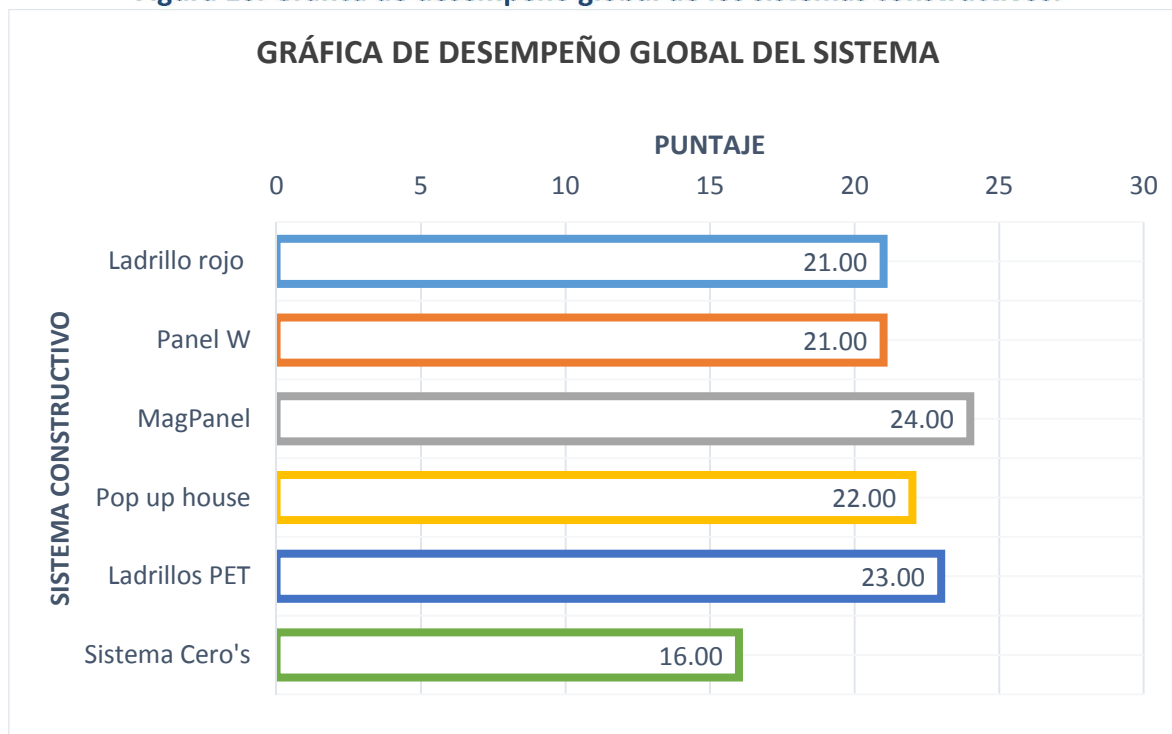
Figura 15. Gráfica comparativa de evaluación de indicadores.



Fuente: Elaboración propia.

Por último se complementa el análisis de la evaluación con la gráfica de desempeño global de los seis sistemas constructivos con la puntuación total de cada uno de ellos, como se muestra en la figura 16.

Figura 16. Gráfica de desempeño global de los sistemas constructivos.



Elaboración propia.

Después de haber realizado la evaluación de los diferentes sistemas constructivos seleccionados podemos argumentar que el sistema que obtuvo una mejor calificación fue el MagPanel (sistema prefabricado) con 24 puntos. Por lo tanto, es el que presenta las mejores características evaluadas de forma global con respecto a los otros.

Cabe aclarar que esta conclusión solamente se deriva de los criterios e indicadores contemplados en esta herramienta de evaluación, puesto que al aplicarse algún otro tipo de valoración a los mismos sistemas constructivos los resultados pueden ser completamente diferentes.

El análisis anterior sirvió para poder establecer las características que debe presentar el sistema constructivo que se pretende desarrollar. Y al mismo tiempo evaluar de manera simplificada las particularidades de ciertos sistemas constructivos para tener datos referenciales.

Con base en lo que se ha estudiado y desarrollado en este sistema de evaluación en cuanto a criterios técnicos, sociales, ambientales y económicos, el nuevo sistema constructivo debe cumplir con las siguientes características:

Tabla 9. Valores esperados para el sistema constructivo.

INDICADOR	VALOR ESPERADO
Refuerzo necesario	Elementos perimetrales
Desplazamiento (m)	< 0.03 m
Valor R (ft ² ·°F·h/Btu)	> 5.7
Valor STC	> 35
Emisiones CO ₂ / kg	< 1
Tiempo de construcción	< 3 jor
Precio/m ²	< \$ 250.00

Elaboración propia.

4.5 Diseño de la propuesta aplicativa de la solución

En este punto del documento se describirán 1) las características físicas de la propuesta del sistema constructivo como: los componentes, los materiales, la geometría; y también 2) las pruebas mecánicas realizadas para evaluar su comportamiento.

El sistema constructivo propuesto está basado en la fabricación de elementos construidos con botellas de PET de 0.045 mm de espesor rellenas con (SM) arena limosa (*mejor tratamiento según el análisis estadístico*) y puestas de forma vertical como se muestra en la figura 17.

Figura 17. Acomodo de las botellas para la conformación de muros.



Fuente: Imagen propia (2016).

Los muros estarán constituidos por dos partes principales: las botellas de PET rellenas y tableros de madera (en este caso se utilizó madera de pino). Ambos componentes se unen por medio de espárragos¹⁰.

Se determinó la utilización de espárragos en el sistema no solo como unión entre ambos componentes, sino también para ejercer un presfuerzo sobre las botellas como se muestra en la figura 18. Esto debido a que se observó durante la experimentación que al aplicarse la carga a los especímenes, el material se compactaba haciéndolo más resistente.

Figura 18. Colocación de espárragos para ejercer un presfuerzo.



Fuente: Imagen propia (2016).

Cabe mencionar que el presfuerzo ejercido a los envases era mínimo debido a que el material de las botellas es más resistente que la madera. Por lo que al aplicar la fuerza por medio de los espárragos la madera empezaba a sufrir pequeños agrietamientos.

Para evaluar las propiedades mecánicas y el comportamiento del sistema propuesto. Se realizaron muretes para efectuar las pruebas de compresión y cortante establecidas por la NTC para diseño y construcción de estructuras de mampostería.

La **primera propuesta** consistió en utilizar un murete compuesto por tres pilas de botellas y tableros de madera con una dimensión de 0.52 m x 0.16 m x 0.77 m. El espesor de la madera fue de 1 cm en las partes intermedias e inferior del murete y para la parte superior que iba a recibir la carga de forma directa se utilizó de 2 cm (espesor calculado para una carga de 100 kg/cm²). En este caso se colocaron dos botellas para conformar el espesor de del muro.

¹⁰ Tornillos que no poseen cabeza, es decir, que las roscas se encuentran en ambos lados de sus extremos.

Los tableros de madera tenían una costilla a cada lado para fijar las botellas por la parte inferior y superior, como se muestra en la figura 19.

Figura 19. Detalle de las costillas de los tableros de madera.



Fuente: Imagen propia (2016).

Al igual que en el diseño experimental, las pruebas fueron realizadas en el laboratorio de ingeniería civil del ITESO. Durante la prueba de compresión de la primera propuesta, las botellas tuvieron el resultado espesado, empezaron a compactarse. Sin embargo, la madera no resistió la carga presentando una falla. La carga máxima soportada por este murete fue de 3.86 kg/cm^2 .

Según lo observado durante la prueba las botellas empezaron a separarse de la parte inferior hacia afuera, haciendo que el tablero de madera fallara longitudinalmente como se muestra en la figura 20.

Figura 20. Falla de la primera propuesta de murete.



Fuente: Imagen propia (2016).

En la **segunda propuesta** la configuración del murete queda igual a la anterior, es decir, estaba conformado por tres pilas de botellas y por los tableros de madera. Sin embargo, las dimensiones para este murete sólo se diferencian en la altura con respecto al anterior, quedando de la siguiente manera: 0.52 m x 0.16 m x 0.80 m.

Para este segundo caso se igualó el espesor de todos los tableros de madera a 2 cm y se colocó un amarré en forma de ochos entre las botellas con alambre recocido para mantenerlas unidas. El armado de la segunda propuesta de murete se muestra en la figura 21.

Al realizarla prueba a la compresión la carga se aplicó a una velocidad de 5 mm/min. Aunque esta propuesta tuvo un mejor comportamiento, el ensayo registró una carga máxima soportada de 5.11 kg/cm². Sin embargo los componentes del murete no presentaron fallas importantes.

Figura 21. Configuración del murete de la segunda propuesta.

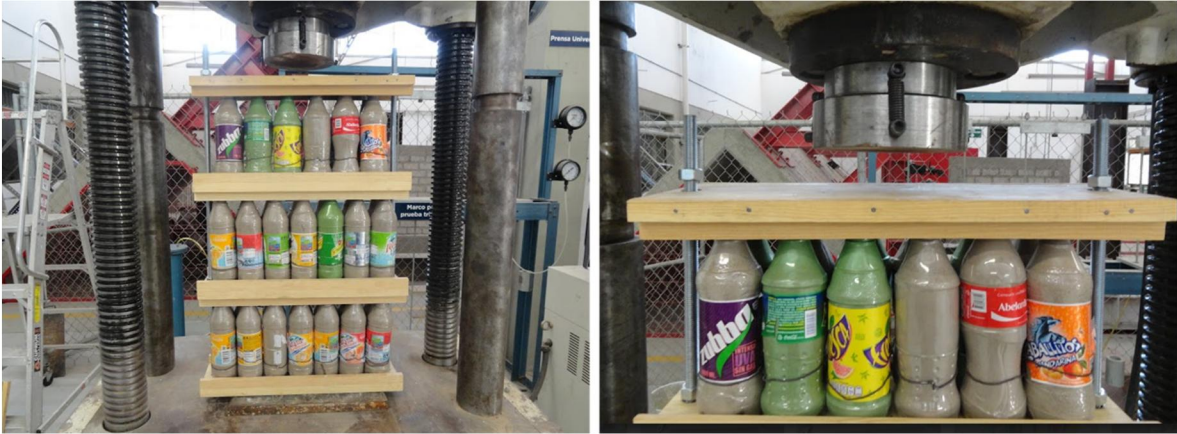


Fuente: Imagen propia (2016).

Lo observado durante la prueba fue: 1) la fuerza ejercida por la prensa era distribuida de mejor manera hacia la parte inferior que el murete de la propuesta uno; 2) las botellas tuvieron el mismo comportamiento que en la prueba anterior, se compactaron; 3) el muro presentó un desplazamiento transversal en dirección a la fuerza de compresión (pandeo); 4) los espárragos fueron los elementos que sufrieron una mayor deformación; 5) las botellas y los tableros de madera no presentaron deformaciones importantes.

El comportamiento del murete de la propuesta 2 después de la prueba se puede observar en la siguiente figura:

Figura 22. Comportamiento de la segunda propuesta de murete después de la prueba.



Fuente: Imagen propia (2016).

La segunda prueba establecida por la NTC de mampostería es la compresión diagonal o del esfuerzo cortante. Para esta prueba se utilizó un murete cuadrado de las siguientes dimensiones: 0.16 m x 0.52 m x 0.52 m.

Para este ensaye la fuerza máxima registrada durante la prueba fue de 318.47 kgf. La fuerza se aplicó a una velocidad de 12 mm/min. Durante la prueba se pudo observar que la rigidez del murete era aportada principalmente por el tablero de madera y espárrago. El comportamiento de la prueba a compresión diagonal se puede observar en la figura 23.

Figura 23. Comportamiento del murete después de la prueba de compresión diagonal.



Fuente: Imagen propia (2016).

Se hizo una **tercera propuesta** en la que se decidió aumentar el espesor del muro (con tres botellas) para ampliar el área de aplicación de la carga. También se eliminaron las costillas inferiores de los tableros de madera, teniendo las siguientes dimensiones: 0.52 m x 0.23 m x 0.80 m.

Al igual que en la propuesta dos el espesor de todos los tableros de madera fue de 2 cm y se colocó un amarré en forma de ochos entre las botellas con alambre recocido. La configuración del murete de la tercera propuesta se muestra en la figura 24.

Figura 24. Configuración del murete de la tercera propuesta.



Fuente: Imagen propia (2016).

Durante la prueba a este murete la carga se aplicó a una velocidad de 5 mm/min. Aunque se registra una fuerza a la compresión mayor en este ensaye, no es proporcional al aumento del área de acción. El esfuerzo soportado por esta propuesta fue menor que el anterior registrando un valor de 4.82 kg/cm².

Las observaciones de la prueba de la tercera propuesta fueron: 1) la fuerza ejercida por la prensa era distribuida de igual manera que en la propuesta dos; 2) las botellas se compactaron de igual forma que las pruebas anteriores; 3) el murete presentó un mayor pandeo que la propuesta anterior; 4) los tableros de madera y los espárragos sufrieron deformaciones considerables pero sin llegar a la falla (ver figura 25).

Figura 25. Comportamiento de la tercera propuesta de murete después de la prueba.



Fuente: Imagen propia (2016).

Para la tercera configuración propuesta se decidió no hacer la prueba de cortante o compresión diagonal, debido a que no se obtuvieron los resultados esperados en la prueba de compresión.

4.6 Factibilidad y validación técnica de la propuesta

En este punto se comprobará si los resultados de las pruebas realizadas a los especímenes y a los muretes cumplen con la normativa correspondiente o se acercan a valores establecidos para materiales o sistemas constructivos existentes.

Verificación de la resistencia de las botellas

Tomando como referencia las Normas Técnicas Complementarias (NTC) para diseño y construcción de estructuras de mampostería, la resistencia de diseño a la compresión de las piezas se calculará con la siguiente fórmula:

$$f_p^* = \frac{\bar{f}_p}{1 + 2.5c_p}$$

Donde:

$\bar{f}_p$ – media de la resistencia a la compresión de las piezas, referida al área bruta.

c_p – coeficiente de variación de la resistencia a compresión de las piezas. En este caso se tomará de 0.35 (para piezas de producción artesanal).

Después de realizar los cálculos para cada tipo de muestra, se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 10. Resultados de la resistencia de diseño a la compresión.

RESISTENCIA DE DISEÑO A LA COMPRESIÓN		
ESPESOR BOTELLA	TIPO DE RELLENO	f_p^* (kg/cm ²)
0.25	(SM)	21.92
0.25	Jal (SW)g	16.96
0.25	Tepetate (SM)	18.45
0.45	(SM)	47.22
0.45	Jal (SW)g	28.24
0.45	Tepetate (SM)	34.09
0.6	(SM)	42.01
0.6	Jal (SW)g	32.35
0.6	Tepetate (SM)	34.07

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados de las pruebas a la compresión de las botellas se muestran en el anexo 9.

Las NTC de mampostería del reglamento de construcciones y desarrollo urbano del municipio de Zapopan, establecen lo siguiente: “la resistencia en compresión, f_p^* , para tabicones de jalcreto o de concreto así como para cualquier tipo de bloques huecos no será menor de 40 kg/cm², y para tabiques de barro recocido no será menor de 25 kg/cm².

Por lo anterior se puede establecer que las piezas seleccionadas como el mejor tratamiento experimental cumplen con esta norma, al presentar una resistencia de diseño de 47.22 kg/cm². Entonces podemos afirmar que se pueden utilizar las botellas de forma vertical como elementos estructurales.

Como se mencionó anteriormente, la densidad es un indicador del grado de compactación del material. A partir de estos datos y con fines de diseño, se desarrolló un modelo matemático que permita hacer un cálculo aproximado de la resistencia de la botella rellena a partir del espesor de la misma y su densidad (seca).

La densidad seca promedio obtenida para los suelos utilizados como relleno de los envases plásticos, se muestra en la tabla siguiente:

Tabla 11. Densidad promedio de los suelos utilizados.

TIPO DE SUELO	DENSIDAD PROMEDIO (gr/cm ³)
(SM)	1.593
JAL (SW)g	1.155
Tepetate (SM)	1.463

Fuente: Elaboración propia.

Comparando esta densidad con la de otros materiales como el adobe, que oscila entre 1500 y 1700 kg/m³; o la del ladrillo rojo recocido que según las NTC para diseño y construcción de estructuras de mampostería mínimamente las piezas en estado seco deben tener de 1300 kg/m³.

Por lo anterior, podemos argumentar que se puede realizar el modelo matemático para predecir la resistencia de las botellas, ya que la densidad de nuestro material se encuentra en un rango aceptable.

Este modelo se realizó a partir de un análisis de regresión múltiple¹¹ (*ver análisis estadístico completo en anexo 8*) con los datos de la densidad de las botellas plásticas rellenas y su espesor. Los resultados de este análisis se muestran a continuación en la tabla 12.

Tabla 12. Análisis de varianza para el modelo de la resistencia.

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	28010.8	2	14005.4	228.53	0.0000
Residuo	980.554	16	61.2846		
Total	28991.3	18			

Fuente: Elaboración propia.

R-cuadrada = 96.6178 por ciento

R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 96.4064 por ciento

A partir del coeficiente de determinación R² cuadrada ajustada se observa que el modelo describe un 96.4% de la variabilidad de la resistencia. Puesto que el valor-P en la tabla ANOVA es menor que 0.05, existe una relación estadísticamente significativa entre las variables con un nivel de confianza del 95.0%.

La ecuación del modelo ajustado es:

$$\text{Resistencia} = 52.9588 * \text{Espesor} + 11.1818 * \text{Densidad}$$

Dónde: el espesor está dado en mm y la densidad en gr/cm³. Para obtener una resistencia alta se recomienda que la densidad de las botellas no sea menor a 1.50 gr/cm³ y un espesor igual o mayor a 0.45 mm.

¹¹ El análisis de regresión múltiple tiene como objetivo modelar en forma matemática el comportamiento de una variable de respuesta en función de una o más variables independientes.

Verificación de la resistencia de los muretes

Pruebas de compresión.

Primeramente el esfuerzo medio obtenido, calculado sobre el área bruta, se corrigió multiplicándolo por el factor 1.05 para ambos casos, según las NTC de mampostería en su apartado resistencia a la compresión. Los resultados obtenidos se resumen en la siguiente tabla:

Tabla 13. Resultados corregidos de las pruebas a la compresión de los muretes

Propuesta de murete	Resistencia a la compresión (kg/cm ²)
1	4.05
2	5.36
3	5.06

Fuente: Elaboración propia.

La resistencia de diseño según las NTC de mampostería se calculará como:

$$f_m^* = \frac{\overline{f_m}}{1 + 2.5c_m}$$

Donde:

$\overline{f_m}$ – media de la resistencia a la compresión de las pilas, referida al área bruta y corregidas por esbeltez.

c_m – coeficiente de variación de la resistencia de las pilas ensayadas, que en ningún caso se tomará inferior a 0.15.

Después de hacer el cálculo para cada uno de los muretes, se obtiene los valores de resistencia a la compresión de 2.42 kg/cm² para la propuesta 1; de 3.89 kg/cm² para la propuesta de murete 2; y de 3.68 kg/cm² para la tercera propuesta (los resultados de las pruebas de los muretes se pueden consultar en el anexo 11).

Comparando los valores anteriores con los establecidos por las NTC de mampostería del Reglamento de construcciones y desarrollo urbano del municipio de Zapopan (*ver tabla 14*), se puede observar que los valores están por debajo de la norma. El murete 1 representa un 24.2% de la resistencia requerida, el murete dos un 38.9%; mientras que el tercer murete representa un 36.8%.

Tabla 14. Resistencia de diseño a compresión de la mampostería f_m^* , para algunos tipos de pieza, sobre área bruta.

TIPO DE PIEZA	VALORES DE f_m^* kg/cm ²		
	MORTERO I	MORTERO II	MORTERO III
Tabique de barro recocido	10	10	10
Tabicón de jalcreto o concreto ($f_p^* \geq 40$ kg/cm ²)	10	10	10
Block de jalcreto o de concreto ($f_p^* \geq 40$ kg/cm ²)	10	10	10
Tabiques con huecos verticales ($f_p^* \geq 120$ kg/cm ²)	25	25	25

Fuente: NTC mampostería del Reglamento de construcciones y desarrollo urbano del municipio de Zapopan.

Tomando en cuenta valores de resistencia a la compresión de otros sistemas constructivos como el adobe confinado con mortero de barro se tiene un f_m^* de 8.78 kg/cm² (San Bartolomé, s.f.). Mientras que la resistencia de los muretes de PEAD reciclado sin ningún tipo de recubrimiento o refuerzo, sólo alcanza los 0.70 kg/cm² (Durón, 2007).

De acuerdo al análisis anterior podemos decir que el formato de la propuesta no es adecuado debido a que no cumple con la reglamentación en que se basa la investigación.

Pruebas de compresión diagonal o cortante.

El valor del esfuerzo cortante calculado para el murete es de 0.38 kg/cm². La resistencia de diseño a compresión diagonal, v_m^* , será igual a:

$$v_m^* = \frac{\overline{v_m}}{1 + 2.5c_v}$$

Donde:

$\overline{v_m}$ – media de la resistencia a compresión diagonal de muretes, sobre área bruta medida a lo largo de la diagonal paralela a la carga.

c_v – coeficiente de variación de la resistencia a compresión diagonal de muretes, que en ningún caso se tomará inferior a 0.20.

Sustituyendo los valores en la fórmula anterior, se obtiene que la resistencia de diseño a compresión diagonal del murete es de 0.25 kg/cm².

Las NTC de mampostería contemplan un valor mínimo de 2 kg/cm^2 . Mientras que para el adobe confinado con mortero de barro se tiene un v_m^* de 1.12 kg/cm^2 (San Bartolomé, s.f.). Según Durón (2007) la resistencia a cortante presentada por los muretes de PEAD reciclado es de 0.18 kg/cm^2 .

La resistencia de los muretes a la fuerza cortante tampoco es la adecuada, por lo que se rechazan las propuestas establecidas anteriormente.

5

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En este último apartado se incluye la interpretación de los datos observados en las pruebas físicas, las ideas finales y las recomendaciones del autor sobre los trabajos para futuras investigaciones relacionadas con la utilización de envases plásticos como elementos constructivos.



5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.3 Conclusiones

Durante mucho tiempo la industria ha generado una gran cantidad de residuos producto de la forma de vida consumista que llevamos actualmente, esto ha ocasionado un problema a la población en general, ya que no sé encuentra la forma de reintegrarlo en las cadenas de producción. Una de las mejores soluciones frente al impacto generado por los residuos sólidos es la reutilización.

En la presente investigación se detectaron dos temas principales de aplicación que se describen a continuación:

Mitigación del impacto ambiental generado por el PET

El desarrollo del documento hace visible el enorme problema que los residuos PET generan, sin embargo, muchas veces no se considera de tal importancia debido a que no se manifiesta de manera directa. Como sociedad estamos acostumbrados a delegar los problemas a alguien más, convirtiendo el tema de los residuos en algo más complicado y grave.

Una posible solución viable para disminuir la presencia del material PET de desecho y retirarlo de su ciclo de contaminación es transformarlo en una opción útil y pertinente. El tema central de esta investigación es el convertir un material residual en un recurso disponible. A través del desarrollo de una propuesta de sistema constructivo para muros de carga elaborado a partir de botellas PET.

Las estadísticas muestran que nuestro país es el consumidor número uno de refresco y agua embotellada, y que sólo un pequeño porcentaje de este material es reciclado. Lo que nos habla de una gran oportunidad para desarrollar la propuesta.

Este sistema podría aplicarse en la construcción de edificaciones como viviendas, reduciendo en gran medida los desechos plásticos y ofrecerá una tecnología ecológica-constructiva.

Al llevar a la práctica y aplicación este sistema constructivo sustentable se podrán atender los requerimientos básicos de los habitantes de la sociedad, con un uso menos intensivo y más consciente de la realidad de los recursos para tener un mínimo grado de deterioro

ambiental. Será un proceso en el que no se trabaje en contra de la naturaleza o al margen de ella, si no será incluyente.

Para conseguir una sociedad sustentable es necesaria la interacción de todos los grupos o sectores que forman parte de ella. Una sociedad sustentable debe asegurar que todos tengan acceso a los servicios ambientales, debe cuidar y valorar su patrimonio cultural y proteger a sus habitantes a través de la satisfacción de sus necesidades básicas, en este caso la vivienda.

Desarrollo de alternativas constructivas no convencionales

Actualmente existe una gran cantidad de sistemas constructivos denominados ecológicos, alternativos, no convencionales o sustentables que brindan opciones seguras, económicas y confortables en la construcción de diferentes tipos de edificaciones.

De acuerdo a la información obtenida en la revisión documental y en la visita a la vivienda hecha con botellas podemos decir que, el material PET es viable para la construcción de muros, al tener una gran disponibilidad, ser económico, con capacidad constructiva adecuada y al ofrecer características de estabilidad y versatilidad.

El desarrollo y aplicación de la herramienta de evaluación de los sistemas constructivos existentes nos permitió identificar las principales características (desde un punto de vista sustentable) que debe tener un sistema de edificación. Esto a través de diferentes criterios técnicos, sociales, ambientales y económicos, que se muestran en la tabla siguiente:

Tabla 15. Valores esperados para el sistema constructivo.

INDICADOR	VALOR ESPERADO
Refuerzo necesario	Elementos perimetrales
Desplazamiento (m)	< 0.03 m
Valor R (ft ² ·°F·h/Btu)	> 5.7
Valor STC	> 35
Emisiones CO ₂ / kg	< 1
Tiempo de construcción	< 3 jor
Precio/m ²	< \$ 250.00

Elaboración propia.

Este sistema de evaluación se utilizó para poder establecer las características que debe presentar el sistema constructivo que se pretende desarrollar. Y al mismo tiempo evaluar de manera simplificada las particularidades de ciertos sistemas constructivos para tener datos referenciales.

El aporte de esta investigación fue la utilización de los envases plásticos rellenos de tierra de forma vertical. En el apartado de la factibilidad y validación técnica se ilustra que los envases pueden ser utilizados de esta manera como elementos constructivos para muros de carga, pues cumplen con la normatividad local.

La utilización de los envases de forma vertical que permitirá que los muros sean más esbeltos y ligeros, así como también que haya un mayor aprovechamiento del material en comparación con los muros que utilizan de las botellas de forma horizontal.

De acuerdo a los datos obtenidos en el análisis estadístico, podemos decir que es muy importante tomar en cuenta el espesor de los envases y el tipo de suelo de relleno, pues influyen de manera directa en la resistencia del elemento. Los datos arrojados indican que es recomendable utilizar un espesor mayor o igual a 0.45 mm (envases de refresco) y un relleno con una densidad no menor a 1.5 gr/cm^3 con suelos arenosos con presencia de materiales finos.

Las propuestas del formato de sistema constructivo no tuvieron un comportamiento adecuado, desde el punto de vista de la normatividad, debido a que no cumplen con los datos mínimos establecidos para esfuerzo a compresión y cortante. Sin embargo, se acercan o son superiores a la resistencia que establecen diferentes sistemas existentes, por ejemplo el adobe y el sistema constructivo cero's (estudiado en esta investigación).

Para desarrollar este tipo de propuestas es muy importante la aplicación de políticas públicas y reglamentos de construcción que permitan la inclusión de materiales alternativos, que tomen en cuenta los conocimientos, los procedimientos y las aptitudes de los individuos locales para intentar resolver la necesidad habitacional.

5.4 Recomendaciones

Para líneas futuras de investigación se hacen las siguientes recomendaciones:

- Desarrollar un mecanismo de presfuerzo que aplique una fuerza de compresión a las botellas colocadas de forma vertical, con esto se supone que los envases tendrán

una estabilización de la deformación que evite fallas por asentamientos de los elementos.

- Elaborar una nueva propuesta de formato constructivo, colocando las botellas en tresbolillo. Realizar las pruebas establecidas por la NTC de mampostería.
- Utilizar otro material en sustitución de los tableros de madera, por ejemplo tableros de madera plástica (PEAD reciclado).
- Se sugiere recubrir el murete con una mezcla de tierra y paja para integrar todos los elementos componentes del sistema constructivo. Después realizar nuevamente las pruebas de compresión y cortante.
- Construcción de un muro a escala real y realizar pruebas a volteo y de sismicidad.
- Determinar cada una de las características del nuevo sistema constructivo establecidas en la herramienta de evaluación y determinar su desempeño. Posteriormente hacer una comparativa con la información existente.

FUENTES CONSULTADAS

- Agamuthu P. (2010). The role of informal sector for sustainable waste management. *Waste Manage. Res.* 28, 671-672.
- Aguilar, D. (2012, 17 de febrero). *Castillos y casas de plástico, 100% mexiquenses*. El Universal estado de México Sección Sociedad. . [Fecha de consulta: 22 de octubre de 2014]. Recuperado de: <http://www.eluniversaledomex.mx/otros/nota27523.html>
- Alencastro, N. (2009). "Residuos". En *edificación sustentable en Jalisco*. Del Toro R. Guadalajara México. SEMADES, Prometeo.
- Bokern (2008). *Mensaje de una botella*. En *Rematerial: del desecho a la arquitectura*. Barcelona España: Parramón (pp. 24-27).
- Broto, C. (2001). *Diccionario técnico de arquitectura y construcción*. Barcelona, España: Monsa.
- Castells, X. (2000). *Reciclaje de residuos industriales*. Madrid, España. Ediciones Díaz de Santos, S. A.
- CCA (2008). *Edificación sustentable en América del Norte. Oportunidades y retos*. Comisión para la Cooperación Ambiental. Montreal, Canadá.
- Cortinas, C. (2009). *Reciclaje de plásticos, en el contexto del desarrollo sustentable y humano*. . [Fecha de consulta: 20 de marzo de 2015]. Recuperado de: <http://unicesar.ambientalex.info/infoCT/Recplacondessushummx.pdf>
- Del Toro, M (2009). *Edificación sustentable en Jalisco*. Guadalajara, México: SEMADES, Prometeo.
- Durón, J. (2007). *Propiedades mecánicas de la mampostería de PEAD reciclado, comparativa económica*. Tesis de maestría en ingeniería con especialidad en administración de la construcción. Universidad Iberoamericana.

El Informador (s. f.). *La ZMG desaprovecha reciclaje de 585 toneladas de plástico al día*. [Fecha de consulta: 16 de febrero de 2016]. Recuperado de: <http://www.informador.com.mx/jalisco/2015/580410/6/la-zmg-desaprovecha-reciclaje-de-585-toneladas-de-plastico-al-dia.htm>

García, E. (2012). Normatividad Mexicana Aplicable al Desarrollo de Edificación Sustentable: Estado, Necesidades, Desafíos. INMOBILIARE [Fecha de consulta: 25 de septiembre de 2014]. Recuperado de: <http://inmobiliare.com/normatividad-mexicana-aplicable-al-desarrollo-de-edificacion-sustentable-estado-necesidades-desafios/>

González, J. & Ochoa, G. (1998). *Pruebas para determinar la colapsabilidad de suelos*. Tesis profesional de ingeniería civil. ITESO. Guadalajara, México.

González, S. (2015, 20 de junio). *De autoconstrucción; 63% de las viviendas que se construyen al año*. La Jornada Sección Economía. [Fecha de consulta: 15 de diciembre de 2015]. Recuperado de: <http://www.jornada.unam.mx/ultimas/2015/06/20/el-63-del-millon-de-viviendas-que-se-construyen-al-ano-son-de-autoconstruccion-consultora-6843.html>

Heisse, S. et al (2011). *Sistema constructivo pura vida*. [Fecha de consulta: 20 de septiembre de 2014]. Recuperado de: <http://puravidaatitlan.org/images/Manual%20Sistema%20Constructivo%20Pura%20Vida.pdf>

Holcim (2011). *¿Qué es la construcción sostenible?* [Fecha de consulta: 17 de septiembre de 2014]. Recuperado de: <http://www.holcim.com.ec/desarrollo-sostenible/holcim-foundation-for-sustainable-construction/que-es-la-construccion-sostenible.html>

Instituto Nacional de Estadística y Geografía INEGI (2013, 3 de abril). Estadística básica sobre medio ambiente (datos de Jalisco). [Fecha de consulta: 18 de septiembre de 2014]. Recuperado de: <http://www.inegi.org.mx/inegi/contenidos/espanol/prensa/boletines/boletin/Comunicados/Especiales/2013/Abril/comunica17.pdf>

MagPanel (s.f.). Ficha técnica del producto. [Fecha de consulta: 10 de junio de 2015]. Recuperado de: <http://magpanel.mx/>

Mercader, M. et al (2012). Modelo de cuantificación de las emisiones de CO2 producidas en edificación derivadas de los recursos materiales consumidos en su ejecución. En: Informes de la Construcción Vol. 64, 52: 401-414.

Moraes et al. (s.f.). *El impacto económico de las soluciones progresivas y completas en vivienda*. [Fecha de consulta: 12 de abril de 2016]. Recuperado de: http://www.habitat.org/lc/theforum/spanish/economic/El_impacto_economico.aspx#PO_0

Morales, J. (2004). *Sociedades Rurales y Naturaleza*. ITESO / UIA-León. México. (Págs. 43 – 50) [Fecha de consulta: 09 de octubre de 2014] Recuperado de: <http://hdl.handle.net/11117/386>

NMX-C-460-ONNCCE-2009. Industria de la construcción-aislamiento térmico -valor "R" para las envolventes de vivienda por zona térmica para la República Mexicana-Especificaciones y verificación. Diario Oficial de la Federación. México, D.F. 18 de agosto de 2009.

Normas técnicas complementarias para el diseño por sismo. Gaceta Oficial de la Federación. México D.F. 6 de octubre de 2004.

Normas técnicas complementarias para el diseño y construcción de estructuras de mampostería. Gaceta Oficial de la Federación. México D.F. 6 de octubre de 2004.

Normas y especificaciones para estudios, proyectos, construcción e instalaciones (Volumen 3, tomo IV). Instituto Nacional de la Infraestructura Física Educativa. México, D.F. 20014.

Notimex (2014, 28 de agosto). *Con botellas de PET, construyen viviendas en Tlaxcala*. Excelsior especiales. [Fecha de consulta: 25 de septiembre de 2014]. Recuperado de: <http://www.excelsior.com.mx/nacional/2014/08/28/978668>

Panel W (s.f.). Ficha técnica del producto. [Fecha de consulta: 10 de junio de 2015]. Recuperado de: <http://panelw.com/es/index.html>

PAP (2016). *Proyecto de Aplicación Profesional. Programa de análisis del territorio: planeación, infraestructura y sustentabilidad*. ITESO.

- Pinto, A. (2013). *Michael Reynolds Guerrero de la basura*. AP Servicios Gráficos. [Fecha de consulta: 25 de septiembre de 2014]. Recuperado de:
<http://arturopinto.com.mx/michael-reynolds-guerrero-de-la-basura/>
- Pisarello, G. (2003). *Vivienda para todos: un derecho en (de) construcción: el derecho a una vivienda digna y adecuada como derecho exigible*. Barcelona, España: Icaria.
- Pop-up house (s.f.) Información general del sistema. [Fecha de consulta: 10 de junio de 2015]. Recuperado de: <http://www.popup-house.com/>
- Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal (27ª ed.)(2003). México, DF: Porrúa.
- Rodríguez, I. (2013, 1 de julio). *Unos 36 millones de mexicanos carecen de vivienda digna: SHCP*. La Jornada Sección Economía. [Fecha de consulta: 25 de septiembre de 2014]. Recuperado de:
<http://www.jornada.unam.mx/2013/07/01/index.php?section=economia&article=022n1eco&partner=rss>.
- Ruiz, D. et al. (2012). *Nueva alternativa de construcción: Botellas PET con relleno de tierra*. En: Apuntes 25 (2): 292 - 303.
- Saldarriaga, A. (2006). *"Habitar como fundamento de la disciplina de la Arquitectura"*, Revista al Hábitat, Bogotá: febrero de 2006.
- San Bartolomé (s.f.). *Comportamiento a carga lateral de muros de adobe confinados*. [Fecha de consulta: 18 de febrero de 2016]. Recuperado de:
<http://www.javeriana.edu.co/arquidis/deparq/documents/Comportamientolateral.pdf>
- SEDESOL (2014). *Informe anual sobre la situación de pobreza y rezado social: Jalisco*. [Fecha de consulta: 01 de julio de 2015]. Recuperado de:
http://sedesol.gob.mx/work/models/SEDESOL/Informes_pobreza/2014/Estados/Jalisco.pdf
- Sesma, J. (2014, 14 de agosto). *Urge reducir el uso del PET*. Excelsior. [Fecha de consulta: 22 de octubre de 2014]. Recuperado de: <http://www.excelsior.com.mx/opinion/jesus-sesma-suarez/2014/08/14/976129>

Sociedad Hipotecaria Federal SHF (2015). *Estado de la vivienda actual en México 2015*. [Fecha de consulta: 30 de marzo de 2016]. Recuperado de: http://www.shf.gob.mx/estadisticas/EdoActualVivienda/Documents/EAVM_2015.pdf

Tecno Group (2013). Descripción del Análisis de Precio Unitario Opus 2015. Fecha de consulta: 01 de julio de 2015]. Recuperado de: <http://tecno-group.mx/opus-2015-precio-unitario-muro-de-block-10-de-concreto-intermedio-de-10x20x40-cm-40-kg/cm2-acabado-aparente-asentado-con-mezcla-cemento-arena-14-refuerzo-horizontal-a-cada-3-hiladas-acarreo-horizontal.html>

Van Der Hoek (2008). En libro: Bokern (2008). *Mensaje de una botella*. En *Rematerial: del desecho a la arquitectura*. Barcelona España: Parramón (pp. 24-27).

ANEXOS

ANEXO 1. Diseño metodológico de la técnica de observación directa a vivienda construida con botellas PET de desecho en el municipio de San Pablo del Monte, Tlaxcala.

OBJETIVO:

Reconocer directamente en campo la técnica constructiva y tecnología aplicada en la edificación de una vivienda del municipio de San Pablo del Monte, Tlaxcala, construida con botellas de PET de desecho. La intención es identificar los recursos constructivos empleados, registrar los agregados materiales complementarios, documentar el estado de conservación de la construcción, así como evaluar y verificar la habitabilidad del inmueble.

DATOS ESPECÍFICOS:

La aplicación de la técnica de observación directa contemplará cuatro categorías principales a examinar o focos de interés: 1) Materiales constructivos, 2) Diseño arquitectónico, 3) Estado de conservación y 4) Funcionalidad de la vivienda. Los observables concretos por cada categoría se detallan con mayor precisión a continuación:

1. MATERIALES CONSTRUCTIVOS

1.1 Procedimiento constructivo utilizado.

- Forma física de las botellas empleadas (envase completo, fragmentos triturados, partes incompletas, etc.)
- Forjado de estructuras (acomodo de las botellas usado en muros)
- Tipo de mortero o adhesivo utilizado (cementante o material de juntas)
- Refuerzos estructurales (elementos portantes y materiales usados)
- Características de la superficie de desplante (presenta nivelación, tipo de material)
- Recubrimiento y acabados (material utilizado)
- Tipo de cubierta (plana, a dos aguas, curva, etc.)

1.2 Cantidad de material utilizado

- Unidades por metro cuadrado de botellas PET
- Proporción de otros materiales (como adhesivo, en recubrimiento y acabados)

2. DISEÑO ARQUITECTÓNICO

2.1. Características de la superficie donde está desplantada la vivienda.

- Área en metros cuadrados (m^2) y forma del terreno

2.2. Dimensiones de la vivienda

- Área construida en metros cuadrados (m^2)
- Alturas interiores en metros lineales (m)

2.3. Distribución de los espacios de la vivienda

- Espacios con los que cuenta la construcción (habitaciones, cocina, comedor, baños, etc.)
- Área de los espacios en metros cuadrados (m^2)

2.4. Servicios e instalaciones disponibles

- Hidráulicas
- Drenaje sanitario
- Electricidad
- De gas

3. ESTADO DE CONSERVACIÓN

3.1 Estado de los elementos constructivos

3.2 Comportamiento del material

- Fallas visibles (agrietamientos graves, cuarteaduras superficiales, asentamientos)
- Deformaciones por cargas en las botellas
- Evidencia de reparaciones posteriores (resanes, reconstrucción, reposición de alguno de los elementos)

4. FUNCIONALIDAD DE LA VIVIENDA

4.1. Estado de habitabilidad de la vivienda

- Estado de la vivienda en el interior
- Estado de la vivienda en el exterior

4.2. Microclima dentro de la construcción

4.3. Sensación acústica

4.4. Permeabilidad de la construcción

LUGAR DE LA OBSERVACIÓN: Vivienda hecha con botellas PET de desecho en el Municipio de San Pablo del Monte, Tlaxcala.

FECHA DE LA OBSERVACIÓN: el día lunes 18 de mayo de 2015

PARTICIPANTES DE LA ACTIVIDAD: Francisco A. Espinosa Guzmán, maestrando de
Proyectos y Edificación Sustentables del ITESO.

MATERIALES A UTILIZAR:

- Cámara fotográfica.
- Libreta de notas.
- Pluma.
- Flexómetro.
- Termómetro.

En la siguiente página se anexa el formato para la realización de la técnica de observación directa.

TÉCNICA DE OBSERVACIÓN DIRECTA

NOMBRE DEL PROYECTO: _____

Nombre del observador: _____

Fecha de la visita: _____

Hora de inicio: _____ Hora de término: _____

SITIO OBSERVADO

Descripción: _____

Domicilio: _____

Propietario : _____

1. MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

1.1 Sistema constructivo utilizado: _____

- Forma física de las botellas PET:

Completo ☐ Fragmentos ☐ Triturado ☐

Incompleto ☐ Otro: _____

- Acomodo de las botellas para la formación de muros:

Horizontal ☐ Vertical ☐ Diagonal ☐

Otro: _____

- Visibilidad del material PET

Visible ☐

No visible ☐

- Tipo de mortero o adhesivo utilizado (describir): _____

- Utiliza elementos estructurales de refuerzo:

Si ☐ No ☐

Especificar: _____

- Características de la superficie de desplante (describir): _____

• Tipo de cubierta de la vivienda:

Plana ☐ A un agua ☐ A dos aguas ☐

Curva ☐ Otro: _____

Material utilizado: _____

1.2 Cantidad de material utilizado (unidades/m²): _____

• Descripción de los otros materiales constructivos: _____

2. DISEÑO ARQUITECTÓNICO

2.1 Características de la superficie de desplante de la vivienda

• Área del predio (m²): _____

• Forma del predio (ver croquis): _____

2.2 Dimensiones de la vivienda

• Área de construcción (m²): _____

• Área de Jardines (m²): _____

• Altura interior promedio (m): _____

• Diseño de la vivienda

Bueno ☐ Regular ☐ Malo ☐

Especificar: _____

• Calidad de la construcción

Buena ☐ Regular ☐ Mala ☐

Especificar: _____

2.3 Espacios con los que cuenta la vivienda:

Sala ☐ Habitaciones ☐ Especificar: _____

Comedor ☐ Baños ☐ Especificar: _____

Cocina ☐ Jardín ☐

Otro: _____ (Ver áreas en croquis)

2.4 Servicios e instalaciones disponibles

Luz ☐ Drenaje ☐

Gas ☐ Agua potable ☐ Otro: _____

3. ESTADO DE CONSERVACIÓN

3.1 Estado de los elementos constructivos

Excelente ☐ Bueno ☐ Regular ☐
Malo ☐

Especificar: _____

3.2 Comportamiento del material

● Fallas visibles en la construcción

Si ☐ No ☐

Especificar: _____

● Presencia de deformaciones en los elementos constructivos

Si ☐ No ☐

Especificar: _____

● Intervenciones realizadas

Si ☐ No ☐

Especificar: _____

● Huellas de deterioro

Si ☐ No ☐

Especificar: _____

4. FUNCIONALIDAD DE LA VIVIENDA

4.1 La vivienda es habitable: Si ☐ No ☐

● Estado de la vivienda en el interior

Bueno ☐ Regular ☐ Malo ☐

Especificar: _____

● Estado de la vivienda en el exterior

Buena ☐ Regular ☐ Mala ☐

Especificar: _____

4.2 Sensación térmica dentro de la casa

Buena ☐ Regular ☐ Mala ☐

Temperatura dentro de la casa: _____

Temperatura exterior: _____

4.3 Sensación acústica

Buena ☐ Regular ☐ Mala ☐

Especificar: _____

4.4 Permeabilidad de la construcción

Buena ☐

Regular ☐

Mala ☐

Especificar: _____

CROQUIS

COMENTARIOS: _____

ANEXO 2. Aplicación de la técnica de observación directa

NOMBRE DEL PROYECTO: Vivienda con botellas PET

Nombre del observador: Francisco A. Espinosa Guzmán

Fecha de la visita: Lunes 18 de mayo de 2015

Hora de inicio: 12:00 Hora de término: 13:30

SITIO OBSERVADO

Descripción: El sitio se localiza al noreste del municipio en una zona con personas de escasos recursos. Junto a un arroyo

Domicilio: Pv. Muñoz Comargo #60, Colonia La Santísima
C.P. 90990, San Pablo del Monte Tlaxcala

Propietario: Familia Valeriano Méndez

1. MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

1.1 Sistema constructivo utilizado: ladrillos con botellas PET rellenas de tierra (para muros)

• Forma física de las botellas PET:

Completo ☒ Fragmentos ☐ Triturado ☐

Incompleto ☐ Otro: _____

• Acomodo de las botellas para la formación de muros:

Horizontal ☒ Vertical ☐ Diagonal ☐

Otro: _____

• Visibilidad del material PET

Visible ☐

No visible ☒

• Tipo de mortero o adhesivo utilizado (describir): pegante a base de cemento, tepetate y arcilla (barro)

• Utiliza elementos estructurales de refuerzo:

Si ☒ No ☐

Especificar: castillos y cadenas en los muros, una varilla al centro de las columnas

• Características de la superficie de desplante (describir): piso cuadrado de barro en toda la construcción.

• Tipo de cubierta de la vivienda:

Plana ☐ A un agua ☐ A dos aguas ☒

Curva ☐ Otro: _____

Material utilizado: láminas galvanizadas y canaletas

1.2 Cantidad de material utilizado (unidades/m²): 80 botellas de 2 litros

• Descripción de los otros materiales constructivos: acero como refuerzo, botellas de vidrio (para muros); madera para ventanas.

2. DISEÑO ARQUITECTÓNICO

2.1 Características de la superficie de desplante de la vivienda

• Área del predio (m²): 200 m² (10.0 m x 20.0 m)

• Forma del predio (ver croquis): Rectángulo

2.2 Dimensiones de la vivienda

• Área de construcción (m²): 64 m² (8.0m x 8.0 m)

• Área de Jardines (m²): 5.25 m² (3.5 m x 1.5 m)

• Altura interior promedio (m): 2.50 m

• Diseño de la vivienda

Bueno ☒ Regular ☐ Malo ☐

Especificar: Adecuada distribución de los espacios y ventilación aceptable iluminación.

• Calidad de la construcción

Buena ☒ Regular ☐ Mala ☐

Especificar: Visiblemente estable, estructura sólida y aislada de humedad.

2.3 Espacios con los que cuenta la vivienda:

Sala ☒ Habitaciones ☒ Especificar: 1

Comedor ☐ Baños ☐ Especificar: _____

Cocina ☒ Jardín ☒

Otro: letrina (Ver áreas en croquis)

2.4 Servicios e instalaciones disponibles

Luz ☒ Drenaje ☐

Gas ☐ Agua potable ☒ Otro: _____

3. ESTADO DE CONSERVACIÓN

3.1 Estado de los elementos constructivos

Excelente ☐ Bueno ☒ Regular ☐
Malo ☐

Especificar: Muros y columnas visiblemente sólidos

3.2 Comportamiento del material

- Fallas visibles en la construcción

Si ☒ No ☐

Especificar: Pequeñas grietas (debido al proceso de pegado) VER FOTOS

- Presencia de deformaciones en los elementos constructivos

Si ☐ No ☒

Especificar: Estructuralmente en buen estado. A simple vista no se detectan deformaciones.

- Intervenciones realizadas

Si ☐ No ☒

Especificar: No se ha realizado ninguna intervención

- Huellas de deterioro

Si ☐ No ☒

Especificar: No detectadas a simple vista

4. FUNCIONALIDAD DE LA VIVIENDA

4.1 La vivienda es habitable:

Si ☒ No ☐

- Estado de la vivienda en el interior

Bueno ☐ Regular ☒ Malo ☐

Especificar: Poco mantenimiento, falta de limpieza

- Estado de la vivienda en el exterior

Buena ☐ Regular ☒ Mala ☐

Especificar: Falta de acabados

4.2 Sensación térmica dentro de la casa

Buena ☒ Regular ☐ Mala ☐

Temperatura dentro de la casa: 23° C
Temperatura exterior: 29° C Regulador de temperatura

4.3 Sensación acústica

Buena ☒ Regular ☐ Mala ☐

Especificar: Ofrece alta protección al sonido o ruido del exterior.

4.4 Permeabilidad de la construcción

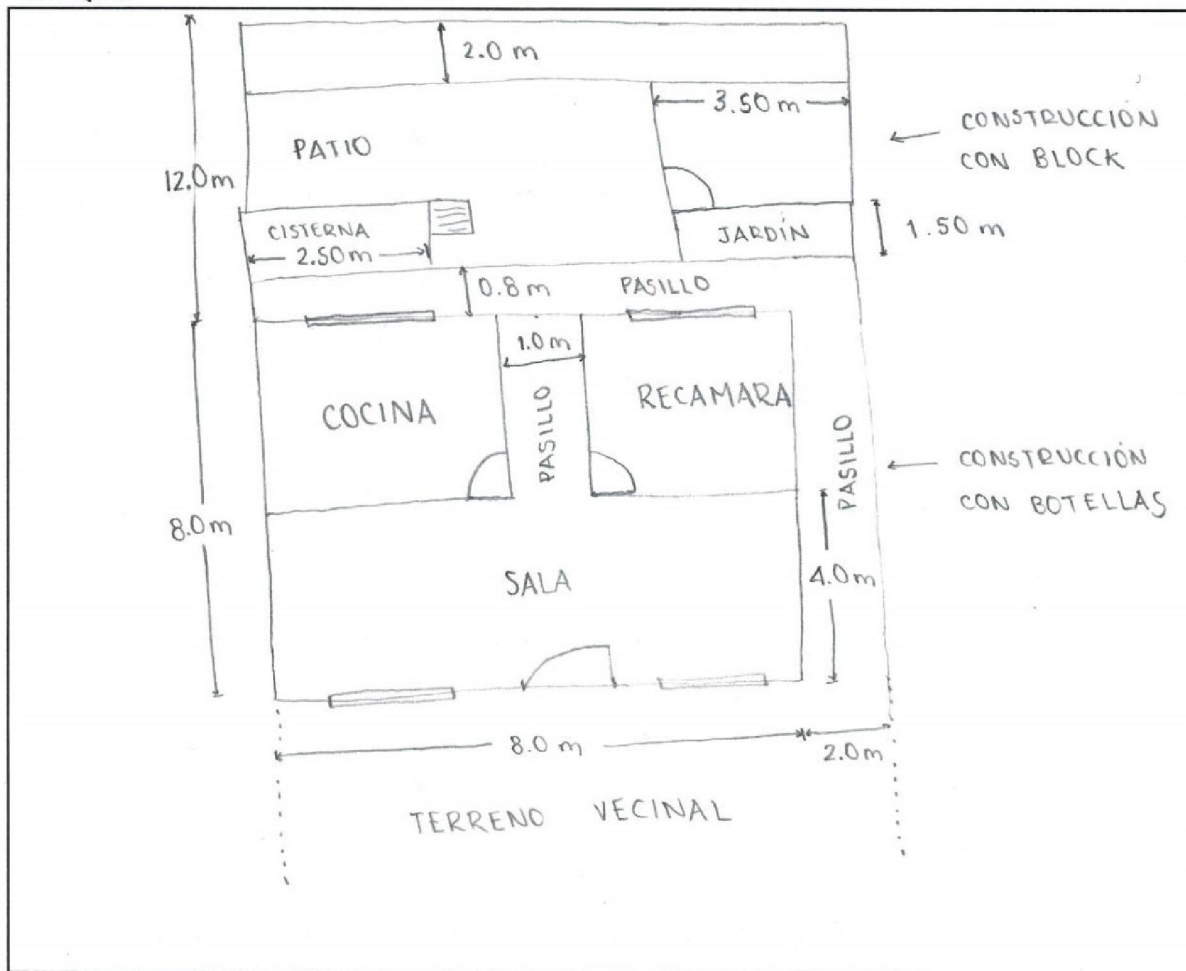
Buena ☒

Regular ☐

Mala ☐

Especificar: El material es impermeable.

CROQUIS



COMENTARIOS: La vivienda se construyó en el año 2010, por los
integrantes de la familia y voluntarios. En la casa habitan
8 personas (5 adultos y 3 niños).
Número de contacto 222 176 4015

ANEXO 3. Reporte de la visita a la vivienda construida con botellas PET en el municipio de San Pablo del Monte, Tlaxcala.

En el desarrollo de este instrumento metodológico se aplicó una *observación directa ordinaria intencionada*, es decir, desde una perspectiva pasiva, también llamada exógena. La cual está centrada principalmente en la apariencia exterior para hacer el registro (enfoque fonético). En esta variante metodológica de la observación directa, el observador no interviene como actor sino solamente como testigo registrador que reconoce directamente en sitio los aspectos concretos de la realidad que interesan.

El objetivo fue reconocer directamente en campo la técnica constructiva y tecnología aplicada en la edificación de una vivienda construida con botellas de PET de desecho. La intención es identificar los recursos constructivos empleados, registrar los agregados y materiales complementarios, documentar el estado de conservación de la construcción, así como evaluar y verificar la habitabilidad del inmueble.

Figura A3. 1. Localización del municipio San Pablo del Monte, Tlaxcala.



Fuente: INEGI. Elaboración propia

De esta observación se obtuvo información técnica-constructiva de la vivienda con las características antes mencionadas. El reconocimiento de campo se llevó a cabo el día lunes 18 de mayo de 2015 en el municipio de San Pablo del Monte, Tlaxcala (*ver figura A.3.1*) entre las 12:00 y 13:30 horas, con el fin de identificar directamente cuatro focos de interés principales: A) Materiales constructivos, B) Diseño arquitectónico, C) Estado de conservación y D) Funcionalidad de la vivienda.

Esta vivienda se construyó en el año 2010 a través de la Fundación Liderazgo Joven A.C y fue la primera edificación de este tipo en México. Se ubica en la Privada Muñoz Camargo # 60, colonia La Santísima, código postal 90 990. Los beneficiados con la construcción de esta vivienda fueron los ocho integrantes de la familia Valeriano Méndez.

El proyecto contó con la participación de la abogada Ingrid Vaca, originaria de Bolivia, que ha experimentado durante largo tiempo la utilización de botellas para la construcción de vivienda para personas de bajos recursos.

A continuación se describen las características importantes para esta investigación:

A. Materiales de construcción

El material utilizado para la construcción de esta vivienda fueron botellas de material PET de capacidad de 2.0 litros en su mayoría, rellenas con tierra. Cuando la botella está llena de material no debe presentar abolladuras al presionarla ni se debe hundir ninguna de sus caras laterales. Para la edificación de los muros las botellas se colocaron de forma horizontal y en tresbolillo¹ como se muestra en la figura A3.2.

Figura A3. 2. Acomodo de los ladrillos con botellas PET.



Fuente: Imagen propia (2015).

La mezcla utilizada como cementante en este sistema se compone de cemento, tepetate y arcilla. También fueron utilizados elementos estructurales de refuerzo, como castillos y cadenas en el caso de los muros, mientras que para las columnas se utilizaron varillas. El tipo de cubierta de la vivienda es a dos aguas con láminas galvanizadas y canaletas metálicas como se muestra en la figura A3.3.

¹ *Tresbolillo*, Se dice de una de las formas de colocar elementos, de manera que estando repartidos en al menos dos filas paralelas, formen triángulos equiláteros entre ellos.

Figura A3. 3. Cubierta de la vivienda.



Fuente: Imagen propia (2015).

Para la construcción de un metro cuadrado (m^2) de muro se utilizaron 80 botellas de 2 L aproximadamente. Otros materiales constructivos importantes implementados son botellas de vidrio para la conformación de muros y madera para las ventanas.

B. Diseño arquitectónico

La vivienda se ubica en un terreno con una superficie de 200 m^2 de forma rectangular. El área de construcción con ladrillos de botellas PET es de 64 m^2 , en un predio con dimensiones de 8 m x 8 m, y una pequeña área de jardín. La altura promedio de la vivienda es de 2.50 m.

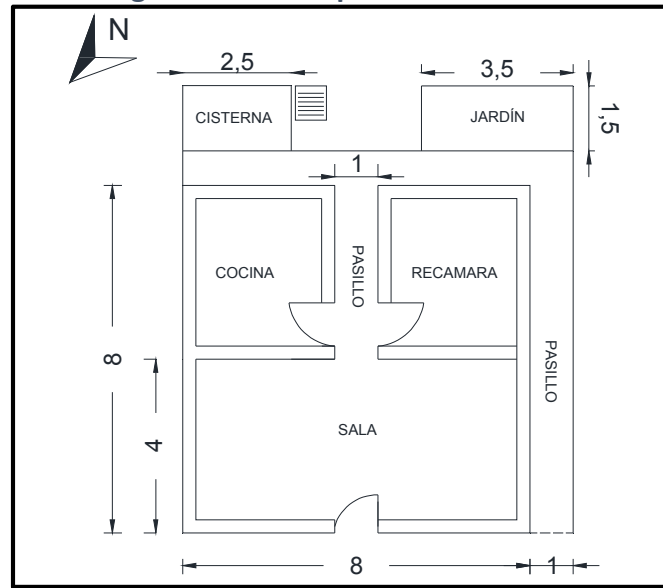
Figura A3. 4. Fotografías de la vivienda construida con botellas PET.



Fuente: Imagen propia (2015).

De acuerdo a lo observado la vivienda tiene un diseño arquitectónico adecuado, tomando en cuenta la distribución de los espacios, la ventilación y la iluminación como se muestra en la figuras A3.4 y A3.5. La calidad constructiva se considera buena en tanto que es visiblemente estable, con estructura sólida y aislada de humedad. Los espacios con los que cuenta la construcción con botellas son: una habitación, sala, cocina, letrina y un pequeño jardín. Mientras que los servicios disponibles son solamente luz y agua potable.

Figura A3. 5. Croquis de la vivienda.



Fuente: Elaboración propia.

C. Estado de conservación

El estado de los elementos constructivo del inmueble es considerado como bueno, ya que los muros y columnas son visiblemente sólidos. La construcción presenta pequeñas grietas visibles generadas a partir del proceso de pegado, sin embargo, no representan problemas graves. No se detectan deformaciones ni asentamientos a simple vista (*ver figura A3.6*).

Figura A3. 6. Agrietamientos y fisuras en los muros.



Fuente: Imagen propia (2015).

Debido al buen estado de la vivienda y a que no presenta huellas de deterioro, no se ha realizado ninguna intervención o reparación a la misma. En resumen, el sistema tiene un comportamiento adecuado.

D. Funcionalidad de la vivienda

Tomando en cuenta las características observadas en la vivienda, se considera que tiene un estado aceptablemente alto de habitabilidad. El estado en el interior es considerado como regular, debido al poco mantenimiento y la falta de limpieza. De igual manera el estado exterior es considerado regular debido a la falta de acabados como se muestra en la figura A3.7.

Figura A3. 7. Exterior de la vivienda.



Fuente: Imagen propia (2015).

El material constructivo de la vivienda es termorregulador, debido a que controla la temperatura interior del inmueble, el día que se realizó la visita se registró una temperatura de 29° C en el exterior, mientras que en el interior era de 23°C. También ofrece un aislamiento acústico conveniente, pues el ancho de los muros ofrece alta protección al ruido externo. De acuerdo a lo observado la vivienda es impermeable y no tiene presencia de humedad visible, según los miembros de la familia no sufren de goteras ni tienen problemas en época de lluvia.

CONCLUSIÓN OBSERVACIÓN DIRECTA:

Este tipo de construcción utilizó un sistema constructivo a partir de botellas de material PET rellenas con tierra como sustituto de ladrillos. De acuerdo a la información obtenida en esta técnica metodológica podemos decir que, el material PET es un material viable para la construcción de muros, al ser un material de gran disponibilidad, económico, con capacidad constructiva adecuada y al ofrecer características de estabilidad y versatilidad.

Este sistema constructivo es sustentable en tanto que aprovecha las botellas plásticas de desecho a través de su reutilización, se reduce el consumo de energía y por tanto las emisiones de carbono, el consumo de agua es menor. Asimismo, contribuye a conformar comunidades más sólidas, produciendo beneficios en la productividad.

ANEXO 4. Diseño metodológico de la técnica de entrevista.

OBJETIVO:

Conocer la opinión de las personas relacionadas con el tema, funcionarios públicos, miembros de asociaciones, dueños de constructoras de casas de interés social, sobre la utilización de técnicas y sistemas constructivos sustentables para la vivienda en el estado de Jalisco, específicamente reutilizando material PET de desecho.

INFORMANTES A ENTREVISTAR:

1. Liderazgo joven (emprendedor social)

- 3.1 Lic. Rafael Salas Vázquez
Fundador de la organización
CLAVE: E1

2. Asociación Tu Techo Mexicano de Occidente A.C.

- 2.1 Arq. Gerardo Monroy Castillero
Equipo Operativo
Clave: E2

3. Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Territorial

- 1.1 Mtro. Pedro Antonio Gaeta Vega
Director General de Planeación y Gestión Urbana
1.2 Dra. Esmeralda Velázquez García
Coordinadora General de Proyectos Estratégicos Urbanos
Clave: E3

TEMA 1 “LA VIVIENDA EN JALISCO”

1.1 Situación actual

- 1.1.1. Descripción general de la situación actual en materia de vivienda.
- 1.1.2. Cantidad de población que no cuenta con vivienda adecuada.
- 1.1.3. Factores positivos y negativos de la vivienda en Jalisco.

Frases que ayudarán a inducir la plática:

- Dígame por favor cómo percibe la situación de la vivienda actualmente en el estado.

- Conoce usted el número de personas (exacto o aproximado) que no cuentan con una vivienda adecuada en nuestro estado.
- Mencione los aspectos o factores tanto positivos como negativos que usted considere más importantes en el tema de la vivienda.

1.2 Aspectos económico-políticos

- 1.2.1. Casa propia
- 1.2.2. Programa INFONAVIT
- 1.2.3. Retos y objetivos

Frases que ayudarán a inducir la plática:

- Sabemos que actualmente la situación económica es un tema difícil no sólo en Jalisco sino en todo el país, platíqueme por favor que tan lejano o cercano considera el tener una casa propia.
- Hábleme ahora sobre el programa INFONAVIT, lo considera una herramienta viable para conseguir una vivienda. Lo ha utilizado alguna vez para obtener alguna vivienda.
- Desde su punto de vista cuáles son los principales retos que enfrentan las personas que quieren conseguir una casa y también cuáles serían los objetivos que deben perseguir.

1.3 La vivienda actual

- 1.3.1. Tipología habitacional
- 1.3.2. Materiales de construcción
- 1.3.3. Grado de satisfacción

Frases que ayudarán a inducir la plática:

- Platíqueme qué tipo vivienda considera que es más funcional y cómoda para vivir por ejemplo, una vivienda unifamiliar, un condominio tipo coto o un edificio de departamentos.
- Desde su experiencia en la casas que ha habitado, que materiales de construcción considera más confortables, seguros y resistentes.
- Ahora hábleme sobre las cualidades que debe tener una vivienda para que sea satisfactorio vivir en ellas. Está satisfecho con la vivienda que tiene actualmente.

TEMA 2 “UTILIZACIÓN DE MATERIALES SUSTENTABLES EN LA CONSTRUCCIÓN”

2.1 La generación de residuos sólidos

2.1.1 Dimensionamiento de la problemática del PET

2.1.2 Destino final del material PET

2.1.3 Reciclaje o utilización del PET

Frases que ayudarán a inducir la plática:

- Describame por favor, desde su punto de vista, cuáles son los principales efectos de la gran acumulación de los residuos sólidos urbanos en las ciudades. Considera que el material PET forma parte de esta problemática.
- Conoce usted cuál es el destino final de la mayoría de las botellas PET en el estado.
- Dígame por favor si conoce algún programa o reglamento que contemple el reciclaje o reutilización del material PET de desecho, ¿cuáles?

2.2 Evaluación general del proyecto

2.2.1 Punto de vista del proyecto

2.2.2 Ventajas

2.2.3 Desventajas

Frases que ayudarán a inducir la plática:

- En la actualidad un problema social muy importante es la generación de residuos sólidos urbanos, así como su disposición final. La utilización de botellas PET de residuo que son desechadas a la basura podría no sólo disminuir la cantidad de residuos, sino también poder ser utilizada para la construcción de viviendas, cuál es su opinión sobre esta idea.
- Podría mencionarme las ventajas que ve de este proyecto.
- Ahora podría decirme que desventajas considera importantes.

2.3 Proyecto Muros eco-reciclados para vivienda

2.3.1. Punto de vista del proyecto

2.3.2. Ventajas y desventajas

2.3.3. Recomendaciones

Frases que ayudarán a inducir la plática:

- Esta iniciativa de proyecto podría reducir la falta de vivienda para la población de escasos recursos, disminuir el rezago habitacional y presenta gran funcionalidad, considera usted que es un proyecto viable.
- Qué ventajas y desventajas podría mencionarme de este proyecto.

- Tendría alguna recomendación al respecto si usted fuera habitante de la vivienda.

2.4 Impactos del proyecto

- 2.4.1. Impactos a corto plazo
- 2.4.2. Impactos a largo plazo
- 2.4.3. La necesidad de programas de concientización

Frases que ayudarán a inducir la plática:

- Los impactos al desarrollar este proyecto a corto plazo serían...
- Cuáles considera que sería los impactos a largo plazo...
- Para lograr proyectos sustentables es necesario un cambio de conciencia y educación ambiental, que cambios considera de mayor importancia.

2.5 Reacciones de los posibles usuarios

2.5.1 Aceptación – rechazo

Frases que ayudarán a inducir la plática:

- A partir de la información recibida y desde su punto de vista, cuál cree usted que sería la reacción de la población a utilizar este tipo de material para la construcción de la vivienda.

TEMA 3 “APOYOS Y RECURSOS INSTITUCIONALES”

3.1 Posibles fuentes de respaldo gubernamental

- 3.1.1 Proyectos sustentables
- 3.1.2 Proyectos de vivienda digna

Frases que ayudarán a inducir la plática:

- Conoce usted algún programa de gobierno que podría aportar recursos económicos para llevar a cabo este proyecto, ya sea como proyecto sustentable o la construcción de una vivienda digna.

3.2 Financiamiento privado

- 3.2.1 De fundaciones y organismos nacionales
- 3.2.2 De fundaciones y organismos internacionales

Frases que ayudarán a inducir la plática:

- Para llevar a cabo un proyecto es importante también buscar el financiamiento de instituciones privadas, considera usted que es una opción viable el recurrir a estos organismos.
- Ahora dígame por favor si conoce alguna institución que pudiera estar interesada en apoyar económicamente el proyecto.

[Las entrevistas se llevaron a cabo del 02 al 16 del mes de Junio de 2015 en el estado de Jalisco, municipios de Guadalajara y Zapopan con grabadora de voz de un celular].

ANEXO 5. Transcripción de entrevistas

ENTREVISTA 1 CLAVE E01

Datos del entrevistado

Nombre: Rafael Salas Vázquez

Ocupación: Emprendedor social fundador de Liderazgo Joven

Datos de la entrevista

Fecha de realización: martes 02 de junio de 2015

Lugar: Entrevista telefónica

Hora de inicio/fin: 10:50/12:30

Datos del entrevistador

Nombre: Francisco Antonio Espinosa Guzmán

Ocupación: Maestrante de Proyectos y Edificación Sustentables, ITESO.

1 **Francisco Antonio Espinosa Guzmán (FAEG en adelante):** Buenos
2 días Rafael, te agradezco mucho el tiempo para hacer esta
3 entrevista. Como te comentaba en el correo actualmente
4 estoy estudiando una maestría en Proyectos y Edificación
5 sustentables en el ITESO en la ciudad de Guadalajara. Mi
6 tema de investigación son los sistemas constructivos no
7 convencionales y materiales sustentables. Pude leer en
8 internet que tú y un equipo de personas construyeron la
9 primera casa con botellas PET en México. Podrías decirme
10 ¿cómo surgió esta idea?

11 **Rafael Salas Vázquez (RSV en adelante):** Esto surgió en el 2010, yo
12 estaba en Facebook y vi unas fotos de unos romanos que
13 habían hecho unas construcciones con vasijas de vino y había
14 una situación de contaminación muy fuerte en Tlaxcala,
15 sigue habiendo. Y entonces lo que a mí se me ocurrió fue
16 investigar un poquito más sobre esas imágenes que había
17 visto de vasijas de vino que los alfareros romanos las habían
18 agarrado para hacer paredes. Entonces al ver eso y al ver un
19 montón de botellas en Tlaxcala me puse a investigar y
20 descubrí que había muchísimas no nada más los romanos lo
21 habían hecho sino que varios siglos después había varias
22 personas que alrededor del mundo habían hecho

construcciones con botellas incluso, en Nepal me parece hay un templo budista hecho completamente con botellas. Entonces investigué lo más cercano que había acá y descubrí que Ingrid Vaca Diez una señora de Bolivia estaba experimentando también con botellas, entonces la contacté por Facebook y le dije: -Oye hay que hacer algo en México y me dijo: -Si, págame un boleto de avión y con mucho gusto voy. Yo en ese momento no tenía ni idea a lo que me enfrentaba, más que nada lo estaba haciendo como un proyecto experimental, no lo veía como que podía llegar a tener un tipo de implicación más allá. Entonces conseguí el dinero para el boleto de Ingrid y antes de eso me dijo: - Comiencen a llenar botellas con tierra y luego identifiquen a una familia que realmente lo necesite, lo cual no costó mucho trabajo, porque ya sabes la situación de México 10 millones de familias están en rezago habitacional según el INFONAVIT; entonces nos pusimos a buscar a la familia, encontramos a la familia Valeriano y cuándo yo me entrevisté por primera vez con Don Pedro él me decía: -¿Pero cómo van a hacer las construcciones? Y yo le decía: - Pues con botellas- pero como tampoco yo tenía muy claro cómo iba a ser yo le dije: -Mire, nosotros le vamos a hacer una casa ¿quiere?, - No pues sí, dice, pero ya si van a hacer una casa de una vez le digo que quiero que tenga 8 cuartos porque tengo 8 hijos, en ese momento yo dije: -¿No quiere una nieve de limón también?, lo tomé como un abuso y dije:-No señor, va a ser una casa que a duras penas vamos a ver.

Por otro lado le pregunté a Ingrid: -¿Cómo cuánto cuesta esto? A lo que ella me dijo: -Bueno pues son muy baratas-, y eso fue todo lo que me dijo, entonces yo supuse que como con 30 mil pesos pues ya la hacía. Yo por esas fechas tenía ese dinero, 30 mil pesos y dije: -bueno, voy a hacer como le hago- igual y junto dinero con algunos cuates y ya vemos como la hacemos. Evidentemente no sabía ni a lo que me enfrentaba, cuándo Ingrid llegó a México, me preguntó: - Oye, ¿ya han rellenado botellas?-, le dije -Si, ya llevamos un montón; y efectivamente llevábamos como 200 botellas. El día que Ingrid fue a San Pablo vio las botellas y me dijo: -¿Esas son todas las botellas que llevas rellenas?, le contesté que sí, entonces me dijo: -En este momento me regreso a Bolivia, se requieren miles de botellas rellenas. Esos fueron parte de los retos que empecé a detectar. La mayoría de la casa está

65 hecha de botellas de vidrio y no de botellas de plástico
66 rellenas. Las botellas de vidrio fueron una solución
67 alternativa porque realmente ya no nos daba tiempo de
68 rellenar botellas e Ingrid sólo venía por un mes a Tlaxcala,
69 entonces los 30 mil pesos que tenía de presupuesto se
70 fueron los primeros dos días, nada más en comprar grava,
71 varilla y lo que fuera, se fue todo el dinero. Entonces Ingrid
72 me decía: -Pero ¿ya lo planeaste todo no?, a lo que respondí
73 -¿Cómo voy a planear algo si ni siquiera me dicen cuántas
74 toneladas van a hacer, cuántas botellas van a ser? no me dan
75 nada-. Total que la casa terminó costando como 100 mil
76 pesos y bueno obviamente ese dinero tuvo que salir de mi
77 bolsa, de mi familia, de mis amigos, un desgaste emocional y
78 físico bestial. Las redes sociales ayudaron muchísimo, pero
79 también por otro generaban una situación que yo no había
80 previsto, por ejemplo: en el Facebook se había creado un
81 grupo que se llama, *yo también quiero construir con botellas*
82 *en México* y a través de ese grupo se enteraron muchas
83 personas de esta construcción que era la primera casa de
84 botellas en México. Entonces llegaron extranjeros y llegaron
85 personas, total que un día teníamos 100 voluntarios, otro día
86 teníamos 200 voluntarios, otro día teníamos 50 voluntarios,
87 lo cual está padrísimo desde luego, siempre y cuando les des
88 de comer, les des agua, les des retribución. Yo no tenía
89 estimados gastos de desayuno, comida y cena para 200
90 personas todos los días. Obviamente fue una situación de
91 mucha **falta de planeación**, te soy muy sincero, nos
92 enamoramos de la idea y nos lanzamos *como gorda en*
93 *tobogán*. Obviamente eso generó fricciones con la familia
94 porque ellos estaban acostumbrados a otro ritmo y de
95 momento llegar y meterse en este torbellino era muy
96 caótico. Por otro lado también los vecinos que estaban
97 viendo que llegaban voluntarios y que estábamos
98 construyendo con botellas, llegaron un día a exigirme que yo
99 también les construyera casa a ellos, argumentando que
100 porqué a los Valeriano Méndez y no a ellos si también la
101 necesitaban. Entonces que cuando acabara que también les
102 fuera a construir las de ellos, o sea, 10 mil cositas pasaron. El
103 punto es que yo terminé esa construcción desgastado
104 totalmente, tanto física como emocionalmente, había un
105 momento en el que los Valeriano Méndez pensaban, -nos
106 metimos en algo que no nos debimos habernos metido y

todo el mundo se quedó con esa sensación. Lo que surgió es que cuándo se estaba construyendo muchos medios de comunicación llegaron. Llegó Telemundo, Televisa, TV azteca y periódicos, etc. Entonces después de esa construcción que se acabó creo que en junio de 2010 (un mes después), como por agosto me llama un señor de Querétaro y me dice: -Oye, los acabo de ver en Univisión y me interesa mucho que me construyas un rancho en Querétaro, yo me dedico a producir quesos y vinos. Te voy a pagar todo para que vengas a ver físicamente el terreno-, a lo que yo acepté. Ya cuando llegué me dijo las dimensiones del rancho, eran hectáreas. Me dijo: -quiero una barda de dos kilómetros, quiero una casa- y me enseñó los planos, cuando él me dijo eso lo primero que vino a mi cabeza fue el tema de la rellena de las botellas y entonces ahí pensé: Si para construir una casita como la de San Pablo se necesitaron tantos voluntarios, ahora imagínate para construir un rancho cuántos miles de voluntarios se requerirían e iba a ser muy distinto porque en el caso de San Pablo era para una familia que lo requería, entonces socialmente había esa solidaridad. Yo como le iba a decir a los voluntarios que eso iba a ser para un señor rico, tal vez iba a costar generar esa empatía social. Entonces me dijo: -¿me podrías decir más o menos cuánto cuesta el metro cuadrado?-, y yo no tenía la menor idea, porque la casa de San Pablo nunca se hizo pensando en que se iba a convertir en una empresa, es más yo nunca llevé un control de la cantidad de material que se requirió, todo fue experimental. En la casa hay una pared de una forma, una pared de otra forma de hecho en una sola pared hay hasta cuatro técnicas. Eso fue bueno por un lado y malo por qué no llevamos un registro profesional de eso entonces eso me imposibilitaba dar un presupuesto preciso. Entonces le dije al señor: -Déjeme pensarlo y yo le mando a cotización. Obviamente para sacar esa cotización, yo había pensado que una persona puede rellenar en *friega* alrededor de 10 botellas por hora. Si yo requiero como 2 millones de botellas, ya te imaginarás a cuantas personas requería, cuantas horas. Entonces eso en costo, si le pago 50 pesos la hora o por día, el salario mínimo o dos salarios mínimos daban cantidades exorbitantes. Entonces la solución no estaba ahí. La solución está en, descubrir una manera de rellenar las botellas más rápido. *Entonces a partir de ese momento* y también te quiero

recomendar que busques a la gente de ASHOKA, - ¿Si has escuchado de ASHOKA?, es la organización mundial más grande de emprendedores sociales, es más, este concepto de emprendedor social ni siquiera yo lo conocía, yo dije: - ¿Cómo le voy a hacer, soy una fundación o una SA de CV, soy una empresa, cómo vamos a hacerlo?, son como que muchas dudas que uno tiene al principio. Y ASHOKA nos ayudó a entender este concepto de que si se puede hacer negocio y al mismo tiempo generar un impacto positivo en el medio ambiente y en la sociedad, y ese es un emprendedor social. Entonces, ese concepto obviamente cuadraba muy bien con lo que queríamos y nos abrieron todas las puertas, nos capacitaron y de ahí surgió la idea de hacer una máquina que rellenara botellas; de ahí me enfoqué mucho en el tema de producir una máquina que rellenara las botellas, lo cual desde luego era muy complicado para mí, porque yo no soy mecánico, ni soy arquitecto ni nada de eso. Fue un reto y logré diseñar una máquina que rellena 4 botellas por minuto, gracias a esa innovación ahora si ya es posible industrializar la técnica, es decir, si me dice alguien construye 400 casas con botellas, ya se puede hacer. Antes no se podía hacer eso por las limitaciones que implica rellenar una botella. Lo que quiero decirte es, yo no inventé la construcción con botellas yo lo que hice fue industrializar el concepto por primera vez entonces ya a raíz de eso vienen los premios y entrevistas, una cosa lleva a otra, ganamos un premio de la UNAM, me nombra la Secretaría de Economía embajador de México en Malasia, en Malasia me encuentro a gente de Harvard, la gente de Harvard me dice: - Deberías aplicar con este proyecto a la universidad- a mí nunca se me habría ocurrido eso, cuándo mandé mi solicitud a Harvard, mandé chorros de periódicos, chorros de revistas y me aceptaron. Desde mayo de 2012 estoy allá.

Comenzaron a cuadrar las cosas pero ya como un modelo de negocio, no nada más la onda caritativa, entonces la idea es pues si capacitar a la gente pero también ofrecer el servicio de construcción y más recientemente el servicio de unos prefabricados, con botellas de vidrio, que son más artísticos, como vitrales. Si tu me pides un prefabricado de vitrales y ya te lo mando, tal vez no tienen tanta capacidad de carga, pero tienen una función estética como un vitroblo. Permiten el paso de la luz y como son de botellas de colores se ve muy

padre. Así como eso seguimos innovando, todo surgió ahí en Tlaxcala, pero desafortunadamente nunca más volví a tener el apoyo de la gente. Hay una situación ahí muy extraña, mejor hemos hecho cosas en Quintana Roo, DF, Colombia, y en Tlaxcala nunca más pudimos hacer nada, nadie es profeta en su tierra, estuvo muy bien recibido en todos lados menos en Tlaxcala. He tratado de acercarme con este gobernador y nunca nos ha recibido, y bueno.

Ahora nuestro sueño es hacer eco-aldeas por todo México y por todo el mundo, creemos que el actual modelo de producción de vivienda en México está caduco no compartimos la idea de Geo, de ARA y de todas esas constructoras que llegan y construyen 5 mil casa igualitas, una tras otra (de interés social), que aparte de ser caras son cero ecológicas y además les importa un bledo la calidad de vida de la gente, si tienen servicios en esa colonia, si van a tener agua, o si están a kilómetros de su trabajo, geológicamente estables, no les importa nada, lo que les importa es el *bussiness*. Es por eso que han llevado a la quiebra a la industria de la vivienda en México, tu sabes que hay una crisis que se desató, derivado también de la crisis global, pero en México, las constructoras tienen que ver mucho con esta crisis que se desató de la vivienda en México. Desde luego nosotros no compartimos ese paradigma y creemos que deben hacer casas que produzcan su propia energía, que reciclen sus propios residuos, que capten agua de la lluvia, que incluso produzcan comida, espacios para que la gente pueda producir su propia comida, y es el proyecto que estamos planteando ahora. Desde luego no es fácil convencer a los gobiernos y a la gente de que opte por este tipo de alternativas, hay muchos paradigmas, por eso es que las casas de madera en México no se venden, porque la gente está acostumbrada a ver block, concreto y acero. Cualquiera otra cosa les cuesta mucho trabajo, y prefieren vivir en jacales con cuartos medio hechos y no apostarle a este tipo de cosas, lo cual es una situación muy grave. El otro problema es la corrupción en este país, pues mucho gobernantes te dicen: -Está muy padre, ¿cuánto me saldría si hacemos unas 500 casas?, ¿y el moche?- Y no es sólo eso, también es el tema de mucha, no sé cómo llamarlo, discordia o ambición mala onda de que dicen: -Si le quitas esto o el otro y lo cotizas igual-, es terrible. Por otro lado también

233 muchos constructores sueltan mucha lana a los políticos, y
234 cuando llega un gobernador casi siempre ya tiene un arreglo
235 con alguna constructora, que es el compadre que le metió
236 dinero a su campaña y entonces cuando llega al poder pues
237 tiene compromiso con él, esa es la situación de nuestro país.
238 Yo diría que es la razón que no hemos podido crecer como
239 queremos, no ha sido por falta de ganas, te juro que hemos
240 estado innovando, el tema de certificaciones de seguridad es
241 otro tema, no habían certificaciones de este tipo de
242 productos, no había investigación científica, ahora empieza
243 a haber, gracias a ti y otras personas que se han interesado
244 en este tipo de modelos constructivos, ya comienza a haber
245 más investigación pero antes no había bibliografía, la
246 teníamos que generar nosotros.

247 **FAEG:** ¿Por qué crees que ya no recibiste apoyo de la gente de
248 Tlaxcala?

249 **RSV:** ¿Te sabes el cuento de los cangrejos mexicanos?, pone un
250 pescador agarra 20 cangrejos y los pone en una cubeta; uno
251 de esos cangrejos empieza a querer salir de la cubeta pero
252 sus compañeros en lugar de ayudarlo a salir lo jalaban. Ese
253 mismo pescador se va a Estados Unidos y toma 20 cangrejos,
254 los cangrejos son gringos, entonces un cangrejo se pone
255 encima de otro, y este encima de otro hasta que consigue
256 salir el primero, después se escapa el segundo y así hasta que
257 se escapan todos. Cuando regresa el pescador ya no hay
258 ningún cangrejo, se escaparon todos. La metáfora es, aquí en
259 México yo le atribuyo a eso, realmente cuando vemos que
260 alguien está haciendo algo distinto empiezan las grillas, los
261 ataques, las envidias, los celos, creo que esta parte primitiva
262 humana es la que nos ha limitado y perjudicado, y luego más
263 por ejemplo, soy el segundo tlaxcalteca en Harvard,
264 imagínate para el hijo del gobernador eso que significa, o
265 para el hijo de un politiquillo, o para el hijo del empresario
266 que pensaba que el Tec de Monterrey era lo máximo, como
267 que son muchos egos que se van lastimando en el camino y
268 entonces pues obviamente la forma de desquitarse es no los
269 apoyes, si son muy fregones que lo hagan sin mí. Ya ves ese
270 tipo de mentalidad que fastidia a nuestro país, yo creo que
271 eso es lo que paso, realmente no le encuentro otra
272 explicación, te juro que hemos tocado muchas partes.

273 **FAEG:** ¿De dónde venían las botellas que se utilizaron en la
274 construcción de la casa de San Pablo del Monte?

275 **RSV:** Muchas de las botellas salieron de San Pablo del Monte, de
276 los mismos niños de alrededor que nos llevaron botellas, de
277 voluntarios que también nos llevaron, coca-cola tiene una
278 planta en Tlaxcala y llevó miles de botellas también y algunas
279 de esas también vinieron de rellenos sanitarios, fui con los
280 pepenadores a comprar las botellas y las llevamos.

281 **FAEG:** ¿Y los otros materiales que se utilizaron para la construcción
282 como el cemento y el acero?

283 **RSV:** Algunos los donaron y lo faltante lo terminé comprando yo, el
284 Ayuntamiento donó una parte, en suma como 20 mil pesos,
285 nos prestó una carpa, dos albañiles durante dos semanas,
286 desde luego es una gran ayuda. Si fue de gran ayuda pero la
287 mayoría tuvo que salir de mi bolsa y como yo me había
288 echado el compromiso ya no había vuelta atrás.

289 **FAEG:** Ingrid Vaca fue la experta que vino a dirigir la construcción
290 de la casa, ¿lo hizo como voluntaria o solicitó un pago por
291 esto?

292 **RSV:** Ella vino como voluntaria con su hermana, de hecho cuando
293 estábamos construyendo ella se fue una semana a Cancún,
294 también fue una oportunidad para vacacionar pero desde
295 luego eso no demerita en nada su gran entrega. Eran días
296 que llegábamos a las 9 de la mañana y nos íbamos a las 10 de
297 la noche, o sea, una friega espantosa durante un mes. Yo la
298 verdad no tengo como pagarle a Ingrid su gentileza pero
299 sobre todo creo que esto también le ayudó a Ingrid porque
300 por ejemplo ella no es arquitecta, es abogada. Entonces si tú
301 ves la casa está mal planeada, la casa de San Pablo tiene el
302 techo al revés, la puerta no debió haber quedado ahí sino del
303 otro lado, muchos errores arquitectónicos. De hecho nos
304 metimos 20 cm al terreno de al lado, un día llegó el dueño
305 echando chispas porque dijo: - Ustedes cuando me llamaron
306 para hacer el deslinde, sabes que me tiras esa pared
307 inmediatamente y yo así de: ¡Noooo!. Le dije: -Prefiero
308 comprarle el pedacito de terreno, pero no voy a tirar el
309 muro-. Total que fue un show, fue un amigo abogado con él
310 y quedamos de que iba a ser copropietario de la mitad de esa
311 barda y la otra mitad de los Valeriano Méndez, entonces
312 muchos errores, también muchos arquitectos no querían
313 confiar en el proyecto. Hubo un grupo de arquitectos que
314 fue, al principio me dijeron y que si, y después me dijeron
315 que ya habían analizado la casa y que se iba a caer, es muy
316 peligroso y se le va a caer la pared a un niño y te vas a ir a la

317 cárcel, así que borra nuestros nombres de ahí. Imagínate, te
318 dice eso un arquitecto, que se supone que sabe, entonces si
319 te *frikeas*. Cuando te digo que terminé totalmente
320 desahuciado de ese proyecto fue en serio.
321 Ahora ya lo veo en la distancia y gracias a este proyecto pude
322 llegara Harvard y hacer otras cosas pero si, en ese momento
323 fue un poco desgastante. También los vecinos llegaron a
324 calentarle la cabeza a los Valeriano, diciéndoles, -Ya sabes
325 que Rafael salió en tal revista, se está colgando de tu nombre
326 y de seguro le están pagando una la nota ¿y tú?, mírate
327 sigues viviendo ahí. Yo he tenido muchas pláticas con la
328 familia para hacerles ver que no cualquiera les regala una
329 casa.
330 Ya no viven en el cuartito dónde vivían, ya tienen un
331 patrimonio. Pero sabes que me he dado cuenta, y esos creo
332 que es el meollo de todas las cosas, es un tema cultura. Hubo
333 un momento en que esta casa tubo mucho auge mediático,
334 yo le dije a la señora aproveche Doña Isabel, póngase a
335 vender tortillas orgánicas, arregle bien el jardincito, sáquenle
336 jugo a la casa, que se vuelva un atractivo turístico, o sea, ya
337 hice yo el 90%, ya está el cascaron, incluso hasta le
338 construimos la base de piedra que está alrededor de la casa
339 era para que ellos siguieran haciendo la bardita, y que la
340 hicieran bonita. ¿Han vuelto a pegar una sola botella?, no, no
341 han vuelto a pegar una sola botella. Entonces discúlpame
342 pero yo no voy a estar toda la vida atrás de ellos, yo ya hice
343 una gran parte y si ellos no agarran la onda de que eso se
344 trataba de empoderarlos, y sin con los años no han
345 entendido que fue una cuestión para que ellos se
346 transformaran para siempre, pues ya no hay solución. Yo ya
347 no te puedo decir más cosas de ellos, desde luego los quiero,
348 los respeto pero si veo con tristeza que no corten ni el pasto,
349 luego está todo sucio, que lastima. La otra vez les regalaron
350 todo un sistema de hidroponía y de seguro ahí todo botado,
351 no les importa y sabes que, ya cuando te encuentras con
352 gente así, la verdad es que no puedes hacer nada. Esa es la
353 realidad de la situación, es una parte que no me gusta mucho
354 hablarla pero es la verdad, o sea, si mucha gente no progresa
355 es realmente por qué no se la creen y no quieren. Yo ya no
356 comparto ni tantito la idea de regalar casas. Gracias a este
357 proyecto entendí que la solución no es regalar.

La solución es realmente hacer un trabajo muy fuerte de conciencia con la gente, y ahora que hay gente que me manda correos diciéndome que quieren su casa con botellas, le digo que comience a rellenar botellas y cuando tengan 5 mil o 10 mil botellas rellenas, yo voy con mucho gusto, ya del cielo nada; no valoran, piensan que es gratis, piensan que uno es millonario, o que soy Carlos Slim. Esa es la parte triste pero que creo que es importante que en tu investigación también la consideres.

Ya desde el punto de vista estructural, técnicamente te podemos decir que estamos en la parte de certificaciones, todas las NOM. Bueno no hay ninguna NOM que aplique, buscar que se aplique a alguna NOM, son certificaciones muy caras. La estamos tratando de financiar ahorita a través de INADEM, todavía tenemos un largo camino que recorrer. Espero que una vez que tengamos las certificaciones podamos comercializar más fácilmente nuestro producto y servicio.

FAEG: Las preguntas anteriores estaban relacionadas con el proyecto de “casa con botellas PET” en Tlaxcala. Pero también me gustaría saber tu opinión respecto al tema de la vivienda. Pláticame por favor cómo percibe la situación de la vivienda actualmente en el país.

RSV: Totalmente desfasada de la realidad mundial, o sea, como que las constructoras viven en una burbuja y los dueños de las constructoras también y se les olvida la responsabilidad que está en sus manos, o sea, tu sabes que el 25% de las emisiones de carbono a nivel global vienen de la industria de la construcción, creo que no hay mucho compromiso del sector en poner un granito en el cuidado del medio ambiente, realmente creo que siguen privilegiando el tema de la lana por encima de un interés general que debería ser el cuidado de nuestro planeta, un amigo me decía: -No hay plan B en este tema, porque no hay planeta B-, si tuviéramos otro planeta pues con mucho gusto acábense lo que quieran. Pero que crees, no vamos a salir en este planeta al menos en el futuro cercano, creo que esa irresponsabilidad gravísima ya está teniendo consecuencias; tornados donde no los había, granizadas gigantescas, sequías prolongadas y pues todo eso afecta, todos los procesos derivados de esa parte, y creo que la industria de la construcción debería aceptar su responsabilidad y no lo veo. También veo que tienen planes

400 muy abusivos de venta, que venden casa carísimas de una
401 calidad bajísima, lo cual se me hace deshonesto, entonces no
402 coincido realmente, creo que es un paradigma totalmente
403 caduco, o sea, sin futuro.

404 **FAEG:** Conoces el número de personas (exacto o aproximado) que
405 no cuentan con una vivienda digna en nuestro estado.

406 **RSV:** Son 10 millones de familias en rezago habitacional

407 **FAEG:** Menciona los aspectos o factores tanto positivos como
408 negativos que usted considere más importantes en el tema
409 de la vivienda.

410 **RSV:** Se han esforzado mucho en la cuestión estética y comienzan
411 a integrar el tema de cuidar que tengan un área verde,
412 celebro por ejemplo la iniciativa de hipoteca verde, creo que
413 es un paso pero hay que dar más. Creo que es algo padre. Lo
414 negativo es que creo que nos falta flexibilidad del INFONAVIT
415 y de las instituciones para que una empresa como la mía
416 pueda ofrecer ese tipo de construcciones a los
417 derechohabientes, y no sólo es el tema de las botellas, hay
418 construcciones con pacas de paja y otras 200 técnicas. El
419 problema es que no los avala, hasta que no estén certificados
420 y otra vez volvemos al tema, las certificaciones son carísimas
421 y hay mucha gente que no puede pagarlas nunca, creo que
422 ahí hay un hueco y un reto que el gobierno debería tomar la
423 iniciativa. A nivel global sería algo muy audaz si se diseñara
424 una política pública de vivienda alternativa en donde se
425 certifique, se den lineamientos y manuales. Se haga de una
426 forma más accesible, creo que México se posicionaría rápido
427 como un líder en el tema Y tomando la calidad de arcillas que
428 hay en México y por la técnicas prehispánicas que abundan
429 que son maravillosas, por ejemplo las mezclas que los mayas
430 utilizaban eran increíbles o que los aztecas para construir sus
431 templos me parecen maravillosas. Creo que hace falta
432 política pública e interés. Con el público es cada vez más fácil,
433 por ejemplo ahorita la mayoría que nos apoyan son jóvenes,
434 que tal vez no tienen los recursos económicos, pero yo sé
435 que en unos años lo van a poder tener y entonces van a
436 poder comprar una casa de las nuestras, pero pues si creo
437 que es un gran reto que hay que ver.

438 **FAEG:** Sabemos que actualmente la situación económica es un
439 tema difícil en todo el país, platícame por favor que tan
440 lejano o cercano considera el tener una casa propia.

RSV: Muy cercano, por qué me di cuenta que yo puedo construir mi propia casa, entonces cuándo tú te das cuenta de ese poder que tienes, entonces ya no es tan difícil y si por ejemplo la mayoría de la gente de escasos recursos tienen tierra o sus padres les van a heredar tierra donde puedan construir, sobre todo la población rural, yo creo que es muy fácil hacerse de una vivienda si tú mismo la construyes o incluso si se genera un tema de comunidad que eso sería lo mejor, que logaras hacer que tu comunidad te echara la mano y que en un fin de semana levanten una pared, y el otro fin la otra, hasta que en un mes tengas tu casita. Y que tú después le retribuyas a esa comunidad, eso sería algo magnífico, un sueño. Pero volvemos al tema de la cultura, nos falta esa posibilidad, pero al menos en mi caso, no lo veo tan lejano.

FAEG: Retomando el tema del INFONAVIT, lo considera una herramienta viable para conseguir una vivienda. Lo ha utilizado alguna vez para obtener alguna vivienda.

RSV: No, por qué no soy derechohabiente. Sin duda.

FAEG: Desde su punto de vista cuáles son los principales retos que enfrentan las personas que quieren conseguir una casa y también cuáles serían los objetivos que deben perseguir.

RSV: ¿Una casa en general?, primero que tengan el crédito ya que son muy pocos los que la pueden pagar de contado, creo que el tema de oferta de vivienda debe ser un poco más flexible. Por un lado y como te comentaba hay 10 millones de familias en rezago habitacional, pero al mismo tiempo y esa es la contradicción, en este momento podemos ver la mayor cantidad de casa desocupadas que puedan haber existido en toda la historia de México, o sea, el tema no es que no hay casas, el tema es que no se están haciendo modelos creativos de pago. Entonces, creo que deberían ser más flexibles, por ejemplo, aceptar en pago algún otro tipo de bien, como alguien que tiene un terreno en otro lugar, lo podría abonar como pago, o con un coche. Ser más flexibles, primero para ocupar las casas que ya están, pues ecológicamente no sería conveniente construir más casas. Primero que se ocupen las casas que ya están construidas y después ver cuántas siguen faltando. También creo que los datos no son correctos, pues INFONAVIT da unos datos, la CONAVI da otros, realmente no hay una coordinación muy buena, yo he estado pendiente y a raíz de que tornaron la industria de la vivienda en México,

483 cada vez está más confusa la situación. Yo creo que esa sería
484 una de las principales estrategias. La idea sería reactivar la
485 economía y que esas casas desocupadas se ocupen.

486 **FAEG:** Platíqueme qué tipo vivienda considera que es más funcional
487 y cómoda para vivir por ejemplo, una vivienda unifamiliar, un
488 condominio tipo coto o un edificio de departamentos.

489 **RSV:** Depende de las necesidades de las personas pero bueno, en
490 términos generales lo ideal sería una casa con un espacio
491 para que la familia no viva hacinada, lo cual es básico para
492 que no haya tantos casos de abuso y de violencia domésticas.
493 Sabes que ese es un factor importante, cuando las familias
494 viven hacinadas el índice de violencia doméstica y de abusos
495 sexuales incestuosos se incrementa exponencialmente
496 entonces lo que se requiere son espacios dignos de
497 dimensiones adecuadas para el desarrollo humano. La ONU
498 da algunas medidas para vivienda básica, dice que deben ser
499 más de 42 m², pero bueno yo creo que si son 20 integrantes
500 de la familia, sin duda eso no es suficiente, necesitas un
501 espacio más grande. Creo que tanto los arquitectos como los
502 desarrolladores se vuelvan más flexibles a la hora de producir
503 casas y sobre todo pues que los costos no se disparen al
504 infinito, eso tiene que ver con los materiales; el cemento es
505 caro porque tiene todo un proceso químico, físico, etcétera
506 y por eso se encarece la vivienda. Si queremos realmente
507 ofrecer vivienda de calidad, más grande y ecológica, sin duda
508 la onda ya no está en el cemento, eso ya es como ir
509 cambiando todo un paradigma. Pero dile eso al dueño de
510 Cemex a ver qué le parece, a ver qué le parece o al presidente
511 o X político que recibe donativos chonchos. Realmente dudo
512 que entiendan la relevancia, dudo que el planeta aguante
513 este ritmo, por qué esto de México no sólo sucede en el país
514 sino que en todo el mundo. Yo no sé si realmente el planeta
515 nos aguante, o más bien ¿cuántos años crees que nos
516 aguante en este ritmo? Y te insisto, no veo esa disposición,
517 como que dicen eso que lo resuelvan mañana, en el sexenio
518 que viene. Qué lástima es una visión muy cortoplacista.

519 **FAEG:** Desde tu experiencia en las casas que has habitado, que
520 materiales de construcción considera más confortables,
521 seguros y resistentes.

522 **RSV:** Obviamente no es por nada pero el tema de las botellas, creo
523 que es material es regulador de temperatura y eso que el

524 techo es de lámina. No sé cómo lo percibiste cuando
525 estuviste dentro de la casa.

526 **FAEG:** Estoy de acuerdo contigo el material hace que la casa sea
527 termorreguladora, mientras afuera de la casa hacía mucho
528 calor al entrar a ella se sentía muy fresco, de hecho subí a ver
529 el techo pues pensaba que las láminas metálicas tenían algún
530 recubrimiento, pero no.

531 **RSV:** No lo tiene, es increíble. No sólo es el tema de las botellas, es
532 el tema del grosor dela pared, por eso es que las haciendas o
533 las casas de los abuelitos, casi todos tienen esa característica
534 termorreguladora, creo que entre más grosor tenga la pared
535 más confort puede generar y eso va a generar menos
536 consumo de energía tanto para enfriar la casa como para
537 calentarla.

538 Por ejemplo ahora que estoy en Estados Unidos me parece
539 lo más absurdo que pueda haber, aparte de que son
540 carísimas las casas, una grosería de caro, gastan muchísima
541 energía, la huella de carbono de cada casa en Estados Unidos
542 es altísima, porque en invierno se tiene que gastar mucha
543 energía para calentarla y en verano se tiene que gastar
544 mucha energía para enfriarla, es totalmente obsoleto el
545 modelo. Afortunadamente en México no gastamos tanto,
546 sobre todo en la zona central de México no gastamos tanto
547 en calefacción. Pero por ejemplo, cuándo estuvimos
548 construyendo con botellas en Quintana Roo, me tocó ver
549 construcciones hechas de cemento y block que sudaban las
550 paredes de un calor, era insoportable vivir ahí y la humedad
551 era un infierno. Son materiales que no sirven, en cambio te
552 ibas a una hacienda de las antiguas en Campeche, y muy
553 fresca, debido al grosor de las paredes y la altura de los
554 techos, claro, no todo mundo puede tener una hacienda,
555 pero un cuarto con techos un poco más altos y paredes más
556 gruesas puede ser una forma de aliviar el calor extremo de
557 esa zona. Hay mucho que mejorar siempre y cuando la gente
558 quiere, mientras la gente siga prefiriendo endeudarse
559 durante 30 años para pagar una casa horrible con materiales
560 de bajísima calidad pues va a estar muy difícil.

561 Un punto importante es el tema del paradigma, creo que
562 enfocarse en ese tema sociológico ¿qué significa la casa para
563 los mexicanos?, ¿qué es una casa?, creo esto da para un
564 estudio antropológico y sociológico muy amplio, por
565 ejemplo, en otros países hay gente que le vale gorro tener

una casa, por ejemplo hay europeos que toda la vida rentan y nunca ven la necesidad de tener una casa, aquí no, pues tener una casa significa estatus y muchas cosas, creo que también abordar estos temas desde esa perspectiva ayuda mucho a entender cómo le planteas las cosas a la gente.

FAEG: Ahora hágale sobre las cualidades que debe tener una vivienda para que sea satisfactorio vivir en ellas. Estás satisfecho con la vivienda que tienes actualmente.

RSV: Como te digo, todo esto tiene que ver con las necesidades de las personas, para que sea satisfactoria tu casa debe realmente tener tus necesidades cubiertas: espacio adecuado, iluminación adecuada, ventilación adecuada, creo que son las cosas básicas. Ya una vez que tienes resuelto eso, Por ejemplo en Estados Unidos se dio mucho una discusión porque eran casas muy viejas que no permitían que el oxígeno circulara libremente, entonces la gente que se metía todo el día a esas casas les daba sueño en automático, por qué el nivel de oxígeno era muy bajo, entonces sin saber por qué durante muchos años la gente padecía de sueño. Incluso en algunas escuelas como Harvard que tenía edificios muy viejos pasaba eso, descubrieron que era por falta de ventilación.

Creo que iluminación, ventilación y el tema de movilidad, una temperatura agradable creo que es lo básico, ya de ahí pues el diseño y cosas así, ya son un segundo paso, pero lo primero es lo primero.

Yo estoy a gusto con mi casa actual que está en Estados Unidos, pero aun así me gustaría hacerle mayores innovaciones. Ahora, algo también importante que te quería decir es que este tipo de casas como las que te estoy diciendo que produzcan su propia comida, capten el agua de la lluvia, generen su propia energía eléctrica, etc. Requieren mucho mantenimiento y pues ahí dónde a mucha gente ya no le gusta. Por ejemplo, tú le puedes entrar a un baño seco, pero en algún momento alguien tiene que ir a limpiar el baño seco y si no quieres pagar lo vas a tener que hacer tú y no mucha gente quiere limpiar un baño seco, o por ejemplo el tema de captar el agua de lluvia, hay que checar que el filtro esté funcionando bien porque si no está funcionando bien se va a contaminar el agua y se va a hacer un show y va a valer queso todo. Entonces cómo que son ecosistemas muy demandantes pero ahí es dónde insisto, quién adopta una

608 casa ecológica y decide vivir ahí está consciente de la
609 responsabilidad de vivir en una casa así, pero
610 desgraciadamente no todos quieren jugar esa
611 responsabilidad y entonces prefieren irse por el lado fácil de
612 utilizar un baño que usa agua potable que pudo haber sido
613 utilizada para otras cosas y orinar en ella. Desgraciadamente
614 todavía faltan muchas cosas entre confort y ecología aunque
615 hay grandes ejemplos y muchas empresas sobre todo
616 alemanas que se han esforzado mucho en asegurar ambas
617 cosas. Por ejemplo, ponen un baño seco que succiona como
618 si fuera en el avión y entonces sin necesidad de utilizar tanta
619 agua lo manda a un dispositivo que produce biogás, si se
620 puede pero todavía son dispositivos muy caros, muy lejanos
621 al alcance de la mayoría, pero yo esperarí que en algún
622 momento eso se pueda masificar.

623 **FAEG:** Descríbeme por favor, desde tu punto de vista, cuáles son
624 los principales efectos de la gran acumulación de los residuos
625 sólidos urbanos en las ciudades. Considera que el material
626 PET forma parte de esta problemática.

627 **RSV:** El 23% de los residuos sólidos son botellas de plástico, no sé si
628 viste una infografía que nos sacó la revista QUO el mes
629 pasado, si quieres te la mando. El punto es que el 23%, no
630 estamos hablando de una cifra menor, ¿y a qué se debe? A
631 que la gente le gusta estar consumiendo productos
632 embotellados en lugar de cargar su propia cantinflora o
633 envase pues le es más fácil y cómodo estar comprando
634 botellas y botellas, lo cual denota una inconciencia absoluta
635 y una falta de interés en el tema del cuidado del medio
636 ambiente, México es el país donde más refresco y agua
637 embotellada se consume en el mundo, es muy grave.

638 La esencia de esto es una cuestión de consumismo que tiene
639 la sociedad mexicana, yo creo que tiene que ver mucho la
640 influencia de Estados Unidos y de que cada vez queremos
641 más y más, pides comida para llevar y te dan 50 envoltorios
642 o una pasta de dientes que tiene dos cajitas. Realmente lo
643 que está detrás de todo esto es una cuestión económica, la
644 idea de que un producto genere subproductos o subganacias
645 a otros sectores la han venido aplicando desde hace 70 años
646 y les ha funcionado de maravilla y así sucesivamente. Creo
647 que las consecuencias son evidentes, una gran
648 contaminación porque además de que se producen muchos
649 desechos tenemos un mal sistema de limpia o sistemas de

limpia muy deficientes, los rellenos sanitarios se llenan muy rápido porque además no se recicla, todo lo que llega al relleno sanitario todavía se habría podido haber reciclado o reutilizado muchísimo más, pero como llega por toneladas, llega un camión lo vacía, llegan los pepenadores y en cinco minutos recogen lo que pueden y llega un camión que le echa tierra encima, ese es un error, lo que debería haber hecho ese camión antes de llegar al relleno sanitario es ir a un centro de reciclaje vaciar todo y ahí que todos los pepenadores puedan tener un empleo digno para separar la mayor cantidad de residuos y entonces ya lo que sobre compactarlo en unas pacas chiquitas y hacer lo que se llaman **rellenos sanitarios secos**, que es algo muy vanguardista que además podría ser utilizado como pilas energéticas en un futuro, pero no, aquí eso no sucede. Desde luego insisto, aunque se haga todo eso lo ideal es que la gente deje de consumir tanto, que tuviera más conciencia.

FAEG: Dígame por favor si conoce algún programa o reglamento que contemple el reciclaje o reutilización del material PET de desecho, ¿cuáles?

RSV: ¿Reglamento?, si todos en la ley, incluso en la ley de ecología y en todos los programas, incluso el presidente en su plan nacional de desarrollo puso el tema de sustentabilidad como un eje transversal de toda la política pública de la república pero reglamentos y programas sin duda son muchos y tan bonitos, nada más que no se ha logrado llegar el objetivo. Obviamente ha habido un avance por ejemplo en el tema de reciclaje de aluminio y reciclaje de PET, eso sin duda, no estamos igual que hace 5 o 10 años, cada vez la gente cuando ve un beneficio económico ya le ve interés, pero aun así nos falta muchísimo más, por ejemplo el tema del vidrio, casi nadie recicla el vidrio, casi no se recicla el papel, todavía falta mucho más trabajo; SEMARNAT tiene sus lineamientos la PROFEPA tiene los suyos, incluso la NOM que se supone que son obligatorias, hay NOM específicas para el manejo de residuos, entonces la ley está el problema es que no se está cumpliendo

FAEG: En la actualidad un problema social muy importante es la generación de residuos sólidos urbanos, así como su disposición final. La utilización de botellas PET de residuo que son desechadas a la basura podría no sólo disminuir la cantidad de residuos, sino también poder ser utilizada para

692 la construcción de viviendas, cuál es su opinión sobre esta
693 idea.

694 **RSV:** Lo ideal es que se puedan matar dos pájaros de un tiro, por un
695 lado reutilizamos materiales y por otro lado brindamos
696 hogares dignos, creo que eso sería algo como una propuesta
697 muy integral. Entonces creo que esa perspectiva es la que
698 debería ser más ampliamente ejecutada por todos los
699 actores, no nada más de la cuestión política sino de la
700 cuestión económica, desde la cuestión de la vivienda, de la
701 industria cementera, tratar de poner ese énfasis de querer
702 tener un impacto social y medio ambiental, creo que es algo
703 muy padre que nos deja muy orgullosos, pero también nos
704 damos cuenta de que tal vez México en este momento no
705 esté tan dispuesto a querer apostarle a esto, y bueno
706 nosotros vamos a seguir tocando puertas. Espero que en
707 unos años cada vez haya más personas dispuestas a
708 apostarle.

709 **FAEG:** Podrías mencionarme las ventajas que ves de este proyecto.

710 **RSV:** Su gran resistencia térmica, acústica, incluso ahora no hemos
711 esforzado mucho en hacer cosas más estéticas como estas
712 cuestiones que te digo con los vitrales, entonces creo que si
713 se puede y por ejemplo tiene una capacidad de carga cuatro
714 veces superior al concreto, si tu dejas caer un ladrillo rojo se
715 va a romper, pero si tu dejas caer una botella rellena rebota,
716 eso que quiere decir, en el laboratorio lo que hemos estado
717 viendo es que la capacidad de carga es altísima,
718 precisamente por la flexibilidad que tiene, no la puedes
719 romper, creo que esa es una cualidad muy buena, la otra es
720 una gran capacidad de resistencia a huracanes, tornados,
721 terremotos a muchas calamidades que azotan nuestro país a
722 cada ratito. Poder hacer incluso una forma de construir
723 viviendas con perspectiva de futuro, si ya quedamos que el
724 cambio climático es inevitable y que cada vez va a ser más
725 difícil, violento e inesperado pues una política pública
726 visionaria podría ser construir casas diseñadas o pensadas
727 para resistir ese tipo de embates, y una de esas casas podría
728 ser desde luego la de botellas.

729 **FAEG:** Ahora podría decirme que desventajas considera
730 importantes.

731 **RSV:** No es tan rápido el modelo constructivo, pon tú que si una
732 casa con block se tardan un mes, nosotros nos tardamos un
733 mes y medio. Nos tardamos en entender que así es nuestro

proceso, entonces lo que hacemos ahora es hablar con los clientes y explicarles eso. Te vamos a construir una casa que no es común, y que tiene ciertos requisitos entonces no pienses que no es porque no queramos, es porqué tiene ciertos procesos que una construcción normal no la tiene, entonces creo que viéndolo desde el punto de vista mercadológico es una desventaja porqué pues es más tiempo. Otra desventaja es el grosor de la pared, esa es ventaja y desventaja al mismo tiempo. Pero por ejemplo, para gente que tiene terrenos muy pequeños pues pon tu que una pared de 20 cm ya se comió el espacio que estaba destinado para otra cosa y hay gente a quién no lo gusta o que ya lo piensa 30 veces antes de aventarse, creo que esa es la situación, pero por otro lado si no tuviera ese grosor pues no tienes el aislante, entonces depende de cómo lo vean.

FAEG: Esta iniciativa de proyecto podría reducir la falta de vivienda para la población de escasos recursos, disminuir el rezago habitacional y presenta gran funcionalidad, consideras que es un proyecto viable.

RSV: ¿La botella va vacía? De que puede ser viable, claro que sí, nada más checa que no se haya hecho y que sobre todo logres también plantearte esta pregunta: ¿Qué tan ecológico es lo ecológico?, por ejemplo, conocí a un señor en Tlaxcala que se llama César Moreno, pero él hace unos paneles. Lo que él hace es moler todo el HDP, el unisel y todo es, después les pone unos químicos para unirlos por qué no es tan fácil unir el HDP con el unisel porque su composición química es distinta, entonces le ponen unos químicos que son totalmente antiecológicos y con eso logra unirlos y entonces ya dice: tengo paneles ecológicos. Entonces ya se desvirtuó la cosa, ya no es ecológico. Nosotros por ejemplo hemos tratado de reducir al máximo el uso de cemento, casi todo tiene que ser arcilla mezclada con baba de nopal, precisamente para asegurar la congruencia del proyecto, en tu proyecto no se cuánta energía vas a necesitar para fundir el PET, pero tú tienes esas mediciones y ver si realmente tuvo un beneficio ecológico o salió igual, si logras realmente hacer una disminución en la emisión de carbono creo que es un esfuerzo muy válido y muy necesario, pero tienes que hacer ese tipo de mediciones y ya con base en eso tomar la mejor decisión, si conviene o no. Lo que si te puedo decir es que

hay un mercado creciente, cada vez hay más gente que le late este tipo de ideas, desde luego no están dispuestos a sacrificar la comodidad, entonces tal vez muchos constructores digan, - ¿Sabes qué? Véndemelo, me vale gorro si fue ecológico o no, yo ya le digo a mi cliente que es ecológico y punto final. Ese tema del *Green washing* es como muy recurrente. Por ejemplo en Estados Unidos hay 10 mil productos que según son ecológicos y nada que ver. Después cuando los descubren se arma un show, eso tiene que ver mucho con la filosofía que tú quieras impregnarle al negocio. Nosotros nos tomamos muy a pecho ese tema de no caer en prácticas corruptas, decir la verdad, aunque duela así fue. Yo te sugeriría que lo valores y sobre todo que hagas las mediciones, que certifiques tu producto, que lo patentes, porque también puede ser que se haya hecho algo similar y entonces te puedas meter en un problema y la otra cuestión es que vayas con ASHOKA, a esta organización le encanta este tipo de ideas y te pueden echar la mano. Yo en lo que te pueda servir con mucho gusto, no estoy en un plan mezquino. En Tlaxcala hay otro chavo que muele llantas y hace unos ladrillos, y lo mismo hablé con él, que checara el tema de los furanos, que son unos tóxicos que vienen en cierto tipo de plásticos, entonces cuándo tu expones a la gente a ese tipo de tóxicos que vienen en ese tipo de plásticos durante tiempos muy prolongados pues empiezan a haber desordenes incluso neurológicos, son partículas que vas inhalando y poco a poco te van volviendo loco básicamente.

Hubo una ocasión en que una señora me dijo: -Tus casas son cancerígenas-, pero nunca había pensado en eso y me dijo: - Si, porque cuando una persona está tan expuesta al plástico le genera cáncer-, obviamente me puse a investigar por qué no lo creía, resulto que no pues el PET es un plástico muy noble que se utiliza para alimentos o agua, se supone que no es tóxico, siempre y cuando no se incinere y no se exponga a temperaturas muy elevadas, porque si desprende ciertos gases. Mientras no hagas eso, todo está bien. Tú debes checar todo ese tipo de información, la gente que trabaja en la industria de cableado, de llantas y todo eso, tiene que utilizar mascarillas porque es tóxico, 100% tóxico.

Imagínate tú vives en una casa rodeada de llantas o tu cuarto es de llantas, podría ser que genere algo y es lo que le dije a

818 este chavo, antes de que te lances has este tipo de
819 investigaciones, que no te pase como a mí, que yo he tenido
820 que ir dando cuenta en el camino, cuándo tal vez lo que tuve
821 que haber hecho es investigar un poco más desde el
822 principio, no lo hice, afortunadamente el PET no fue
823 contaminante, pero son cositas que me fui enterando en el
824 camino, yo te lo comento para que lo tomes también en
825 cuenta.

826 **FAEG:** Cuáles crees que sean los impactos más importantes que
827 generaría este proyecto.

828 **RSV:** Creo que el tema de cultura, de cuidado del medio ambiente,
829 creo que es lo más impacto ha tenido, creo que mucha ha
830 roto paradigmas y se han dado cuenta de que si es posible
831 hacer cosas innovadoras en México, creo que eso es como
832 un beneficio muy intangible, pero creo que a la larga da
833 muchos frutos, a mí me han llamado muchas veces para dar
834 conferencias y siempre todo mundo sale como muy
835 inspirado, pensando que es posible, pues el punto es que se
836 den cuenta de que tan poco es fácil, que no son cosas que se
837 dan de la noche a la mañana, son procesos, certificaciones,
838 que generes confianza con la gente; creo que esa es la parte
839 que a mucha gente no le gusta pero es importante que lo
840 sepan, en el corto plazo creo que esta capacidad de generare
841 conciencia a la gente.

842 A mediano plazo creo que también estamos influenciando de
843 cierta manera la industria de la construcción, no nada más yo
844 si no, muchas empresas están en esta misma idea por eso las
845 certificaciones LEED y todo eso han ido progresando cada vez
846 más en México y ya a largo plazo yo sí creo que va a haber
847 política pública más comprensiva, más abierta; la sociedad al
848 darse cuenta de los daños que el planeta está sufriendo y de
849 que hay un calentamiento global más agresivo, seguramente
850 van a ir adoptando cada vez más este tipo de técnicas.

851 **FAEG:** Para lograr proyectos sustentables es necesario un cambio
852 de conciencia y educación ambiental, que cambios
853 consideras de mayor importancia.

854 **RSV:** Es un cambio cultural, un cambio mental, un cambio social,
855 una transformación de paradigmas, como te decía de
856 entender que no hay pan B porque no hay planeta B,
857 entonces entender que somos parte de todo un sistema que
858 no nada más soy yo, sólo en el universo, somos parte un
859 planeta. No te vas a poder ir de este planeta, si no asumes tu

860 responsabilidad de este planeta, no estas siendo muy
861 empático, todo es un tema de cultura y una transformación
862 de hábitos de ganas, de visión, creo que las autoridades
863 también tienen mucho que ver, por ejemplo, el tema de los
864 techos verdes, que padre sería que hubieran autoridades
865 que pusieran puros techos verdes en los edificios de
866 gobierno, que pongan celdas solares en todas sus obras, digo
867 ya comenzaron, hay uno que otro que medio lo quiere hacer,
868 pero falta todavía más.

869 Eventualmente va a suceder, quizás en 50 o 100 años pero si
870 va a suceder. También ahorita ya no son tan caros, por
871 ejemplo los calentadores solares, todo va evolucionando.

872 **FAEG:** A partir de la información recibida y desde su punto de vista,
873 cuál cree usted que sería la reacción de la población a utilizar
874 este tipo de material para la construcción de la vivienda.

875 **RSV:** Muy bien, yo creo que la gente está esperando cosas así,
876 siempre y cuando sean cosas ecológicas, creo que siempre
877 van a tener buena aceptación, entonces creo que va a ser
878 muy exitoso, tendrás que hacer la evaluación de que tan
879 ecológico es tan ecológico es tu proyecto y una vez que
880 tengas esos datos ver si lo lanzas o no. No sé cómo lo piensas
881 fundir, pero si necesitas checar que otros materiales levas a
882 poner, si es acero, si va a ser como COVITEC, solamente va a
883 ser la placa.

884 **FAEG:** En este momento estoy en la fase de investigación,
885 recolectando información de los sistemas existente y
886 compararlos para ver sus ventajas y desventajas. El fundir el
887 material es una opción, pero aún no tengo el sistema
888 completo

889 **RSV:** Yo también te quiero decir algo, yo estoy consciente de que
890 mi negocio en algún momento va a dejar de existir, porque
891 el PET es un derivado del petróleo y a México le quedan no
892 más de 50 años de petróleo, y al mundo entero, por qué
893 diario se extraen millones de barriles de petróleo.
894 Obviamente al ser finito, en algún momento se va a acabar,
895 eso es algo lógico.

896 Cuándo se acabe el petróleo de dónde van a sacar para hacer
897 las botellas de PET. Ya no van a hacerlas, es como una
898 consecuencia, tal vez utilicen vidrio u otro tipo de material,
899 pero ya no van a ser derivados del petróleo, porque el precio
900 del petróleo se va a hacer cada vez más caro. Realmente la
901 tendencia es que cuándo se vaya acabando el petróleo cada

vez va a ser más caro, porque ya va a ser más escaso. Eso va a ser otro momento de mucha incertidumbre para nosotros, entonces lo que yo hice fue aceptarlo y decir, mientras esté la materia prima ahí, hay que hacer algo con esas botellas, hay que aportar con nuestro granito de arena y entender que en algún momento va a dejar de existir. Desde luego también la solución es que la gente deje de consumir botellas, por ejemplo hay muchas embotelladoras como Coca-Cola o Pepsi que nos han buscado, argumentando que con este tipo de proyectos la gente va a poder consumir más, sabiendo que ya su botella la van a reciclar. Pero la idea es que la gente ya no consuma eso, obviamente no les gusta eso, lo que quieren es la lana y lo que le importa más es que la gente se siga metiendo toneladas de azúcar a su cuerpo.

Lo más importante para que te puedas responder si va a ser exitoso tu negocio es preguntarte ¿qué tan ético quieres ser?, ¿qué tan congruente quieres que tu proyecto sea?

Por ejemplo las playeras a con botellas, las bancas que se hacen reciclando PET, las diferentes figuras construidas con botellas, te dan el mensaje de: Sigue consumiendo más botellas, lo cual me parece una contradicción absoluta, pero es una cuestión de marketing que les funciona muy bien. Va a llegar un momento en el que tú vas a tener que definir si vas a querer jugar con las reglas de ellos o hacer una propuesta más congruente. Esa es una decisión que cada quién va a tomar.

En nuestro caso hemos tenido que sacrificar mucho por mantener una imagen más congruente, más apegada realmente a lo que significa hacer algo ecológico, de otro modo no tiene ningún sentido, tu valóralo.

FAEG: Conoces algún programa de gobierno que podría aportar recursos económicos para llevar a cabo este proyecto, ya sea como proyecto sustentable o la construcción de una vivienda digna.

RSV: Pero antes de esto debes enfocarte en el tema de financiamiento para investigación. Antes de irnos a ese tema, creo que lo que debes hacer es certificar, experimentar, etc. De entrada buscar en tu universidad buscar bajar recursos a través de CONACYT, para que te den la lana.

Segunda, INADEM que es el Instituto Nacional del Emprendedor, tu que estás en Jalisco busca a Daniel Álvarez en el IJALDEM Instituto Jalisciense del Emprendedor, si

944 quieres dile que vas de mi parte y que te eche la mano con
945 lana para desarrollar tu proyecto. Creo que ahorita en lo que
946 tienes que enfocarte es en eso.

947 También hay muchos programas de gobierno para vivienda,
948 pero creo que ese sería un segundo paso. Tal vez tu onda no
949 sea construir la vivienda, quizás tu cuestión es ser proveedor
950 de materiales para una constructora, porque también una
951 constructora no creas que es tan fácil, es toda una cuestión
952 de mucha logística y de muchas ondas que tornan todo difícil.
953 Tal vez en un principio tu mejor modelo de negocios sería ser
954 solamente proveedor de material. Yo te sugiero que busques
955 a ellos. En tu Universidad si tiene incubadora, metete ahí y a
956 través de ellos pídele que metan recursos de CONACYT,
957 constitúyete legalmente, ten cuidado con quien te
958 constituyes. Uno no sabe y se constituye con gente nefasta
959 que no quiere hacer nada o metes a familiares que no tenía
960 que haber metido.

961 **FAEG:** Para llevar a cabo un proyecto es importante también buscar
962 el financiamiento de instituciones privadas, consideras que
963 es una opción viable el recurrir a estos organismos.

964 **RSV:** ASHOKA te puede ayudar mucho en eso, casi todos los
965 inversionistas que te puede acercar son privados. Pero te van
966 a pedir desde luego tu plan de negocios y mucha
967 información: tu producto, cuánto cuesta producirlo, cuanto
968 quieres producir, cuánto dinero requieres, para que quieres
969 el dinero. Todo esto debe obedecer a un plan de negocios
970 muy bien estructurado y para eso requieres investigación
971 previa.

972 Haz la investigación en la infraestructura de tú Universidad,
973 usa los laboratorios y demás equipos que requieres.
974 Aprovecha que ellos pueden buscar recursos en CONACYT,
975 pero tú investiga, una vez que tengas cifras y números ya con
976 eso armas tu plan de negocios, te constituyes legalmente y
977 todo eso, después buscas ayuda de ASHOKA y de todo el
978 mundo, ahorita no tendría mucho sentido porqué te van a
979 pedir datos. Yo lo que te estoy diciendo es inténtalo, es más,
980 a veces hay que arriesgarse porque también si lo piensas
981 mucho tal vez no te animas a hacerlos.

982 Por ejemplo en nuestro caso, nos lanzamos como gorda en
983 tobogán y pues no es que haya pegado al máximo, pero por
984 lo menos si nos ha ayudado de otras formas, por ejemplo,
985 visibilización en medios, contactos internacionales,

proyección, el tema de lo de Harvard, muchas cosas que no estaban previstas. Yo te diría que si hubo ganancia, tal vez no económica pero si hubo ganancia de otro tipo. Yo te ofrezco mi apoyo con mucho gusto en lo que pueda servirte pero esa experiencia pues ojalá te sirva para que no la riegues tan feo como nosotros.

FAEG: Ya para finalizar cuéntame por favor que estás haciendo en estos momentos, a que te dedicas y cuáles son tus planes a futuro.

RSV: Estudio ciencias ambientales en Harvard, a raíz de toda esta situación que te comento que nos ha costado un poco de trabajo realmente construir a la velocidad que quisiéramos, he detectado otras oportunidades de negocio y ahorita estoy desarrollando un proyecto que tiene que ver con productos agropecuarios orgánicos y con un tema de inversiones socialmente responsables en el mercado de valor. Voy y vengo a México, casi la mayor parte del tiempo estoy en Estados Unidos, yo creo que ahorita el proyecto de las casas de botellas les voy a poner pausa y me voy a dedicar más al tema del mercado de valores, me voy a capitalizar y yo de mi dinero voy a construir estas eco-aldeas y entonces ya las voy a vender. Porque ha sido muy difícil encontrar inversionistas. No sé si tú conoces un concepto que se llama *Container city* en Cholula, Puebla; es una plaza comercial que está hecha con puros contenedores. Es un éxito, siempre está atascada la plaza, por qué está hecha con contenedores, y no hay otra plaza como está en México, al menos no que yo sepa o al menos creo que fue la primera y tuvo mucho éxito. Entonces lo mismo va a pasar cuando yo construya una plaza comercial con botellas, eso te lo puedo asegurar, nada más por estar hecha de ese material, porqué a la gente le va a dar curiosidad y va a querer ir y los mismo si yo construyo un hotel con botellas, o un fraccionamiento y lo mismo si yo construyo todo eso. Entonces ahora si van a venir los inversionistas, pero pues desgraciadamente para que eso suceda primero quieren ver más cosas cada vez más impactantes, entonces ese va a ser un proyecto que quiero hacer en un futuro, para eso necesito capitalizarme y para eso me quiero meter en los otros temas que ya te comenté. Ya le he invertido tanto tiempo y dinero a este proyecto que no voy a dejar que se muera, nada más me queda claro que ahorita pues si no hay lana suficiente como para que yo

- 1028 construya un fraccionamiento, mejor me espero, le pongo
1029 pausa tantito y ya cuando tengamos ahí dinero, con eso ya
1030 se construye y vas a ver que va a tener éxito, al menos yo lo
1031 creo así.
- 1032 **FAEG:** si no tienes algo más que agregar esas son todas las
1033 preguntas, te agradezco mucho tu colaboración. ¡Felicidades
1034 por lo que sigues haciendo!
- 1035 **RSV:** Al contrario gracias a ti.

ENTREVISTA 2 CLAVE E02

Datos del entrevistado

Nombre: Gerardo Monroy Castillero

Ocupación: Arquitecto parte del equipo operativo “Tu Techo Mexicano de Occidente A.C.”

Datos de la entrevista

Fecha de realización: jueves 11 de junio de 2015

Lugar: Lluvia CAFÉ, Avenida Libertad 1748, código postal 44160, Guadalajara, Jal.

Hora de inicio/fin: 18:30/21:00

Datos del entrevistador

Nombre: Francisco Antonio Espinosa Guzmán

Ocupación: Maestrante de Proyectos y Edificación Sustentables, ITESO.

-
- 1
- 1 **Francisco Antonio Espinosa Guzmán (FAEG en adelante):**
- 2 Buenas tardes, te agradezco mucho el tiempo para hacer
- 3 esta entrevista. Primeramente me podrías decir cómo
- 4 percibes la situación de la vivienda actualmente en el
- 5 estado.
- 6 **Gerardo Monroy Castillero (GMC en adelante):** En el estado y
- 7 en el país y en general en el mundo, el problema de la
- 8 vivienda es muy complejo por qué en torno a él están
- 9 distintos factores y de pronto depende mucho de la
- 10 manera en cómo se aborden las distintas situaciones que
- 11 pueden implicar. Desde mi punto de vista, el factor más
- 12 importante o lo que genera que se tenga un problema
- 13 importante respecto a la vivienda tiene que ver más que
- 14 nada con el modelo económico. Esas son como las
- 15 cuestiones que yo medianamente intuyo, por qué, y no
- 16 solo las intuyo si no que las podemos palpar ¿no? Cuando
- 17 tú ves que hay muchísima gente que tiene problemas en
- 18 su vivienda de diferente tipo, ya sea de hacinamiento, de
- 19 mejoramiento, de mala calidad de materiales, falta de
- 20 servicios, hay algunos elementos que se pueden hablar
- 21 en ese sentido y tú ves que por ejemplo en Jalisco hay 300
- 22 mil viviendas que no están ocupadas, o sea, que están
- 23 construidas pero no están ocupadas, ahí hay una cuestión

que no tiene sentido. Alguna vez en un taller para la evaluación de la Política de vivienda del Estado, el que estaba dirigiendo el taller decía: - Las viviendas no ocupadas son el problema de que los jaliscienses no tengan vivienda.

Yo decía: -Esto no tiene sentido. Es como decir, no hables de la vivienda habla del hambre: "Los jaliscienses tienen hambre". El problema de que los jaliscienses tengan hambre no es que en la mesa de enfrente haya manzanas que no se han comido, al contrario, eso puede ser la solución. Más bien lo que hay que preguntar es: ¿por qué no pueden acceder a esas manzanas las personas que tienen hambre? Y el problema es que por ejemplo en Guadalajara, la vivienda más barata creo que debe estar alrededor de 300 mil pesos, creo que estaba en 290 mil el año pasado, bueno en la Zona Metropolitana de Guadalajara (ZMG).

Rumbo a Zapotlanejo, unas casas súper chiquitas modalidad dúplex, que son dos casas comparten un mismo terreno y que son las más baratas. Valen 290 y tantos mil pesos. Si tú elevas un salario mínimo al año, sin que te lo gastes completo son más o menos como 29 mil pesos. Es decir, que una persona que gana el salario mínimo, solamente va a poder acceder a la vivienda si deja de comer durante 10 años para poder adquirirla. De otra forma, no puede.

Ahí es en dónde están, desde mi punto de vista los elementos de crisis o las problemáticas en general. De entrada, el que el estado dirija su política de vivienda no para atender la necesidad habitacional, sino más bien para atender intereses económicos, que si en algo pueden ayudar a la economía, de pronto no es necesariamente tan claro que tanto. Pero bueno, eso genera también ciertos problemas, pues hay viviendas que cuando tú compras además en el modelo habitacional que impuso en los últimos 12 años, que es de generar fraccionamientos cerrados que de alguna manera auguran una calidad de vida. Entonces, te venden a partir de los sistemas crediticios, así es como se colocan. Los desarrolladores sacan un provecho muy importante porque ellos con el crédito que consiguen se resuelven, si

la persona que está acreditada, después no consigue mantener su pago pierde el subsidio por parte del crédito. Después en estos territorios, donde de repente llega uno y luego llega otro. Si por alguna razón no se empezó a consolidar o no terminó de consolidarse por errores del desarrollador, porque no se hizo la colocación adecuada de las viviendas, porque la calidad de la construcción fue mala. No hay servicios, se vuelven lugares en donde no hay integración social, hay vandalismo, violencia. Se generan otro tipo de problemas secundarios, no necesariamente los propios de la vivienda. Acaban de sacar un artículo en Magis que habla justamente de las cosas que se desencadenaron a raíz del “boom” de los desarrolladores de vivienda de hacer este tipo de viviendas repetidas tipo INFONAVIT. Donde hablan del caso de un fraccionamiento en donde de pronto llega a hacinar una señora, así de: - Yo estaba aquí, de pronto escuché un camión y me asomé. Había un camión de mudanza y vi como una señora se metió a la casa de al lado y empezaron a tirar las puertas y a tirar los cerrojos para meterse, pues no están ocupadas. Hay gente que no tiene donde vivir y pues van y se meten. Es una contradicción súper interesante pues porqué le dice la señora que quiere ocupar la casa: - Tú que te metes, si no es tuyo. Y la vecina, responde: - Pero tampoco es tuyo. Cosas que son de pronto, puedes decir son un poco válidos los dos. Depende mucho de donde estés parado, como va a significar para ti. De manera más abstracta, no como tan aplicada, es una de las cosas que estoy empezando a desarrollar para mi trabajo de Doctorado. Tiene que ver con que la naturaleza de la vivienda es una naturaleza complicada, porqué de alguna manera es como en la siembra, no lo puedes tener de manera inmediata o si lo puedes consumir en el sistema de mercado como está puesto aquí. No sé, los desarrolladores hacen productos que te los canjean como si fueran cocas, o sea, tú llegas al OXXO con 10 pesos y te dan tu coca. En este esquema tu llevas un crédito de INFONAVIT o de FOVISTE, que casi todos traen incluido un subsidio. Tú lo llevas y te lo canjean con las llaves, entonces consumes una vivienda,

cosa que por ejemplo a mí no me parece, por qué la vivienda no debería de consumirse de ninguna manera. La vivienda está mucho más referida a los actos de habitar, al vivir y entonces pues tiene un proceso, tiene también un transcurso de vida que va cambiando. No sé, primero se empieza a materializar, necesita tiempo y básicamente es la conjunción de espacio y tiempo. Por qué el espacio es lo físico que está ahí y que se transforma. En el hecho de transformar está la extracción, generación de materiales y después ponerlos. Entonces es materia y es trabajo, es espacio y es tiempo. Esa conjunción dentro de nuestro sistema de relaciones sociales que es la economía pues una cuestión súper cara. Porque por un lado hay quienes especulan con su tiempo y por otro lado hay quienes especulan con el espacio. De entrada, el espacio es de todos, el planeta es uno, nosotros estamos ahí y que no los estemos fraccionando, Cuando éramos tres no pasaba nada, pero así como vamos creciendo pues va a llegar un momento en que habrá que ir encontrando fórmulas para convivir compartiendo el espacio.

Siento que ese tipo de factores son los que han ido generando los distintos problemas respecto de la vivienda. También sería importante pensar, porque uno puede hablar de manera muy abierta, agarrando diferentes tipos de puntos para referir ciertos problemas. Pero habría que acotarlos o tratar de que no fueran cuestiones tanto como de percepción, sino que a lo mejor tuvieran sentido más orientado. En esa línea en Tu Techo, hemos estado trabajando desde hace bastante tiempo, justamente para orientar nuestro que hacer respecto a las cuestiones de vivienda en una definición de vivienda que más o menos compartimos, que es la de la vivienda adecuada. Es una definición que más o menos como tal surge, creo que en el 92 como el instrumento de la observación número 4 del Comisionado de los Derechos económicos, sociales y culturales que establece 7 puntos que deben de considerar los estados para promover una vivienda adecuada.

Los puntos son: 1) Seguridad jurídica en la tenencia de la tierra, debía de haber acceso y seguridad jurídica. Ahorita

147 ya es más difícil, pero algunos años atrás era muy
148 marcado que del periférico hacia afuera eran los
149 suburbios, es decir, todo lo irregular y del periférico hacia
150 adentro lo regular. Igual y se percibe de esta manera,
151 porque realmente hay muchas partes dentro del
152 periférico que tienen cuestiones irregulares respecto a la
153 tenencia de la tierra por la procedencia ejidal de la tierra.
154 Todo lo que se ha generado respecto a colonias
155 irregulares es justo porqué la gente busca un lugar para
156 vivir, no encuentra una oferta adecuada en el medio
157 formal, porque se especula y es carísimo. Las personas
158 quieren sacar provecho de nada, porqué si, para mí no
159 tiene otra razón. Compras un terreno, lo dejas sin
160 construir, dejas que se urbanice todo, que el gobierno le
161 meta dinero y después lo vendes más caro. Porque tú no
162 hiciste nada, nada más lo tenías. Entonces tienen que
163 buscar otros lugares y cuando llegan a lugares irregulares,
164 pues el municipio no les puede dar servicios, la
165 configuración del lugar es de todos lados, no se tienen
166 redes sociales. Pero se dan procesos de consolidación de
167 vivienda, de pronto más interesantes o más ricos que
168 cotos en donde las viviendas están ya hechas.

169 El 2) Infraestructura y servicios, para que una vivienda
170 esté adecuada necesita contar de los insumos mínimos
171 que requiere para su funcionamiento; 3) Gastos
172 soportables, quiere decir que estos servicios e
173 infraestructura estén al alcance de tu economía. En Chile
174 por ejemplo, tienen un proyecto con el que nosotros
175 empezamos a trabajar aquí en Guadalajara que se llama
176 “Un Techo para Chile”, ahorita aquí también se llama
177 Techo. Ellos estaban trabajando desde el 97, bueno desde
178 antes. Porque en el 97 tomaron esa cara como
179 mercadológica de un Techo para Chile, antes era un
180 trabajo que hacían desde los años 50 o una cosa así. Una
181 organización que se llama el hogar de Cristo, que es como
182 el Cáritas de Sudamérica. Entonces ellos hacían viviendas
183 de madera de 3 x 6 metros y las instalaban en un ratito.
184 De pronto pensaron en hacer un proceso de vivienda
185 definitiva. Entonces hicieron una experiencia de vivienda
186 definitiva. Construyeron las casas y todo. En Chile está la
187 ciudad, y después hay como guetos, que son lugares

informales como campamentos en donde la gente llega, es como si fuera la materia oscura de la vida de la ciudad. Entonces hacen el programa y los meten a la ciudad. A los tres meses se salen de la ciudad, porque no pueden pagar los servicios que no pagaban antes. Cuestiones que no pueden generar en su economía normal, eso es otro punto importante.

El 4) Vivienda habitable, que tiene una gran parte de los programas que se hacen en términos de la vivienda por lo menos los que tienen corte social, van en función del componente de habitabilidad que son dos puntos: calidad de materiales en la vivienda, esto es que permitan tener el refugio adecuado y la segunda es la espaciabilidad. Hay una relación que se tiene que cuidar para poder garantizar una buena calidad de vida.

El siguiente punto es 5) Asequibilidad, básicamente quiere decir que cuando tengas el problema o una necesidad habitacional, tengas las posibilidades de resolverlo o de irlo resolviendo. Irlo resolviendo en el entendido de que implica el proceso de reparaciones, de progresividad, incluso de calidad. Esa es la parte de lo asequible. El 6) Condiciones adecuadas en el lugar, quiere decir que tú puedas encontrar opciones de trabajo, de educación, de salud, recreativas, ambiente sano, es decir, que tengas condiciones de hábitat adecuadas. El último es 7) Adecuación cultural, es decir, no tienen por qué imponerte a la vivienda, tú tienes derecho a hacer que tu vivienda sea como tú quieras.

Bajo esa medida si podemos hablar de muchas cosas respecto al problema de la vivienda, porque hay número específicos que hablan de ello, en términos por ejemplo de la seguridad jurídica, hay muchos vacíos. Eso puede ser uno de los problemas más fuertes respecto de la vivienda, porque posiblemente al menos el 35% del parque habitacional debe estar en condiciones irregulares o en proceso de regularización.

La parte de los servicios puede que sea la más cubierta, sobre todo pensando en que como una gran parte de los asentamientos humanos se concentran en ciudades, son lo que tienen una mayor cobertura. Pero por otro lado de repente hay problemas, porque la manera en que se

229 miden los indicadores para medir ese tipo de cosas, a
230 veces son un poco truncados y lo voy a poner en términos
231 claros. El gobierno puede llevar a cabo de pronto
232 acciones, es decir, una acción es igual a ejercer recurso
233 público en determinada obra o con determinado destino.
234 Entonces de pronto ellos dicen: -Vamos a poner baños a
235 cada una de las casas de la Sierra Huichola.
236 Ponen los baños para que entonces tengan dentro de los
237 7 puntos de la vivienda adecuada, piensan que con la
238 infraestructura ya tienen por lo menos una parte. Pero la
239 realidad es que no tienen agua, no hay agua corriente. El
240 agua les llega cada 15 días o tarda hasta mes y medio. Les
241 dan agua para echarla al escusado, es una estrategia de
242 gestión y manejo del agua pésima.
243 El año pasado iban a hacer un proyecto de captación de
244 agua para la zona de Mezquitic, igual para la sierra
245 Huichola. Para hacer tanques que colectaban creo que 5
246 mil litros de agua. La cuestión es que durante todo el año,
247 en el Municipio llueve nada más 500 m de altura por
248 metro cuadrado. Entonces si tú tienes un techo de 12 m²,
249 en todo el año vas captar 6 mil litros de agua, vas a apenas
250 llenar el tanque una vez. Es insuficiente, porque es una
251 cuestión que no la tienes de manera constante durante
252 todo el año. Los 6 mil litros captados es insuficiente para
253 una familia. Lo que considera la OMS respecto al consumo
254 de agua en comunidades rurales es de 80 litros diarios por
255 persona.
256 De pronto hay una direccionalidad que puede ser
257 engañosa o por ejemplo, en términos de como se hace el
258 censo. Tengo los últimos datos que se encuentran que
259 son del 2006, que te dicen la calidad de materiales en
260 techos, muros y pisos en Jalisco. Estos datos indican los
261 mejoramientos que se necesitaban hacer. Esto en el
262 último censo ya no forma parte de la información.
263 Luego en hacinamiento, ahora a partir del censo del 2010
264 ya no se hacen diferencias entre el total de viviendas
265 habitadas y total de hogares. Antes podías encontrar que
266 había dos o tres hogares en una misma vivienda. Ahora
267 estos hogares prácticamente siempre es el mismo
268 número que de viviendas. Porque ahora el concepto lo
269 cambiaron y lo consideran un hogar censal. Al hacer este

cambio, ya no sabes las condiciones de hacinamiento en nuestro país, porque está borrado del sistema de medición, no lo puedes saber con claridad. Por lo menos no en primera instancia, necesitas hacer unos cruces de información para poder medianamente detectarlo. (27:03) De pronto para hacer un cruce de información, hay 358 mil viviendas desocupadas en Jalisco, de las cuales vamos a suponer que 280 mil son viviendas que se construyeron de manera reciente, es decir, que no tienen más de 10 años. En Jalisco 9.8% de la población gana un salario mínimo, 22.5% gana dos salarios mínimos es el 30% de la población. En cuanto a población, son un millón de personas. Toda esa población puede ver resultado su problema de vivienda con lo existente, haciendo la relación de cuatro ocupantes por vivienda, entonces ¡ahí tienes la relación! Son 250 mil viviendas las que se ocuparían, y todavía te queda otro resto para las familias nuevas. Es decir, el problema ahorita lo puedes resolver. Si dijéramos: -Somos los genios de la lámpara hechos gobernantes y entonces vamos a mover a todas las personas en esta condición para reubicarla y ponerla aquí, donde ya tenemos detectado. En términos de lo que hay se podría resolver, el asunto es un poco más complejo que eso. Porqué si partimos del rollo de la adecuación cultural, bueno ya tienes ahí una pequeña complicación.

FAEG: Hablaste sobre el tema de las viviendas abandonadas, pero conoces el número aproximado de personas que no cuentan con una vivienda digna en el estado.

GMR: Con los números oficiales es difícil saberlo. Mejor te voy a poner dos ejemplos, que será un poco más justo e ilustrativo. Todo para acercarnos a esa dimensión. Nosotros empezamos a trabajar en 2008 en tres comunidades de Mazamitla. Dos de ellas están pegaditas como si fueran contiguas, se llaman El Paiztle y El Humo que son las que están pegadas y otra que se llama Dos Aguas mucho más cerca de Mazamitla. Las dos primeras si estaban lejos, a una hora pasando por terracería. En Dos Aguas, había unas 35 viviendas aproximadamente y nosotros trabajamos con 16 familias. En el Humo eran 9 familias y en El Paiztle eran 6 familias. Según las

311 necesidades de vivienda establecidas por la CONAVI en
312 ese año hubiéramos abatido el déficit habitacional por
313 atender esas localidades. La planeación de la política
314 pública establecida por la CONAVI para ese año decía que
315 se tenían que hacer creo que 35 acciones o una cosa así,
316 6 de vivienda nueva y 24 de mejoramiento para combatir
317 el rezago. Nosotros estamos trabajado con esa población
318 y teníamos 4 pies de casa y el resto de mejoramientos y
319 nada más mejoramos pisos, no mejoramos techos ni
320 muros. Con nuestras acciones según la CONAVI
321 abatíamos el problema. Pero nada más trabajamos en 3
322 localidades de 45 del municipio. Eso nos habla de la
323 dimensión del problema, y para poder conocerlo
324 realmente; o lo conoces tú que vives ahí o alguien se tiene
325 que meter hasta tu casa y conocerlo. El gobierno que es
326 lo que hace cuando ejerce los programas de política
327 pública, manda a 5 personas que tiene contratadas en el
328 Ayuntamiento. Le encomiendan a cada uno alguna
329 colonia. La persona va y visita las viviendas,
330 preguntándoles a los habitantes ¿Cuál es su problema?
331 Miden a pasos y cuando bien les va sacar una cinta,
332 dibujar un cuadro y le ponen 3x4 y no hacen nada más.
333 No se meten a ver realmente si la vivienda está bien, si la
334 dimensión va de acuerdo a la dinámica familiar y muchas
335 de las personas tampoco conocen esas cosas
336 simplemente necesitan un lugar donde guarecerse y
337 medianamente resolviendo su estadía.
338 Más que en términos de población si hay cifras que
339 hablan de las necesidades de la vivienda. Estas están
340 definidas por un lado por el rezago habitacional, que son
341 todos los pendientes que han quedado sin resolver, ese
342 es el rezago. Luego está la demanda nueva, también están
343 los créditos que están solicitados y aprobados pero que
344 no alcanzaron a tener liquidez. Son estos los que
345 conforman el universo de las personas que son los
346 demandantes. Eso si la vemos desde una lógica de
347 mercado, porque en realidad la demanda está ahí y está
348 latente y además como te digo, de pronto puede tener
349 algunos como procesos evolutivos. Porque a lo mejor tú
350 tienes una necesidad principal que es tener un baño.
351 Tienes el agua, la instalación y todo. Pero compras la taza

más barata porque es la que te resulta mejor. Pero una vez que te consolidaste, que avanzaste un poco más en tu vida y que logras ahorrar dinero, puedes pensar en comprar un calentador solar para evitar el gasto de gas. Entonces, pones un grado adicional para favorecer tu dinámica de vida al interior. Por eso de pronto es difícil poner un punto básico.

Para hacer un poco de referencia a esto, el término casa se diferencia del término domicilio justamente por su significado. Domicilio viene de *domicilium*, del señor que ejercía el dominio. Por esta razón el domicilio era el de los nobles o los reyes. La perrada teníamos casa, porque eran chozas y no conseguíamos el dominio de ellas. Esto es algo que pasa también, primero tienes que resolver las necesidades básicas de tu vida, primero comes y después te preocupas por lo demás.

FAEG: Menciona por favor que aspectos o factores tanto positivos como negativos consideras más importantes en el tema de la vivienda. Hace un momento mencionabas los siete puntos de la vivienda adecuada. Pero hay algún aspecto negativo que consideres importante en el tema.

GMC: Negativo como tal no. Más bien veo mucha oportunidad, todo depende de cómo lo concibes. No soy economista y no conozco demasiado del rollo. Pero si no estoy equivocado en 1929 hubo una crisis bien fuerte en Estados Unidos que utilizaron como estrategia para hacer la reactivación económica poner a que la gente hiciera hoyos y luego mandaban a otros a taparlos. Con eso los dos ganaban y podían tener dinero para comprar. El estado puso dinero para que se hiciera eso.

Seguramente has visto en las calles a personas barriendo, con un empleo temporal. Haz de cuenta que es eso, para generar esa reactivación. En el caso de la vivienda no se necesitan hacer los hoyos porque ya están. Además la mano de obra que es la que normalmente está, pues una gran parte del sector desempleado tiene capacitación en mano de obra. Yo me pregunto, ¿Qué le pasa a los gobernantes y a los que diseñan las políticas públicas?

Esas son las cosas negativas, pero ya es más una cuestión aplicada por una política pública y por la intervención de actores respecto al hecho productivo. Cuando los actores

intervienen en el hecho de la vivienda, es ahí donde empieza a haber negatividades, pero en sí yo veo, como lo define nuestro amigo Enrique Ortiz: *es un bien potencialmente abundante*. Es como con la comida. Si tú pones un puesto de comida y por lo menos vas a ganar algo, porque toda la gente tiene la necesidad de comer. El puesto de comida siempre va a tener una prerrogativa, necesitas a lo mejor encontrar una buena ubicación, una buen sazón o algunas cosas, a veces ni siquiera solo pegas y punto.

Para eso hay un chorro de cosas que están alrededor de la comida. Esto genera economía. En la vivienda todo el tiempo hay cosas que hacer, eso más bien, de pronto debemos estar cargando con una dinámica sistémica donde piensas que llegas, pagas las cosas, las consumes y ya. No te tienes que esperar a que las cosas maduren, sólo las consumes. Entre más consumas más *chido* eres, no necesariamente mientras más produzcas más *chido* eres. Encuentro como factor negativo cómo se distribuyen los recursos, ya que se despilfarran sin sentido. Haciendo a algunos más ricos, y no se atiende lo que realmente las cosas que son la problemática. El proyecto de construcción de baños que hicimos en la sierra Huichola, que nos encargó SEDESOL. Un programa de infraestructura social básica para la vivienda adecuada, pero está dentro de la política de la Cruzada contra el hambre. Todo el prototipo, lo materiales, absolutamente todo son insumos que vienen de fuera. No puedes hacer que participe la mano de obra local porque no están tecnificados, no están capacitados para el trabajo. Encima de eso las empresas que trabajan como contratistas del gobierno, a nosotros nos costaron 11 700 pesos de mano de obra por unidad. Los contratistas pagaban 4 500 pesos de mano de obra, imagínate, en el marco de la cruzada contra el hambre. Nosotros metíamos mejores materiales, particularmente la tubería, metíamos tuboplus, que es un sistema termopulsionable. Los contratistas metieron PVC para el agua, una cosa horrible. Para hacer una cuestión pública yo hago lo que haría en mi casa.

433 Esa diferencia de dinero, ¿quién se la quedó? ¿Para quién
434 iban dirigidos? En ese sentido a mí me parece que las
435 cosas están muy mal. Otro asunto son los insumos, la
436 cadena de producción. A nosotros nos mandan bloques
437 de jalcreto en lugar de adobe, porque insumen cemento.
438 El dueño de CEMEX se pica el ombligo con el de SEDATU
439 y SEDESOL porque les da cemento para los proyectos de
440 todo el país. Este año, las asociaciones civiles ya no
441 podemos a entrar a hacer baños, sólo las empresas y yo
442 no sé por qué.
443 Yo creo que es porqué se lo señalamos. Lo que me hace
444 falta es terminar de juntar datos, hacer una publicación y
445 pegar duro. Preguntar ¿Qué es lo que está pasando? ¿Por
446 qué el estado lo permite? Alguna vez se lo comenté a
447 Aristóteles en una reunión con distintos actores sociales:
448 -¿Por qué permiten que en el ejercicio de la política
449 pública las cosas no se dirijan como tiene que ser?
450 Bueno, esas son las partes que me parecen negativas.
451 Que se destinen instrumentos de política pública desde el
452 centro sin que se consideren ni se tomen en cuenta los
453 conocimientos, los procedimientos, las capacidades de
454 los individuos locales. Además, son los que más necesitan
455 tener impulso para su crecimiento. Para mí, la
456 problemática va en función con la intención con que te
457 van dirigiendo las cosas, más que con las cosas en sí.
458 Porque hay cosas que son muy buenas, como los créditos.
459 Que el crédito esté carísimo, eso está mal.
460 En el tema del crédito, hay un programa que se llama Esta
461 es tu casa, que combina financiamiento y subsidio. Se
462 opera de la siguiente manera: hay estancias ejecutoras
463 que están acreditadas por la CONAVI, para bajar el subsidio.
464 Solamente lo pueden hacer entidades que tienen
465 capacidades de dar financiamiento. Bajan el subsidio, el
466 beneficiario pide su financiamiento y lo paga. Entonces la
467 instancia financiera se tiene que apoyar en otra instancia
468 que es un Organismo ejecutor de obra, que es una
469 entidad como Tu Techo, que es una oficina técnica que
470 resuelve proyectos. Básicamente lo que hace, es un
471 agente con capacitación, técnica, conocimientos,
472 personas que sepan resolver el tema de la vivienda, que
473 tenga una sensibilidad de trabajo con la población y que

474 tenga una metodología referida al diseño participativo y
475 algunas capacidades de realización. Es un esquema que
476 nosotros lo trabajamos muy bien, dónde la misma gente
477 hacía el trabajo.

478 **FAEG:** Sabemos que actualmente la situación económica es un
479 tema difícil no sólo en Jalisco sino en todo el país,
480 platíqueme por favor que tan lejano o cercano considera
481 el tener una casa propia.

482 **GMC:** De lo que yo espero y pienso, cercano. Dentro de la
483 realidad no estoy seguro, porque tampoco yo me he
484 puesto a buscar o conseguir eso. Más bien he estado
485 preocupado por otro tipo de instancias. Puedo decir que
486 estoy más preocupado por tener la casa de tu techo que
487 la mía. Pero de alguna manera conseguir la casa en Tu
488 Techo puede ser un buen augurio para después tener la
489 mía. Es algo muy interesante, es lo que hablábamos desde
490 que empezamos con Tu Techo, pensábamos que
491 estábamos formando una organización que quiere
492 defender una causa pero que no necesariamente era
493 sentida para nosotros. Pues empezamos siendo
494 estudiantes y vivíamos con nuestros papás. La realidad es
495 que ahorita todos somos demandantes de vivienda, de los
496 que estamos trabajando en la organización como
497 operativos somos 6 de base, la mitad vive con sus papás
498 y la otra mitad de manera independiente. De todas
499 formas seguimos creciendo, entonces cada vez hablamos
500 más de nosotros y nuestro problema. Pero yo estoy
501 convencido de que si lo vamos a poder hacer, de una u
502 otra manera.

503 **FAEG:** Retomando lo del programa INFONAVIT, lo consideras
504 una herramienta viable para conseguir una vivienda. Tú lo
505 utilizarías o lo has utilizado alguna vez para obtener
506 alguna vivienda.

507 **GMC:** No lo he utilizado porque no cuento con la cotización
508 suficiente para poder acceder a un crédito, a lo mejor
509 accedería a un crédito de 10 pesos. Estuve trabajando 4
510 años nada más en el sector privado, que es la plataforma
511 a partir de la cual puedes obtener INFONAVIT. Solamente
512 las personas que están trabajando en el sector formal
513 pueden cotizar en INFONAVIT. Está el FOVISSSTE que es
514 para los trabajadores del estado, son las dos estructuras

515 importantes que antes proveían de vivienda, ahora nada
516 más apalancan financieramente a los derechohabientes.
517 Es muy claro, FOVISSSTE para todas las personas que son
518 trabajadores del estado en los tres órdenes de gobierno:
519 municipal, estatal y federal y el INFONAVIT para todos los
520 trabajadores privados. Una persona que trabaja en una
521 asociación civil que está en nómina, debe de estar
522 asegurada en el IMSS.

523 **FAEG:** Pero desde tu punto de vista es una herramienta viable
524 para hacerse de una casa

525 **GMC:** Es una de las mayores conquistas que se ha tenido en
526 términos de los derechos sociales. Tanto el seguro social,
527 como el INFONAVIT o FOVISSSTE son grandes conquistas.
528 Realmente si aportan o le permiten una alternativa a las
529 personas para poder acceder a una vivienda, el asunto de
530 pronto tiene que ver un poco más con las modalidades,
531 de poder hacerlo de manera efectiva. Según la ley uno
532 puede atender la vivienda de la manera que quiera. Lo
533 que sí es una realidad es que hay una tendencia a
534 favorecer ciertas dinámicas, que es trabajar con los
535 desarrolladores de vivienda. Como alternativa para
536 apalancarse financieramente claro que me parece muy
537 bueno, que tanto el estado como los patrones privados
538 tengan una corresponsabilidad con respecto al desarrollo
539 de los trabajadores, eso en términos administrativos.
540 En términos de las soluciones que se consiguen de pronto
541 deja mucho que desear: *rotoplaslandia*. Por otro lado hay
542 unos componentes que son muy interesantes, por
543 ejemplo, en INFONAVIT está lo de la hipoteca verde que
544 es un subsidio particular que está dirigido para habilitar
545 ecotécnicas en las viviendas. De pronto también hay
546 algunas ciertas líneas certificadas que tienen algún favor
547 especial para que tengan sus aplicaciones de manera
548 masiva. Parte del crédito está destinado para eso si o si y
549 no lo van a poder usar más que en eso. Eso le abona cosas
550 tanto a la economía personal, de las familias que van a
551 contar con esos implementos, pero también a la
552 población en general, porque el impacto que genera el
553 acto de habitar se reduce de manera importante.

554 **FAEG:** Ahora bien, cuáles son los principales retos, desde tu
555 punto de vista, que enfrentan las personas que quieren
556 conseguir una casa.

557 **GMC:** Los principales retos para conseguir una casa, de entrada
558 es tener un buen trabajo. El principal reto es el tema
559 económico. Eso sí lo quieres hacer en el mundo de lo
560 legal, porqué de pronto lo formal se vuelve informal. Un
561 desarrollo habitacional de *rotoplaslandia*, considerado
562 como formal, con el paso del tiempo se desformaliza
563 porqué cada quién le va empieza a poner su sello propio.
564 De repente las fachadas iguales empiezan a tener frentes
565 distintos, decoraciones particulares, negocios enfrente
566 que no estaban pensados y que no estaban
567 determinados. Eso no está penado, ahí nadie dice nada.
568 Pero no te vayas a las colonias irregulares porqué ahí si
569 son informales. Por el contrario estas colonias
570 (irregulares) tienden a formalizarse con el tiempo porque
571 se empiezan a agrupar, piden la regularización del
572 terreno, se escrituran, empiezan a tener servicio, etc. Se
573 van formalizando de una manera diferente.

574 Creo que lo económico es el reto. Tu solución es como la
575 bolsa de papitas, dependiendo del tamaño tu cartera es
576 el tamaño de la bolsa de papitas que compras. Entonces
577 eso es lo que determina muchísimo, sobre todo en el
578 medio urbano. En el medio rural puede ser un poquito
579 diferente, porque la manera en que se resuelven las
580 personas en el tiempo es distinto, aquí en la ciudad no
581 tienes tiempo y sólo puedes subsistir con dinero. En el
582 campo subsistes con el medio y los ritmos están más
583 marcados por el medio y tú vas teniendo otro tipo de
584 espacio. Hay mucha gente en el medio rural que no tiene
585 problema con hacer su vivienda, la va haciendo de
586 manera paulatina pero poco a poco esta en ese proceso.
587 Yo pienso que lo económico y la necesidad de tener
588 resolver las dinámicas con las que uno puede acceder
589 realmente a las cosas y los tiempos para hacer que se
590 consoliden. Porque tú de pronto no puedes sacar un saco
591 de cemento y tenerlo ahí, tienes que ponerlo si no lo
592 pierdes. De manera que si tú no tienes quién te ayude, tú
593 lo puedes hacer pero no todo. Igual y vas haciendo el

594 muro y tu esposa te ayuda, ya lo levantaste, pusiste la
595 dala y todo, pero para hacer el colado necesitas 5.

596 **FAEG:** Ahora pláticame, desde tu punto de vista qué tipo
597 vivienda considera que es más funcional y cómoda para
598 vivir por ejemplo, una vivienda unifamiliar, un
599 condominio tipo coto o un edificio de departamentos.

600 **GMC:** Mira, para mí es mi dinámica de vida nunca he querido
601 rentar un departamento. Siempre cuándo he buscado
602 casa la he buscado unifamiliar, y normalmente la
603 comparto con amigos. Entramos en un régimen de
604 condominio al interior, pero regido por nuestro domino
605 de ese territorio de alguna manera.

606 Cualquier régimen puede ser bueno, pero depende
607 mucho de las aspiraciones que tengas de vida y las
608 posibilidades que tengas para ello. En cualquiera
609 encuentro ventajas, sin embargo, encuentro una
610 preferencia en la casa unifamiliar por la libertad de acción
611 básicamente. Es decir, reducir o minimizar las fricciones
612 con los vecinos son el asunto, por ejemplo, mis papás
613 viven en un condominio horizontal y problemas hay. Pero
614 siempre se pueden atajar y por otro lado, viendo hacia el
615 futuro, la propiedad privada a mí me parece una cuestión
616 insostenible y uno de los factores que genera la
617 desigualdad. Además está referido a una idea que yo no
618 comparto, en términos de que una parte del planeta me
619 pertenezca, como cuándo yo más bien es al revés,
620 nosotros le pertenecemos a este planeta, ¿quién tiene a
621 quién?

622 Por ejemplo, en término del problema de la vivienda una
623 de las cosas que he pensado que se debería de hacer, si
624 yo fuera el director general del Instituto Municipal de la
625 Vivienda, lo primero que haría sería detectar las
626 vecindades que hay en Guadalajara, todos esos lugares
627 avecinados en lo que alguien es dueño y les renta a mucha
628 gente, que pagan poquito pero con condiciones de vida
629 bajas porque el dueño no les da mantenimiento. Yo a esas
630 las expropiaba, construía condominios verticales para dar
631 vivienda a la gente, pero vivienda de buena calidad y
632 generar un sistema de administración. Para darles la
633 vivienda, que no tengas que comprar suelo, ¿Por qué

634 tener esa idea falsa de la propiedad privada? Yo le
635 apuesto más al rollo de la propiedad colectiva.
636 Vale la pena buscar al FUCVAM que es la Federación
637 Uruguaya de Cooperativa de Vivienda por Ayuda Mutua.
638 Cuando yo los conocí en el 2004 eran 18 mil familias
639 cooperativistas, que resuelven su vivienda a partir de
640 adquirir suelo comunal, donde hacen una asamblea y
641 todos son los dueños, con derecho de gozo y uso, donde
642 todos invierten y cuando tú te cambias por lo que sea te
643 devuelven tu inversión. Es un hecho productivo el de la
644 vivienda y el de la convivencia. Hacia allá deberíamos de
645 emprender.
646 El otro día estábamos comentando en el taller sobre los
647 problemas en términos de la vivienda. Alguien
648 argumentaba que en los condominios se la pasan
649 peleando y es una bronca que hay que considerar como
650 problema de la vivienda. Yo no estaba de acuerdo, me
651 parecía exagerado. Si se pelea el esposo y la esposa ¿en
652 realidad es un problema de la vivienda?, es un problema
653 de la convivencia y existe una autoridad que se hace cargo
654 de eso.
655 **FAEG:** Desde su experiencia en la casas que ha habitado, que
656 materiales de construcción considera más confortables,
657 seguros y resistentes.
658 **GMC:** En general la mampostería a mí se me hace muy bueno.
659 Yo tengo una predilección particular por el trabajo con
660 tierra. Con los materiales no estoy peleado, pero también
661 depende de cómo pienses. Cerca de aquí están
662 construyendo un edificio muy grande, está hecho de
663 concreto y además lo están revistiendo con ladrillo rojo,
664 se me hace un desperdicio de materiales. Por qué no
665 buscar que el edificio se vea bonito de otra forma, sin
666 desperdiciar tanto. También te saldría más barato y el
667 material podría servirle a alguien más. Es una cuestión
668 que tiene que ver con la ética política y arquitectónica.
669 Cuando vamos a comer con todo el mundo, yo siempre
670 me espero a que todos se hayan servido para hacerlo
671 después, porque así yo me asumo. En ese sentido yo
672 tengo una línea que depende mucho de esa parte.
673 Si hablamos de mi casa, a mí me gustaría que estuviera
674 construida con adobe, madera, acero, vidrio, bajareque,

675 que se vea la combinación de materiales. Por ejemplo,
676 materiales como el acero me pueden permitir aspectos
677 estéticos chicos y capacidad estructural importante, igual
678 el concreto. Con el adobe voy a tener una calidad interior
679 al ser termorregulador. De ninguna manera pondría un
680 muro lleno de concreto, a menos que cumpliera una
681 función estructural muy importante.

682 Todos los materiales al final son buenos, hay unos que son
683 mejores que otros en algunas cosas. Pero al final lo
684 importante es encontrar una manera adecuada de
685 combinarlos y de que te puedan resolver tu problema. Yo
686 lo haría desde una perspectiva que buscara con menos
687 conseguir más.

688 **FAEG:** Ahora hábleme sobre las cualidades que debe tener una
689 vivienda para que sea satisfactorio vivir en ella.

690 **GMC:** Fundamentalmente creo que deber ser un lugar que
691 tenga suficiente luz, que entre mucha luz, pero no entre
692 tanto sol. Que sea fresca y templada cuando se requiere.
693 Yo creo que básicamente eso, en términos de poder estar
694 en un lugar, depende mucho de estos dos factores. Lo
695 demás pueden ser particularidades muy específicas que
696 tengan que ver con la distribución de los espacios, y otras
697 cosas.

698 Yo simplemente me remito a cuál es la mejor situación
699 para estar en la que me puedo poner a pensar. Es tener
700 una sensación de estar refugiado adentro sintiéndote
701 como si estuvieras afuera.

702 **FAEG:** Estás satisfecho con la casa en la que vives ahorita.

703 **GMC:** En algunas partes si y en otras no. Por ejemplo, mi casa es
704 muy caliente en la parte de arriba porqué el techo no es
705 muy alto, es de 2.40 m que es una altura normal pero es
706 muy caliente, la distribución que tiene no es la mejor.
707 Pero el lugar me gusta, la combinación de los factores
708 tiene sus cosas buenas. De pronto pienso que es una casa
709 muy grande para los que estamos ahí, no cuesta mucho
710 mantenerla en cuenta al trabajo que se le tiene que
711 imprimir tomando en cuenta nuestro estilo de vida, que
712 no es tan casero.

713 Otra cosa que no me gusta, es que toda la casa está
714 construida a partir de un sistema tradicional de
715 construcción, tanto en sus instalaciones como en sus

materiales. Lo primero que hice cuando llegué a vivir ahí fue pintar las paredes porqué todas eran blancas, todo esto para darle una personalidad propia. Pero es la casa que más me ha gustado de las tres en las que he vivido. Porqué es la que tiene más espacio abierto, tiene una terraza y dos patios.

FAEG: Ahora vamos a pasar al tema de la utilización de materiales no convencionales para la construcción. Mi proyecto de investigación se basa en la utilización de material PET de desecho. Podrías describirme por favor, desde tu punto de vista, cuáles son los principales efectos de la gran acumulación de los residuos sólidos urbanos en las ciudades y si considera que el material PET forma parte de esta problemática.

GMC: A la segunda pregunta claro que si forma parte de la problemática. En cuanto a la primera pregunta, es abrumador. Ahorita no tengo el dato de la huella que generamos en ese sentido, pero el problema es muy grave. Yo me considero una persona medianamente consciente en términos de las cuestiones de consumo, trato de minimizar lo más posible la huella que dejo. Pero inclusive con eso me sorprende la cantidad de basura que generamos. Casi ya no consumo cosas en PET. Pero en la cuestión de plásticos como bolsas y eso, todavía no consigo reducirlo tan fuerte. Si yo que veo como genero un montón de basura y eso que no consumo tanto, me pongo a pensar en el gordito que desde las ocho de la mañana trae la bolsa de papitas, que a las 12 ya se comió otra y va comiendo chocolates y todo lo que va dejando en ese camino. De hecho hicieron una vez una especie de comparación fotográfica de familias en el mundo, donde decían está es la cocina de tal familia. De alguna manera se veía el desarrollo de basura que generaba de acuerdo a lo que consumían y es abrumador. En mi colonia Santa Tere, todos los días pasa la basura dos veces, en dónde vivía con mis papás pasaba una vez, allá por Bugambillas. En Santa Tere pasa dos veces por la cantidad de basura que se genera y la cantidad de gente también. Allá pasa una vez nada más porque hay menos casas a aunque a lo mejor generan la misma cantidad de

756 basura. Los lugares ricos producen más basura, pero no
757 son tanta gente.

758 **FAEG:** Conoce cuál es el destino final de la mayoría de las
759 botellas PET.

760 **GMC:** Depende porque hay mucha gente que recicla. Por
761 ejemplo, en el caso del sur de Jalisco hay una organización
762 intermunicipal que no recuerdo el nombre (Junta
763 Intermunicipal del Río Ayuquila JIRA). Pero son varios los
764 municipios de San Gabriel, Tuxcacuesco, Zapotitlán de
765 Vadillo, Tolimán, El Grullo, Ejutla. Ellos tienen un sistema
766 de separación súper chido en todos los municipios tienen
767 un sistema organizado de separación. Ya lo tienen desde
768 el 2004 más o menos. Hacen una separación bastante
769 efectiva, la gente lo separa en sus casas y luego los
770 deposita en los botes. Se llevan esos botes a lugares de
771 acopio, pero de ahí ya no sé hacia donde van y que es lo
772 que hacen. Pero si sé que tienen todo un proceso de
773 sistematización para el manejo de los desechos.

774 Aquí se hace pero de manera aislada, no tan
775 sistemáticamente. Aunque se han tratado de hacer
776 ensayos de ello, pero al menos en términos del servicio
777 público no hay nada.

778 **FAEG:** Dime por favor si conoce algún programa o reglamento
779 que contemple el reciclaje o reutilización de los desecho,
780 ¿cuáles?

781 **GMC:** El que te comento en estos municipios. En el DF cuándo
782 arrancaron el programa de separación de residuos,
783 hicieron una campaña fuertísima y creo que si les empezó
784 a funcionar. Para eso se tardaron creo que año y medio o
785 dos años para que les empezará a funcionar, pero
786 primero partió de una campaña sumamente intensa de
787 difusión y también advirtiéndole que iba a haber
788 penalizaciones. Aquí la quisieron hacer pero no la hicieron
789 bien, fuera de eso no recuerdo algún otro programa.
790 En muchas escuelas si tienen programas de este tipo.
791 Algunas personas que conozco que están en escuelas
792 primarias y secundarias me lo han comentado, al interior
793 de las escuelas se organizan cuestiones así. Pero no sé el
794 destino que les den.

795 **FAEG:** Retomando lo que te mencionaba al principio de mi
796 proyecto sobre la utilización de botellas que son

797 desechadas a la basura en un sistema constructivo podría
798 reducir la cantidad de basura y también ser utilizado en la
799 construcción de viviendas, cuál es tu opinión sobre esta
800 idea.

801 **GMC:** Es una idea sumamente buena, considero muy
802 importante el que se generen así como hacía mención de
803 las actividades productivas pequeñas de transformación.
804 En este caso, para mí es lo mismo, o sea, que se generen
805 alternativas para generar el máximo aprovechamiento de
806 las cosas que el hombre transforma desde la naturaleza y
807 que pueden tener diferentes momentos de utilidad
808 dentro de su ciclo de vida.

809 Es el mismo caso de nosotros las personas como seres
810 vivos que dependiendo de nuestra etapa de vida.
811 También tenemos características y particularidades,
812 seguimos siendo la misma persona desde que nacemos
813 hasta que morimos, pero nos desarrollamos y
814 manifestamos diferente. Las viviendas también, no es lo
815 mismo la vivienda que empiezan a necesitarla familia que
816 pareja que se acaba de casar y que al cabo de los años ya
817 son cuatro y pues tiene que crecer. La vivienda tiene que
818 adecuarse a la familia, pero después se reduce porque los
819 hijos se van, los familiares se van muriendo. Entonces de
820 pronto queda grande la casa y se tiene que adecuar pues
821 hay dinámicas nuevas, a lo mejor tú te quedas con una
822 parte y lo demás lo transformas y lo abres a otra dinámica
823 donde tú puedas involucrarte o a lo mejor no.

824 **FAEG:** Podría mencionarme las ventajas y desventajas le ves a
825 este proyecto.

826 **GMC:** Yo creo que las desventajas van a depender de la
827 dificultad que se tenga para formar de manera adecuada
828 esa transición de desecho a reutilizable. En esto se
829 encuentra la dificultad, porque de lo demás yo creo que
830 todo sería una ventaja. Puede depender desde el punto
831 de vista que lo tomes, para un conservacionista del medio
832 ambiente la ventaja es que va a dejar de haber algo que
833 causa repercusiones al ecosistema. Para una persona que
834 a lo mejor que no tiene nada podría utilizar las botellas
835 rellenarlas de tierra y conformar pequeñas estructuras.
836 Si a partir de esto se conforma un material que sea
837 fácilmente construible y que puedas erigir con rapidez

pues eso también es una ventaja. Si tienes eso y además es barato y accesible para las personas. Si las personas lo pueden producir ellos mismos es una ventaja. Yo le veo en todo caso más potencialidades ventajosas que contraproducentes.

En todo caso las desventajas que yo le podría ver, tienen que ver con de qué manera a lo mejor el plástico puede eventualmente dañar la vida de la gente. Pero no creo, porque el PET es utilizado para almacenar alimentos. En esta cuestión es importante explorar para encontrar nuevas posibilidades, así se desarrolló la onda del concreto armado a través de experimentación.

FAEG: Lo consideras un proyecto viable.

GMC: Puede tener dos vertientes, desde mi punto de vista, una que tenga que ver más desde una conceptualización dirigida hacia el conservacionismo, que puede ser un poco más desarrollada en términos como económicos. Y otra que puede ser más desarrollada en términos técnicos, que tenga que ver con las propiedades del material, etc.

Justo son las cosas que tengo que desarrollar en el planteamiento del problema que estoy haciendo ¿cómo vamos a definir las cosas que son adecuadas?, o sea, ¿cuáles son las cosas que están bien?, ¿cuáles son los criterios mínimos de calidad que se deben considerar, pensando en establecer como un estándar? Hay una parte que tiene que ver con ¿por qué el diamante cuesta eso? O ¿por qué el oro cuesta lo que cuesta? Hay una relación muy importante en términos de las propiedades físicas que tiene como dureza, durabilidad, brillo, etc. Dependiendo de lo que se busque. Eso te va a dar una categoría, pero también hay otra que está súper fuerte que es la de las significaciones. Ahí entras en una dimensión diferente, porque cómo te explicas que la gente tenga hoyos en su casa y que les entra agua por un lado y por el otro tenga una pantalla muy grande.

Otro ejemplo, los wirras priorizan otras actividades al de construir su vivienda y tienen todo para hacerlo. Tienen el barro para hacer adobe, tienen la madera, tienen paja para los techos pero hacen otro tipo de cosas. Tienen otros intereses.

879 **FAEG:** Si tú fueras habitante de una vivienda que se construyera
880 con este sistema, que esperarías del funcionamiento

881 **GMC:** Lo que esperaría es lo que contesté en la pregunta sobre
882 las cosas que me da mi casa. Porque para dar una
883 respuesta con mejor dirección, tendría que conocer las
884 propiedades del material y no sabemos cómo puedan
885 esas propiedades una vez que esté reconformado.

886 Por ejemplo hace poco desarrollaron el concreto
887 translucido, y piensas que es un gran avance y que está
888 muy chido. Pero no sabes necesariamente cómo se
889 comporta. Lo que si te podría decir, que de ninguna
890 manera pondría un muro con lámina orientado al este o
891 al poniente, jamás, porque es un horno y sabemos la
892 forma en que funciona el material. En este caso habría
893 que ver como se conforma para ver su comportamiento.
894 Más bien lo que esperaría, es que me pudiera ofrecer lo
895 que yo espero, pensando en que pudiera ser toda de este
896 material. En todo caso, si no es así, simplemente que me
897 permite dar una solución. Depende mucho de la
898 distribución y del espacio arquitectónico para saber qué
899 tipo de material vas a utilizar. Habrá que ver que
900 elementos puede ofrecer el material, saber de qué
901 manera el material se puede combinar con el cemento,
902 que tanta capacidad puede tener para volverse
903 estructural, que tratamiento debiera tener para ser
904 translucido u opaco, que pasa si es como celosía.
905 Pensando en esto de las propiedades físicas, porque
906 pensando en las propiedades simbólicas o de significación
907 podría generar problemas, pues la gente busca la
908 construcción con concreto. Un ejemplo, el multipanel,
909 que tiene una lámina metálica por ambos lados y al centro
910 un hule espuma y hay de diferentes grosores, son
911 aislantes. Las cámaras de refrigeración de los Oxxo las
912 hacen con eso. Yo nunca utilizaría este tipo de panel para
913 una vivienda, a pesar de que es un material bueno,
914 durable y térmico, pero es muy artificial, yo no quiero vivir
915 en un hotel o una oficina corporativa.

916 **FAEG:** Los impactos que tú ves al desarrollar este proyecto a
917 corto y a largo plazo cuáles serían...

918 **GMC:** Sobre todo en el corto plazo, podría ser que aparezca en
919 el mercado una alternativa más para poner construir. A

920 mí me gustaría se diera o se pudiera conseguir de tal
921 forma que fuera accesible a las personas en situación de
922 pobreza, marginación o vulnerabilidad que son los que
923 necesitan encontrar alternativas. Los que tienen dinero
924 como quiera lo resuelven y lo pagan, en término del
925 acceso a las personas.

926 En términos del material o del hecho productivo en sí. De
927 entrada el que se pudiera establecer una dinámica de
928 acopio para recuperar los desechos y darles un nuevo
929 destino que no sea simplemente esperar en que
930 momento el planeta puede descomponerlos. Eso me
931 parece sumamente bueno y ventajoso. Yo sí creo que la
932 dirección que yo le daría sería generar una alternativa
933 para resolver el problema de quiénes más complicación
934 tienen para ello.

935 Porqué por otro lado podría ser sólo un producto que
936 pueda ser competitivo en el mercado y que se dispute la
937 derrama que se está generando en el tema de vivienda.
938 Ahora justamente me acaban de postear lo que hicieron
939 unos canadienses, una pintura que puede conseguir que
940 cualquier superficie se vuelva celda fotovoltaica. Pero
941 ¿cuánto nos va a costar? Hay que comprarla para llevarla
942 a la sierra, pintar las casas y que tengan luz, obviamente
943 que si el bote cuesta 200 mil dólares y te alcanza para
944 comprar un metro cuadrado. Es buena idea, pero el chiste
945 de todo esto es como le haces para que puedas tener una
946 sustentabilidad social.

947 También si fueras un poco más de científico de bata,
948 podrías decir: - ¡Ya descubrí que esto se hace! No sé si
949 pueda aplicarse en la vida pero ya descubrí algo-, también
950 se puede descubrir que las cosas no se hacen así. De
951 pronto siento que hay un componente muy importante
952 que es como esto pueda adquirir una importancia para
953 atender una problemática. A lo mejor puedes descubrir
954 en el proceso de investigación que tal vez el material te
955 puede ser más benéfico para otro tipo de cosas, no
956 necesariamente como elemento constructivo tal cual,
957 puede ser otra cosa.

958 **FAEG:** Regresando a los proyectos sustentables, para poder
959 lograrlos es necesario un cambio de conciencia y
960 educación ambiental en la población, pero que otros

factores consideras de mayor importancia para llevar
acabo estos proyectos.

GMC: Es una pregunta bastante amplia. Yo pienso que lo que se
necesita es hacer abordajes complejos de los problemas
porqué en este caso y desde la perspectiva de la
sustentabilidad, al menos de donde la he aprendido yo.
Haciendo un diferendo importante respecto de lo
sostenible. No es lo mismo lo sostenible que lo
sustentable, de pronto hay quienes dicen que sí. Pero yo
con la formación que tengo siempre he podido hacer una
diferencia bastante clara que tiene que ver con que lo
sostenible simplemente tiene que ver con la generación
de los recursos para que se siga teniendo una utilidad, es
más como las baterías recargables. El caso de la
sustentabilidad no solamente se trata de lo energético o
de lo funcional, sino que es importante cubrir una
dimensión económica, social, una dimensión ecológica,
cultural, una dimensión política. Entonces ahí es un
abordaje más complejo que tiene distintos tipos de
tensiones y que parte mucho de lo que te comentaba
hace rato con la manera de aplicar programas.

Si voy a hacer una cruzada contra el hambre, me aseguro
que los trabajos estén bien pagados, porque es lo que le
va a quitar el hambre a la gente, desde ahí es como pensar
con esa integralidad. Si vas a un trabajo en un lugar que
es de difícil acceso voy a producir material ahí mismo, en
la localidad, para generar una mayor derrama económica.
Voy a dotar de capacidades a la gente, hacer que trabajen
en conjunto, que arraiguen sus hechos culturales en
cuestiones de desarrollo. Más que nada lo que se tiene
que hacer es hacer desarrollos conceptuales, escribir
proyectos, plasmar ideas y socializarlas. Sentarse,
ponerlas en común con los grupos de interés con las que
se van a hacer las cosas y llevarlas a cabo. Pero sobre
todo, lograr posicionar eso por encima de otro tipo de
prácticas. Al final todas las cosas son convenciones, o sea,
las chicas usan biquinis por una cuestión de convención
estética, la belleza no es lo mismo ahora que lo que era
antes. Ahora es un componente que a veces ni siquiera es
claro, o bueno, es más o menos claro dependiendo de la
hegemonía que lo impone. Antes la belleza estaba

1002 referida a la representación de la realidad, antes de eso
1003 estaba referida a la representación de la deidad, después
1004 estuvo referida al desarrollo de la razón, después a las
1005 posibilidades de la razón que empezaron a ser súper
1006 divergentes con el arte conceptual y entonces ahora
1007 cualquier cosa puede ser arte y todo depende de cómo lo
1008 entiende un observador, en una parte, porqué también
1009 está el que lo hace. Ese abordaje lo siento parcialmente
1010 subjetivo.

1011 **FAEG:** A partir de la información recibida y desde tu punto de
1012 vista, cuál crees que sería la reacción de la población a
1013 utilizar este tipo de material para la construcción de la
1014 vivienda, crees que lo aceptarían de buena manera.

1015 **GMC:** Yo creo que sí, y depende. Mira hay contrapuntos, yo me
1016 acuerdo muy bien cuando empecé a estudiar
1017 arquitectura, desde el inicio iba con mis huaraches.
1018 Estábamos ahí en el ITESO y todos los compañeros en un
1019 rollo súper fresón, sobre todo las amigas. De toda la
1020 generación el ala más fresca, así que imagínate. Entonces
1021 tenemos una repentina y vamos a San Juan de Dios, yo
1022 compro una bolsa de mandado, la de plástico con hoyitos
1023 media transparente, que toda la vida la gente ha usado y
1024 que nadie las aprecia, sólo es parte de nuestro folklor y
1025 ya. Y cuándo la vieron las chavas fue así de: - ¡Wow!
1026 ¿Dónde la compraste? ¡Está padrísima!-, todas
1027 regresaron con su bolsita demandado y empezaron a
1028 llevarla a la escuela como mochila.

1029 La apropiación de los sistemas de pronto puede ser
1030 bastante subjetivo o inducida por otros factores. Para
1031 poner un ejemplo, en SEDESOL desde que entró este
1032 gobierno empezaron a manejar un programa que se llama
1033 *Techo digno*, que consistía en dar láminas de asbesto,
1034 ahora nombrado fibro- cemento, y eso no tiene digno
1035 nada. De entrada la palabra dignidad tiene una
1036 complicación muy fuerte porque no dice nada, no es clara
1037 para definir las cosas, vivienda digna no quiere decir nada,
1038 la dignidad es lo que merece uno. Como humanos,
1039 merecemos una vivienda humanizada, lo digno es muy
1040 vago porque entonces yo considero mejor esta parte de
1041 la vivienda adecuada.

1042 La manera en cómo está definido en la CONAVI en la
1043 calidad de los materiales, esta lámina no cumple, pero la
1044 ponen como techo digno. A la gente no le gusta que les
1045 hayan quitado sus techos de paja por esas. Un poco las
1046 aceptan porque se las da el gobierno, pero no
1047 necesariamente las ven muy bien. De pronto hay unos
1048 contrapuntos respecto a la aceptación de los materiales,
1049 yo creo que va a depender de 4 factores esenciales: 1) la
1050 facilidad de acceso, que es que tan fácil es disponer de él
1051 o no; 2) el costo; 3) la facilidad de instalación y 4) la
1052 calidad del material. Eso son factores importantes para
1053 generar una valoración.

1054 El adobe por ejemplo, tiene una contradicción dentro de
1055 la aceptación porque por un lado es el material con que
1056 se han construido las viviendas y edificios en el país desde
1057 siempre, pero está considerado como un material no
1058 duradero. El material es increíble, es barato y accesible en
1059 todos lados pero, el parque habitacional construido con
1060 adobe que en general de manera muy importante desde
1061 antes de 1990 tiene ya más de cien años de existencia y
1062 bueno todo lo colonial. Muchas de esas cosas están
1063 todavía muy bien porque están bien hechas y no tienen
1064 problema, muchas no se hicieron con la técnica
1065 adecuada, con la asesoría o supervisión adecuada, con la
1066 calidad adecuada si quieres, por el proceso productivo
1067 particular que tuvieron ahí, pero no por el sistema
1068 constructivo como tal.

1069 Se desestima un poco un material que no necesariamente
1070 son los reales o los sensatos. Depende mucho de esos
1071 factores y también de la manera en cómo se vaya
1072 insertando el material en los distintos nichos en donde se
1073 pueda llegar a posicionar.

1074 **FAEG:** Conoces algún programa de gobierno que podría aportar
1075 recursos económicos para llevar a cabo este proyecto, ya
1076 sea como proyecto sustentable o la construcción de una
1077 vivienda digna.

1078 **GMC:** Hay varios y depende de los momentos. Hay unos
1079 programas dónde están vinculados la CONAVI y el
1080 CONACYT para el desarrollo de investigaciones en
1081 términos de tecnología. Justamente para desarrollar tal
1082 cual lo que tú estás haciendo. Pero eso está dirigido a

1083 hacer producto, hacer las pruebas, ver el rollo de calidad,
1084 definir el procedimiento para que entren en norma. Es
1085 toda la parte técnica que puede ser la línea que
1086 desarrolles. La otra asumiendo que ya hay un producto
1087 que se va a posicionar, más que por posicionar el
1088 producto de manera particular, si hay programas que
1089 están dirigidos a apoyar procesos de vivienda y casi todos
1090 tienen apartados de proyectos especiales o con carácter
1091 de sustentabilidad, dependiendo de quién los genere.
1092 A nivel federal los que lo puedes hacer son la CONAVI que
1093 normalmente no tiene programa particulares para que se
1094 desarrollen, operan uno que es el de financiamiento y
1095 subsidio donde este podría entrar de manera intrínseca
1096 como parte del sistema constructivo. Es decir, yo
1097 beneficiario voy a hacer mi casa con este sistema, por el
1098 hecho de que es mi casa y yo decido como la quiero hacer.
1099 Para que sea una cosa de más inserción depende de cómo
1100 se vaya haciendo la gestión con las autoridades que son
1101 los que van a definir la voluntad política para que se
1102 apertura una cosa así.
1103 El producto prefabricado que puedes generar podría
1104 entrar a partir de un proceso de gestión o que se vea que
1105 es bueno. Por ejemplo, todas las escuelas que se hacen a
1106 nivel rural salen a partir de un prototipo que diseñó
1107 Ramírez Vázquez. El diseño todo el prototipo, el
1108 funcionamiento, toda la lógica y eso dentro de todo el
1109 país aplica, a partir de una política pública. Si hay
1110 maneras, además tienes programas federales, programas
1111 estatales y programas municipales. En cualquiera de los
1112 tres órdenes a partir de una línea de gestión se pueden
1113 llevar a cabo acciones, pero se tiene que buscar cuál es la
1114 reglamentación de operación o las normas bajo las que
1115 operan las instancias que llevan a cabo acciones
1116 relacionas con la vivienda. La verdad son particularmente
1117 a nivel estatal y municipal son malos, ejercen recursos sin
1118 apostar por proyectos sólidos o fuertes. En la federación
1119 sí porque tienen que medir indicadores y los establecen
1120 desde el principio, yo tengo cuestionamiento de ellos
1121 pero están bien contruidos.
1122 Muchas veces los programas o proyectos federales están
1123 elaborados con justificaciones colgadas medianamente

1124 de las cosas que están establecidas en la federación, pero
1125 la instrumentación no tiene nada que ver. Lo que tiene
1126 que ver son las cosas más electoreras. En ello hay una
1127 dificultad porque mucho de eso se mueve a partir de
1128 intereses políticos y económicos. Si se puede, pero hay
1129 que ir encontrando maneras, uno tiene que generar una
1130 cosa fuerte que permita beneficiar a alguien más. Esa
1131 intersección de intereses que se genera se debe
1132 aprovechar para que se pueda apuntalar una cosa.

1133 **FAEG:** Crees que sea importante recurrir también al
1134 financiamiento de instituciones privadas, considera usted
1135 que es una opción viable el recurrir a estos organismos.

1136 **GMC:** Mira, nosotros podríamos ser uno (Tu Techo) la cuestión
1137 es que no tenemos capital, lo podríamos hacer a partir de
1138 vincularlo con algún otra instancia como un proyecto de
1139 investigación por ejemplo. Te voy a poner un ejemplo, mi
1140 hermano estudió física, luego una maestría en economía,
1141 luego volvió a entrar una maestría en econo-física y
1142 ahorita está en el doctorado de física otra vez. En el inter
1143 entre la maestría y el doctorado empezó a trabajar con su
1144 tutor y un grupo de investigación dirigido por una
1145 institución privada. El grupo estaba dirigido por un Doctor
1146 con mucha lana, que no es muy brillante pero publica
1147 mucho, entonces querían desarrollar un proyecto de
1148 reactor químico, básicamente con una caldera de bruja.
1149 Empezaron a hacer el proyecto, investigaron que
1150 necesitaban y todo, después para financiarlo entraron a
1151 un programa de CONACYT de eco-inversión. Donde
1152 CONACYT pone una parte y la otra parte sale del
1153 solicitante, al final se les complicó el escenario y
1154 desistieron del proyecto con CONACYT. Se acercaron con
1155 una empresa que les dijo que lo hacía, contrataron a mi
1156 hermano y lo llevaron a la empresa para desarrollar el
1157 proyecto de manera particular. Pasó el tiempo y después
1158 se desencantaron un poco y mi hermano terminó
1159 saliéndose, porque de alguna manera lo que vio, que es
1160 una cosa paralela, que el privado no estaba muy
1161 interesado en el desarrollo tecnológico, sino más bien en
1162 tener en su plantilla laboral a un investigador con un
1163 proyecto de investigación para decir que estaba haciendo
1164 investigación.

1165 Se puede y hay quién está interesado. El riesgo es en todo
1166 caso que también al inversionista de alguna manera le
1167 pertenece lo que haces cuándo mete lana. Nosotros en Tu
1168 Techo por ejemplo, desde que empezamos siempre
1169 tuvimos las ganas de conformar un consejo de privados
1170 que nos dirigiera-apoyara, que nos dirigiera moralmente
1171 y nos apoyara económicamente. Nosotros vimos cuándo
1172 empezamos a hacer nuestra procuración de recursos con
1173 privados sobre todo al principio, los privados siempre
1174 querían orientarnos a sus acciones. Más allá de respetar
1175 nuestra acción y cómo lo estamos haciendo, siempre la
1176 situación era de: Si te ayudamos pero haz esto. Con lo que
1177 nosotros no estábamos de acuerdo. Pero detrás de
1178 nosotros no hay nadie más, eso te permite ir con tu
1179 búsqueda.

1180 **FAEG:** Esas son todas las preguntas, tienes algún comentario
1181 adicional.

1182 **GMC:** Nada más que el proyecto es muy alentador, la verdad es
1183 que a mí me da mucho gusto ver que se estén generando
1184 de manera local esfuerzos en ese sentido y ese tipo de
1185 búsquedas porque es muy poco lo que se hace realmente
1186 sobre todo de generación propia, local. De pronto puede
1187 ser que te topes con muchas cosas que se han hecho,
1188 pero eso también nos ayuda a dar otros pasos que no se
1189 habían dado. Habrá que encontrar la manera que aquellas
1190 cosas que se han generado antes puedan ser más
1191 accesibles para otras personas, puedan tener otra
1192 manera consolidarse mejor, puedas identificar los puntos
1193 clave de esos procesos de transformación y que le puedas
1194 dar una reinterpretación y lo puedas reformular en
1195 alguna u otra alternativa. Se me hace sumamente valioso
1196 y que bueno que vayas por esa búsqueda.

ENTREVISTA 3 CLAVE E03

Datos de los entrevistados

Nombre: Mtro. Pedro Antonio Gaeta Vega

Ocupación: Director General de Planeación y Gestión Urbana

Nombre: Dra. Esmeralda Velázquez García

Ocupación: Coordinadora General de Proyectos Estratégicos Urbanos

Datos de la entrevista

Fecha de realización: martes 16 de junio de 2015

Lugar: Oficinas de la SEMADET, Avenida Circunvalación Agustín Yáñez 2343 tercer piso, colonia Moderna, código postal 44130, Guadalajara, Jal.

Hora de inicio/fin: 10:30/12:00

Datos del entrevistador

Nombre: Francisco Antonio Espinosa Guzmán

Ocupación: Maestrante de Proyectos y Edificación Sustentables, ITESO.

-
- 1 **Francisco Antonio Espinosa Guzmán (FAEG en adelante):**
2 Buenos días a los dos, les agradezco mucho el tiempo para
3 hacer esta entrevista. La problemática a la que yo me
4 estoy enfocando la resumo en tres puntos principales: 1)
5 la falta de materiales sustentables para la construcción,
6 2) la falta de vivienda y el rezago habitacional; y 3) la gran
7 acumulación de residuos sólidos. Me estoy enfocando a
8 investigar los sistemas constructivos existentes
9 convencionales y no convencionales, a partir de eso
10 analizar las ventajas, desventajas y características
11 principales y poder desarrollar uno nuevo con material
12 PET. La entrevista va enfocada a vivienda, residuos y
13 como ven el proyecto para ser desarrollado en los
14 próximos años. Podrían decirme por favor cómo perciben
15 esta situación en el estado.
- 16 **Pedro Gaeta Vega (PGV en adelante):** Hasta ahora la vivienda
17 ha tenido diferentes etapas, hablemos de los años 70 para
18 acá. Según el nivel de ingreso de la población, se venía

19 atendiendo el mercado de la vivienda en tres estratos
20 básicamente; 1) la vivienda media, obviamente de clases
21 medias, con ingresos profesionales con formas de
22 conseguir créditos bancarios a intereses moderados
23 compraban vivienda individual. 2) La residencial siempre
24 ha tenido un mercado preferencial y son muy pocos,
25 hacen sus mansiones conforme a diseño, etc.

26 El estrato medio tenía un cierto desarrollo durante los
27 años 70 y parte de los 80. Pero las crisis económicas, la
28 caída de los ingresos, el aumento de la pobreza, todo este
29 fenómeno socioeconómico. Al mismo tiempo que la
30 anterior en los años 60 y 70 el estado mexicano desarrolló
31 un programa muy intenso de construcción de vivienda
32 popular a través del INFONAVIT.

33 EL INFONAVIT generó muchos recursos económicos y el
34 estado era constructor de vivienda y de grandes
35 desarrollos de vivienda popular. Eso también se acabó
36 con las crisis financieras del estado mexicano y se redujo
37 mucho la cartera para la construcción de vivienda. Sin
38 embargo, la industria de la construcción de vivienda se
39 focalizó propiamente en el dinero que acumulan los
40 trabajadores a través de los fondos gubernamentales del
41 INFONAVIT, del FOVISSTE, pensiones del estado,
42 FONAPO, etc.

43 Se focalizó a construir viviendas de tipo popular como las
44 anteriores pero ahora más pequeñas, en condiciones más
45 depauperadas, por el espacio disponible, por las
46 amenidades de que disponen los fraccionamientos estos
47 y se convirtió prácticamente en un problema no
48 solamente habitacional sino social también, la vivienda
49 popular. En esa situación estamos ahora, no estoy
50 hablando del mundo enorme de autoconstrucción que
51 existió siempre, desde los años 60 o desde dónde
52 hagamos la cuenta. La autoconstrucción y la ocupación de
53 terrenos irregulares ejidales que se venden a bajo precio
54 y la gente construyen su propia vivienda como puede. Ese
55 es un mundo que casi siempre se oculta un poco y se
56 focaliza más bien a los grandes desarrollos habitacionales
57 del INFONAVIT.

58 Actualmente la Cámara de la Industria de la Vivienda se
59 ha convertido en una punta de lanza de presión para

seguir construyendo fuera de la ciudad dónde los precios
de los terrenos son bajos. Esa es la problemática.

Esmeralda Velázquez García (EVG en adelante): Tomando en
cuenta los problemas que consideras en tu investigación
respecto a la vivienda. Mencionabas que existe una falta
de materiales, pero también hay un desconocimiento de
que existen materiales para poder utilizarlos como una
medida de vivienda sustentable. Creo que además de eso,
la política que se siguió, la forma en que se visualizó a las
ciudades, al apostar por ciudades competitivas a costa de
sacrificios ambientales y sociales fue también un
detonante importante en la política de vivienda.

La política de vivienda fue dirigida por esos grandes
indicadores de cuántas viviendas nuevas se generaban,
cuando en realidad también había muchas viviendas que
se estaban deshabitando y había otro problema
importante. Pero se contabilizaban como ciudades
competitivas, el número de recursos lo podías bajar para
poder tener vivienda. Políticamente era muy rentable
decir: - Di tantas viviendas a la sociedad -. Creo que esta
dispersión que se dio en las ciudades ha generado
también otros problemas en la misma vivienda que son
sociales y ambientales.

Realmente el eslogan y esa política de otorgar nueva
vivienda fueron importantes y nos la vendieron. Muchos
dijimos, ahora ya podemos adquirir una vivienda nueva.
El problema es que la compramos dos horas lejos de tu
trabajo, con una jornada de ocho horas. Entonces son 12
horas fuera de tu casa, la convivencia social, el descuido,
la desintegración familiar que hay, el gasto de traslado,
todo este tipo de cosas de política de vivienda tienen una
repercusión muy importante en esta desintegración
familiar y en este tejido que antes se tenía, porqué podías
tener los lugares cerca como mercados, escuelas, tú
trabajo. Ahora realmente buscas escuelas de tiempos
completos por qué no tienes el tiempo para poder hacerlo
de otra manera.

El apostarle a la política de desarrollo con una visión de
ciudades competitivas se apostó demasiado a la
dimensión económica y se descubrió la otra parte social y
ambiental. Podemos decir, hay mucha inseguridad,

bullying, cuestiones que ya están siendo el resultado de los procesos que se vinieron haciendo solo por vender, que la gente pudiera tener una casa propia. Fue importante la dirección que se le dio a la política.

FAEG: Conocen ustedes el número de personas exacto o aproximado que no cuentan con una vivienda digna, por decirlo de algún modo, en el estado o en la Zona Metropolitana de Guadalajara.

EVG: Yo creo que cuando hablamos de una vivienda digna entramos como al concepto de que nos parece digno. Creo que ahí depende mucho de la concepción que cada quien tiene y las necesidades que tu percibes. Tú puedes tener una casa con alberca, con cinco recamaras y decir: - ¡Esto es digno!

El número exacto de personas con ese rezago yo no lo conozco. Seguimos creyendo en estos indicadores o estos números que nos ayudan a vender, entonces hay números que se dan por parte de la industria de la construcción que lo que quiere es hacer casas y tener clientes. Entonces sus números no coinciden con algunos oficiales que se pueden dar, porque ellos consideran que debe de haber mayor recurso o subsidio a la vivienda porque hay mucho rezago habitacional.

Ahorita nos encontramos en un problema en la metodología para determinar el rezago porque anteriormente podíamos identificar que quien tenía necesidad de una vivienda era la mamá, el papá y los hijos. Revisando las estadísticas, podemos identificar jefes de familia y ver cuantas casas puede tener. Pero ahora ya nos encontramos con una construcción social de familia un poco diferente, porque ahora eres joven, no te casaste, pero quieres una familia, también son parejas del mismo género que deciden hacer su hogar y serían ellos quienes necesitan una familia. Creo que ahí tendríamos que trabajar muy bien en esta metodología para poder construir un indicador que te pueda dar el rezago. Porque necesitas determinar cuántos hogares se necesitan para determinar que tienes un rezago o dimensionar el estado que se tiene.

PGV: Los números del rezago de vivienda son muy relativos, porque la estadística que se ha utilizado tradicionalmente

para definir la demanda de vivienda ha sido el crecimiento demográfico y quién es un poquito más fino y llega utilizar la estadística de la nupcialidad o la formación de parejas. Supuestamente una pareja nueva es un nuevo hogar. Hay muchos supuestos ahí.

Cuando los desarrolladores de vivienda hacen su estadística consideran que el crecimiento demográfico en la ZMG o en un municipio en particular, es la demanda de vivienda que hay. Sin considerar toda la vivienda existente en renta o abandonada, ni tampoco toman en cuenta todo el mundo de la autoconstrucción. De manera que es un mundo irreal que se fijan como objetivo, desarrollando vivienda y luego no se les vende, o se les vende y la abandonan.

Es un mundo bastante complejo el de la vivienda por estas razones, porque compran suelo barato pero sin servicios, ellos venden las casas sin servicios. No basta el servicio de agua o drenaje, sino sin servicios de recolección de basura y sin servicios de transporte, escuelas, hospitales, sin servicios comerciales y sobre todo sin trabajo para la gente. Eso hace pues que la gente compré solamente un lugar para dormir pero está fuera todo el tiempo.

Esos lugares para dormir se vuelven vandálicas inmediatamente porque no hay quién los cuide, se quedan solas las viviendas. Entonces cuando la gente que compró se da cuenta de eso, prefiere venirse a vivir a la ciudad ya desarrollada rentando. El número de viviendas abandonadas en los cuatro municipios que tienen desarrollos habitacionales periféricos es enormes, se dice que un 47%.

FAEG: Podrían mencionarme los aspectos o factores tanto positivos como negativos que ustedes consideren más importantes en el tema de la vivienda.

EVG: Yo creo que los aspectos negativos son considerar la vivienda como una estructura de la puerta hacia adentro. La vivienda debe ser concebida dentro de un espacio integral y también el entorno urbano es parte de la vivienda. La vivienda en ciudades dispersas genera desintegración social importante y costos económicos de traslado y los tiempos perdidos. En cuanto a lo positivo,

183 debe de pensarse el espacio donde tú convives con tu
184 familia, dónde tu descansas, que sea apropiado
185 precisamente para convivir y apropiado para descansar.

186 **PGV:** Hay un factor fundamental que no es achacable
187 directamente a los desarrolladores de vivienda actuales,
188 aunque ellos retoman ese enfoque. La vivienda como
189 mercancía, la vivienda dentro del capitalismo más
190 reciente se mercantilizó a tal grado que los que producen
191 vivienda quieren venderla al costo que la gente pueda
192 pagar. Como los salarios han perdido poder adquisitivo,
193 hacen la vivienda cada vez más económica en el sentido
194 tal cual mercantil, con la menor cantidad y menor calidad
195 de los espacios y de los materiales. Eso hace que se
196 construyan viviendas inhabitables y con todos los
197 problemas que ya se mencionaron de tipo social.

198 De las cosas positivas, el gobierno federal es el que marca
199 la política nacional en materia de desarrollo urbano y
200 vivienda, los estados seguimos más o menos la pauta
201 marcada según los problemas de cada estado. Nosotros
202 tenemos problemas en la ZMG que son iguales a los de la
203 ciudad de México, entonces tenemos que visualizar la
204 ciudad como el espacio de todos para habitar, trabajar,
205 hacer vida social y esparcimiento. Esto lo retomó el
206 gobierno federal y estableció una nueva política de
207 desarrollo urbano y vivienda, que las ciudades no pueden
208 seguir extendiéndose indefinidamente hasta que se
209 consolide según los recursos de moviidades, para poder
210 integrar vivienda, trabajo y servicios. Se estableció una
211 política de reducir los subsidios de INFONAVIT y de todos
212 los fondos de vivienda a un cinturón fijado en torno a las
213 ciudades para limitar el crecimiento hacia afuera y que
214 crezcan dentro y hacia arriba. Esto tiene sus propios
215 problemas, pero bueno, es una política ya. Estuvimos más
216 o menos 24 años sin política urbana y de vivienda, eso
217 hizo lo que vemos.

218 Los ayuntamientos o los municipios otorgaron permisos
219 para construcción al que les pidiera y se generó todo lo
220 que ya estamos viendo. La nueva policía es de volver a
221 limitar el crecimiento en cuanto a la extensión y
222 concentrarlo

FAEG: Sabemos que actualmente la situación económica es un tema difícil no sólo en Jalisco sino en todo el país, platíqueme por favor ustedes que tan lejano o cercano consideran el tener una casa propia. Enfocados a evaluar a toda la población, no solamente a las personas de escasos recursos.

PGV: El tener casa propia es un factor cultural, en los países desarrollados en Europa por ejemplo, tener una casa propia no es una mea existencial porque hay mucha gente que renta un piso dentro de la ciudad y paga renta. Claro, el sistema es otro, tienen un sistema de salario y de pensiones que no les preocupa tener un patrimonio para heredarlo a las siguientes generaciones. Nuestra cultura es diferente, nuestras ciudades hacen cada vez más difícil tener una vivienda unifamiliar por cada núcleo familiar, es decir, que tengas en propiedad una vivienda con su propio suelo y no tengas a nadie arriba. Eso no es posible en las grandes ciudades como esta, de manera que toda la gente que viene inmigrante buscando trabajo y oportunidades lo que hace es buscarse un lote en un ejido y empezar la autoconstrucción. Pero también el rentista urbano que ya tiene una propiedad quiere venderla o rentarla a precios que no alcanza esa población que viene, esa es una contradicción muy fuerte.

Aquí en Guadalajara tenemos muchísimas casas abandonadas, de aquí para abajo hasta el centro encuentras multitud de casas abandonadas que ni se rentan, ni se venden, porque para vender ponen precios que nadie puede comprar y para rentarlas igual. Es un problema de mercado, que la gente le pone un precio al suelo superior al que puede comprar las personas que vienen de fuera. Esa es la crisis de la ciudad, que todavía no le encontramos solución.

EVG: Quería comentar que el decir: -¿Qué tan lejanos estamos de adquirir una casa nueva o si hay facilidades?, creo que para un sector si está atendido, que es el sector formal. Me refiero a trabajadores formales, ellos tienen acceso al INFONAVIT y a unos financiamientos en el banco de forma mancomunada entre INFONAVIT y el banco. Entonces, creo que ese sector si está atendido, ellos si pueden tener acceso a esa vivienda o a vivienda nueva. El problema es

que tu crédito alcanza en lugares lejanos donde no se tienen esa proximidad con servicios, con trabajo y el hogar. No se combinan, entonces buscan esos lugares donde los pueden adquirir y se empiezan a dar cuenta después que es más caro porque pagan la casa y aparte están pagando una renta por el costo de los traslados.

La gente que no tiene esa facilidad o ese financiamiento para poder adquirir una vivienda, son quienes no están dentro de una formalidad en un trabajo. Ya sea como empresarios, comerciantes que estén dados de alta ante la secretaría de Hacienda y que puedan comprobar algunos recursos para que puedan ser acreedores de un financiamiento en el banco o estos trabajadores que están dados de alta en el Seguro Social y que tienen la prestación del INFONAVIT. Pero está descubierta toda la parte informal. En la parte informal hay una parte que por su actividad informal si tienen recurso para poderla comprar de contado o poder pagar un financiamiento. Pero hay un sector en dónde en realidad está en condiciones precarias y no tiene ni el recurso ni la actividad para poder adquirir una casa. Están viviendo en casas donde hay hacinamiento, donde viven los abuelos junto con los hijos y después los nietos, en condiciones de hacinamiento y muy precarias.

FAEG: Ahorita hablaba del programa INFONAVIT, usted lo considera una herramienta viable para conseguir la vivienda. Lo ha utilizado alguna vez para obtener.

EVG: Yo si lo he utilizado y si me parece una herramienta buena de financiamiento desde mi punto de vista, creo que la política de INFONAVIT debe de ir encaminada también a la política federal de las ciudades en expansión. Al INFONAVIT lo que le interesa es que seas trabajador, que se estén aportando las cuotas de tu patrón y del trabajo, para que le puedes pagar y dime cuál es la casa donde quiera que esté y te doy el recurso junto con el subsidio para que puedas adquirir una casa. Ahí no hay una integración de las políticas de vivienda con la federación, en el sentido de que también debería tener restricciones el INFONAVIT, de decir: -Si vas a adquirir casa en estas áreas, porque ya fuera de estas áreas en realidad ya se dio cuenta que las personas; de hecho los datos que tenemos

del INFONAVIT, y tiene considerados 47% de las casas que dio en la periferia que están deshabitadas, ya le dejaron de pagar, ya son casas que se perdieron y el INFONAVIT quiere recuperar esas casas.

Ahorita ya INFONAVIT ya está dentro de la problemática porque antes se dedicó a otorgar créditos independientemente de dónde fuera, pensó que no le afectaría, pero ahora la gente está abandonando a sus casas y dejando de pagarlas. Ahora ya, el INFONAVIT debe de entender también esas restricciones y de considerar los factores importantes de la vivienda con la integración urbana que le permite tener los servicios suficientes que garanticen al acreedor de un crédito que tenga los servicios suficientes al menos para que también él pueda tener la certeza de seguir pagando.

FAEG: ¿Cuál es la razón o los motivos por la que se está abandonando las casas o las están dejando de pagar?

EVG: Los costos de traslado son más altos y el tiempo, otra es que no tienen seguridad. Hay casas que sólo las utilizan como dormitorios y cuándo llegan los han robado, no tienen los servicios suficientes como de escuelas. Entonces, tienen que trasladarse a otros lugares para llevar a sus hijos a la escuela, después trabajar y regresar. Creo que son de las tres cosas que se mencionan en los estudios. Esto en la Zona Metropolitana.

FAEG: Desde su punto de vista cuáles son los principales retos que enfrentan las personas que quieren conseguir una casa y también cuáles serían los objetivos o que necesitan buscar en una casa.

PGV: Los retos que tienen es encontrar la vivienda adecuada a sus capacidades de compra o renta en el lugar que la quieren o que la necesitan. Ese es el reto fundamental. Por lo que mencionábamos, la capacidad de pagar una vivienda o de rentarla es muy baja y en esas condiciones sólo la puede encontrar en el mercado informal o en esos desarrollos que ya hemos comentado en los desarrollos con todos los problemas mencionados.

Es un problema que no se resuelve individualmente, no se está pudiendo resolver. La gente al fin de cuentas se alberga dónde puede, en las condiciones en que puede y esas condiciones no son de acuerdo al concepto que tiene

el gobierno de una vivienda digna. Y que tendríamos cualquiera de nosotros. Ese es un problema económico, es un problema social y es un problema cultural, por lo que comentábamos, la vivienda unifamiliar como la tenemos concebida de las épocas anteriores de desarrollo urbano y de las épocas de desarrollo rural pues, porque la gente vivía humilde pero en su propia vivienda sin tener vecinos arriba en el techo. Esa cultura todavía existe en mucha de la gente que llega de fuera, todos los inmigrantes. Por eso prefieren empezar a construir un cuarto sin servicios de nada y van poco a poco construyendo hasta que se hacen de un lugar medianamente digno.

El problema entonces es de los gobiernos, de instrumentar una política real pero integral. No solamente de normatividad de la vivienda, que ahora hay que construir hacia arriba, sino de brindar los entornos urbanos adecuados y esos son costos sociales. El costo de la vivienda no es solamente el terreno que se construye, es el terreno que requiere para que la gente que vive ahí pueda tener unos espacios para que sus hijos o ellos mismos tengan donde moverse y no solamente en ir y venir al mercado o al trabajo. Sino donde moverse en que tengan un lugar de esparcimiento, un parque, un espacio al aire libre. Eso no lo contemplan los desarrolladores porque aumenta sus costos, entonces no se hacen cargo de él. ¿Quién se va a hacer cargo de desarrollar los espacios necesarios para que la gente no se vuelva loca y no se vandalice y no genere toda la problemática social que ya conocemos? No hay quién se haga cargo de eso. Eso es un problema fundamental, el espacio público. El rosario de cuentas podría ser más amplio, pero las muestras ahí están.

FAEG: Platíqueme ahora qué tipo vivienda considera que es más funcional y cómoda para vivir por ejemplo, una vivienda unifamiliar, un condominio tipo coto o un edificio de departamentos.

EVG: Eso depende mucho de la concepción de lo que cada quién tiene. Creo que ahorita se ha satanizado también mucho el hablar de vivienda vertical, porque tenemos casos donde la experiencia nos ha dicho que es aterrador.

Hablamos del Sauz, hablamos de vivienda dónde el INFONAVIT era también el constructor y nada más se dedicaba a levantar sus muros, a hacer sus edificios y se olvidaban, no había una integración de respeto del espacio público, no había una reglamentación, no había una vigilancia del respeto del espacio público pero además también como que del ruido, las fiestas, el estacionamiento. Todas esas experiencias, nos dejaron una concepción de que quién tiene la posibilidad de comprar una casa, prefiere comprar una casa unifamiliar que comprar un departamento. Porque comprar un departamento es comprar problemas.

Si tenemos la cultura para poder convivir y el respeto al derecho que tienen los vecinos, yo creo que puedes vivir perfectamente en vivienda vertical y puedes también vivir perfectamente en vivienda unifamiliar. Depende mucho de la educación y el respeto que tengamos hacia el derecho de los vecinos para tener una mejor convivencia, creo que el factor de la convivencia es muy importante para poder definir si la vivienda vertical es lo conveniente o unifamiliar.

En la situación por ejemplo de municipios donde hay todavía terreno donde echar mano, creo que si las condiciones están para hablar de casas unifamiliares y la población se compensa, puedes pensar en hablar de vivienda unifamiliar, pero hay ciudades dónde en realidad ya no tienen para dónde crecer y para no perder su población la única forma es hablar de vivienda vertical, pero no se debe pensar de forma aislada como se ha ido haciendo en el pasado. INFONAVIT por ejemplo, en su historia construye, se dedica a construir nada más, no hay una política que lo arrope. De trabajar de forma integral y decir: Si, construye vivienda vertical por cuestiones de precio del suelo y otros factores económicos que encaminan a hacer ese tipo de vivienda. Si no tienes los elementos de seguridad; del respeto, cuidado y mantenimiento del espacio público; de la convivencia pues en realidad son políticas fracasadas y después lo que hace INFONAVIT es decir ya no me dedico a eso ahora mejor doy el dinero y que lo compre la gente donde quiera. Pero el problema es que comprarlo donde quiera

también te afecta, porqué te dejan de pagar y te abandonan las casas. Las experiencias nos están diciendo que esa políticas tan sectoriales, sino son pensadas de forma integral nos van a llevar al fracaso porqué los problemas no son de una sola solución sino que realmente requieren de toda una política integral que arrope el tema y en este caso por ejemplo la vivienda.

Por eso creo que si hablamos de cuál es la adecuada, ahí depende de la estructura y de cuestiones culturales en la sociedad, depende dela cuestión económica, depende también de variables como la disposición del terreno que pueda tener la ciudad. Hay muchos factores que te pueden decir, está vivienda puede ser la adecuada pero dependería de analizar todos esos factores.

PGV: Hay un factor cultural importante es cierto, nuestra transición de lo rural a lo urbano ha sido incompleta. Porque la estructura de la distribución de la riqueza ha hecho que las clases altas mantengan un concepto de la vivienda urbana amplia, cómoda y de la casa de campo. Alternando esos espacios según temporadas o incluso días de la semana. Pero el resto de la sociedad, la clase media, es una capa que se ha hecho cada vez más delgada. La gran mayoría de la base de la pirámide social es gente que viene de localidades rurales con un estilo de vida y una cultura de la amplitud de los espacios y de la familia amplia. Llegan a la ciudad, y esta no les ofrece los espacios que tenían allá, pero no se adaptan a vivir con el otro, a convivir. Porqué es difícil hacerlo, compartir espacios vitales, es difícil compartir la cuenta del gas en un edificio de departamentos, es difícil compartir el silencio. El vecino de arriba, de abajo y de los lados pone su música y se convierte en un problema de todos. El INFONAVIT hizo condominios, espacios muy concentrados sin ninguna atención al uso de los espacios, al ruido y cuestiones de convivencia social. De manera que se vuelven en un infierno para vivir esos espacios.

FAEG: Desde su experiencia en las casas que han habitado, que materiales de construcción consideran ustedes que son más confortables, seguros y resistentes.

EVG: Yo si se lo dejo al albañil (se ríe), ahí no conozco de materiales de construcción.

PGV: Los materiales también se han seleccionado por criterios de mercado y de disponibilidad de la materia prima. Aquí se empezó con el ladrillo y se pasó al bloque de cemento por razón económica, no por razones climáticas. La razón climática últimamente está entrando en la industria de la construcción, pero está entrando apenas con el estudio no solamente de los materiales sino de las tecnologías. La orientación de la casa, las ventanas y todo lo que conforma el edificio, pero ya con criterios climáticos y según la región. Porque Guadalajara tiene variedad de climas dependiendo la estación del año, además de fuertes vientos. Es decir, tiene sus características climáticas propias.

Se está empezando a considerar el factor climático encada una de las regiones, no solamente los materiales sino el diseño de la vivienda. Hay gente que produce nuevos materiales con características climáticas más adecuadas pero está empezando, es un mercado que se está desarrollando apenas con eco-tecnologías. Hay una gran variedad pero tienen un precio alto por las economías de escala.

FAEG: Hace rato me comentaban que el término de vivienda digna es muy subjetivo, el cual depende de las necesidades que tengan los habitantes que usarán la vivienda. Pero hay ciertos puntos que son claves o necesarios para habitar una vivienda. Ustedes que características consideran importantes para que sea satisfactorio vivir en ella.

EVG: El espacio interior, que tenga la flexibilidad a los cambios de la misma familia. Tienes una casa, que adquiriste soltera y conforme va creciendo tu familia vas creando esos espacios, entonces la flexibilidad como para tener esa privacidad entre los miembros de la familia. Que se adapte al clima en el sentido que esté construida con materiales que mitiguen los climas extremos, eso es al interior. Hacia afuera lo ideal es que puedas tener espacios públicos de esparcimiento y también de áreas verdes que te permita también la convivencia con los vecinos pero además también como esa dispersión o forma de poder salir y distraerte. Que tenga los servicios suficientes de mercados, salud, escuela, y lo que

510 requieres. También otra cosa es que no te genere mucho
511 tiempo de transporte hacia tu trabajo. Eso sería una
512 vivienda ideal, tener esa conformidad con los espacios
513 dentro y fuera de tu casa.

514 **PGV:** Dándole rienda suelta a la mente y a la imaginación, creo
515 que todos deberíamos tener tres viviendas en la vida: 1)
516 donde naciste y creciste, según los tiempos, las casas que
517 hay en esta zona fueran para familias de 6 hasta 10
518 miembros; 2) cuándo formamos pareja y tenemos
519 nuestra familia; 3) y otra es la que vas a habitar en tu vejez
520 cuando ya se fueron los hijos. En realidad esa sería la
521 vivienda ideal, no sólo una, sino tres.

522 Vemos cómo evolucionó la ciudad misma por eso las
523 casas que se formaron para familias de 6 u 8 miembros
524 están abandonadas.

525 **FAEG:** Ahora vamos a pasar al tema de los residuos urbano.
526 Descríbanme por favor, desde su punto de vista, cuáles
527 son los principales efectos de la gran acumulación de los
528 residuos sólidos urbanos en las ciudades, principalmente
529 aquí en la ZMG. Considera que el material PET forma
530 parte de esta problemática.

531 **PGV:** Yo creo que el residuo sólido tiene un origen en el modelo
532 de consumo que tenemos. Algunos pueden pensar que es
533 pecado decir que el capitalismo generó ese modelo.
534 Nuestro vecino del norte generó ese modelo de que todo
535 debe llevar un empaque y el empaque después es un
536 residuo. El procesamiento es otra economía, otra
537 industria pero que en los países desarrollados está
538 formalizado como industria, pero en los países como el
539 nuestro está formalizada como productos que se
540 abandonan y se tiran al medio ambiente.

541 El modelo de consumo que tenemos es orientado a
542 consumir puras cosas que generan un desecho. Desecho
543 del que no nos hacemos responsables ni como
544 consumidores, ni los vendedores. Que se tiene que hacer
545 responsable la autoridad pública, pero ellos no tienen
546 recursos para darle alcance a este problema de los
547 desechos, desde la recolección hasta su tratamiento y
548 destino final. En medio de eso ha aparecido la intención
549 sana de reciclar algunos materiales. Materiales que son
550 técnicamente reciclables y que el proceso puede ser

551 económicamente rentable. Se ha hablado mucho del PET
552 porque es el más abundante, el más ligero de traslado y
553 probablemente en la tecnología más desarrollada para
554 procesarlo. Esa es una industria que apenas se está
555 generando en esta ciudad particularmente. Por muchos
556 problemas para la recolección, traslado, procesamiento y
557 la venta de los derivados.

558 **EVG:** Coincido con lo que dice el Maestro. Creo que el
559 consumismo ha sido uno de los factores importantes que
560 han propiciado esas grandes cantidades de residuos
561 dónde hay un problema desde la misma separación de la
562 basura, porque no nos hacemos cargo. Vamos
563 trasladando los problemas, la dejamos en la esquina,
564 esperamos que él lo delegue a otro espacio y después el
565 Municipio se lo deje a otro Municipio. Entonces es un
566 problema que los vamos trasladando, que no nos
567 queremos hacer responsables y bueno coincido que es
568 uno de los materiales que más generación de residuos se
569 tiene y que es importante hacer algo en atención a esto.

570 **FAEG:** Ahora díganme favor si conoce algún programa o
571 reglamento que contemple el reciclaje o reutilización del
572 material PET de desecho

573 **PGV:** Así de específico no. Aquí en la Secretaría se desarrolló y
574 creo que ya se aprobó un reglamento junto con la cámara
575 de la Industria de la Construcción para el manejo y destino
576 de escombros de la construcción. En todo el resto de
577 residuos, hay una división de facultades entre la
578 federación y el estado en cuanto al tipo de desechos. Los
579 desechos peligrosos o especiales los maneja una
580 reglamentación federal a través de SEMARNAT y el resto
581 el estado a través de SEMADET.

582 El asunto es que la mayor parte de los municipios, por no
583 decir que el 80% de los municipios del Estado, no tienen
584 un sistema técnicamente manejado de residuos. La
585 mayoría tiran a cielo abierto generando una gran
586 problemática. En ese cielo abierto algunas personas
587 recolectan el PET y lo trasladan hacia los centros de
588 poblaciones mayores donde se los compran. A veces
589 simplemente los compactan o los muelen y los mandan a
590 otro procesador. Sé extraoficialmente que China compra
591 todo lo que le venda, pero a un precio de risa por

592 supuesto, que es incosteable para los recolectores. El PET
593 en lo particular no tiene una reglamentación especial.

594 **EVG:** El mercado si ha percibido ese beneficio en la compra de
595 ciertos materiales y lo vemos por ejemplo, en gente que
596 se dedica a juntar las latas de aluminio. De pronto era
597 como un negocio, pero también se ha visto ahora con los
598 plásticos. Hay personas que traen camionetas donde
599 dejan a 5 o 6 triciclos y van a toda una zona y empiezan a
600 peinar de la gente que tiene su basura afuera. Lo separan
601 y se llevan las botellas de plástico, los botes de aluminio,
602 etc. Lo llevan a un lugar donde lo venden. Ese mercado ya
603 lo percibió. Pero nosotros como habitantes de la vivienda
604 no nos ha preocupado eso porque nos parece que son
605 pequeñas cantidades, no hay un beneficio inmediato,
606 pero ya hay gente que se dedica eso. Para que muevas
607 una camioneta con triciclos y que sea de diario, creo que
608 ya es alguien que ya lo vio como negocio.

609 **FAEG:** Como bien comentaban el hecho de la disposición final
610 de los residuos genera un gran problema en las ciudades
611 y es por eso que yo estoy intentando desarrollando a
612 partir de los residuos de PET, un sistema constructivo
613 para muros principalmente y pueda ser utilizado para
614 construir viviendas, principalmente para personas de
615 escasos recursos, cuál es su opinión sobre esta idea.

616 **PGV:** Ahí yo tendría una pregunta inicial que es de tipo técnico,
617 desde luego en términos de cultura es más difícil que la
618 gente te acepte un material hecho de plástico que de
619 tierra, por razones históricas por lo que ya comentamos.
620 El otro asunto es, ¿qué tan inflamable va a ser el
621 material?, la impermeabilidad del plástico te asegura que
622 no es sujeto de humedad, pero si probablemente de
623 hongos o cosas por el estilo. Técnicamente creo que
624 habrá algunos aspectos que resolver.

625 El costo es un factor a favor efectivamente, pero va a
626 haber que empezar un proceso de culturización a la
627 gente, de demostración de todas esas virtudes que
628 superan las de los materiales tradicionales.

629 **EVG:** Yo consideraría o probaría este material primero en cuanto
630 a si es aislante de ruido y aislante de temperatura. Creo
631 que son las dos cosas que me generaría un poco de duda.

632 **FAEG:** De hecho, ahorita estoy en esa etapa de investigación, de
633 adecuar todas esas necesidades que podría tener la
634 vivienda para hacer algo que sea funcional. Evaluando el
635 grado de sustentabilidad.

636 **PGV:** Las economías hay que estudiarlas bien y el proceso de
637 introducción. Recuerdo que a principios de los 80 que se
638 empezó a introducir el panel W y los muros de tabla roca,
639 reforzados con diferentes materiales. En oficinas era más
640 fácil venderlo, pero en el caso de la vivienda no pudo
641 entrar, por cuestiones de la economía, de las ventajas
642 térmicas y demás contra los materiales convencionales.

643 **FAEG:** Podría mencionarme que ventajas y desventajas
644 consideran importantes de esta idea.

645 **PGV:** Así a primera vista el único beneficio que le veo es el
646 recuperar un elemento, un material que está siendo
647 problema en su manejo como desecho. Una ventaja sería
648 que los sacas del ciclo de contaminación. En cuanto a las
649 economías no sé, si sea económico. Esperaríamos que
650 fuera más barato, pero sobre todo su introducción al
651 mercado en economías eficientes que sean rentables
652 para el constructor y para el productor del material, es
653 una fase donde quedan muchos negocios.

654 **FAEG:** Como les decía mi intención es buscar la disminución de
655 rezago habitacional, que sea un material accesible para
656 vivienda. Pero estoy evaluando todos los comentarios
657 que me hacen para poder llegar a un producto final que
658 sea viable. Pero ustedes consideran que es un proyecto
659 viable.

660 **PGV:** Si lo ves como negocio, evalúalo como negocio. Haz tu plan
661 de negocio. Si lo ves como un trabajo de tesis o cosas de
662 esas, es cuestión de investigar y ver si es útil para ti o para
663 otros.

664 **EVG:** Aquí la postura es analizar las tres dimensiones; la parte
665 económica, si en realidad puede ser un negocio. Pero
666 también manejas la parte ambiental, con todo el proceso
667 y la parte social que es la integración y aceptación de
668 estos materiales a estas edificaciones. Si sólo se ve como
669 negocio deja de ser sustentable y más bien se vuelve
670 competitivo. La intención no es verlo como negocio, que
671 bien podría llegar a serlo, pero no es la intención inicial.

672 **FAEG:** Si este material fuera utilizado en la construcción de su
673 vivienda. Qué expectativas tendrían sobre este.

674 **EVG:** Yo esperarí que fuera fácil de adquirir, que haya la
675 disponibilidad del material. Esperaría que fuera
676 económico y esperarí que fuera de fácil operación.

677 **FAEG:** Los impactos que usted considere importantes a corto
678 plazo de este proyecto cuáles serían...

679 **EVG:** La canalización de estos residuos sería un factor favorable.

680 **PGV:** El primer efecto positivo que tendría sería sacar de un
681 circuito contaminante un material que es de los más
682 difíciles de degradar. Ese sería un beneficio,
683 independientemente de que se usara para la
684 construcción o para otro destino para volver a hacer PET.
685 El circuito económico en el que entrara va a depender
686 obviamente de las leyes económicas, pero también
687 podría convertirse en una fuente de empleo si
688 demostrarás su rentabilidad, pero es lo que está a prueba.

689 **FAEG:** Cuáles considera que sería los impactos a largo plazo...

690 **PGV:** Yo no sé si la industria ya tenga algunos materiales
691 sustitutos que la propia industria refresquera y de todo
692 tipo de embotelladoras, si ya estén generando materiales
693 sustitutos, que en algún momento se pueda abandonar
694 por incosteable o por leyes ambientales. Eso no lo sé.

695 **EVG:** Creo que aquí es complicado poder dimensionar o ser un
696 poco objetivos en esto. Porque creo que el mismo
697 proceso de cómo se va realizando el proyecto en sí, el
698 material y conocer toda esta parte podríamos percibir los
699 impactos a largo plazo que pueda tener. Si aun teniendo
700 el procedimiento es un poco complicado establecer los
701 impactos que pueda tener yo me abstendría en ese
702 sentido porqué creo que si necesito más elementos de
703 conocimiento, de lo que se está pensando en el proceso.

704 **FAEG:** Para lograr proyectos sustentables es necesario un
705 cambio de conciencia y educación ambiental, que otras
706 acciones consideran de mayor importancia para lograrlo.

707 **EVG:** Permear todos estos beneficios que pueda otorgar este
708 tipo de material en la vivienda y ponerlos como más
709 accesibles a la gente. Se dice que el 60% de las viviendas
710 es autoconstrucción. Entonces llegar al 60% de esa
711 población que su casa fue hecha de manera propia o
712 autoconstruida, el mercado que debe conocer este tipo

713 de materiales son estas personas que autoconstruyen en
714 su casa. El crear ciertos talleres en las escuelas de
715 arquitectura, publicas y privadas. Ayudaría sólo un poco,
716 debido a que sólo el 10% de las casas que se construyen
717 utilizan un arquitecto. Yo me iría un poco más a nivel de
718 secundaria es un punto muy importante porque es la
719 mayor deserción que se da. Estos estudiantes al
720 momento de salir de la secundaria van a decidir si se
721 integran al mercado laboral o si siguen estudiando. Si
722 empiezan a trabajar ellos mismos empiezan a construir su
723 casa, entonces ahí, el darles esos elementos a los
724 estudiantes de secundaria creo que ayudaría muchísimo
725 para ir preparando a la gente sobre todo informal, sobre
726 todo que deserta de estudiar. Pues ellos no van a
727 contratar a un arquitecto para que construya su casa,
728 pero si la van a construir ellos mismos con algún albañil.
729 Al conocer estos materiales desde ahorita, me genera la
730 inquietud de saber que hay otras opciones para construir.
731 Creo que un programa para la difusión de esta
732 información sería excelente a nivel de secundaria.

733 **FAEG:** A partir de la información recibida y desde su punto de
734 vista, cuál cree usted que sería la reacción de la población
735 a utilizar este tipo de material para la construcción de la
736 vivienda.

737 **PGV:** Eso hay que medirlo, eso no tiene respuesta previa sino
738 cuándo ya estés ahí. Hay gente de diferentes
739 características y sobre todo la gente evalúa esto frente a
740 lo que tenía, no tiene otro parámetro. Va a depender de
741 eso.

742 **FAEG:** Considera que hay algunos factores por los que sí podrían
743 decidirse a adquirir ese tipo de productos. Mencionaba
744 hace rato que es una cuestión cultural.

745 **PGV:** Si, estaba pensando en la autoconstrucción, pero los
746 desarrolladores de vivienda en serie utilizan otros
747 parámetros.

748 **EVG:** Comentábamos que el 60% de las casas son de
749 autoconstrucción, entonces ese es el mercado
750 importante al que se debe de llegar. La implementación
751 de las políticas públicas es muy importante porque puede
752 ser técnicamente muy viable, económicamente rentable
753 o puede tener todas las características de factibilidad.

754 Pero si no tienes la sensibilidad de poder implementar
755 una política va a ser un fracaso, entonces la
756 implementación de este tipo de tecnologías o materiales
757 para la edificación o para la vivienda es tan importante en
758 la implementación. Porque factores como el rechazo por
759 cuestión cultural o por desconocimiento, creo que si no
760 hay esa sensibilidad para ir permeando en la sociedad y
761 en la población a la que queremos llegar para que ellos
762 puedan aplicar este tipo de materiales en su edificación
763 son muy importante. Aquí hay que identificar muy bien
764 cuál es la población a la que quiero yo llegar y de la forma
765 en que yo puedo implementar o hacer llegar esta
766 información para que ellos la puedan adquirir. Hay que
767 tomar en consideración eso.

768 **FAEG:** Conoce usted algún programa de gobierno que podría
769 aportar recursos económicos para llevar a cabo este
770 proyecto de investigación, ya sea como proyecto
771 sustentable o la construcción de una vivienda digna.

772 **EVG:** Nosotros estamos en una Red de vivienda sustentable. La
773 cuál está subsidiada o apoyada por CONACYT entonces yo
774 creo que es cuestión de que revisemos y ver si podríamos
775 sumar esfuerzos. Hay algunas instituciones que si apoyan
776 en este caso CONACY con investigaciones sobre vivienda
777 sustentable y quizás CONAVI podría ser otra.

778 **PVG:** Aquí en Jalisco el COECYTJAL. En esos casos si alguien
779 quiere presentar o explorar recursos para la
780 investigación, tiene que avanzar más en el proyecto y
781 luego encantar a la cámara de la Industria de la
782 Construcción.

783 **FAEG:** Para llevar a cabo un proyecto es importante también
784 buscar el financiamiento de instituciones privadas,
785 considera usted que es una opción viable el recurrir a
786 estos organismos y tiene conocimiento de alguno.

787 **PGV:** Los únicos que te podrían dar respuesta es explorando
788 casas GEO y demás desarrolladores de vivienda. Si les
789 interesa, ellos patrocinar la investigación y luego patentar
790 el desarrollo para explotación por cuenta de ellos. Pero
791 no sé qué tan evolucionados están los empresarios de la
792 construcción.

793 **ECG:** Como investigador si es viable, todos los investigadores
794 que han hecho medicina. Sus investigaciones son

795 patrocina das por laboratorios que les vendes la fórmula,
796 ellos la patentizan y estas generando un bien común,
797 aunque después cobran muy caras las medicinas (se ríe).
798 **FAEG:** Si no tienen algo más que agregar, esto sería todo.
799 Nuevamente les agradezco su tiempo. Esto me será de
800 mucha utilidad en mi investigación para ver toda la parte
801 social.

ANEXO 6. Análisis de las entrevistas semiestructuradas con los profesionales relacionados con el tema.

Para desarrollar esta técnica se aplicó una *entrevista semi-estructurada*, es decir, que en su diseño se dejan abiertos o parcialmente definidos los contenidos que se abordarían, lo que permite tratar varios temas.

El objetivo de estas entrevistas fue conocer la opinión de profesionales expertos relacionados con los temas de 1) vivienda; 2) la utilización de técnicas y sistemas constructivos sustentables para la construcción, específicamente reutilizando material PET de desecho; 3) las ventajas y desventajas que el proyecto presenta; así como 4) la viabilidad del mismo. La información general de los entrevistados se muestra en siguiente tabla:

Tabla A6. 1. Información general de las entrevistas

NOMBRE DEL ENTREVISTADO	INSTITUCIÓN A LA QUE PERTENECE	FECHA DE ENTREVISTA
Lic. Rafael Salas Vázquez	Liderazgo Joven (emprendedor social)	02-jun-2015
Arq. Gerardo Monroy Castillero	Asociación Tu Techo Mexicano de Occidente A.C.	11-jun-2015
Mtro. Pedro Antonio Gaeta Vega Dra. Esmeralda Velázquez García	Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Territorial (SEMADET Jalisco)	16-jun-2015

Fuente: Elaboración propia.

Como se menciona en el apartado 1.2 *Descripción de la situación problema que se aborda*, la falta de acceso a la vivienda es una cuestión grave en nuestro país. Esta es generada por un factor principal como lo menciona G. Monroy:

...el factor más importante o lo que genera que se tenga un problema importante respecto a la vivienda tiene que ver más que nada con el *modelo económico*... los problemas que tiene la vivienda son de diferente tipo, ya sea de hacinamiento, de mejoramiento, de mala calidad de materiales o falta de servicios...

Por su parte R. Salas argumenta que el problema se genera debido a una falta de interés por parte de los desarrolladores:

...El actual modelo de producción de vivienda en México está caduco, no compartimos la idea de las constructoras que llegan y construyen 5 mil casas idénticas... Además no les importa la calidad de vida de la gente, sólo les importa el negocio... A las constructoras se les olvida la responsabilidad que está en sus manos, el 25% de las emisiones de carbono a nivel global provienen de la industria de la construcción, pero siguen privilegiando el tema económico por encima del cuidado del ambiente...

P. Gaeta hacer la siguiente aportación:

... la gente a fin de cuentas se alberga dónde puede, en las condiciones en que puede y esas condiciones no van de acuerdo al concepto que tiene el gobierno de una vivienda digna. Y que

tendríamos cualquiera de nosotros. Ese es un problema económico, es un problema social y es un problema cultural...

La Ley de la Vivienda (2006) de nuestro país en su artículo 2° menciona que: se considerará vivienda digna y decorosa la que cumpla con las disposiciones jurídicas aplicables en materia de asentamientos humanos y construcción, salubridad, cuente con espacios habitables y auxiliares, así como con los servicios básicos y brinde a sus ocupantes seguridad jurídica en cuanto a su propiedad o legítima posesión, y contemple criterios para la prevención de desastres y la protección física de sus ocupantes ante los elementos naturales potencialmente agresivos.

Sin embargo, para G. Monroy el término de vivienda digna no es apropiado argumentando lo siguiente:

... la palabra dignidad tiene una complicación muy fuerte porque no dice nada, no es clara para definir las cosas, vivienda digna no quiere decir nada, la dignidad es lo que uno merece. Como humanos, merecemos una vivienda humanizada, lo digno es muy vago porque entonces yo considero mejor esta parte de la vivienda adecuada...

De esta manera, el título de la investigación está referido a la vivienda adecuada, al considerarse un término más apropiado. En tanto que, la vivienda debe estar adaptada a las necesidades de la familia que la habita.

De acuerdo a las estimaciones de la Comisión Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social CONEVAL (2010), el porcentaje de la población en viviendas con carencia por hacinamiento en el estado de Jalisco es de 7.3%. Considerando una situación de hacinamiento a las personas que residen en viviendas cuya razón (cociente) de personas por cuatro es mayor que 2.5.

Por otra parte la Sociedad Hipotecaria Federal en su publicación Estado actual de la vivienda en México (2015), realiza una metodología para calcular el Rezago Habitacional (RH). El RH está integrado por: a) hogares en hacinamiento¹; b) viviendas construidas con materiales deteriorados²; y c) las viviendas edificadas con materiales regulares³.

El rezago por hacinamiento fue de 538,385 hogares, mientras que el rezago por deterioro registró 876,111 hogares; por su parte el rezago por materiales regulares totalizó 7 533,423 hogares. Así, el RH ampliado es de 8 947,919 hogares, que representa el 28.3 % del total de hogares en el país. El estado de Jalisco representa un 2.93% respecto al total del rezago mencionado (SHF, 2015).

¹ Cuando en una vivienda particular habitada residen dos o más hogares.

² En paredes: material de desecho, lámina de cartón, carrizo, bambú, palma, barro o bajareque. En techos: materiales de desecho, lámina de cartón, palma o paja.

³ En paredes: lámina metálica o de asbesto, madera o adobe. En techos: lámina metálica o de asbesto, madera, tejamanil o teja.

Con respecto al tema de hacinamiento, G. Monroy comenta:

... en hacinamiento, ahora a partir del censo del 2010 ya no se hacen diferencias entre el total de viviendas habitadas y total de hogares. Antes podías encontrar que había dos o tres hogares en una misma vivienda. Ahora estos hogares prácticamente siempre es el mismo número que de viviendas. Porque actualmente el concepto lo cambiaron y lo consideran un hogar censal. Al hacer este cambio, ya no sabes las condiciones de hacinamiento en nuestro país... posiblemente al menos el 35% del parque habitacional debe estar en condiciones irregulares o en proceso de regularización... hay cifras que hablan de las necesidades de la vivienda. Estas están definidas por un lado por el rezago habitacional, está la demanda nueva, también están los créditos que están solicitados y aprobados pero que no alcanzaron a tener liquidez. Son estos los que conforman el universo de las personas que son los demandantes...

Por otro lado P. Gaeta hace las siguientes afirmaciones:

... los números del rezago de vivienda son muy relativos, porque la estadística que se ha utilizado tradicionalmente para definir la demanda de vivienda ha sido el crecimiento demográfico... Cuando los desarrolladores de vivienda hacen su estadística consideran que el crecimiento demográfico en la ZMG o en un municipio en particular, es la demanda de vivienda que hay. Sin considerar toda la vivienda existente en renta o abandonada, ni tampoco toman en cuenta todo el mundo de la autoconstrucción...

El fenómeno del hacinamiento genera una gran problemática debido a que muchas personas viven en muy malas condiciones de hábitat y estos problemas pueden fácilmente permitir la circulación de enfermedades, de violencia, de agresividad, de conflictos, entre otros. Como lo argumenta R. Salas:

... Cuando las familias viven hacinadas el índice de violencia doméstica se incrementa de manera exponencial, lo que se requiere son espacios decentes de dimensiones adecuadas para el desarrollo humano. Según la ONU las medidas para la vivienda básica deben ser mayor a 42 m²...

En el tema referido a los factores tanto positivos como negativos más importantes relacionados con el tema de vivienda se tienen los siguientes argumentos: para E. Velázquez la vivienda no debe ser considerada como una estructura de la puerta hacia adentro, sino concebida como:

... un espacio integral y también el entorno urbano es parte de la vivienda... debe de pensarse el espacio donde tú convives con tu familia, dónde tu descansas, que sea apropiado precisamente para convivir y apropiado para descansar...

Por su parte P. Gaeta considera que existe un factor fundamental que no es responsabilidad directa de los desarrolladores de las viviendas actuales, aunque retoman este enfoque:

... La vivienda como mercancía, la vivienda dentro del capitalismo más reciente se mercantilizó a tal grado que los que producen vivienda quieren venderla al costo que la gente pueda pagar. Como los salarios han perdido poder adquisitivo, hacen la vivienda cada vez más económica en

el sentido tal cual mercantil, con la menor cantidad y menor calidad de los espacios y de los materiales. Eso hace que se construyan viviendas inhabitables...

R. Salas infiere que uno de los mayores problemas es la falta de apertura de las instituciones en cuestión de modalidad constructiva:

... hace falta flexibilidad en instituciones como el INFONAVIT para que empresas que construyen con materiales no convencionales puedan ofrecer sus construcciones a los derechohabientes... ya que existen más de doscientas técnicas constructivas que pueden ser aplicables al desarrollo de vivienda... el problema es que no se avalan por qué no están certificados... es un hueco en el que el gobierno podría tomar la iniciativa.

El INFONAVIT es una institución mexicana dedicada a otorgar créditos para la obtención de vivienda. G. Monroy comenta que es una herramienta viable para hacerse de una casa:

...es una de las mayores conquistas que se ha tenido en términos de los derechos sociales...una alternativa a las personas para poder acceder a una vivienda... tiene componentes muy interesantes por ejemplo, la hipoteca verde que es un subsidio particular que está dirigido para habilitar ecotecnias en las viviendas.

Por otra parte E. Velázquez opina lo siguiente:

...me parece una herramienta buena de financiamiento... pero creo que la política de INFONAVIT debe de ir encaminada también a la política federal de las ciudades en expansión... el INFONAVIT no tiene una integración con las políticas de vivienda de la federación en el sentido en que debería tener también restricciones... y considerar factores importantes de la vivienda con la integración urbana...

Por el contrario P. Gaeta argumenta que también el INFONAVIT ha realizado malas acciones en cuanto al desarrollo de vivienda:

... se focalizó a construir viviendas de tipo popular como las anteriores pero ahora más pequeñas, en condiciones más depauperadas por el espacio disponible, por las amenidades de que disponen los fraccionamientos y se convirtió prácticamente en un problema no solamente habitacional sino social también, la vivienda popular

Por los comentarios expuestos anteriormente se puede argumentar que los créditos del INFONAVIT representan un instrumento viable para la *obtención* de una vivienda (esto no está relacionado con la calidad de los espacios construidos). Sin embargo la situación actual del país refleja una serie de contradicciones que las personas enfrentan para conseguir una casa. Respecto a esto G. Monroy dice:

... los principales retos para conseguir una casa, de entrada es tener un buen trabajo, el principal reto es el tema económico... en la ciudad no tienes tiempo y sólo puedes subsistir con dinero. En el campo subsistes con el medio y los ritmos están más marcados por el mismo, tú vas teniendo otro tipo de espacio...

P. Gaeta considera que los desafíos principales para hacerse de una casa son los siguientes:

... los retos que tienen es encontrar la vivienda adecuada a sus capacidades de compra o renta en el lugar que la quieren o que la necesitan. Ese es el reto fundamental. Por lo que mencionábamos, la capacidad de pagar una vivienda o de rentarla es muy baja y en esas condiciones sólo la puede encontrar en el mercado informal...

Las políticas públicas son un tema que va de la mano con la problemática de vivienda, como lo menciona E. Velázquez:

... la política que se siguió, la forma en que se visualizó a las ciudades, al apostar por ciudades competitivas a costa de sacrificios ambientales y sociales fue también un detonante importante en la política de vivienda. La política de vivienda fue dirigida por esos grandes indicadores de cuántas viviendas nuevas se generaban, cuando en realidad también había muchas viviendas que se estaban deshabitando... hay mucha inseguridad, *bullying*, cuestiones que ya están siendo el resultado de los procesos que se generaron solo por vender, para que la gente pudiera tener una casa propia... Las experiencias nos están diciendo que esas políticas tan sectoriales, sino son pensadas de forma integral nos van a llevar al fracaso porque los problemas no son de una sola solución sino que realmente requieren de toda una política integral que arrope el tema y en este caso por ejemplo la vivienda...

Es de suma importancia que el gobierno desarrolle la política de vivienda para atender el problema real que se tiene en la sociedad, como lo argumenta P. Gaeta:

... El problema entonces es de los gobiernos, de instrumentar una política real pero integral. No solamente de normatividad de la vivienda, que ahora hay que construir hacia arriba, sino de brindar los entornos urbanos adecuados y esos son costos sociales. El costo de la vivienda no es solamente el terreno que se construye, es el terreno que requiere para que la gente que vive ahí pueda un lugar de esparcimiento. Eso no lo contemplan los desarrolladores porque aumenta sus costos... Eso es un problema fundamental, el espacio público.

Como se ha mencionado antes la mejor manera de describir una vivienda que cubra las necesidades de una familia o de sus habitantes es el término de vivienda adecuada. Este tipo de casas debe presentar ciertas características para que sea satisfactorio vivir en ellas, como lo argumenta E. Velázquez:

... el espacio interior debe tener flexibilidad a los cambios de la misma familia... que se adapte al clima en el sentido que esté construida con materiales que mitiguen los climas extremos, tener espacios públicos de esparcimiento y áreas verdes. Que tenga los servicios suficientes de mercados, salud, escuela, y lo que requieres. No te genere mucho tiempo de transporte hacia tu trabajo. Tener esa conformidad con los espacios dentro y fuera de tu casa...

Por otro lado G. Monroy menciona que:

... la mejor tipología de vivienda depende de la dinámica de vida... cualquier régimen puede ser bueno... yo encuentro preferencia en la casa unifamiliar por la libertad de acción... Fundamentalmente las características que debe presentar una vivienda... debe ser un lugar que tenga suficiente luz... que sea fresca y templada cuando se requiere... es tener una sensación de estar refugiado sintiéndote como si estuvieras afuera... también son importantes la calidad de los materiales y la espacialidad.

Otro de los grandes problemas en los que se enfoca este documento es la gran acumulación de residuos sólidos urbanos generada por el actual modelo capitalista que tenemos, como lo argumenta P. Gaeta:

... el modelo de consumo que tenemos está orientado a consumir puras cosas que generan un desecho. Desecho del que no nos hacemos responsables ni los consumidores, ni los vendedores. Al que hacemos responsable es a la autoridad pública, pero ellos no tienen recursos para darle alcance a este problema de los desechos, desde la recolección hasta su tratamiento y destino final...

Por su parte E. Velázquez dice:

... el consumismo ha sido uno de los factores importantes que han propiciado esas grandes cantidades de residuos dónde hay un problema desde la misma separación de la basura, porque no nos hacemos cargo. Vamos trasladando los problemas, la dejamos en la esquina, esperamos que alguien lo delegue a otro espacio y después el Municipio se lo deje a otro Municipio. Entonces es un problema que los vamos trasladando... del que no nos queremos hacer responsables.

El proyecto de investigación está basado en la utilización de materiales no convencionales para la construcción (botellas PET de desecho). Debido a que existe una gran generación de este tipo de residuos que pueden ser aprovechados, como lo menciona R. Salas:

... el 23% de los residuos sólidos son botellas de plástico, lo cual denota una inconciencia absoluta y una falta de interés en el tema del medio ambiente. México es el país que más refresco y agua embotellada consume en el mundo... las consecuencias son evidentes, una gran contaminación porque además de que se producen muchos desechos tenemos un mal sistema de limpieza...

Las botellas se utilizarán para la construcción de muros estructurales. De esta idea G. Monroy opina lo siguiente:

... considero muy importante el que se generen actividades productivas pequeñas de transformación... crear alternativas para generar el máximo aprovechamiento de las cosas que el hombre transforma desde la naturaleza y que pueden tener diferentes momentos de utilidad dentro de su ciclo de vida...

Por su parte, P. Gaeta comenta:

... la parte técnica es muy importante para el desarrollo del proyecto y habrá algunos aspectos que resolver... el costo es un factor efectivamente... pero habrá que empezar un proceso de culturización a la gente, de demostración de todas esas virtudes que superan las de los materiales tradicionales...

Dentro de las principales ventajas mencionadas por los entrevistados se encuentran las siguientes. R. Salas argumenta que:

... por un lado se reutilizan materiales y por otro se brinda hogares a las personas que lo necesitan, sería una propuesta muy integral... dentro de las ventajas de construir con este tipo

de material se encuentran: su gran resistencia térmica y acústica. Además su gran capacidad de carga...

Para P. Gaeta a primera vista sólo tiene un beneficio:

... recuperar un elemento, un material que está siendo problema en su manejo como desecho. La ventaja sería que los sacas del ciclo de contaminación. En cuanto a la parte económica no sé si tenga menor precio. Esperaríamos que fuera más barato, pero sobre todo su introducción al mercado en economías eficientes que sean rentables para el constructor y para el productor del material...

Por su parte E. Velázquez comenta:

... permear todos estos beneficios que pueda otorgar este tipo de material en la vivienda y ponerlos como más accesibles a la gente. Se dice que el 60% de las viviendas es autoconstrucción, el mercado que debe conocer este tipo de materiales son estas personas que autoconstruyen su casa...

La viabilidad del proyecto está referida a la probabilidad de llevarse a cabo o de concretarse debido a las características presentadas. En cuanto a este tema G. Monroy opina:

... puede tener dos vertientes: una que tenga que ver más desde una conceptualización dirigida hacia el conservacionismo, que puede ser un poco más desarrollada en términos como económicos. Y otra que puede ser más desarrollada en términos técnicos...

Mientras E. Velázquez menciona lo siguiente:

... La implementación de las políticas públicas es muy importante porque puede ser técnicamente muy viable, económicamente rentable o puede tener todas las características de factibilidad. Pero si no tienes la sensibilidad de poder implementar una política va a ser un fracaso... considero que si no hay esa sensibilidad para ir permeando en la sociedad y en la población a la que queremos llegar para que ellos puedan aplicar este tipo de materiales en su edificación son muy importante. Aquí hay que identificar muy bien cuál es la población a la que quiero yo llegar y de la forma en que yo puedo implementar o hacer llegar...

Los impactos más importantes de esta investigación a corto y a largo plazo considerados por los entrevistados son:

...Sacar de un circuito contaminante un material que es de los más difíciles de degradar... Podría convertirse en una fuente de empleo si se comprobará su rentabilidad... (P. Gaeta)

Que aparezca en el mercado una alternativa más para poder construir... que fuera accesible a las personas en situación de pobreza, marginación o vulnerabilidad que son los que necesitan encontrar alternativas... (G. Monroy).

De las principales limitantes para aplicar sistemas constructivos con materiales alternativos son la falta de difusión de la información y poca aceptación. Que está relacionado con temas culturales como lo comenta G. Monroy:

... pensando en las propiedades simbólicas o de significación podría generar problemas, pues la gente busca la construcción con concreto... la aceptación de los materiales, yo creo que va a depender de 4 factores esenciales: 1) la facilidad de acceso, que es que tan fácil es disponer de él o no; 2) el costo; 3) la facilidad de instalación y 4) la calidad del material. Eso son factores importantes para generar una valoración...

También R. Salas dice lo siguiente sobre el tema:

... es difícil convencer a los gobiernos y a la gente que opte por este tipo de alternativas, hay muchos paradigmas... pero con el desarrollo y construcción con materiales no convencionales la gente se ha dado cuenta de que es posible hacer cosas innovadoras en México es como un beneficio muy intangible, pero que a la larga da muchos frutos... Pero es necesario un cambio cultural, un cambio mental, un cambio social, una transformación de paradigmas. Hay que entender que no hay plan B porque no existe planeta B, entender que somos parte de un todo...

ANEXO 7. Diseño metodológico de las pruebas de resistencia del PET a la compresión

OBJETIVO:

Evaluar la capacidad de carga (resistencia a la compresión simple) que presenta el material PET (grado botella) a través de diferentes ensayos con cargas verticales. Así como la mejor combinación de PET que se puede utilizar.

VARIABLES:

1. VARIABLES DE ENTRADA

1.1 Espesor de las botellas de PET (3 niveles)

- 1.1.1 0.25 mm
- 1.1.2 0.45 mm
- 1.1.3 0.60 mm

1.2 Tipo de suelo para relleno (3 niveles)

- 1.2.1 (SM) Arena limosa
- 1.2.2 Jal (SW)g Arena bien graduada con grava
- 1.2.3 Tepetate (SM) Arena limosa

2. VARIABLES NO CONTROLADAS

- 2.1 Maquinaria de prueba
- 2.2 Capacidad del personal de realizar la prueba

3. VARIABLE DE RESPUESTA

- 3.1 Resistencia a la compresión simple (kg/cm^2)

El grado de compactación del suelo dentro del envase es una variable controlada en esta experimentación y está dado por la densidad del material.

DETALLES OPERATIVOS

Lugar de desarrollo: Laboratorio de Ingeniería Civil, Edificio H del ITESO.

Responsable de la actividad: Francisco Espinosa Guzmán.

Fecha de aplicación: sábado 12 de marzo del 2016

Supervisor de las pruebas: Dr. Nayar Gutiérrez Astudillo.

TIPO DE EXPERIMENTO: Factorial 3 x 3.

TRATAMIENTO EXPERIMENTAL: Se realizó la recolección y limpieza de botellas PET de 600 ml de los diferentes espesores. Se cribó el material de relleno con una malla de $\frac{1}{4}$ ". Después

se rellenó y compactó el material dentro de cada una de las botellas hasta que no presentó deformaciones al aplicarle presión a la superficie.

Con base en las pruebas realizadas se seleccionaron las combinaciones que presentaron mayor resistencia y se fabricarán muretes para analizar su comportamiento dinámico y realizar las pruebas de resistencia según las NTC para mampostería.

EQUIPO: Para la ejecución de las pruebas se utilizó una prensa universal (maquinaria que ejerce presión mediante placas y un sistema hidráulico) Shimadzu modelo UH 1000 KN que estuvo en condiciones de operación, calibrada, limpia y completa en todas sus partes.

PROCESO DE INFORMACIÓN: Para realizar el análisis estadístico se ordenaron los datos obtenidos en las pruebas y se utilizó el software Statgraphics Centurion XV. Este programa permite realizar múltiples tratamientos estadísticos, entre ellos la planificación de ensayos con los diseños de experimentos más habituales. Con esto se obtuvieron datos estadísticos y numéricos que fueron utilizados para generar gráficas y reportes, todo esto se documentó con fotografías y gráficos.

PROCEDIMIENTO DE LA PRUEBA:

A continuación se describen de forma general las actividades necesarias para realizar las pruebas de compresión en los especímenes de PET.

1. Recolección de material PET grado botella y material de relleno, incluye todas sus variables (*ver punto 1.1 y 1.2*).
2. Se conformarán los especímenes o muestras tomando en cuenta las diferentes combinaciones entre el tipo de PET y el tipo de suelo para relleno.
3. Para modelar el fenómeno de aplicación de carga se recurrió a pruebas de compresión (se propuso seguir el procedimiento de la Norma N-CMT-2-02-005, *Calidad del concreto hidráulico* y de las NTC de mampostería)
4. Se colocaron las botellas a ensayar de forma vertical sobre la placa inferior de la prensa. Alineando su eje respecto del centro de la placa de carga. La placa superior baja hacia el espécimen hasta lograr un contacto suave y uniforme.
5. Se aplicó la carga con una velocidad uniforme y continua sin producir impacto ni pérdida de carga.
6. Se aplicaron las cargas hasta alcanzar la máxima permisible, es decir, al llegar a la falla o fractura. Posteriormente se hicieron los registros correspondientes (dividiendo la carga entre el área para calcular la resistencia del espécimen en kg/cm^2).

PRECAUCIONES: Para evitar errores durante la ejecución de la prueba, se deben tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Que las botellas no presenten daños físicos graves, como aberturas o desgaste, que pudieran arrojar datos alterados.
- Que el grado de compactación del material de relleno sea similar, esto se pudo corroborar con la densidad de los especímenes.
- Que la prensa este debidamente calibrada y en perfectas condiciones de mantenimiento.

VALIDACIÓN DEL PROYECTO Y PRINCIPIO DE DISEÑO:

Para validar el experimento se realizó una réplica tomando en cuenta todas las combinaciones posibles de las variables de entrada anteriores, por lo que se realizarán 18 corridas experimentales para llegar a resultados más factibles.

ANEXO 8. Desarrollo de la experimentación y análisis estadístico.

1. PLANTEAMIENTO

OBJETIVO:

Evaluar la capacidad de carga (resistencia a la compresión simple) que presenta el material PET grado botella (de forma vertical) relleno de suelo a través de diferentes ensayos con cargas verticales. Así como la mejor combinación de PET y relleno que se puede utilizar.

2. ELECCIÓN DE LOS FACTORES CONTROLADOS Y SUS NIVELES

Los factores que se consideraron más importantes para realizar la experimentación son dos:

- *Factor A:* espesor de la botella de PET.
- *Factor B:* tipo de relleno.

Para el factor A se utilizaron tres tipos de botellas PET (tres niveles). Las cuales se consideran como representativas al ser productos de alto consumo. Los envases seleccionados presentan las siguientes características:

Tabla A8. 1. Características de las botellas utilizadas

CARACTERÍSTICAS DE LAS BOTELLAS A UTILIZAR					
					
Envase:	Agua	Envase:	Refresco	Envase:	Té
Capacidad (ml):	600	Capacidad (ml):	600	Capacidad (ml):	600
Altura (cm):	24	Altura (cm):	24.5	Altura (cm):	23
Espesor (mm):	0.25	Espesor (mm):	0.45	Espesor (mm):	0.6
Diámetro mayor (cm):	6.50	Diámetro mayor (cm):	6.50	Diámetro mayor (cm):	6.90

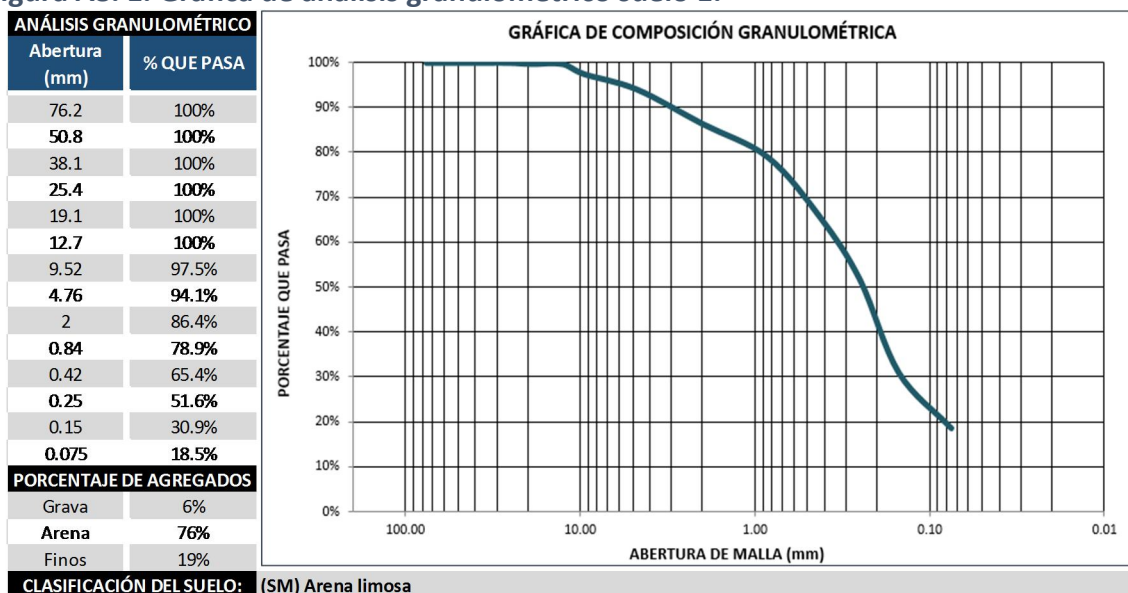
Fuente: Elaboración propia.

De igual manera se usaron tres tipos de suelo clasificado (tres niveles) para relleno, los cuáles se muestran a continuación.

Suelo 1. (SM) Arena limosa

Ubicación: Frente a la planta de tratamiento de agua del ITESO (zona arbolada).

Figura A8. 1. Gráfica de análisis granulométrico suelo 1.



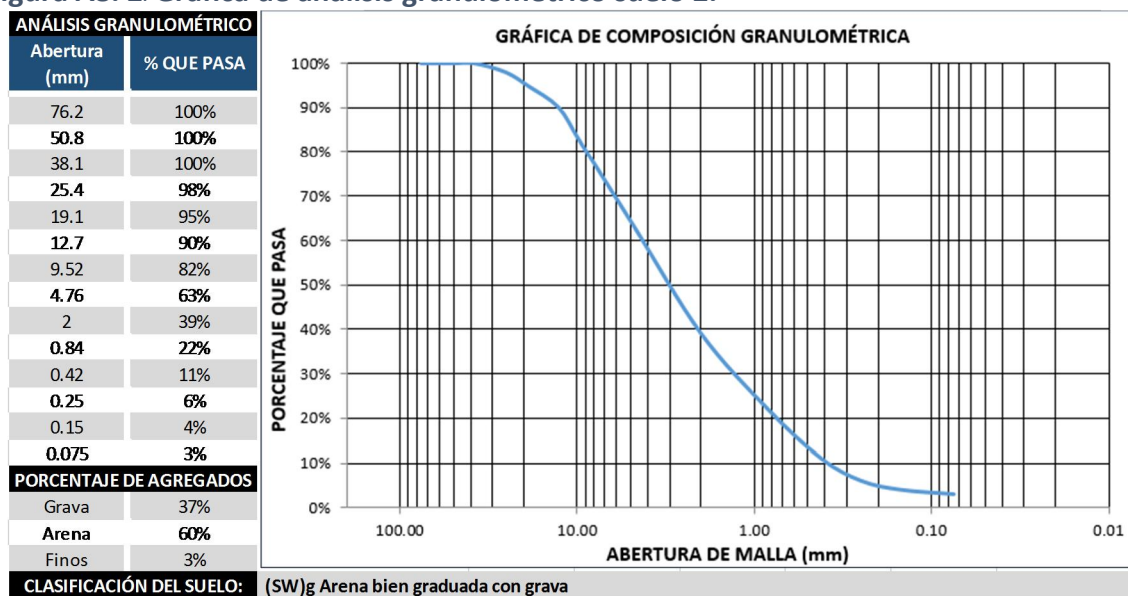
Fuente: González, J. & Ochoa, G. (1998).

Suelo 2. Jal (SW)g Arena bien graduada con grava

En el subsuelo de la Zona Metropolitana de Guadalajara (ZMG) existen materiales de origen volcánico, en particular la Toba Tala, material pumítico que localmente se conoce como jal.

Ubicación: el material se obtuvo de una excavación local en la colonia La Calma en el municipio de Zapopan, Jalisco.

Figura A8. 2. Gráfica de análisis granulométrico suelo 2.



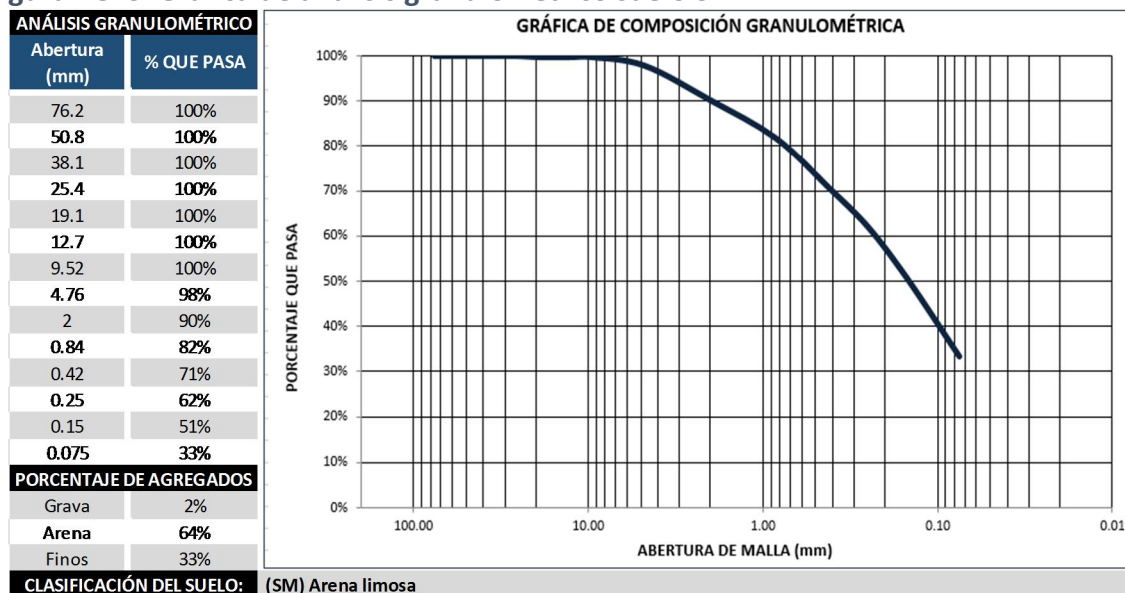
Fuente: PAP (2016).

Suelo 3. Tepetate (SM) Arena limosa

El tepetate es una tolba volcánica, mezcla de arcillas, cenizas y polvos eruptivos que presentan procesos de consolidación, cementación y sedimentación (abunda en la ZMG).

Ubicación: el material se obtuvo de una excavación local en la colonia La Calma en el municipio de Zapopan, Jalisco.

Figura A8. 3. Gráfica de análisis granulométrico suelo 3.



Fuente: PAP (2016).

La clasificación de los suelos elegidos para la experimentación parte de los porcentajes de los agregados y están clasificados de acuerdo al Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS)¹.

Figura A8. 4. Suelos utilizados para el relleno de las botellas.



Fuente: Imagen propia (2016).

¹ Este sistema fue adoptado por la ASTM (American Society of Testing Materials) como parte de sus métodos normalizados sobre suelos y rocas. Dicha clasificación se vale de unos símbolos de grupo, consistentes en un prefijo que designa la composición del suelo y un sufijo que matiza sus propiedades. El sistema cubre los suelos gruesos y los finos, distinguiendo ambos por el cribado a través de la malla No 200; las partículas gruesas son mayores que dicha malla y las finas menores.

De acuerdo a los datos proporcionados anteriormente los factores experimentales controlados y sus niveles, quedan establecidos como se muestra en la tabla A8.2.

Tabla A8. 2. Factores controlados para el experimento

FACTORES CONTROLADOS	
FACTOR	NIVELES
Espesor de la botella	0.25 mm
	0.45 mm
	0.60 mm
Tipo de suelo para relleno	(SM) Arena limosa Jal (SW)g Arena bien graduada con grava Tepetate (SM) Arena limosa

Fuente: Elaboración propia.

3. ELECCIÓN DE LA VARIABLE DE RESPUESTA

El dato de las pruebas que se tomó como variable de respuesta para hacer el análisis estadístico fue: la **resistencia a la compresión simple (kg/cm^2)**.

Las pruebas de compresión a las botellas PET fueron realizadas el día sábado 12 de marzo del 2016, en el laboratorio de Ingeniería Civil del ITESO (edificio H).

El equipo utilizado para la ejecución de las pruebas fue la prensa universal Shimadzu modelo UH 1000 KN (*ver figura A8.5*). La presión se logra mediante placas accionadas por un sistema hidráulico controlado por una computadora, lo que asegura la precisión de las pruebas.

Figura A8. 5. Prensa universal del laboratorio de Ingeniería Civil, ITESO.



Fuente: Imagen propia (2016).

Al realizar la prueba, el equipo se encontraba en condiciones de operación, calibrada y completa en todas sus partes. Para la realización de las pruebas a compresión los especímenes se colocaron de forma vertical sobre la placa inferior de la prensa. A continuación se le aplicó la carga a una velocidad de 30 mm/min.

4. ELECCIÓN DEL DISEÑO EXPERIMENTAL

Debido a que se pretende estudiar la influencia de dos factores sobre la variable de respuesta y precisar las condiciones óptimas para obtener una mayor resistencia a la compresión. Se utilizó un **diseño multifactorial²**.

Tomando las referencias anteriores, el diseño queda de la siguiente forma: experimento multifactorial con 2 factores, con 3 niveles de cada factor y una variable de respuesta. Este experimento se conoce como factorial 3 x 3 o diseño factorial 3². Para validar el experimento se realizó una réplica, por lo que se realizarán 18 corridas experimentales.

5. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIMENTACIÓN

Trabajos previos

Para llevar a cabo la experimentación se realizaron una serie de trabajos previos que consistieron en hacer lo siguiente:

- I. Recolección y limpieza de las botellas (se utilizaron 6 botellas de cada espesor).
- II. Cribado del suelo de relleno (*ver figura A8.6*) para separar las partes finas de las gruesas. Se utilizó una malla de ¼".

Figura A8. 6. Cribado del Jal (SW)g Arena bien graduada con grava



Fuente: Imagen propia (2016).

² El diseño multifactorial se utiliza cuando en una investigación se pretende estudiar simultáneamente la influencia del cambio de nivel de varios factores sobre la variable de respuesta. Cada réplica completa del experimento incluye a todas las combinaciones posibles de los niveles de los factores bajo estudio. Permitiendo estimar los efectos simples de los factores y el efecto de las interacciones de dichos factores.

- III. Relleno de las botellas con los diferentes tipos de suelo. El material puesto en la botella debe ser compactado, de manera que cuando la botella esté llena y se le aplique presión en la superficie, esta no sufra deformaciones, como se muestra en la figura A8.7.

Figura A8. 7. Relleno de botellas PET.



Fuente: Imagen propia (2016).

- IV. Se obtuvo el peso de cada una de las botellas antes y después del relleno. El peso incluye la tapa (ver figura A8.8). También se determinó el espesor y la altura de cada uno de los envases.

Figura A8. 8. Pesado de las botellas PET con y sin relleno.



Fuente: Imagen propia (2016).

Los resultados obtenidos de los trabajos previos se muestran en la siguiente tabla:

Tabla A8. 3. Datos obtenidos de los trabajos previos de la experimentación

ESPÉCIMEN	TIPO DE BOTELLAS	ESPESOR (mm)	ALTURA (cm)	CAPACIDAD (ml)	PESO BOTELLA VACÍA (gr)	RELLENO	PESO BOTELLA LLENA (gr)	DENSIDAD (gr/cm³)	TIEMPO LLENADO (min:seg)
1	Agua (bonafont)	0.25	24	600	15.77	(SM)	925.19	1.542	12:35
2					16.35	Jal (SW) g	696.52	1.161	13:42
3					15.85	Tepetate (SM)	865.84	1.443	11:49
4	Refresco (peñafiel)	0.45	24.5	600	26.44	(SM)	980.03	1.633	12:46
5					26.92	Jal (SW) g	703.81	1.173	14:35
6					25.80	Tepetate (SM)	883.96	1.473	11:42
7	Fuze tea	0.6	23	600	32.48	(SM)	955.04	1.592	13:56
8					32.40	Jal (SW) g	690.76	1.151	14:57
9					32.91	Tepetate (SM)	895.04	1.492	11:57
1a	Agua (bonafont)	0.25	24	600	15.41	(SM)	951.36	1.586	12:50
2a					16.59	Jal (SW) g	685.75	1.143	14:25
3a					16.10	Tepetate (SM)	849.02	1.415	10:59
4a	Refresco (peñafiel)	0.45	24.5	600	26.35	(SM)	967.59	1.613	13:01
5a					25.82	Jal (SW) g	684.00	1.140	14:03
6a					25.78	Tepetate (SM)	884.84	1.475	12:15
7a	Fuze tea	0.6	23	600	32.69	(SM)	955.77	1.593	13:31
8a					32.60	Jal (SW) g	696.06	1.160	14:27
9a					33.03	Tepetate (SM)	888.53	1.481	11:59

Fuente: Elaboración propia.

Es importante mencionar que el grado de compactación del suelo dentro del envase es una variable controlada en esta experimentación y está dado por la densidad del material. De manera que se trató de aplicar la misma técnica, proceso y energía para el llenado de las botellas. Como se puede observar en la tabla A8.3 la densidad presentada por los especímenes y sus réplicas, por ejemplo: 1 y 1a, no demuestran diferencias significativas.

Realización de la prueba.

Para realizar las pruebas a la compresión se realizó lo siguiente:

- I. Colocación de la botella a ensayar de forma vertical sobre la placa inferior de la prensa. Alineando su eje respecto del centro de la placa de carga. La placa superior baja hacia el espécimen hasta lograr un contacto suave y uniforme (*ver figura A8.9*).

Figura A8. 9. Colocación de la botella a ensayar en la prensa universal.



Fuente: Imagen propia (2016).

- II. Se aplicó la carga con una velocidad uniforme y continua sin producir impacto ni pérdida de carga (*ver figura A8.10*).

Figura A8. 10. Aplicación de la carga vertical al espécimen.



Fuente: Imagen propia (2016).

- III. Se aplicaron las cargas hasta alcanzar la máxima permisible, es decir, al llegar a la falla o fractura, como se muestra en la *figura A.8.11*.

Figura A8. 11. Falla del material, debido a la carga aplicada.



Fuente: Imagen propia (2016).

Después de probar las 18 corridas experimentales en la prensa universal las botellas tuvieron el siguiente comportamiento:

Figura A8. 12. Comportamiento de las botellas después de la prueba.



Fuente: Imagen propia (2016).

- IV. Posteriormente se hicieron los registros correspondientes.

COMPORTAMIENTO DE LAS BOTELLAS (DEFORMACIONES Y FALLAS)

Al aplicar la carga a los especímenes, el material de relleno se compactaba y a su vez el envase sufría deformaciones hasta llegar a la falla o parar la prueba. En las imágenes siguientes se analizará el comportamiento de las botellas después de realizar los ensayos a la compresión simple.

CASO 1. ESPESOR DE BOTELLA= 0.25 mm

En este caso se obtuvieron los resultados esperados, es decir, la resistencia a la compresión fue menor debido a que presenta el menor espesor de todas. En la figura A.8.13 se puede observar que todas las botellas sufrieron una ruptura durante la prueba. En los ensayos con el suelo 1 y 3, el comportamiento de los especímenes ante la carga es muy similar. Sin embargo en las muestras 2 y 2a (suelo 2) presentan poca deformación y una falla diferente.

Figura A8. 13. Comportamiento de las botellas de 0.25 mm de espesor después de la prueba.



Fuente: Imagen propia (2016).

CASO 2. ESPESOR DE BOTELLA= 0.45 mm

Las botellas con este espesor tuvieron un mejor comportamiento que las anteriores. Los especímenes 4 y 4a tuvieron una falla distinta como se puede observar en la figura A8.14. Podemos suponer que la diferencia de comportamiento ante la carga se dio por el estado de la botella, ya que presentan una densidad y un esfuerzo máximo muy similar.

Para las muestras rellenas con el suelo 2 (5 y 5a) solo sufrieron deformaciones, ya que al ser un material más suelto permite una mayor compactación. En el caso de los envases 6 y 6a la falla presentada es muy parecida.

Figura A8. 14. Comportamiento de las botellas de 0.45 mm de espesor después de la prueba.



Fuente: Imagen propia (2016).

CASO 3. ESPESOR DE BOTELLA= 0.60 mm

Los envases de este espesor tuvieron un comportamiento similar con todos los tipos de relleno. Alcanzando una mayor compactación sin llegar a la falla, pero sufriendo deformaciones. Excepto la muestra 9, que como se observa en la figura A8.15, el espécimen falla en el costado superior.

Figura A8. 15. Comportamiento de las botellas de 0.60 mm de espesor después de la prueba.



Fuente: Imagen propia (2016).

6. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

6.1 MULTIFACTORIAL

Para realizar el análisis estadístico se ordenaron los datos obtenidos en las pruebas y se utilizó el software Statgraphics Centurion XV³. Los resultados de las pruebas a la compresión simple y la gráfica esfuerzo-deformación se pueden consultar en el anexo 9.

Los resultados derivados de las pruebas a la compresión simple descrita anteriormente se expresan como el esfuerzo máximo soportando (kg/cm²). La finalidad del análisis es precisar las mejores condiciones (tratamientos) para maximizar dicha resistencia. Los datos obtenidos se encuentran en la tabla siguiente:

Tabla A8. 4. Resultados obtenidos de la experimentación.

FACTOR A	FACTOR B	RÉPLICAS	
ESPESOR BOTELLA	TIPO DE RELLENO	I	II
0.25	(SM)	27.17	27.87
0.25	Jal (SW)g	21.51	20.59
0.25	Tepetate (SM)	23.51	22.16
0.45	(SM)	58.81	59.45
0.45	Jal (SW)g	33.48	38.94
0.45	Tepetate (SM)	44.27	39.29
0.60	(SM)	51.14	55.26
0.60	Jal (SW)g	39.99	41.32
0.60	Tepetate (SM)	45.26	37.26

Fuente: Elaboración propia.

Variable de respuesta: resistencia a la compresión simple (kg/cm²)

Factores controlados: A) espesor de la botella (0.25, 0.45, 0.60) y B) tipo de relleno (suelo arenoso, jal, tepetate).

Niveles de los factores: 3 niveles para el factor espesor de la botella y 3 niveles para el factor tipo de relleno

Diseño multifactorial: 3 x 3 con n=2; 18 experimentos o corridas

MODELO MATEMÁTICO DEL EXPERIMENTO

$$Y_{ijk} = \mu + \tau_i + \beta_j + (\tau\beta)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

Donde:

³ STATGRAPHICS Centurion es una herramienta de análisis de datos que combina una amplia gama de procedimientos analíticos con gráficos interactivos para proporcionar un entorno integrado de análisis. Este programa permite realizar múltiples tratamientos estadísticos, entre ellos la planificación de ensayos con los diseños de experimentos más habituales.

Y_{ij} - resistencia a la compresión simple

μ - media general de la resistencia a la compresión simple

τ_i - efecto del espesor de la botella

β_j - efecto del tipo de relleno

$(\tau\beta)_{ij}$ - efecto de la interacción espesor de la botella-tipo de relleno

ε_{ij} - error aleatorio

HIPÓTESIS ESTADÍSTICAS

Las hipótesis a comprobar serán una hipótesis inicial (H_0) y una hipótesis alternativa (H_a). Para este caso se tendrán tres pares diferentes. Un par para cada factor (A y B) y otro par para la interacción entre ambos. Los enunciados quedan de la siguiente forma:

PARA EL FACTOR A

H_0 : no influye el efecto del espesor de la botella en la resistencia a la compresión.

H_a : si influye el efecto del espesor de la botella en la resistencia a la compresión.

PARA EL FACTOR B

H_0 : no influye el efecto tipo de relleno en la resistencia a la compresión.

H_a : si influye el efecto tipo de relleno en la resistencia a la compresión.

PARA LA INTERACCIÓN ENTRE FACTOR A Y FACTOR B

H_0 : no hay efecto de interacción entre el espesor de la botella y el tipo de relleno en la resistencia a la compresión.

H_a : si hay efecto de interacción entre el espesor de la botella y el tipo de relleno en la resistencia a la compresión.

Los resultados del análisis con el software Statgraphics Centurion XV se desarrollan a continuación.

Tabla A8. 5 Análisis de varianza (ANOVA) para resistencia

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFECTOS PRINCIPALES					
A:Espesor	1862.54	2	931.272	118.95	0.0000
B:Relleno	661.379	2	330.69	42.24	0.0000
INTERACCIONES					
AB	155.072	4	38.768	4.95	0.0218
RESIDUOS	70.4619	9	7.8291		
TOTAL (CORREGIDO)	2749.46	17			

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a la tabla de ANOVA y comparando los valores de P con un valor de $\alpha=0.05$ podemos argumentar que: si influye el efecto del espesor de la botella; si influye el efecto del relleno y si influye la interacción entre el espesor y el relleno en la resistencia a la compresión, con un 95% de confianza.

COMPARACIÓN DE LAS MEDIAS DE LOS TRATAMIENTOS. PRUEBA DE LSD 95% CONFIANZA
FACTOR A) ESPESOR

Tabla A8. 6. Pruebas de múltiple rangos para resistencia por espesor.

Espesor	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
0.25	6	23.8017	1.1423	X
0.6	6	45.0383	1.1423	X
0.45	6	45.7067	1.1423	X

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
0.25 - 0.45	*	-21.905	3.65443
0.25 - 0.6	*	-21.2367	3.65443
0.45 - 0.6		0.668333	3.65443

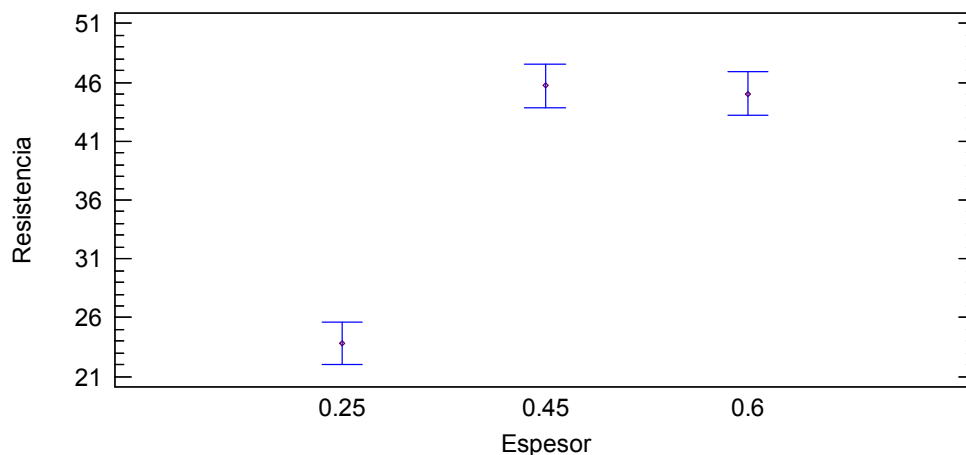
* indica una diferencia significativa.

Fuente: Elaboración propia.

Para este factor existen dos grupos homogéneos, el primero para el espesor de 0.25 y el segundo incluye los espesores 0.45 y 0.60. El espesor *menos recomendado* es el de 0.25 pues presenta un menor promedio que el resto (*ver tabla A8.6*). Si se desea maximizar la resistencia a la compresión *se recomienda* utilizar el segundo grupo homogéneo, con valores esperados entre 43.1226 y 48.2907 para el espesor **0.45**, y con valores entre 42.4543 y 47.6224 para el espesor **0.60** (*ver tabla A8.7*).

Figura A8. 16. Gráfica de medias para el factor A.

Medias y 95.0% de Fisher LSD



Fuente: Elaboración propia.

Tabla A8. 7. Medias por Mínimos Cuadrados para Resistencia con intervalos de confianza del 95.0%. Factor a) espesor.

Nivel	Casos	Media	Error Est.	Límite Inferior	Límite Superior
MEDIA GLOBAL	18	38.1822			
Espesor					
0.25	6	23.8017	1.1423	21.2176	26.3857
0.45	6	45.7067	1.1423	43.1226	48.2907
0.6	6	45.0383	1.1423	42.4543	47.6224

Fuente: Elaboración propia.

COMPARACIÓN DE LAS MEDIAS DE LOS TRATAMIENTOS. PRUEBA DE LSD 95% CONFIANZA FACTOR B) RELLENO

Tabla A8. 8. Pruebas de múltiple rangos para resistencia por relleno.

Relleno	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
J	6	32.6383	1.1423	X
T	6	35.2917	1.1423	X
S	6	46.6167	1.1423	X

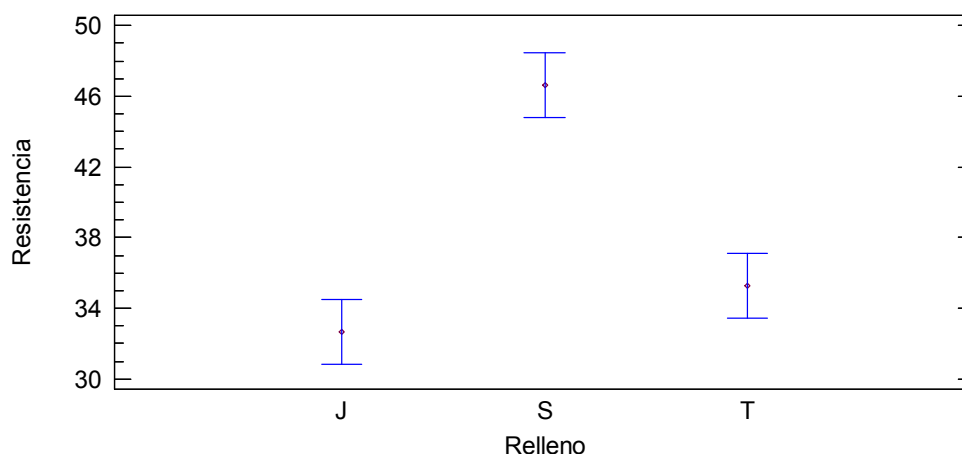
Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
J – S	*	-13.9783	3.65443
J – T		-2.65333	3.65443
S – T	*	11.325	3.65443

* indica una diferencia significativa.

Fuente: Elaboración propia.

Para el factor relleno existen también dos grupos homogéneos, el primero para los rellenos jal y tepetate y el segundo para el relleno suelo arenoso. Si se desea maximizar la resistencia a la compresión **se recomienda** utilizar el segundo grupo homogéneo formado por el suelo arenoso, con valores esperados entre 44.0326 y 49.2007 (ver tabla A8.9).

Figura A8. 17. Gráfica de medias para el factor B
Medias y 95.0% de Fisher LSD



Fuente: Elaboración propia.

Tabla A8. 9. Medias por Mínimos Cuadrados para Resistencia con intervalos de confianza del 95.0%. Factor b) relleno.

Nivel	Casos	Media	Error Est.	Límite Inferior	Límite Superior
MEDIA GLOBAL	18	38.1822			
Relleno					
J	6	32.6383	1.1423	30.0543	35.2224
S	6	46.6167	1.1423	44.0326	49.2007
T	6	35.2917	1.1423	32.7076	37.8757

Fuente: Elaboración propia.

RECOMENDACIÓN PARA LOS FACTORES SIMPLES

De acuerdo al análisis anterior, se obtienen las siguientes combinaciones para maximizar la resistencia a la compresión:

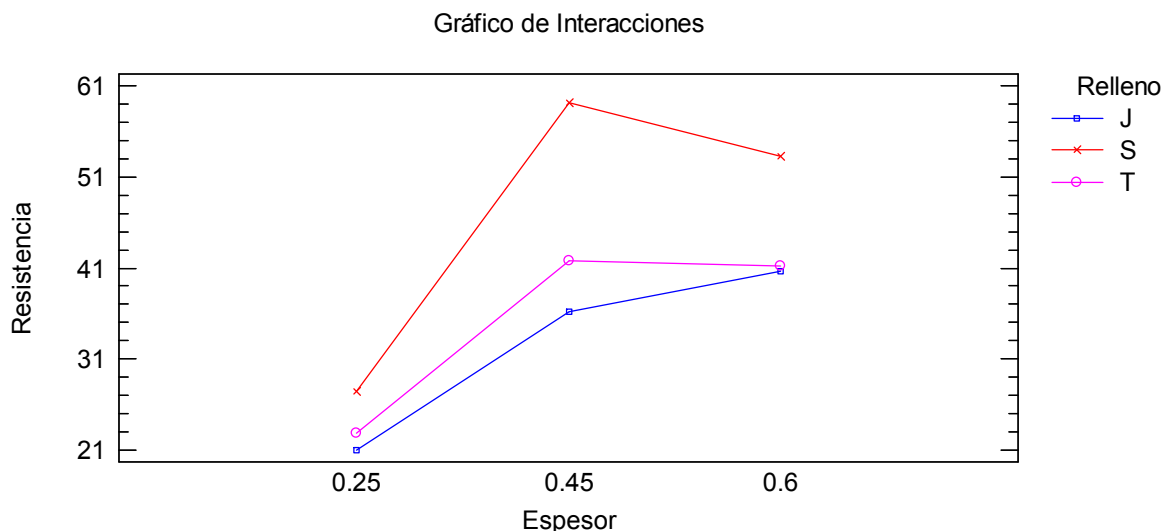
Tabla A8. 10. Recomendación para factores simples.

ESPESOR	RELLENO
0.45 mm	S
0.60 mm	S

Fuente: Elaboración Propia

INTERACCIÓN DE LOS FACTORES A) ESPESOR Y B) RELLENO.

Figura A8. 18. Gráfica de interacción espesor-relleno.



Fuente: Elaboración propia.

Interpretación:

Al utilizar un espesor de 0.25 mm se obtiene una menor resistencia a la compresión en todos los tipos de relleno. Si se utiliza un espesor de 0.45 o 0.60 con un relleno de suelo arenoso, se puede observar que no existe una diferencia estadística significativa y se obtienen los valores máximos de resistencia a la compresión.

CONCLUSIÓN DEL ANÁLISIS:

De acuerdo al análisis estadístico anterior podemos argumentar que los niveles de espesor y relleno, así como su interacción si influyen en la resistencia a la compresión. Si se desea maximizar esta resistencia se recomienda utilizar las combinaciones establecidas en la tabla A8.10.

Sin embargo, tomando en cuenta otros factores como costos o disponibilidad del material se recomienda utilizar envases de PET con espesor de 0.45 mm. Las botellas que asemejan este espesor son las de refresco.

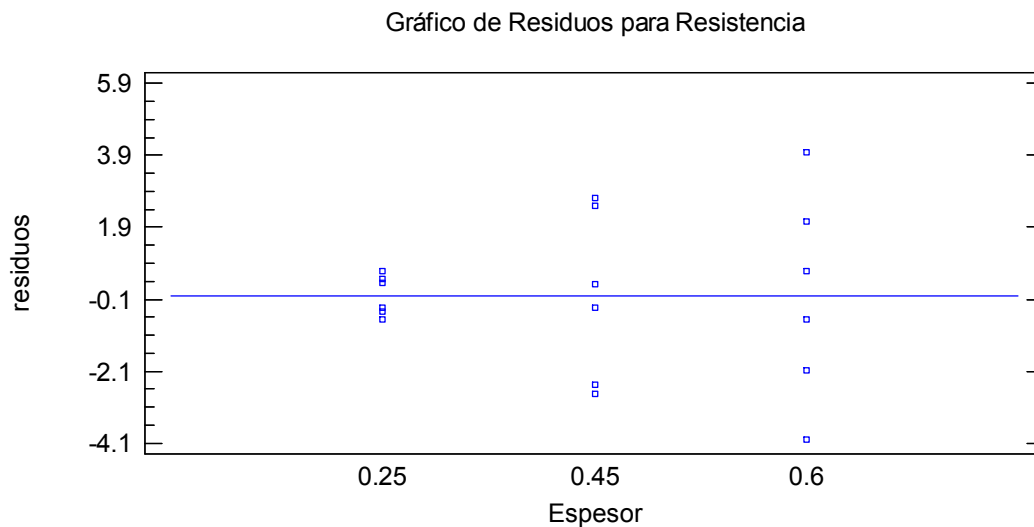
VERIFICACIÓN DE SUPUESTOS ESTADÍSTICOS.

La validez de los resultados obtenidos en cualquier análisis de varianza queda supeditado a que los supuestos del modelo se cumplan. Estos supuestos del modelo de ANOVA son: varianza constante, independencia y normalidad.

A continuación se muestran la verificación de dichos supuestos por medio de métodos gráficos.

SUPUESTO DE VARIANZA CONSTANTE. FACTOR A) ESPESOR

Figura A8. 19. Gráfica de varianza constante del factor A) espesor.



Fuente: Elaboración propia.

Se puede observar que los puntos en la gráfica tienen un comportamiento de embudo, lo que significa que no está cumpliendo el supuesto de varianza constante.

SUPUESTO DE VARIANZA CONSTANTE. FACTOR B) RELLENO

Figura A8. 20. Gráfica de varianza constante del factor B) relleno.

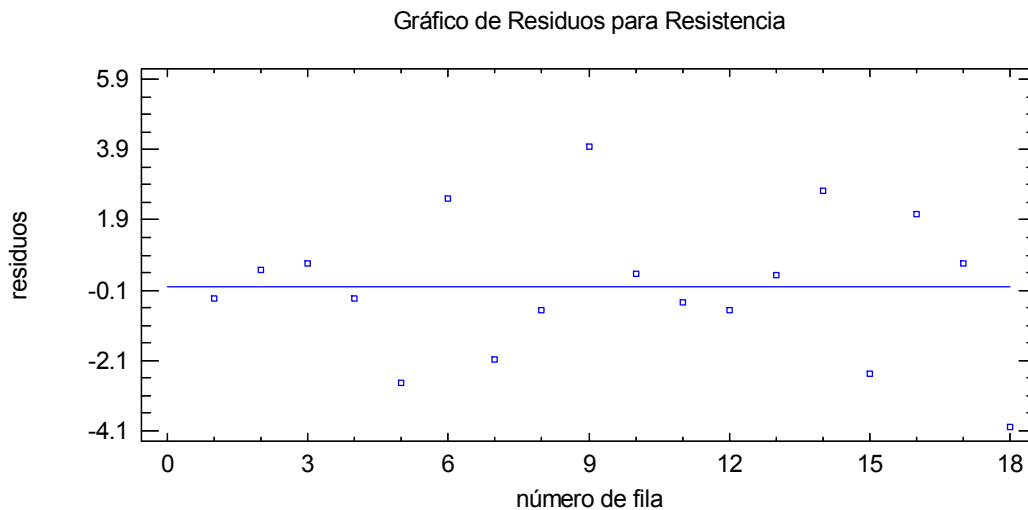


Fuente: Elaboración propia.

Los puntos en la gráfica se distribuyen de manera aleatoria (sin ningún patrón). El factor B cumple el supuesto de varianza constante.

SUPUESTO DE INDEPENDENCIA

Figura A8. 21. Gráfica de supuesto de independencia.



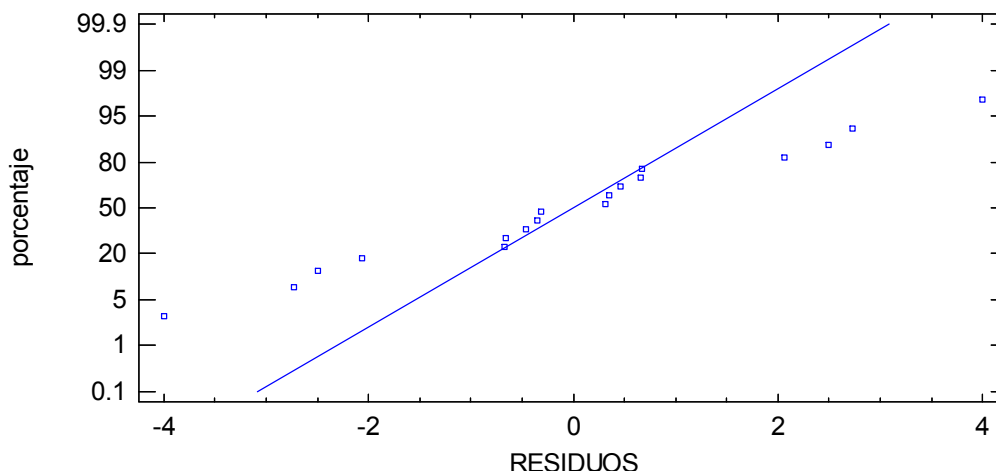
Fuente: Elaboración propia.

Se puede observar que el comportamiento de los puntos en la gráfica tiene un patrón de distribución aleatorio. Por lo que se argumenta que no existe correlación entre los errores, cumpliendo el supuesto de independencia.

PROBABILIDAD NORMAL

Figura A8. 22. Gráfica de probabilidad normal de los residuos.

Gráfico de Probabilidad Normal



Fuente: Elaboración propia.

Para cumplir el supuesto de normalidad, los puntos en la gráfica deben tender a estar alineados en una línea recta. Tomando como referencia la gráfica, podemos decir que la mayoría de estos (puntos centrales) se encuentran alineados.

6.2 REGRESIÓN MÚLTIPLE

Para complementar el análisis multifactorial anterior se realizó también un análisis de regresión múltiple⁴ que podrá ser utilizado con fines de diseño. Para esto se tomará en cuenta el espesor de la botella y la densidad calculada de cada una de las botellas como se muestra en la tabla A8.3.

Como se mencionó anteriormente, la densidad es un indicador del grado de compactación del material. La densidad promedio obtenida para los suelos utilizados como relleno se muestra en la tabla siguiente:

Tabla A8. 11. Densidad promedio de los suelos utilizados.

TIPO DE SUELO	DENSIDAD PROMEDIO (gr/cm ³)
(SM)	1.593
JAL (SW)g	1.155
Tepetate (SM)	1.463

Fuente: Elaboración propia.

⁴ El análisis de regresión múltiple tiene como objetivo modelar en forma matemática el comportamiento de una variable de respuesta en función de una o más variables independientes.

Comparando esta densidad con la de otros materiales como el adobe, que oscila entre 1500 y 1700 kg/m³; o la del ladrillo rojo recocido que según las NTC para diseño y construcción de estructuras de mampostería mínimamente las piezas en estado seco deben tener de 1300 kg/m³. Podemos argumentar que se puede realizar un modelo matemático para predecir la resistencia de las botellas, ya que la densidad de nuestro material se encuentra en un rango aceptable.

A continuación se desarrolla el análisis estadístico de regresión múltiple.

Variable dependiente: Resistencia

Variables independientes: espesor, densidad

Tabla A8. 12. Análisis de regresión múltiple.

Parámetro	Estimación	Error Estándar	Estadístico T	Valor-P
Espesor	52.9588	12.2463	4.32448	0.0005
Densidad	11.1818	3.95198	2.82942	0.0121

Fuente: Elaboración propia.

Tabla A8. 13. Análisis de varianza del modelo.

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	28010.8	2	14005.4	228.53	0.0000
Residuo	980.554	16	61.2846		
Total	28991.3	18			

Fuente: Elaboración propia.

R-cuadrada = 96.6178 por ciento

R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 96.4064 por ciento

A partir del coeficiente de determinación R² cuadrada ajustada se observa que el modelo describe un 96.4% de la variabilidad de la resistencia. Puesto que el valor-P en la tabla ANOVA es menor que 0.05, existe una relación estadísticamente significativa entre las variables con un nivel de confianza del 95.0%.

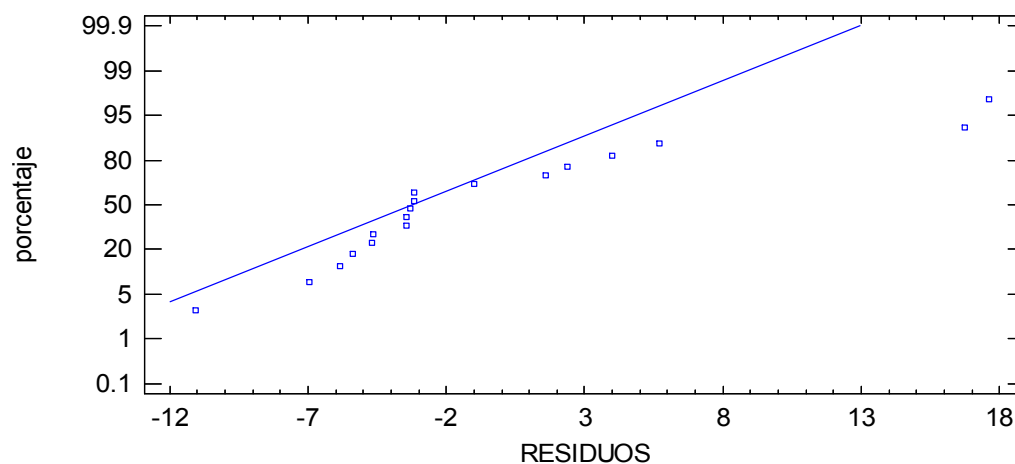
La ecuación del modelo ajustado es:

$$\text{Resistencia} = 52.9588 * \text{Espesor} + 11.1818 * \text{Densidad}$$

Dónde: el espesor está dado en mm y la densidad en gr/cm³.

Para obtener una resistencia alta se recomienda que la densidad de las botellas no sea menor a 1.55 gr/cm³.

Figura A8. 23. Gráfica de probabilidad normal de los residuos
Gráfico de Probabilidad Normal



Se cumple el supuesto de normalidad ya que los puntos intermedios de la gráfica se alinean a la recta.

ANEXO 9. Resultados de las pruebas de resistencia a la compresión simple

En la siguiente tabla se muestran los resultados de los ensayos realizados:

Tabla A9. 1. Resultados de las pruebas a la compresión simple

RESULTADOS DE LAS PRUEBAS DE COMPRESIÓN SIMPLE						
Prueba	Espécimen	Área cm ²	Max. Fuerza kg _f	Max. Esfuerzo kg _f /cm ²	Max. Despl. mm	Resistencia %
1	8	26.1	1042.09	39.99	87.77	133.31
2	2	25.0	537.33	21.51	49.78	71.69
3	5	24.5	818.77	33.48	87.31	111.60
4	1	25.0	678.81	27.17	82.60	90.57
5	3	25.0	587.36	23.51	54.73	78.37
6	4	24.5	1438.18	58.81	105.30	196.04
7	9	26.1	1179.30	45.26	78.41	150.86
8	6	24.5	1082.68	44.27	91.51	147.58
9	7	26.1	1332.58	51.14	66.73	170.47
10	7a	26.1	1439.90	55.26	87.41	184.20
11	4a	25.0	1485.28	59.45	96.56	190.00
12	6a	24.5	960.70	39.29	99.20	130.95
13	2a	25.0	514.45	20.59	37.50	68.64
14	5a	24.5	952.16	38.94	104.60	129.79
15	8a	26.1	1076.82	41.32	77.21	137.75
16	9a	26.1	970.96	37.26	68.01	132.35
17	3a	25.0	553.64	22.16	40.60	73.87
18	1a	25.0	696.21	27.87	39.20	92.89

Fuente: Elaboración propia.

Es importante explicar que el área transversal de aplicación de la fuerza se determinó a partir del volumen y la altura de las botellas (*como se muestra en la tabla A.9.2*), como un área promedio. El esfuerzo máximo se determinó dividiendo la máxima fuerza soportada entre el área.

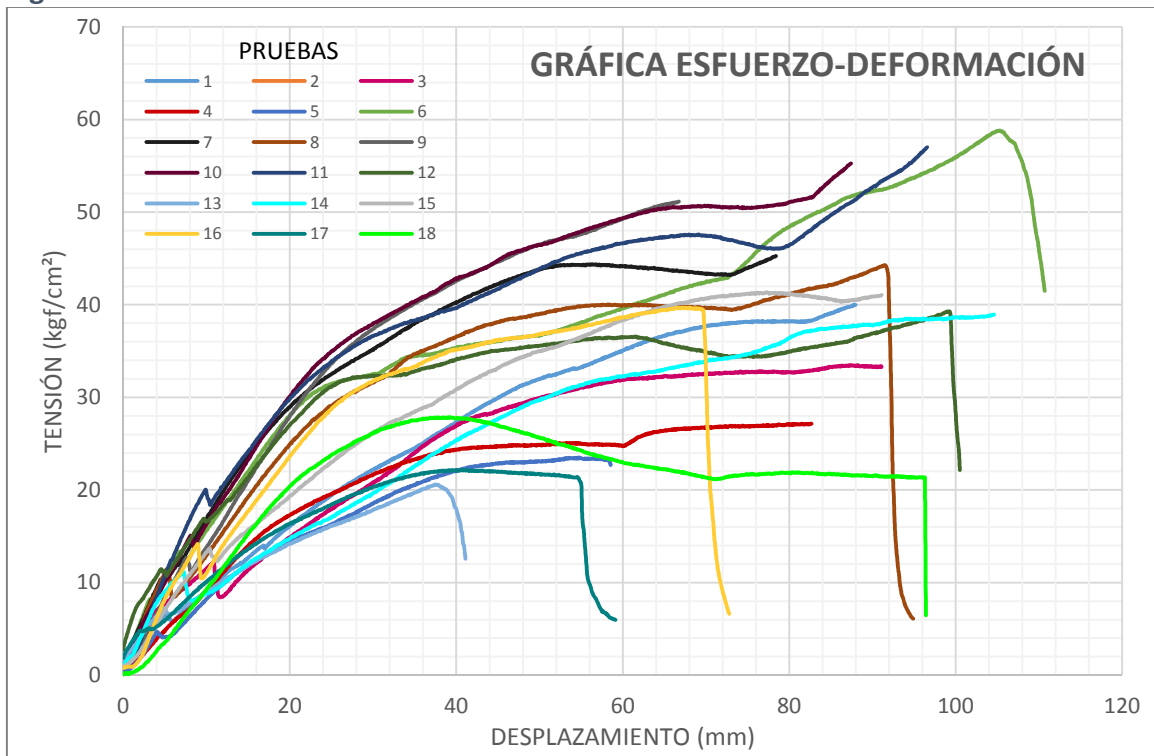
Tabla A9. 2. Cálculo del área transversal de aplicación de la fuerza.

Espesor de botella (mm)	Capacidad (ml)	Altura (cm)	Área Vol/h
0.25	600	24	25.0
0.45	600	24.5	24.5
0.6	600	23	26.1

Fuente: Elaboración propia.

La gráfica esfuerzo-deformación de las pruebas, se muestra a continuación.

Figura A9. 1. Gráfica esfuerzo- deformación.



Fuente: Elaboración propia

ANEXO 10. Sistema de evaluación de los sistemas constructivos

La siguiente herramienta de medición acota y sugiere un conjunto de pautas para la evaluación de seis sistemas constructivos. Esto a través de una comparativa de indicadores seleccionados y cuantificados que nos permitieron obtener una simplificación de la realidad a través de una estandarización y ponderación.

El sistema está basado en la metodología SAT¹ para determinar, seleccionar y desarrollar los criterios apropiados para este análisis, pero están adaptados de acuerdo a las necesidades de la investigación. Estos criterios fueron concebidos desde una perspectiva integradora de 4 categorías: técnica, social, ambiental y económica.

Esencialmente, el peso asignado a cada criterio dentro de una categoría se basó en la importancia dada a la misma, y está relacionado con el entorno social, económico, geográfico y cultural. Para este caso todos los criterios tienen el mismo valor relativo.

Para determinar el puntaje para cada sistema constructivo se estableció un sencillo sistema de cuantificación válido para todos los indicadores que se explicará más adelante. Al final se realizó la suma del puntaje para cada categoría y se obtuvo la valoración total.

Es importante mencionar que el sistema de evaluación es representativo y que algunos indicadores son aproximaciones debido a que no fue posible obtener todos los datos requeridos. Los resultados de esta evaluación pueden cambiar si se aplica otro sistema con criterios e indicadores diferentes.

Objetivo

Desarrollar un instrumento de evaluación para seis sistemas constructivos mediante una metodología capaz de integrar conceptos cualitativos y cuantitativos, tomando en cuenta cuatro categorías: técnica, social, ambiental y económica. Esto a través de diferentes indicadores que permitan obtener características adecuadas para un nuevo sistema.

Sistemas constructivos seleccionados

Se realizó la selección de sistemas constructivos representativos que están organizados en tres grupos principales.

- 1) Sistema constructivo convencional.**
- 2) Sistemas constructivos prefabricados.**
- 3) Sistemas que utilizan material plástico como materia prima.**

¹ Por sus siglas en inglés Sustainability Assessment of Technologies (evaluación de la sostenibilidad de las tecnologías), se desarrolla a través de un elaborado proceso de investigación y consultas de expertos en el tema. La metodología SAT establece criterios e indicadores genéricos, que pueden ser personalizados para sectores específicos y puede ser aplicada en la toma de decisiones estratégicas.

Enseguida se presenta la ficha descriptiva de cada uno de los sistemas con sus características principales.

Figura A10. 1. Ficha descriptiva 1: muro portante de ladrillo rojo recocido.

FICHA DESCRIPTIVA DEL SISTEMA CONSTRUCTIVO		NÚMERO: 1
	MURO PORTANTE DE LADRILLO ROJO RECOCIDO	
	Tipo: Convencional	
	Descripción: Elementos monolíticos formados por ladrillos. Tiene una alta resistencia por ser un material solido. Se le colocan elementos verticales y horizontales adicionales (castillos y cadenas) para aportar una mayor rigidez.	
	Muro de ladrillo rojo recocido. Fuente:Imagen propia (2015).	
CARACTERÍSTICAS		
Geometría	Los ladrillos tienen forma de prisma rectangular y las dimensiones suelen rondar en 24 x 12 x 6 cm.	
Materiales	El ladrillo está fabricado con arcilla moldeada y horneada, y es unido con una mezcla de mortero cemento-arena en proporciones desde 1:3 hasta 1:4.	
Usos	Muro de carga (función estructural), decorativo, otros elementos constructivos.	
INDICADORES DE SUSTENTABILIDAD		
Ambientales	Bajo nivel de utilización de recursos naturales. Aprovechamiento de recursos locales.	
Económicos	Bajo costo de construcción. Bajo costo de mantenimiento.	
Sociales	Aumenta la sensación de confort de los ocupantes al presentar un aceptable aislamiento térmico y acústico.	
Ventajas	No requiere mano de obra especializada. Gran capacidad de carga, alta resistencia al fuego y a sismos. Presenta un buen aislamiento térmico y acústico	
Desventajas	En su elaboración se incinera una gran cantidad de residuos, lo que genera una gran cantidad de emisiones.	

Fuente: elaboración propia.

Figura A10. 2. Ficha descriptiva 2: panel W.

FICHA DESCRIPTIVA DEL SISTEMA CONSTRUCTIVO		NÚMERO: 2
	PANEL W	
	Tipo: Prefabricado	
	Descripción:	
	Sistema estructural que consiste en un núcleo de poliestireno con una armadura de alambre de acero que sirve para construir muros de carga y elementos arquitectónicos.	
Sistema Panel W. Fuente: http://panelw.com/es/index.html		
CARACTERÍSTICAS		
Geometría	Paneles rectangulares de dimensiones 1.22 m x 2.44 m. Con espesor variable de 2" a 4".	
Materiales	Estructura tridimensional de alambre de acero pulido galvanizado, núcleo de poliestireno expandido. Recubrimiento en obra con concreto o mortero.	
Usos	Construcción de muros de carga, losas de cubierta., fachadas.	
INDICADORES DE SUSTENTABILIDAD		
Ambientales	Mejor aprovechamiento de los recursos utilizados. Menor cantidad de residuos generados.	
Económicos	Reducción del tiempo de construcción, comparado con otros sistemas. De fácil construcción con mano de obra y herramientas comunes.	
Sociales	Aumenta la sensación de confort de los ocupantes al presentar un alto nivel de aislamiento térmico y acústico.	
Ventajas	Sistema ligero, versátil y fácil de manipular. Gran capacidad de carga, alta resistencia a sismos y viento. Presenta un alto aislamiento térmico y acústico	
Desventajas	Moderado costo de construcción	
Más información: http://panelw.com/es/index.html		

Fuente: Productos Panel W (s.f.). Elaboración propia.

Para realizar el análisis se utilizó el panel estructural de 3" de espesor, el cual tiene las siguientes dimensiones: 1.22 m (ancho) x 2.44 m (alto) x 0.076 m (espesor) y una cuadrícula de malla de 5.1 x 5.1 cm.

Figura A10. 3. Ficha descriptiva 3: sistema MagPanel.

FICHA DESCRIPTIVA DEL SISTEMA CONSTRUCTIVO		NÚMERO: 3
	MagPanel	
	Tipo: Prefabricado	
	Descripción: Paneles interconectables compuestos por dos placas de concreto y un alma de poliestireno expandido de alta densidad. Estos paneles conforman los muros y losas de la edificación y son unidos por conexiones metálicas.	
	Sistema MagPanel. Fuente: http://magpanel.mx/	
CARACTERÍSTICAS		
Geometría	Paneles rectangulares con dimensiones 1.0 m x 2.44 m. Con espesores de 0.122 y 0.172 m	
Materiales	Placas de concreto de magnesio y fibra de vidrio (fórmula patentada), núcleo de poliestireno expandido, marco metálico estructural.	
Usos	Construcciones integrales, fachadas, muros divisorios o perimetrales.	
INDICADORES DE SUSTENTABILIDAD		
Ambientales	Ahorro de consumo de energía por climatización. Reducción de desperdicios en mermas de materiales. Menos impacto ambiental (huella CO ₂) en todo el proceso de construcción.	
Económicos	Plantas productivas móviles que reducen los costos de transportación y almacenaje.	
Sociales	Aumenta la sensación de confort de los ocupantes al presentar un alto nivel de aislamiento térmico y acústico.	
Ventajas	Edificaciones seguras de alto rendimiento y resistentes contra sismos y vientos. Materiales resistentes a la intemperie por lo que requiere bajo mantenimiento. Cumple con estándares internacionales según las normas ATSM (EUA).	
Desventajas	Alto costo de construcción	
Más información: http://magpanel.mx/magpanel		

Fuente: MagPanel (s.f.).Elaboración propia.

Para realizar esta evaluación se utilizó el panel W112 de las siguientes dimensiones: 1.0 m (ancho) x 2.44 m (alto) x 0.172 m (espesor) con un peso de 54.22 kg/panel.

Figura A10. 4. Ficha descriptiva 4: sistema Pop-up house.

FICHA DESCRIPTIVA DEL SISTEMA CONSTRUCTIVO		NÚMERO: 4
	Pop-up house	
	Tipo: Prefabricado	
	Descripción: Sistema constructivo modular de construcción pasiva (originado en Francia) compuesto por bloques de material aislante que van unidos por tableros de madera. Ligero y de fácil construcción.	
Sistema Pop-up house. Fuente: http://www.popup-house.com/		
CARACTERÍSTICAS		
Geometría	Modular. Formado por bloques rectangulares de 0.30 m de espesor.	
Materiales	Esqueleto de madera de chapa laminada y bloques de poliestireno expandido. Los materiales se van alternando y son fijados con tornillos de 1 m de longitud.	
Usos	Construcciones integrales (habitacional).	
INDICADORES DE SUSTENTABILIDAD		
Ambientales	Ahorro de consumo de energía por climatización. Reducción de desperdicios en mermas de materiales. Todos los materiales utilizados en el concepto están probados y estandarizados para su uso en el edificio.	
Económicos	Bajo costo de mantenimiento. Plazos de ejecución cortos.	
Sociales	Alto grado de satisfacción y bienestar de los ocupantes del edificio. La sensación de confort de los ocupantes es alta.	
Ventajas	Presenta un nivel muy alto de aislamiento térmico y acústico debido al espesor. Ligero y de fácil construcción, no necesita mano de obra especializada. Materiales capaces de absorber deformaciones sin deterioro en caso de sismos.	
Desventajas	Sistema fabricado en Francia. Muy alto costo de construcción.	
Más información: http://www.popup-house.com/		

Fuente: Pop-up house (s.f.).Elaboración propia.

Figura A10. 5. Ficha descriptiva 5: botellas PET rellenas de tierra.

FICHA DESCRIPTIVA DEL SISTEMA CONSTRUCTIVO		NÚMERO: 5
	BOTELLAS PET RELLENAS DE TIERRA	
	<i>Tipo:</i> Plástico como materia prima	
	<i>Descripción:</i> Sistema a base de botellas PET rellenas de tierra. Para la conformación de los muros se colocan las botellas de forma horizontal. Estas se atan por ambos lados para darle seguridad y estabilidad al muro.	
Construcción con botellas PET. Fuente: Imagen propia (2015).		
CARACTERÍSTICAS		
<i>Geometría</i>	La construcción puede adoptar cualquier forma. Dependiendo del tamaño de las botellas.	
<i>Materiales</i>	Botellas PET rellenas de tierra. Como pegante entre hiladas se utiliza mortero (arena-cemento) en proporciones 1:4.	
<i>Usos</i>	Muros estructurales.	
INDICADORES DE SUSTENTABILIDAD		
<i>Ambientales</i>	Aprovechamiento de materiales de desecho. Bajo nivel de utilización de recursos naturales.	
<i>Económicos</i>	Bajo costo de construcción. Bajo costo de mantenimiento.	
<i>Sociales</i>	Alto grado de satisfacción y bienestar de los ocupantes del edificio. La sensación de confort de los ocupantes es alta.	
<i>Ventajas</i>	Alta durabilidad del material que contiene la tierra. Presenta un nivel alto de aislamiento térmico y acústico debido al espesor. Reducción de residuos al ser utilizados como materia prima.	
<i>Desventajas</i>	Nula reglamentación del sistema. El tiempo de relleno de las botellas extiende el período de ejecución de la obra.	

Fuente: Ruíz (2012).Elaboración propia.

Figura A10. 6. Ficha descriptiva 6: sistema Cero's.

FICHA DESCRIPTIVA DEL SISTEMA CONSTRUCTIVO		NÚMERO: 6
	Cero's	
	Tipo: Plástico como materia prima	
	Descripción: Sistema compuesto de ladrillos de PEAD (Poliétileno de Alta Densidad) reciclado. Las piezas están huecas y son de forma prismática. Cuenta con un doble machihembrado con orificios, fabricado por un proceso denominado extrusión-soplado (Parison).	
	Sistema Cero's. Fuente: http://www.expoknews.com	
CARACTERÍSTICAS		
Geometría	Las dimensiones de los ladrillos son 4.5 x 9.0 x 18.0 cm. Las piezas se ensamblan para formar paneles de 1.20 x 2.40 m. Cada metro cuadrado contiene 128 piezas.	
Materiales	Ladrillos de polietileno de alta densidad reciclado. Canaletas metálicas como elementos periféricos que le dan un marco estructural a los paneles. Se recubre con una capa de malla metálica y concreto.	
Usos	Muros estructurales, muros divisorios, techumbres.	
INDICADORES DE SUSTENTABILIDAD		
Ambientales	Aprovechamiento de materiales reciclados. Bajo nivel de residuos generados en el proceso de construcción. Bajo nivel de utilización de recursos naturales.	
Económicos	Bajo costo de transportación al ser un material ligero. Plazos de ejecución cortos.	
Sociales	Aceptable grado de satisfacción y bienestar de los ocupantes del edificio. Aceptable sensación de confort de los ocupantes.	
Ventajas	Reduce hasta un 75% del peso estructural (comparado con otros sistemas). Ligero y de fácil construcción, no necesita mano de obra especializada. Reducción de residuos al ser utilizados como materia prima.	
Desventajas	Escasa difusión de la información sobre el sistema. Dificultad para contactar con el proveedor.	

Fuente: Durón (2007).Elaboración propia.

Categorías, criterios e indicadores.

Los criterios de evaluación que se presentan a continuación evalúan los seis sistemas constructivos seleccionados, teniendo como premisa principal el mejoramiento de la calidad de vida de las personas en términos de vivienda. Estos criterios corresponden a las categorías técnica, social, ambiental y económica con una perspectiva integradora.

En la tabla siguiente se muestran los criterios que conforman cada categoría y su valor ponderado en el sistema. El valor de la ponderación está dado por el autor del documento, el cual considera que todas las categorías e indicadores tienen la misma importancia en esta evaluación. Debido a que se buscan las mejores características para desarrollar un nuevo sistema constructivo.

Tabla A10. 1. Ponderación de las categorías y criterios.

CATEGORÍA	REF	CRITERIO	INDICADOR	PONDERACIÓN CRITERIO	PONDERACIÓN RELATIVA
TÉCNICA 28.57%	T,01	Refuerzo necesario	Cantidad de elementos adicionales para refuerzo del sistema constructivo.	50%	14.29%
	T,02	Desplazamiento	Longitud en metros que el muro se desplaza al aplicarse una carga horizontal (simulación sísmica).	50%	14.29%
SOCIAL 28.57%	S,01	Confort térmico	Factor R, el cual indica el grado de resistencia de los materiales al flujo tanto del frío como del calor.	50%	14.29%
	S,02	Confort acústico	Niveles STC, valor que se utiliza para clasificar los materiales en función de su nivel de protección del sonido.	50%	14.29%
AMBIENTAL 14.29%	A,01	Huella de carbono	Cantidad de kg de CO ₂ producidos por cada kg de material a analizar	100%	14.29%
ECONÓMICA 28.57%	E,01	Tiempo de ejecución	Número de jornales requerido para llevar a cabo la construcción.	50%	14.29%
	E,02	Precio/m ²	Valor económico dado por construcción por metro cuadrado terminado	50%	14.29%
TOTAL					100.00%

Fuente: Elaboración propia.

Puntuación para cada criterio de evaluación.

Tomando como referencia lo anterior a continuación se presenta la escala numérica para evaluar cada uno de los criterios. Cada criterio utiliza una unidad de medición diferente.

CRITERIO T, 01: Refuerzo necesario

INDICADOR: está referido a la cantidad de elementos adicionales que brindan mayor rigidez, resistencia y seguridad al sistema constructivo: Por ejemplo: castillos.

Para la puntuación de este indicador se tomó como referencia el sistema MagPanel, el cual puede ser utilizado para edificaciones de hasta seis niveles sin necesidad de refuerzo adicional (MagPanel, s.f.). Siendo el rango superior de puntuación como se muestra en la tabla A10.2. La puntuación más alta estará dada por una menor cantidad de refuerzo.

Tabla A10. 2. Puntaje para Criterio T, 01: refuerzo necesario.

CRITERIO T, 01: REFUERZO NECESARIO	
Cantidad de refuerzo	Puntuación
Ninguno. Soporta más de cinco niveles	5
Ninguno. Soporta entre tres y cinco niveles	4
Ninguno. Soporta dos niveles	3
Ninguno. Soporta un solo nivel	2
Elementos perimetrales	1

Fuente: Elaboración propia

CRITERIO T, 02: Desplazamiento

INDICADOR: longitud en metros que el muro de cada sistema constructivo es desplazado ante la acción de una fuerza sísmica.

Este valor se determinó a partir de una modelación analógica y numérica en el software SAP 2000. Consistió en aplicar cargas iguales de 1,000 kg a los muros de los sistemas, con dimensiones de 3.0 m x 3.0 m x el espesor de los elementos de cada sistema. Los datos utilizados para la modelación de los muros en el software fueron los siguientes:

Tabla A10. 3. Propiedades mecánicas de los sistemas constructivos.

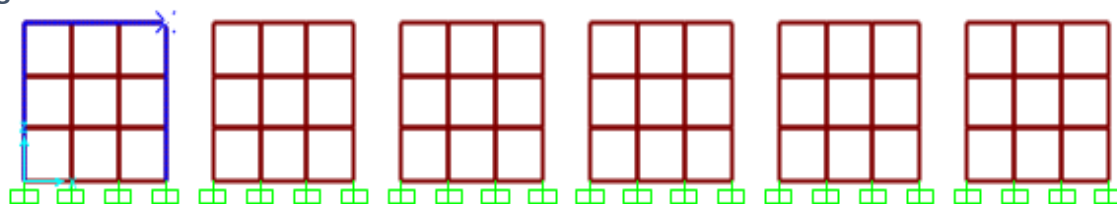
PROPIEDADES MECÁNICAS DE LOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS			
Sistema constructivo	Peso volumétrico (kg/m ³)	Módulo de elasticidad (kg/cm ²)	Coefficiente de Poisson
Tabique rojo	1,580	1,200	0.25
Panel W	941.67	135,000	0.20
MagPanel	129	51,949	0.35
Pop Up House	510	3,263	0.40
Botellas PET rellenas de tierra ²	1,660	65,389	0.30
Sistema Cero's	120	7,410	0.30

Fuente: Elaboración propia.

² Los valores del módulo de elasticidad E y el coeficiente de Poisson para las botellas PET rellenas de tierra, se obtuvieron de forma experimental haciendo los ensayos de compresión y posteriormente los cálculos.

Una vez realizada la modelación (ver figura A10.7) se obtuvieron los desplazamientos en los puntos dónde se aplicó la carga. Según las Normas Técnicas Complementarias para diseño por sismo (2004), el desplazamiento no debe ser mayor a la relación: h (en metros)/100, para este caso, el valor de máximo de desplazamiento será 0.03 m.

Figura A10. 7. Modelación de los sistemas constructivos en SAP 2000.



Fuente: Elaboración propia.

Entre menor sea el desplazamiento (medido en m) mayor será la puntuación obtenida.

Tabla A10. 4. Puntaje para Criterio T, 02: desplazamiento

CRITERIO T, 02: DESPLAZAMIENTO	
Metros	Puntuación
0.00 - 0.01	5
0.011 - 0.02	3
0.021 - 0.03	1
> 0.03	0

Fuente: Elaboración propia.

CRITERIO S, 01: Confort térmico

Indicador: está dado por el valor R que muestra el grado de resistencia de los materiales al flujo tanto del frío como del calor. Este valor se expresa en $\text{ft}^2 \cdot ^\circ\text{F} \cdot \text{h} / \text{Btu}$ (sistema inglés). Dicho valor depende principalmente del tipo y espesor del material aislante, del recubrimiento y acabados.

Según la Norma Mexicana NMX-C-460-ONNCCE-2009 el valor R mínimo de confort para muros es 5.70. A partir de este valor se determina el puntaje para este criterio (ver tabla A10.5).

Tabla A10. 5. Puntaje para Criterio S, 01: confort térmico.

CRITERIO S, 01: CONFORT TÉRMICO	
Valor R	Puntuación
> 30	5
20.6 - 29.9	4
12 - 20.5	3
5.7 - 11.9	2
< 5.7	1

Fuente: Elaboración propia.

Entre mayor sea el valor R habrá más efectividad de aislamiento en el material. Los valores de R fueron proporcionados por los proveedores de los sistemas constructivos y otros fueron obtenidos de la literatura.

CRITERIO S, 02: Confort Acústico

INDICADOR: la cantidad de sonido transportado por el aire, la cual es bloqueada por un material, es medida en niveles STC (por sus siglas en inglés Sound Transmission Class) de Clase de Transmisión de Sonido. Dicho valor depende principalmente del espesor del elemento, de la presencia de capas aislantes, del recubrimiento y de los acabados (a mayor valor mayor aislamiento).

Según las Normas y especificaciones para estudios, proyectos, construcción e instalaciones (2014) en su apartado acondicionamiento acústico (volumen 3, tomo IV) menciona que: una calificación STC de 25 indica que el sonido puede pasar fácilmente a través del muro. Por otro lado, un grado de STC de 55 indica que la pared es prácticamente insonorizada. A partir de esta referencia se determinará el puntaje de este criterio.

Tabla A10. 6. Puntaje para criterio S, 02: confort acústico.

CRITERIO S, 02: CONFORT ACÚSTICO	
Valor STC	Puntuación
> 55	5
46-55	4
36-45	3
25-35	2
< 25	1

Fuente: Elaboración propia.

CRITERIO A, 01: Huella de carbono.

INDICADOR: está determinado por los kg de CO₂ producidos por cada kg de material a analizar. Este cálculo se realizó con la ayuda del software especializado SimaPro³ 8.1. El método de cálculo utilizado para obtener las emisiones de los sistemas fue el IPCC⁴ Global 2013 GWP 100 a.

Cabe señalar que los números obtenidos para este criterio son aproximaciones y datos demostrativos, debido a que no existe la información necesaria para los sistemas constructivos considerados en esta evaluación. Para realizar este cálculo fueron utilizados materiales que

³ SimaPro, es una herramienta profesional para el cálculo de los impactos ambientales, sociales y económicos, asociados a una producto o servicio a lo largo de todo su ciclo de vida, con aplicación al eco-diseño, al desarrollo de eco-etiquetas, al cálculo de huellas de carbono o huellas hídricas, entre otros.

⁴ IPCC, por sus siglas en inglés Intergovernmental Panel on Climate Change (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático)

asemejan las propiedades físicas de los sistemas, y las cifras se obtuvieron de la base de datos del programa.

Al ser un dato aproximado no se está asegurando que es el valor real de las emisiones que se están generando. Para realizar un ajuste en los resultados obtenidos de debe realizar la evaluación a los materiales locales. Se hace la recomendación al lector de buscar mayor información.

En la siguiente tabla se muestran los sistemas analizados, su equivalente en el programa y la base de datos de la cual surgieron los datos.

Tabla A10. 7. Origen de los datos para el criterio: huella de carbono.

ORIGEN DE LOS DATOS PARA EL CRITERIO HUELLA DE CARBONO		
Sistema constructivo	Comparación	Base de Datos
Ladrillo rojo	Brick ROW production	Ecoinvent 3
Panel W	Polystyrene foam slab	Ecoinvent 3
Mag Panel	Polystyrene foam slab for perimeter insulation	Ecoinvent 3
Pop Up House	Panel trim, form trim and saw at plywood plant Expandable Polystyrene (EPS)	USLCI Industry data 2.0
Botellas PET	PET bottle grade	Industry data 2.0
Ceros	Recycling postconsumer HDPE pellet	USLCI

Fuente: Elaboración propia.

Tomando como referencia el artículo escrito por Mercader, M. et al (2012), dónde describe la cantidad de kg CO₂/kg de materiales del modelo constructivo habitual. Se tiene que el componente básico del material con mayor cantidad de emisiones es el aluminio (anodizado y lacado) con 31.454 kg CO₂/kg, mientras que el componente con la cifra menor de kg CO₂/kg son los componentes áridos con 0.03.

A partir de estas cantidades se determina la puntuación para este criterio, como se muestra en la tabla siguiente.

Tabla A10. 8. Puntaje para criterio A, 01: huella de carbono.

CRITERIO A, 01: Huella de carbono	
kg CO ₂ /kg	Puntuación
≤ 0.03	5
0.04 - 10.54	4
10.55 - 21.05	3
21.06 - 31.454	2
> 31.454	1

Fuente: Elaboración propia.

CRITERIO E, 01: Tiempo de ejecución.

INDICADOR: tiempo requerido para la construcción de muros de 2.40 m de altura en un área de 3.0 m x 3.0 m. Estará medido en jornales de 8 horas y en condiciones similares. Los datos estarán referidos a la literatura, proveedores y a la experiencia personal.

El puntaje para este criterio queda de la siguiente manera:

Tabla A10. 9. Puntaje para criterio E, 01: tiempo de construcción.

CRITERIO E, 01: TIEMPO DE CONSTRUCCIÓN	
Jornales	Puntuación
< 1	5
1 - 2	4
2.1 - 3	3
3.1 - 5	2
> 5	1

Fuente: Elaboración propia.

CRITERIO E, 02: Precio/m²

INDICADOR: valor económico dado por construcción por metro cuadrado terminado. El precio incluye materiales, mano de obra y herramienta a costo directo. Los datos tendrán como referencia la información brindada por los proveedores y lo encontrado en revisión documental. Los sistemas de menor precio/m² obtendrán una mayor puntuación.

Después de analizar los diferentes sistemas constructivos, se encontró que el metro cuadrado de construcción con block-10 de concreto intermedio de 10 x 20 x 40 cm tiene un precio de \$144.00 (Tecno Group, 2013), el cuál será tomado como la referencia mínima. Como límite superior se tomará el precio por metro cuadrado del MagPanel que es de \$1,170.00 (MagPanel, s.f.), debido a que es el sistema con mayor precio a escala nacional. La puntuación de este criterio se muestra en la tabla A10.10.

Tabla A10. 10. Puntaje para criterio E, 02: precio/m².

CRITERIO E, 02: PRECIO/m ²	
Precio	Puntuación
≤ \$ 144.00	5
\$ 145- \$350.0	4
\$ 351.0 - \$500.0	3
\$ 501.0- \$1 170.0	2
> \$1 170.00	1

Fuente: Elaboración propia.

Evaluación de los componentes constructivos

Después de establecer los criterios, los indicadores y las puntuaciones del sistema de evaluación, se realizó la valoración de los sistemas constructivos que se han seleccionado, como se muestra en la tabla A10.11.

Tabla A10. 11. Valoración de los indicadores del sistema de evaluación

SISTEMA CONSTRUCTIVO	INDICADORES COMPARATIVOS						
	Refuerzo necesario	Desplazamiento (m)	Valor R (ft ² ·°F·h/Btu)	Valor STC	Emisiones CO ₂ / kg	Tiempo de construcción	Precio/m ²
Muro portante ladrillo rojo recocido	Castillos y cadenas (elementos perimetrales).	0.0124	5.1	40	0.254	3 jornales	\$287.24
Panel W (espesor 3")	Ninguno. Hasta dos niveles sin requerir soporte adicional.	0.034	7.92	50	4.57	1.2 jornales	\$450.00
Sistema MagPanel (W112)	Ninguno. El sistema utiliza un marco estructural integrado. Hasta seis niveles sin necesidad de refuerzos.	0.025	26.53	> 55 ⁵	4.56	1 jornal	\$1,170.00
Sistema Pop up house	Ninguno. Hasta dos niveles sin requerir soporte adicional.	0.074	56.202	> 55 ⁵	2.83	1 jornal	\$5,223.00
Botellas PET rellenas de tierra	Castillos y cadenas (elementos perimetrales)	0.0008	13.5	57	0.069	8 jornales	\$250.00
Sistema constructivo Cero's	Canaletas metálicas como elementos periféricos que le dan un marco estructural a los paneles.	0.4254	4.5	38	0.538	1.2 jornales	\$390.00

Fuente: Elaboración propia.

⁵ Al no contar con información suficiente sobre las unidades de STC de los sistemas MagPanel y Pop up house se les otorga un valor mayor a 55. Esto con base en los valores R, ya que presentan un alto aislamiento térmico debido a su espesor y materiales que los componen.

Aplicando la herramienta diseñada se le otorgó un puntaje a cada uno de los criterios seleccionados. En este caso como todos los criterios tienen la misma ponderación relativa, no será necesario multiplicarlos por ningún porcentaje. El resultado obtenido se observa en la tabla siguiente:

Tabla A10. 12. Puntuación obtenida por cada uno de los sistemas constructivos.

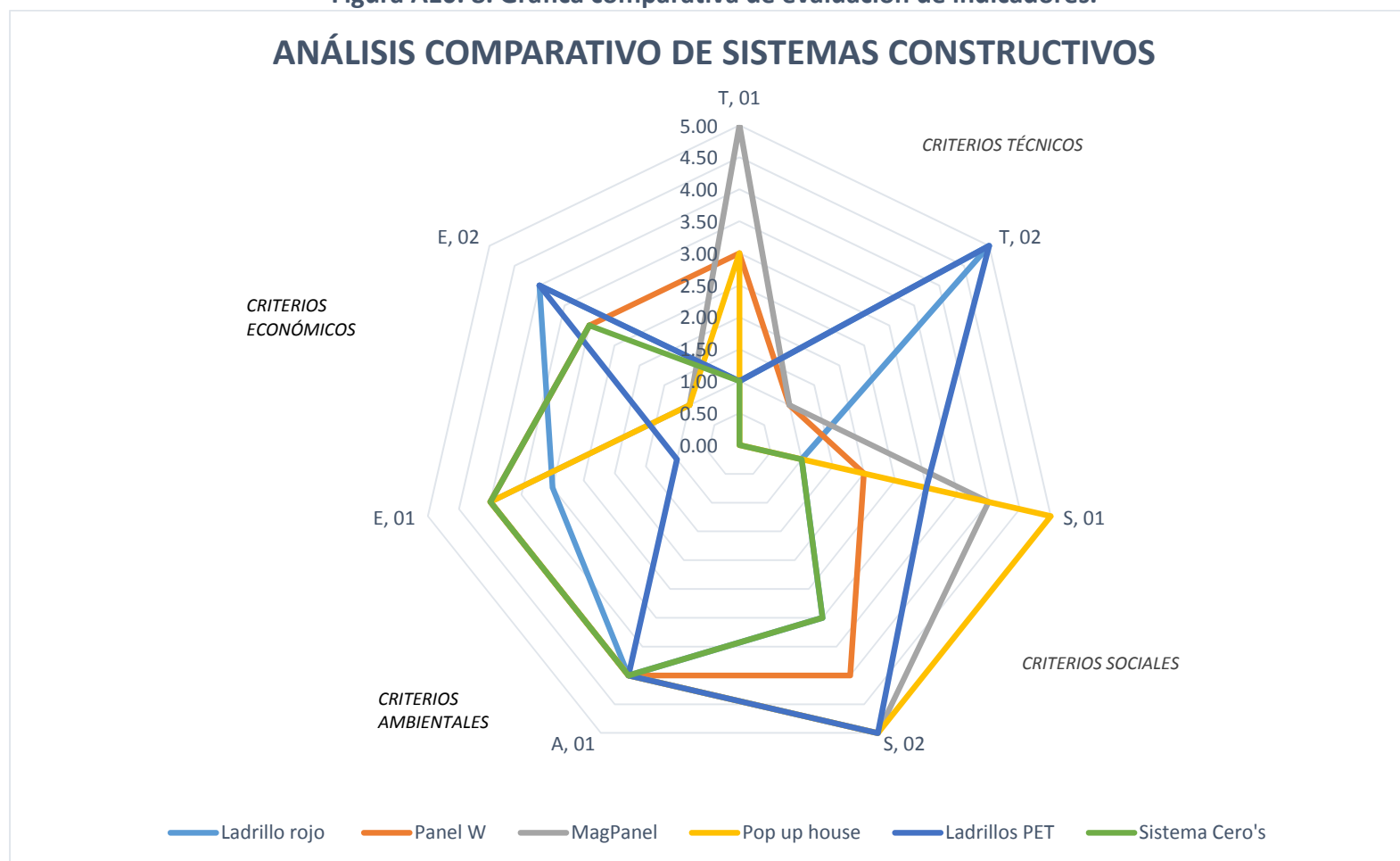
CATEGORÍA	REF	CRITERIO	PONDERACIÓN RELATIVA	SISTEMAS EVALUADOS					
				LADRILLO ROJO	PANEL W	MAGPANEL	POP-UP HOUSE	BOTELLAS PET	CERO'S
TÉCNICA	T,01	Refuerzo necesario	14.29%	1	3	5	3	1	1
	T,02	Desplazamiento	14.29%	5	1	1	0	5	0
			SUBTOTAL	6	4	6	3	6	1
SOCIAL	S,01	Confort térmico	14.29%	1	2	4	5	3	1
	S,02	Confort acústico	14.29%	3	4	5	5	5	3
			SUBTOTAL	4	6	9	10	8	4
AMBIENTAL	A,01	Huella de carbono	14.29%	4	4	4	4	4	4
			SUBTOTAL	4	4	4	4	4	4
ECONÓMICA	E,01	Tiempo de ejecución	14.29%	3	4	4	4	1	4
	E,02	Precio/m ²	14.29%	4	3	1	1	4	3
			SUBTOTAL	7	7	5	5	5	7
			TOTAL	21	21	24	22	23	16

Fuente: Elaboración propia.

Gráfico de evaluación.

Después de realizar la valoración de cada uno de los sistemas se obtiene la siguiente gráfica de araña o radial.

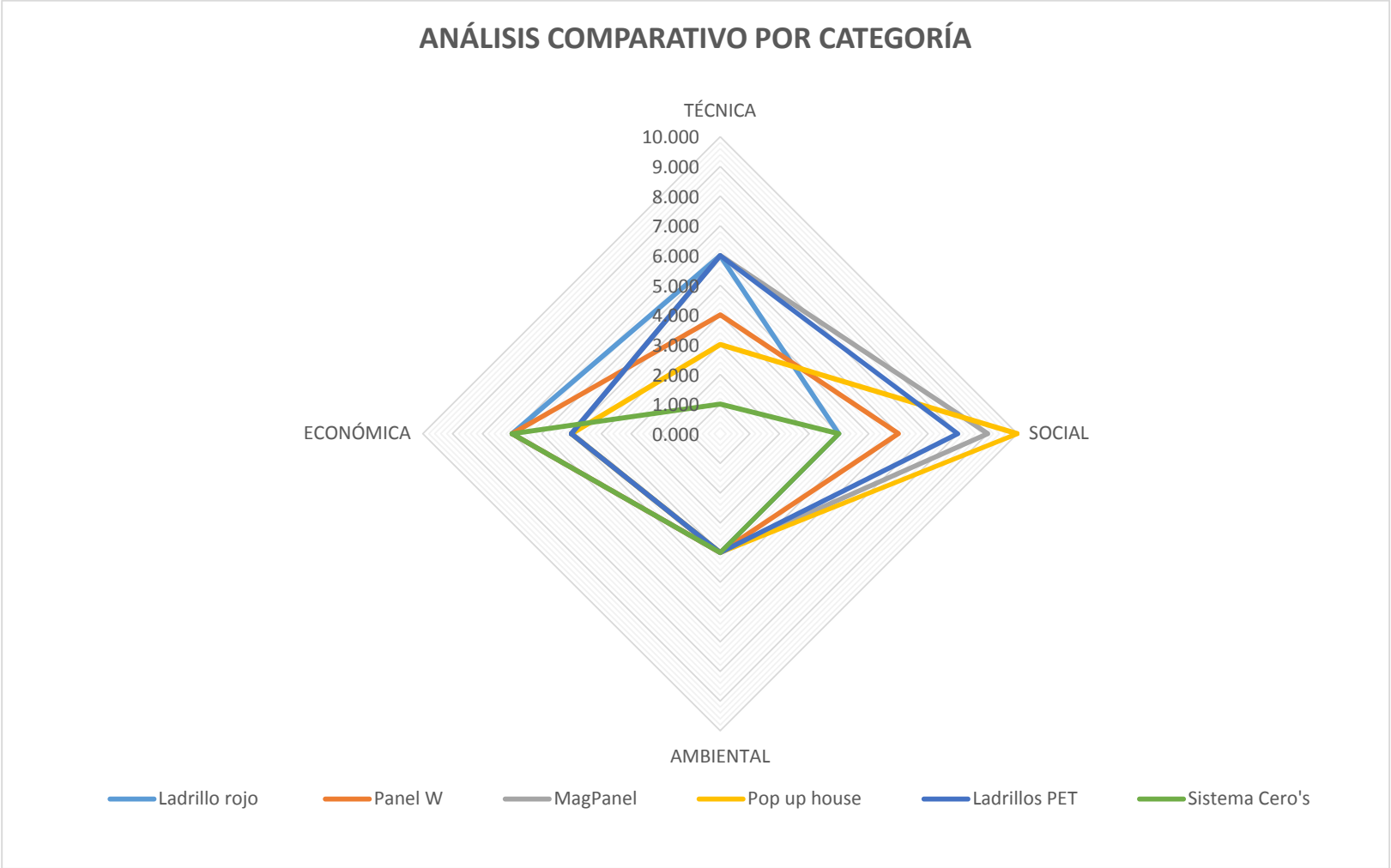
Figura A10. 8. Gráfica comparativa de evaluación de indicadores.



Fuente: Elaboración propia.

También se obtuvo la gráfica comparativa de los sistemas constructivos por categoría.

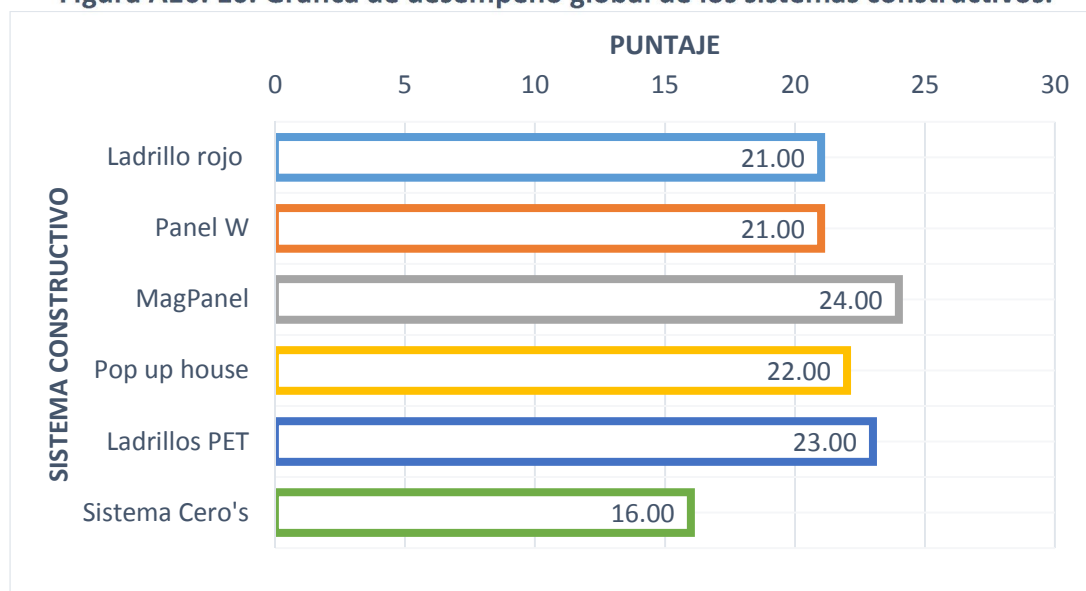
Figura A10. 9. Gráfica comparativa por categoría.



Fuente: Elaboración propia.

Por último se complementa el análisis de la evaluación con la gráfica de desempeño global de los sistemas constructivos con la puntuación total de cada uno de ellos (ver figura A10.10).

Figura A10. 10. Gráfica de desempeño global de los sistemas constructivos.



Fuente: Elaboración propia.

Conclusión

Después de haber realizado la evaluación de los diferentes sistemas constructivos seleccionados podemos argumentar que el sistema que obtuvo una mejor calificación fue el MagPanel con 24.00, por lo tanto, es el que presenta las mejores características evaluadas de forma global con respecto a los otros.

Cabe aclarar que esta conclusión solo se deriva de los criterios e indicadores contemplados en esta evaluación, puesto que al aplicarse algún otro tipo de valoración a los mismos componentes, los resultados pueden variar.

De acuerdo a todo el análisis anterior, un sistema constructivo sustentable debe cumplir con las siguientes características a consideración del autor:

Tabla A10. 13. Valores esperados para el sistema constructivo.

CRITERIO	VALOR ESPERADO
Refuerzo necesario	Elementos perimetrales
Desplazamiento (m)	< 0.03 m
Valor R (ft ² ·°F·h/Btu)	> 5.7
Valor STC	> 35
Emisiones CO ₂ / kg	< 1
Tiempo de construcción	< 3 jor
Precio/m ²	< \$ 250.00

Fuente: Elaboración propia.

ANEXO 11. Resultados de las pruebas a los muretes.

A continuación se muestran las tablas y gráficas de los resultados obtenidos en las pruebas de laboratorio.

COMPRESIÓN

La tabla A11.1 contiene los resultados de las pruebas a compresión de los muretes de la propuesta dos y tres, respectivamente.

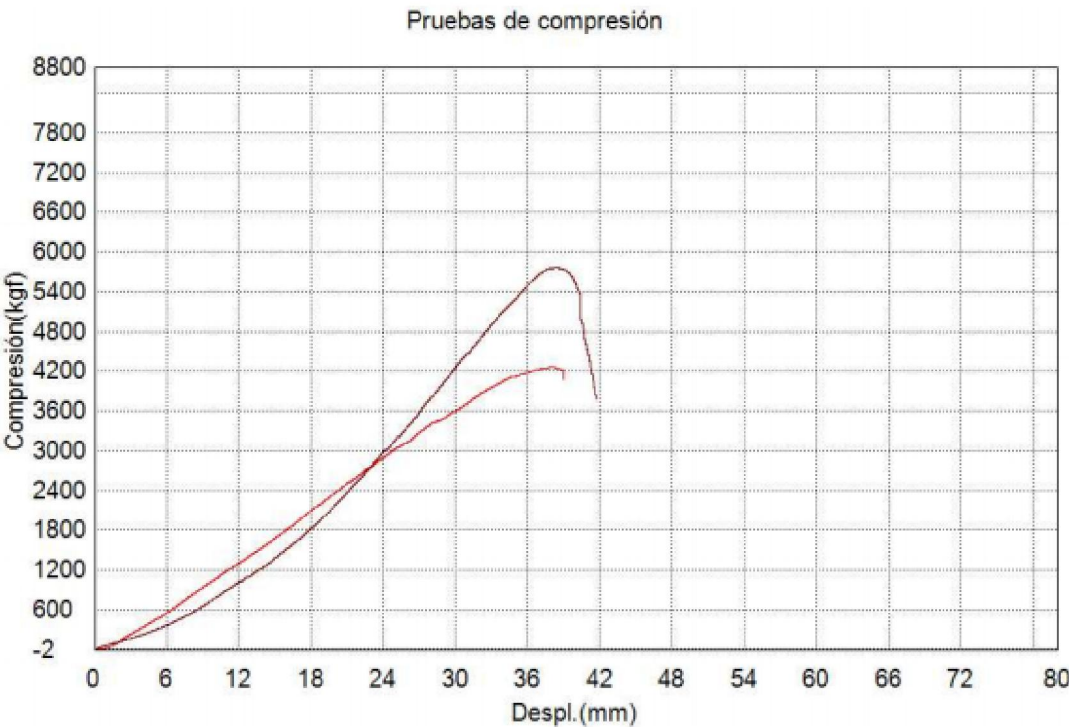
Tabla A11. 1. Resultados de las pruebas a compresión de los muretes

Nombre Parametros	Max._Compresión Calc. at Entire Areas	Max._Tension Calc. at Entire Areas	Max. _Desplazamiento Calc. at Entire Areas
Unidad	kgf	kgf/cm2	mm
Pieza _1	4256.52	4256.52	38.0120
1 _2	5765.54	5765.54	37.9900
Media	5011.03	5011.03	38.0010

Fuente: Elaboración propia.

La siguiente gráfica, ilustra el comportamiento de los muretes sometidos a compresión.

Figura A11. 1 Gráfica de esfuerzo-deformación de muretes sometidos a compresión



Fuente: Elaboración propia.

CORTANTE

La tabla A11.2 muestra el resultado de la prueba a compresión diagonal en la propuesta dos del murete.

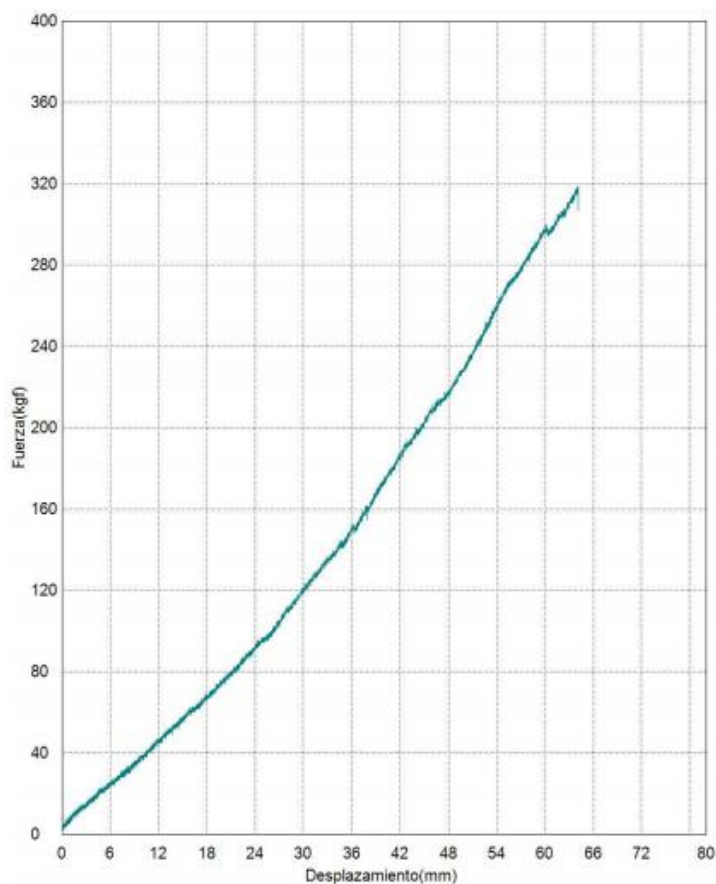
Tabla A11. 2. Resultados de la prueba a esfuerzo cortante

Nombre	Max_Carga	Max_Despl	Rotura_Carga	Rotura_Despl
Parametros	Calc. at Entire Areas	Calc. at Entire Areas	Sensibilidad 50	Sensibilidad 50
Unidad	kgf	mm	kgf	mm
Lama - 1	318.470	64.1200	.-	.-
Media	318.470	64.1200	.-	.-
Desviacion Estandar	.-	.-	.-	.-
Maximo	318.470	64.1200	.-	.-
Minimo	318.470	64.1200	.-	.-

Fuente: Elaboración propia.

Por último se muestra el comportamiento del murete de la propuesta dos sometido a compresión diagonal.

Figura A11. 2. Gráfica de esfuerzo-deformación de murete sometido a cortante



Fuente: Elaboración propia.